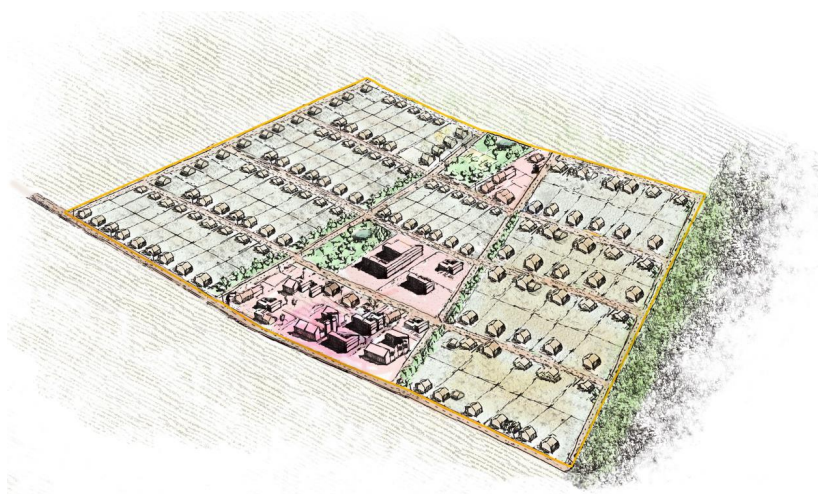


Jan Janusz

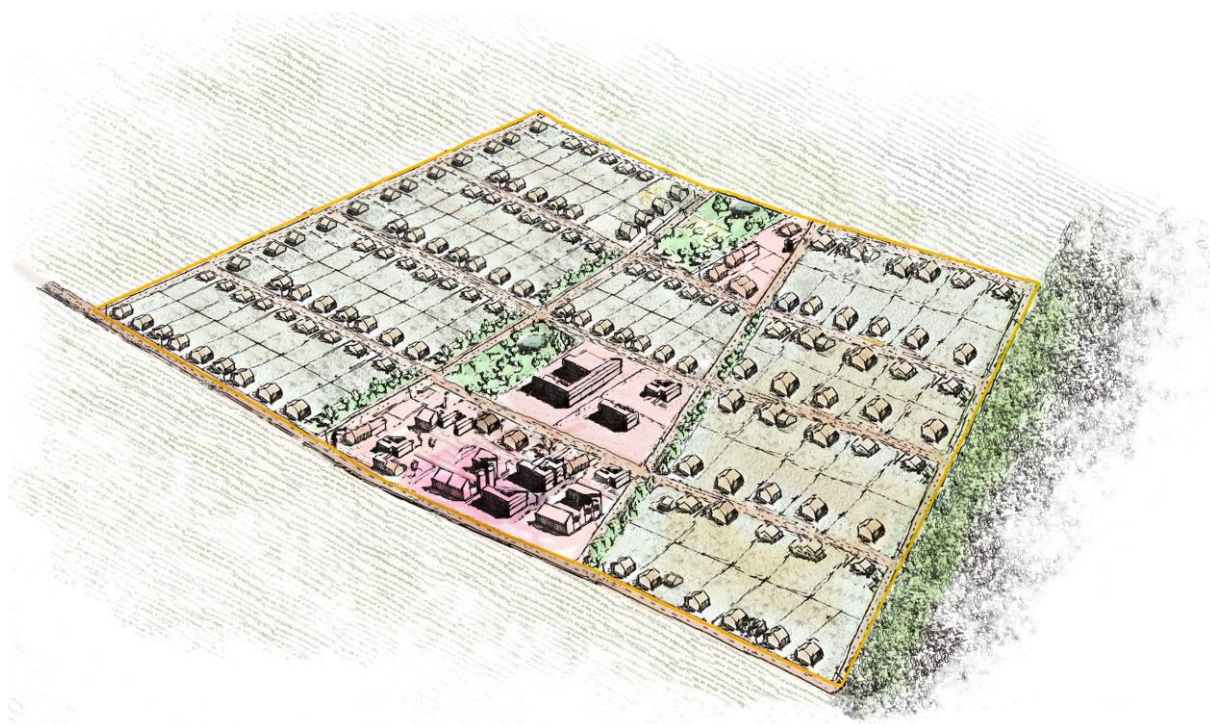
MODEL ROZWOJU OBSZARÓW ZABUDOWY JEDNORODZINNEJ
I JEGO ZASTOSOWANIE W PROJEKTOWANIU URBANISTYCZNYM



mgr inż. arch. Jan Janusz

Rozprawa naukowa

**MODEL ROZWOJU OBSZARÓW ZABUDOWY JEDNORODZINNEJ
I JEGO ZASTOSOWANIE W PROJEKTOWANIU URBANISTYCZNYM**



Promotor:

dr hab. inż. arch. Robert Barełkowski, prof. nadzw.

Promotor pomocniczy:

dr inż. arch. Paweł Rubinowicz

Wydział Budownictwa i Architektury

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

Poznań – Szczecin 2018

Spis treści

1.	Wprowadzenie	1
1.1.	Tematyka badania	1
1.2.	Znaczenie badań	3
1.3.	Cele rozprawy	5
1.4.	Teza pracy	7
1.5.	Metodologia badania	7
1.5.1.	Klasyfikacja badań	7
1.5.2.	Struktura badań	10
1.5.3.	Strategia badania objaśniającego	17
1.6.	Zakres i struktura opracowania	24
1.7.	Uzasadnienie wyboru zagadnienia badawczego	25
2.	Ogólny kontekst teorii planowania urbanistycznego osiedli mieszkaniowych jednorodzinnych	28
2.1.	Teoria planowania przestrzennego i projektowania urbanistycznego	29
2.1.1.	Rys historyczny projektowania urbanistycznego	29
2.1.2.	Wybrane nurty w planowaniu przestrzennym	33
2.1.3.	Pryncypia i cele planowania	39
2.1.4.	Wybrane problemy w procesie projektowania urbanistycznego	45
2.1.5.	Rola informacji w procesie projektowym	47
2.1.6.	Struktura tkanki przestrzennej i jej obraz informacyjny	49
2.2.	System planowania przestrzennego w Polsce	55
2.2.1.	Modele planowania przestrzennego	55
2.2.2.	Zarys systemu planowania przestrzennego w Polsce	57
3.	Stan badań: Modele informacyjne i analityczne w planowaniu przestrzennym	66
3.1.	Obszar badawczy	66
3.1.	Narzędzia analityczne i ewaluacyjne w projektowaniu urbanistycznym	73
3.1.1.	Znaczenie i zadania	73
3.1.2.	Modele ewaluacyjne w praktyce	74
3.2.	Wybrane metody analizy rozwoju przestrzennego – szczegółowe pole badań	76
3.2.1.	Ogólna taksonomia modeli rozwoju obszarów miast, aglomeracji i regionów	78
3.2.2.	Metody i techniki organizacji informacji przestrzennych	86
3.2.3.	Wykorzystanie sztucznych sieci neuronowych w modelowaniu rozwoju.	92
3.2.4.	Analizy rozwoju w oparciu o ogólny model liniowy, w szczególności regresję wieloraką	101
3.3.	Podsumowanie rozdziału	113
4.	Specyfika zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej	114
4.1.	Struktura suburbanizacji w aglomeracji poznańskiej	114

4.2.	Podstawowe dane ilościowe na temat mieszkalnictwa.....	121
4.2.1.	Zarys dystrybucji przestrzennej istniejących zasobów mieszkaniowych	122
4.2.2.	Charakterystyka statystyczna nowo powstających obszarów mieszkalnych.....	125
4.2.3.	Zmienność tempa rozwoju zasobów mieszkaniowych	140
4.3.	Typologia i kształtowanie układu zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej	157
4.4.	Podsumowanie.....	159
5.	Struktura metodyczna badania.....	161
5.1.	Kontekst metodologiczny – ujęcie problemu w badaniu.....	161
5.2.	Metoda pracy z materiałem badawczym.....	161
5.2.1.	Pozyskiwanie i przetwarzanie danych.....	161
5.2.2.	Metody, techniki, narzędzia i źródła pozyskiwania danych według obszarów tematycznych zmiennych.....	169
5.3.	Obszary klasyfikacji i metodyka pozyskiwania danych	170
5.3.1.	Zmienna zależna: stopień rozwoju w danym czasie od momentu wprowadzenia MPZP 170	
5.3.2.	Odległość od centrum aglomeracji	184
5.3.3.	Stan rozwoju w roku zerowym.....	185
5.3.4.	Ilość i stan zasobów mieszkaniowych	186
5.3.5.	Cechy zabudowy	188
5.3.6.	Sposób organizacji inwestycji.....	191
5.3.7.	Zasoby przyrodnicze.....	192
5.3.8.	Bilans uciążliwości	197
5.3.9.	Dostęp do strategicznych usług i obiektów	199
5.3.10.	Infrastruktura podziemna i komunikacyjna	202
5.3.11.	Konkluzja	206
5.4.	Badanie objaśniające	207
5.4.1.	Ocena zmiennych w badaniu	207
5.4.2.	Założenia modelu regresji wielorakiej	209
5.4.3.	Analiza regresji opis parametrów i współczynników	214
5.4.4.	Pozostałe badania pomocnicze.....	220
5.5.	Zastosowanie w projektowaniu urbanistycznym.....	221
5.5.1.	Koncepcja wykorzystania modelu w projektowaniu.	221
5.5.2.	Interpretacja modelu regresji	222
5.5.3.	Analiza studiów przypadku	228
5.5.4.	Przykład zastosowania w aktualnym projekcie planu dla osiedla mieszkaniowego jako synteza metodyki wspierania działań planistycznych poprzez model regresji	228
6.	Proces badawczy	230
6.1.	Opis materiału badawczego.....	230

6.1.1.	Proces zbierania informacji, problemy i ograniczenia	230
6.1.2.	Ocena oraz opis jakościowy i ilościowy zebranych danych	233
6.2.	Badanie objaśniające	248
6.2.1.	Opis i klasyfikacja zmiennych w procesie obliczeniowym	248
6.2.2.	Wyniki badania regresji wielorakiej krokowej	264
6.2.3.	Wyniki badań przy wykorzystaniu sztucznych sieci neuronowych	293
6.2.4.	Oceny, ustalenia i łączne wnioski z badania w kontekście projektowania urbanistycznego	308
6.3.	Opis i ocena objaśnionego procesu rozwoju	321
6.3.1.	Specyfika sposobu wykorzystania modelu w odniesieniu do cytowanych badań.....	321
6.3.2.	Opis zjawiska w obserwowanych przypadkach z podziałem na gminy.....	322
7.	Zastosowanie w projektowaniu urbanistycznym.....	342
7.1.	Koncepcja wykorzystania modelu.....	342
7.1.1.	Wykorzystanie modelu regresji jako realizacja analitycznych i prognostycznych zadań projektu urbanistycznego w systemie planowania przestrzennego.....	342
7.1.2.	Zastosowanie w procesie projektowym	349
7.1.3.	Proponowana metoda wykorzystania narzędzia	357
7.2.	Wariantowe studium ewaluacyjne – Szamotuły.....	365
7.2.1.	Analiza wybranego obszaru z puli badawczej ukazująca wariantowe scenariusze rozwoju. 365	
7.2.2.	Aplikacja modelu w procedurze projektowej dotyczącej aktualnego obszaru.....	387
8.	Zakończenie	425
8.1.	Podsumowanie.....	425
8.2.	Wkład autorski w badanie	431
8.3.	Wnioski.....	432
8.4.	Perspektywy.....	435
8.4.1.	Pozostałe pola zastosowania	435
8.4.2.	Dalszy rozwój	435
	Bibliografia	437
	Wykaz skrótów.....	449
	Indeks rzeczowy	450
	Spis rysunków	452
	Spis tabeli	460
	Spis równań.....	464
	Spis nierówności	467
	Streszczenie.....	469
	Abstract.....	473

1. Wprowadzenie

1.1. Tematyka badania

Podstawowym polem opracowania jest badanie wpływu uwarunkowań i czynników rozwojowych na rozwój obszarów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej. W tym zakresie główne zadanie polega na analizie wpływu tych czynników na tempo, w jakim na danym obszarze, na którym przewidziana jest funkcja mieszkaniowa, następuje proces urbanizacji, a następnie na opracowaniu metod wykorzystania wyników tej analizy w projektowaniu urbanistycznym. W tym celu w rozprawie przewidziane jest także stworzenie modelu pozwalającego na szacowanie potencjalnego rozwoju w odstępie 5, 10 i 15 lat od wdrożenia projektu w oparciu o dostępne na etapie projektu urbanistycznego dane. Praca skoncentrowana jest na jednym z podstawowych narzędzi planistycznych, jakim jest miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego¹, który w pracy określany będzie rozpowszechnionym w literaturze i praktyce projektowej skrótem MPZP lub nazywany planem miejscowym. Wybór tego instrumentu planistycznego determinuje zakres powierzchni analizowanych obszarów oraz czas oceny rozwoju. Wybór ten warunkuje też podstawę praktycznego wykorzystania badania w procedurze planistycznej oraz określa czytelne warunki doboru obszarów mieszkaniowych w ramach badania, ograniczając je wyłącznie do tych objętych planami miejscowymi. Dodatkowo spośród analizowanych przypadków planów miejscowych wybór pod względem lokalizacji ograniczony jest do gmin pośrednio i bezpośrednio okalających miasto Poznań. Gminy te należą do aglomeracji poznańskiej, względnie noszącego nazwę obszaru metropolitalnego miasta Poznania zgodnie z ostatnimi zmianami przepisów ustawy o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym. O ile pierwsze pojęcie na gruncie prawnym oraz w odniesieniu do definicji zawartych w literaturze nie jest jednoznaczne², w związku z czym jego ramy szczegółowo opisane zostaną w podrozdziale 1.5.3., to drugie pojęcie przypisano znaczącym ośrodkom miejskim o ponadlokalnym oddziaływaniu, dla których podstawowym określeniem jest obszar związku metropolitalnego³. Przyjęcie jako zakresu terytorialnego dla wybieranych obszarów aglomeracji poznańskiej jest odniesieniem do problematyki procesów suburbanizacji występujących w zespole metropolitalnym Poznania. Zjawiska związane z suburbanizacją generują serię problemów i wyzwań dla zagospodarowania przestrzennego, w tym projektowania urbanistycznego, które rozważane będą w rozprawie. Jednym z podstawowych przykładów takich zjawisk jest opisane w literaturze przedmiotu

¹ Hełdak, M.: 2010, Rozwój przestrzenny zabudowy w strefie dużych miast, *Acta Sci. Pol., Administratio Locorum* 1(9), s. 37-46.

² Beim, M.: 2007, Modelowanie procesu suburbanizacji w aglomeracji poznańskiej z wykorzystaniem sztucznych sieci neuronowych i automatów komórkowych, *Zakład Ekonometrii Przestrzennej Instytut Geografii Społeczno-Ekonomicznej i Gospodarki Przestrzennej Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu*, praca doktorska, Rozprawa doktorska napisana pod kierunkiem Prof. UAM dr hab. Waldemara Ratajczaka, s. 16-18

³ Art. 3, ust. 2a, a także przepisy Art. 37o i nast. (rozdział 2a) ustawy z dnia 27 marca 2003 roku o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (Dz. U. z 2017 roku, poz. 1073 ze zmianami).

„rozlewanie się miast” (ang. *urban sprawl*)⁴⁵. Analiza rozwoju zespołów mieszkaniowych jednorodzinnych zawarta w rozprawie zorientowana jest na wspieranie projektowania oraz wzmocnienie skuteczności działań i regulacji planistycznych, a przez to na poprawę kontroli procesów suburbanizacji i przeciwdziałanie jej negatywnym skutkom. Koncepcja wykorzystania badania w projektowaniu urbanistycznym oparta jest na dwóch filarach: wyjaśnieniu wpływu lokalnych i ponadlokalnych czynników wpływających na rozwój terenów mieszkaniowych oraz, następnie, stworzeniu metody i narzędzi do ewaluacji i prognozy dla rozważanego projektu osiedla w danej lokalizacji. Łącznie te filary stwarzać mają podstawę do merytorycznych decyzji projektowych i planistycznych. Oznacza to poszukiwanie modelu analitycznego, który zarówno efektywnie diagnozowałby kluczowe parametry wybranego obszaru zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej, jak i mógłby być skutecznie zastosowany w praktyce projektowej oraz procedurze planistycznej. W rezultacie proponowane badanie rozwoju podmiejskich obszarów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej pozwoliłoby na optymalizację procesu planistycznego, wsparcie procesu projektowego i przeciwdziałanie niepożądanym zjawiskom przestrzennym.

Działanie takie wpisuje się w ugruntowaną legislacyjnie tendencję to wzmocnienia narzędzi analitycznych służących planowaniu i projektowaniu przestrzeni⁶⁷. Jedną z motywacji stojących za podjęciem rozważań prezentowanych w niniejszej rozprawie jest to, że planowanie miejscowe i decyzje inwestycyjne w Polsce nie zawsze są racjonalne. Kluczowe decyzje podejmowane w planowaniu miejscowym koncentrują się na przekształceniu zagospodarowania terenu wywołanym potrzebami gospodarczymi lub społecznymi. Decyzję o rozpoczęciu takich przekształceń podejmuje się bowiem zbyt często ze względów pozamerytorycznych, politycznych lub społecznych, a urbanizacja terenów dotąd niezurbanizowanych przyjmuje w związku z tym formy nieracjonalne⁸. Brak obiektywnych narzędzi oceny zagraża jakości dyskusji i argumentacji na temat projektowanych rozwiązań przestrzennych, co prowadzić może do nadużyć, błędnych decyzji i niegospodarności. Przykładem może być przygotowanie terenu, przygotowanie infrastruktury i wieloletnie wydatki ponoszone przez gminę na obszar, który przewidziany został jako mieszkaniowy, lecz w ciągu wielu lat nie rozwija się i pozostaje wykorzystany w bardzo nieznacznym stopniu. Koszty takiego nieefektywnego rozwiązania ponoszą wszyscy mieszkańcy gminy, szczególnie indywidualni właściciele. Ci ostatni nie zawsze dostrzegają swój udział w kosztach, zwłaszcza, gdy nabyli nieruchomość w sytuacji już zdefiniowanego nowego przeznaczenia na cele mieszkaniowe, ewidentnie jednak odczuwają niedogodności rozproszonej lub nieskutecznie zaprojektowanej zabudowy w postaci

⁴ Op. cit. Beim, M.: 2007, Modelowanie procesu suburbanizacji w aglomeracji poznańskiej z wykorzystaniem sztucznych sieci neuronowych i automatów komórkowych, s. 38-39, 149-158

⁵ Szczepański, P., Pyszny, K. i Zydroń, A.: 2013, Analiza zróżnicowania stopnia szczegółowości ustaleń polityk przestrzennych wybranych gmin aglomeracji poznańskiej, *Rocznik Ochrona Środowiska* 15, s. 2768-2775.

⁶ Ustawa z dnia 9 października 2015 r. o rewitalizacji, Dz.U. 2015 poz. 1777, Art. 4 ust. 1., Art. 15. Ust. 1.

⁷ Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym, (tekst jednolity: Dz.U. 2016 nr 0 poz. 778), art. 1, ust. 3.

⁸ Barełkowski, R. i Wojtyra, B.: 2018, Programowanie sanacji przestrzeni wiejskiej. Autorskie mechanizmy na rzecz zrównoważonego kształtowania obszarów wiejskich, *Acta Universitatis Lodziensis, Folia Geographica Socio-Oeconomica*, 32, 31-49, <http://dx.doi.org/10.18778/1508-1117.32.02>, s. 34-35.

znaczących opóźnień i finansowej niewydolności w realizowaniu gminnej infrastruktury na potrzeby rozproszonych osiedli, zwiększone koszty własne codziennej obsługi nieruchomości, zwiększone ryzyko funkcjonowania niedoinwestowanych osiedli, braki w dostępie do usług kultury i sportu, a także wiele innych negatywnych zjawisk⁹.

W odpowiedzi na naszkicowaną powyżej problematykę w rozprawie przedstawiono badanie czynników i zależności występujących w procesie rozwoju obszarów mieszkaniowych jednorodzinnych, a następnie opracowano koncepcję wsparcia procedury planistycznej i projektowania urbanistycznego poprzez uzyskany model analityczny.

1.2. Znaczenie badań

Zgodnie z art. 3 ust. 1 ustawy z dnia 27 marca 2003 r.¹⁰ samorządy mają za zadanie uchwalanie aktów prawa miejscowego w formie miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego na podstawie studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego (SUiKZP). Dokumenty te wraz z pozostałymi instrumentami zarządzania jednostką terytorialną opisują sytuację przestrzenną, wytyczne i perspektywy działań¹¹. Pierwszym krokiem w procesie badawczym jest określenie, jak funkcjonuje to zarządzenia przestrzenią za pomocą tych instrumentów. Oznacza to postawienie diagnozy i ewentualne poszukiwanie metod poprawy tego stanu. Odpowiedzi na to zagadnienie dostarcza raport NIK¹², który wykazuje, że konieczna jest poprawa planowania przestrzennego w skali gminy, co potwierdza zdanie:

„Polska przestrzeń jest źle zarządzana, a chaos i brak ładu przestrzennego negatywnie wpływają na szeroko rozumianą jakość życia mieszkańców”¹³

Na szczególną uwagę zasługuje także zawarty w raporcie wniosek:

„(...)najczęściej następuje przeszacowanie docelowych wskaźników zabudowy jednorodzinnej ok. 12–13% obszarów gmin oraz dodatkowo, około 8% pod zabudowę zagrodową. Grozi to konsekwentnym pogłębianiem się i tak już nadmiernego rozpraszania osadnictwa, jak też generowaniem rosnących kosztów jego obsługi.”¹⁴

Raport wskazuje zatem, że obszary zabudowy mieszkaniowej już na etapie sporządzania SUiKZP wyznaczane i projektowane są nieprawidłowo. Na tej podstawie można wyprowadzić konkluzję, że wspomniane wcześniej wymagane ustawowo analizy¹⁵¹⁶ nie są wykonywane w sposób, który pozwala na odpowiednią ocenę i podjęcie właściwych decyzji. Co więcej, regulacje w tym

⁹ Borkowski Z.H., 2011, *Metoda badania marginalności obszarów wiejskich*, „Barometr Regionalny”, 3 (25): 7–12.

¹⁰ Op. cit. Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym, art. 3 ust. 1

¹¹ Mantey, D.: 2013, *Zintegrowane zarządzanie miastami i obszarami metropolitalnymi*, *Biuro Analiz Sejmowych, Zagadnienia Społeczno-Gospodarcze, INFOS 4(141)*, ISSN 2082-0666, s. 2-4.

¹² Emiljan, T., Łuczak, M. i Kwiatkowski, K.: 2017, *System gospodarowania przestrzenią gminy jako dobrem publicznym*, Informacja o wynikach kontroli, *Departament Infrastruktury, Nr ewid. 193/2016/KIN.*, *Najwyższa Izba Kontroli*, Warszawa, s. 36-40.

¹³ Ibidem, s. 9.

¹⁴ Ibidem, s. 16.

¹⁵ Op. cit. Ustawa z dnia 9 października 2015 r. o rewitalizacji, Art. 15. Ust. 1.

¹⁶ Op. cit. Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym, art. 1, ust. 3.

zakresie nie precyzują formy i metod analizy, brak także udostępnianych przez administrację publiczną kompleksowych opracowań opisujących przykłady dobrych praktyk w tej materii. Problem ten dotyczy także prognozy wariantowych scenariuszy rozwoju, która stosowana bywa rzadko i sposób pobieżny¹⁷.

Rozprawa oparta jest zatem na założeniu, że merytoryczne analizy ilościowe i jakościowe w projektowaniu urbanistycznym to sprawa wielkiej wagi, gdyż powierzchowna ocena oparta o niekompletne informacje spowodować może nieodwracalne skutki. Błędne decyzje prowadzić mogą do chaosu przestrzennego, niegospodarnego wykorzystania zasobów i środków przynosząc wieloletnie negatywne skutki procesu inwestycyjnego, rezultatem czego staje się niewłaściwe zabezpieczenie interesu społecznego, zniszczenie obszarów chronionych oraz wiele innych negatywnych zjawisk¹⁸. W tym wymiarze zaobserwować można olbrzymie znaczenie szerokiej puli informacji przestrzennej oraz jej efektywnego przetworzeniu w celu wsparcia uczestników projektu, zarówno w procedurze sporządzania MPZP, wydawania decyzji o warunkach zabudowy, pełniejszego opracowania SUIKZP, jak i innych działań planistycznych¹⁹. Równocześnie potencjalne zmiany związane z projektem ustawy określanej mianem Kodeksu urbanistyczno-budowlanego zmierzają w kierunku podniesienia roli analityki i prognoz w procesie decyzyjnym²⁰.

Budowanie efektywnej polityki przestrzennej jest zagadnieniem niezwykle rozległym i wielopoziomowym, dlatego rozprawa skoncentrowana jest na zagadnieniu projektowania urbanistycznego w skali osiedla jednorodzinne. Rozwój obszarów zabudowy mieszkaniowej bezpośrednio związany jest z procesami suburbanizacji, których kontrola stanowi niezwykle ważne wyzwanie dla urbanistyki. Błędne zarządzanie w tym obszarze prowadzi do poważnych konsekwencji na wszystkich polach rozwoju, przede wszystkim w ujęciu ekologicznym, społecznym i ekonomicznym²¹. Prowadzenie procesu projektowego i podejmowanie decyzji w oparciu o wybiórcze informacje, prowadzi często do intuicyjnego osądu, w którym nie sposób uwzględnić bogactwa zależności i właściwie zbilansować dążenia poszczególnych uczestników procesu projektowego z interesem publicznym. Równocześnie, aktualne regulacje prawne pozostawiają szerokie pole do subiektywnej interpretacji²². W konsekwencji prowadzi to może do nadużyć i licznych sporów pomiędzy organem decyzyjnym, lokalną społecznością i inwestorem. W dyskursie naukowym zaobserwować można dążenia do stworzenia czytelnej ramy metodycznej, która pozwoliłaby na

¹⁷ Gawroński, H.: 2012, Instrumenty planowania przestrzennego w zarządzaniu strategicznym jednostkami terytorialnym, *Studia i Materiały. Miscellanea Oeconomicae* 2(16), s. 103-105.

¹⁸ Beim, M., Modrzewski, B.: 2013, Chaos przestrzenny i jego skutki, *Polski system planowania przestrzennego w liczbach, Rozwój Regionalny i Polityka Regionalna* 24, s. 10-12.

¹⁹ Chmiel, J., Fijałkowska, A. i Łoś, H.: 2013, Przegląd możliwości wykorzystania analiz przestrzennych w realizacji wybranych zadań z zakresu zarządzania dla obszaru gminy, *Roczniki geomatyki, TOM XII m ZESZYT 1(63)*, s. 31-39.

²⁰ Komisja kodyfikacyjna prawa budowlanego: 2014, Kodeks urbanistyczno-budowlany, *PROJEKT wersja podstawowa*, Warszawa 2014, s. 13-16.

²¹ Hausner, J.: 2001, Modele polityki regionalnej w Polsce, *Studia Regionalne i Lokalne* 1(5), s. 8-11.

²² Borowiak, M.: 2011, Wielopłaszczyznowość prawnej ochrony przyrody i jej wpływ na proces inwestycyjny, w N. Ratajczyk i D. Kopia (red.), *Prawo ochrony przyrody a procesy inwestycyjne, Towarzystwo Przyrodników Ziemi Łódzkiej, Łódź*, s. 21-31.

optymalizację działań inwestycyjnych według ustalonych kryteriów²³ lub procedur analitycznych²⁴. Rozwój technik informatycznych tworzy szerokie pole do konstruowania modeli badawczych i narzędzi praktycznych. Ligtenberg, Bregt i Lammeren²⁵ wskazują na nowy wymiar planowania przestrzennego oparty o model informacyjny, który umożliwia pozyskanie istotnych parametrów i przetworzenie ich przy pomocy czytelnej metody. Wzbogacenie procedury planistycznej i modelu pracy projektanta o warstwę analizy ilościowej pozwala na głębsze zrozumienie procesów i wzajemnych zależności w rozwoju przestrzennym. Uzasadnia to potrzebę badania procesów rozwoju oraz sporządzanie metod i narzędzi analitycznych, które pozwalają w sposób zobiiektywizowany, oparty o dane liczbowe dokonywać symulacji, ewaluacji i prognoz.

1.3. Cele rozprawy

Punktem wyjścia przy określaniu celów pracy były:

Problemowe studium planowania urbanistycznego oraz ocena metod wspomagania procesu projektowego poprzez analizy informacji przestrzennych, w szczególności metody prognozowania rozwoju. Zarysowane poniżej cele opisano w dalszej części rozprawy:

a. Cele ogólne:

- poprawa kondycji obszarów zabudowy mieszkaniowej,
- kontrola procesów suburbanizacji,
- usprawnienie wieloletniego zarządzania rozwojem osiedli,
- wspieranie projektowania urbanistycznego w skali osiedla,
- ewaluacja decyzji planistycznych dotyczących obszarów mieszkaniowych.

Są to cele, które wykraczają poza samo opracowanie badawcze i stanowią bezpośrednią odpowiedź na problemy przestrzenne. Zrealizowanie celów ogólnych bazuje na koncepcji budowania polityki przestrzennej w oparciu o merytoryczne informacje, ze szczególnym naciskiem na dane ilościowe, co czyni proces decyzyjny bardziej merytorycznym, a procedurę ustawową bardziej przejrzystą, ograniczając przy tym przestrzeń dla subiektywnych preferencji i powierzchownych ocen²⁶. Powyższe cele pozwalają zdefiniować dwa szczegółowe cele badawcze. Z jednej strony jest to próba głębszego zrozumienia i opisanie procesów rozwoju przestrzennego zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej zlokalizowanej satelitarne względem dużego ośrodka miejskiego na studiach przypadku z aglomeracji poznańskiej. Drugi cel dotyczy wykorzystania przeprowadzonej analizy i

²³ Marique, A.-F. i Teller J.: 2014, Towards sustainable neighbourhoods: a new handbook and its application, w N. Marchettini, C. A. Brebbia i R. Pulselli (red.), *The Sustainable City IX. Urban Regeneration and Sustainability*, WIT Press, Southampton – Boston, s. 177-183.

²⁴ Jelokhani-Niaraki, M. i Malczewski, J.: 2012, A User-centered Multicriteria Spatial Decision Analysis Model for Participatory Decision Making: An Ontology-based Approach, *Proceedings of global geospatial conference. Québec City, Canada*, s. 12-13.

²⁵ Ligtenberg, A., Bregt, A., K. i Lammeren, R.: 2001, Multi-actor-based land use modelling: spatial planning using agents, *Landscape and Urban Planning 56*, s. 21-33

²⁶ Op. cit. Gawroński, H.: 2012, Instrumenty planowania przestrzennego w zarządzaniu strategicznym jednostkami terytorialnym, s. 104.

uzyskanego modelu w szeroko pojętym projektowaniu urbanistycznym. Łącznie te dwa cele wynotować można w zaproponowany poniżej sposób.

b. Cele badawcze:

- 1. Stworzenie modelu objaśniającego wpływ wybranych, zastanych i projektowanych uwarunkowań i cech danych obszarów mieszkaniowych jednorodzinnych objętych planami miejscowymi osiedla na ich późniejszy rozwój.**
- 2. Studium koncepcji, metod i przykładów wykorzystania opracowanego modelu w projektowaniu urbanistycznym.**

Ogólna koncepcja wykorzystania opracowanego modelu w analizach polega na przeprowadzeniu na etapie projektowania analizy oraz ocenie i porównaniu jej analizy dla różnych scenariuszy i decyzji projektowych. Działanie takie pozwala oszacować, który wariant warunkuje w przyszłości szybszy rozwój. Uzyskany algorytm stanowi także bazę do przewidywania rozwoju przestrzennego w nowo projektowanych obszarach. Oczywiście wymaga to uwzględnienia szeregu czynników. Są to w szczególności wyniki prognozy demograficznej dla danego obszaru administracyjnego, podobnie rezultaty analiz fizjograficznych uwypuklających indywidualną charakterystykę danego terenu. Należy zwrócić uwagę, że deterministyczne określenie przyszłości, a także rozwoju danego terenu, jest niemożliwe. Co więcej, pełna weryfikacja założeń rozwojowych możliwa jest dopiero po upływie okresu przyjmowanego jako czas prognozowania w analizie. Niemniej analiza taka pozwoli rozstrzygnąć i uzasadnić wybór obszarów na których ustalenie zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej powiązane z wysiłkiem planowania rozwoju infrastruktury podziemnej i drogowej obciążającej budżety gmin będzie prowadzić do efektywnego korzystania z zasobów przestrzennych. Decyzje o lokalizowaniu kierunków zagospodarowania nie będą wynikiem decyzji związanej z kolejnością wpływających wniosków dotyczących przekształcenia lub uproszczonej analizy zgodności z aktami wyższego rzędu, w tym SUIKZP, lecz będą tworzyć wielokryterialne przesłanki pozwalające ustalić hierarchię – racjonalną kolejność – definiowania kierunków rozwojowych, a na etapie projektowania urbanistycznego selekcjonować pod względem jakościowym propozycje o odmiennych strukturach przestrzennych.

Materiał badawczy stanowią obszary satelitarne względem miasta Poznania, zatem odnośnie się do innych obszarów Polski wiązałyby się z brakiem statystycznej weryfikacji rezultatów. Równocześnie analiza danych statystycznych i demograficznych zamieszczona w rozdziale 4 oraz wykorzystanie zmiennych charakteryzujących większość rejonów Polski pozwala odnieść metodę badania do obszaru całej Polski i stwierdzić, że model uzyskany w rozprawie przedstawia ogólny obraz zależności warunkujących rozwój, a różnice dotyczą ogólnego tempa rozwoju poszczególnych aglomeracji. Stawia to potencjalnego użytkownika w roli analityka, który musi zachować świadomość przebiegu badania i w razie konieczności zaadaptować lub chociaż zweryfikować model w innych warunkach lub innych lokalizacjach niż opisane w pracy. Jednocześnie przedstawiony model pozwala na taką właśnie adaptację oraz włączenie nowych przypadków bez

konieczności ponownego budowania nowego modelu dla innej aglomeracji lub innych terenów rozwojowych. Możliwość adaptacji do różnorodnych warunków i wytycznych projektowych według Ramanathana Sugumarana i Johna DeGroote jest podstawowym czynnikiem warunkującym sukces systemu wspomagania planowania przestrzennego²⁷.

1.4. Teza pracy

Przedstawione powyżej cele badawcze oraz zarys problematyki pozwalają na sformułowanie tezy rozprawy. Dotyczy ona występowania określonej formuły zależności pomiędzy uwarunkowaniami danej lokalizacji, a jej przyszłym rozwojem oraz możliwości skutecznego wykorzystania tej zależności, ujętej w formule modelu matematycznego, w projektowaniu urbanistycznym. Zależność ta uchwycona poprzez zaproponowane badanie wychodzi daleko poza intuicyjne, a nawet eksperckie zrozumienie wpływu uwarunkowań na rozwój. W rozprawie zbadana jest ona w sposób powtarzalny, w ujęciu ściśle liczbowym, z uwzględnieniem wiele zmiennych. Badanie to oparte jest o próbę badawczą 72 obszarów ukazanych na rysunku nr 90. Konieczność matematycznego określenia wykorzystywanej zależności wynika z nieskuteczności intuicyjnych analiz, dowodzonej w przytoczonym powyżej raporcie NIK. Raport ten wskazuje przecież, że szacunki dotyczące rozwoju zabudowy mieszkaniowej w przeważającym stopniu są błędne²⁸. Co więcej, wpływ poszczególnych uwarunkowań na rozwój objaśniony w rozprawie uznać można w dużym stopniu za zaskakujący. Szczególny nacisk w wywodzie rozprawy położony jest na dowiedzenie zawartego w tezie efektywnego wykorzystania modelu w projektowaniu urbanistycznym.

W tym ujęciu teza przyjmuje brzmienie:

Autorski model analityczny wykorzystujący metodę regresji, objaśnia z założoną dokładnością wpływ istotnych czynników warunkujących rozwój zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej i może on być efektywnie wykorzystany w projektowaniu urbanistycznym.

1.5. Metodologia badania

1.5.1. Klasyfikacja badań

Przedstawione powyżej cele pracy zakładają stworzenie modelu objaśniającego opartego na ilościowej analizie wpływu wybranych czynników na rozwój obszaru zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej objętej MPZP, a następnie wykorzystanie wyników tej analizy jako modelu szacunkowego dla celów wspierania projektowania urbanistycznego. Samo przeprowadzenie analizy danych zebranych z 72 obszarów na terenie aglomeracji poznańskiej nazywane będzie „badaniem objaśniającym”. Nadanie takiej nazwy wynika z celów badania oraz autorskiego zastosowania metod i technik opisanych szczegółowo w rozdziale 5. Pomimo długotrwałych poszukiwań w literaturze nie

²⁷ Sugumaran, R. i DeGroote, J.: 2011, *Spatial Decision Support Systems, Principles and Practices*, Taylor & Francis Group, New York, s. 197-199.

²⁸ Op. cit. Emiljan, T., Łuczak, M. i Kwiatkowski, K.: 2017, *System gospodarowania przestrzenią gminy jako dobrem publicznym*, s. 16.

odnalazłem żadnej wzmianki o podobnej analizie. Równocześnie w przyjętej formie rozprawy realizacja celów zakłada ujęcie szerokiego kontekstu i silne osadzenie badania objaśniającego w tematyce projektowania urbanistycznego.

Strukturę rozprawy pomyślano w taki sposób, by rozważania rozpocząć od zagadnień ogólnych, a następnie zawęzić zakres do opracowania ściśle określonego badania objaśniającego, a następnie w rozbudowany sposób odnieść jego wyniki do aparatu rozumienia rozwoju zabudowy mieszkaniowej wiążących problematykę planowania przestrzennego z konkretnymi zagadnieniami projektowania urbanistycznego obszarów mieszkaniowych jednorodzinnych. Zwieńczeniem tego procesu jest opracowanie koncepcji wykorzystania modelu opartego o wyniki badania objaśniającego i ukazanie jego funkcjonowania na wybranych przypadkach. Cały ten proces wymaga uporządkowanej procedury badawczej opartej o czytelne podstawy metodologiczne. Dla zachowania przejrzystości w pierwszej kolejności przytoczona zostanie podstawowa klasyfikacja wykorzystanych badań, a następnie odniesiona ona zostanie do poszczególnych etapów i zadań w pracy.

Zgodnie z taksonomią przedstawioną przez Lindę Groat i Davida Wanga²⁹ badanie objaśniające wykonywane w rozprawie jest badaniem korelacyjnym, przy czym celem nie jest samo stwierdzenie lub zaprzeczenie korelacji, ale zbudowanie modelu opisującego tę korelację pomiędzy uwarunkowaniami lokalnymi i generalnymi procesami formującymi urbanizację, a rozwojem i efektywnością rozwoju konkretnego obszaru mieszkaniowego. W takim ujęciu teza ma charakter pozytywny, co polega na przeprowadzeniu dowodu – to jest stwierdzeniu zależności, a następnie jej opisaniu w formie modelu. Dopasowanie i wiarygodność zostały potwierdzone oraz na wykazaniu, że może być on użyty do wspomagania procesu projektowego. W związku z celem badania objaśniającego definiowanym jako określenie struktury czynników warunkujących tempo rozwoju metod badawczych wybrane zostały z działu statystyki klasyfikowanego jako szeroko pojętą analizę regresji^{30,31}. Metoda ta pozwala zbudować, za pomocą wielu dostępnych technik, model, dzięki któremu można oszacować, w jaki sposób badany parametr lub parametry, noszące nazwę zmiennych zależnych (lub objaśnianych), zależą od innych parametrów, nazywanych zmiennymi niezależnymi (lub objaśniającymi). Jeżeli model taki zostanie pozytywnie zweryfikowany za pomocą odpowiednich testów wykazujących, że założenia zostały spełnione, a błąd mieści się w przyjętym zakresie, stwierdzić można korelację. Po przeprowadzeniu badań, w tym metodami z grup argumentacji logicznej i studiów przypadku wnioskować można o faktycznym występowaniu relacji odkrytej poprzez model, zatem mówić można wtedy o objaśnieniu zależności. Powyższy opis regresji był bardzo ogólny, gdyż stosowana one może być w rozmaitych obszarach, w tym analizach nieparametrycznych, innych niż liczbowe i przy wykorzystaniu bardzo zróżnicowanych technik. Wyprzedzając jednak wywód uzasadniający wybór technik, stwierdzić należy, że w prezentowanym badaniu objaśniającym

²⁹ Groat, L. i Wang, D.: 2002, *Architectural Research Methods*, John Wiley & Sons, ISBN 0-471-33365-4, s. 85-96

³⁰ Rawlings, J. O., Pantula, S. G. i Dickey, D., A.: 1998, *Applied Regression Analysis: A Research Tool*, Second Edition, Springer, ISBN 0-387-98454-2 Springer-Verlag New York Berlin Heidelberg, s. 75-118

³¹ Draper, N. R. i Smith, H.: 1998, *Applied Regression Analysis*, Third Edition, John Wiley, ISBN 0-471-17082-8, NY, s. 15-47.

wykorzystana jest przede wszystkim regresja wieloraka oraz sztuczne sieci neuronowe, wyłącznie w analizie parametrycznej, w oparciu o dane ujęte ilościowo. Wykorzystanie metod regresji jest charakterystyczne dla badań eksperymentalnych, w których dane wejściowe pochodzą z wykreowanych eksperymentów oraz badań korelacyjnych, gdzie źródłem materiału badawczego są obserwacje i pomiary istniejących niezależnie od procesu badawczego zjawisk. W autorskim badaniu jest to drugi przypadek, który dotyczy cechy obszarów i sąsiedztwa zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej w badanych lokalizacjach. Ten materiał badawczy opisywany może być przy pomocy danych ilościowych i jakościowych, przy czym obie metody charakteryzują się odmienną dokładnością opisu oraz możliwością wykorzystania w analizie. Równocześnie wspomniana metoda korelacyjna nie jest jedyną wykorzystywaną w pracy. Nie jest ona ugruntowana i rozpowszechniona w architekturze i urbanistyce, zatem wymagała bardziej szczegółowego wytłumaczenia. Pozostałe badania pozwalają na weryfikację tezy, a także wspierają cały proces projektowania badania, formowania koncepcji wykorzystania w projektowaniu i wyprowadzania wniosków. Punktem wyjścia jest studium literatury, które ma za zadanie stworzyć podwaliny pod późniejszą część pracy, zarówno poprzez analizę problematyki projektowania urbanistycznego w obszarze rozwoju zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej. Badania z grupy jakościowych pozwalają na bogaty opis i ocenę obserwowanej rzeczywistości przestrzennej oraz wyciąganie wniosków potrzebnych do wykorzystania wyników³². Wziąwszy pod uwagę, że ujęcie liczbowe nie oddaje całej złożoności sytuacji przestrzennej osiedla, szczegółowy opis jakościowy analizowanych przypadków ma na celu uzupełnienie obrazu ilościowego i przez to sprawdzenie skuteczności modelu. Niektórzy badacze podkreślają fundamentalne znaczenie badań jakościowych, jak w przypadku Przemysława Śleszyńskiego i in., którzy zwracają uwagę na związek pryncypiów planowania przestrzennego i projektowania urbanistycznego sformułowanych w preambule do ustawy o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym z wartościami i walorami jakościowymi³³. Co więcej, badania deskryptywne służą w pierwszych rozdziałach poszukiwaniu potencjalnych zależności, w oparciu o które formułowane są później badania objaśniające. Wspierane są one poprzez badania z grupy metod logicznej argumentacji, które poza opisem, dochodzą przyczyn obserwowanych zjawisk³⁴. Służą to przede wszystkim interpretacji wyników badania objaśniającego oraz stworzeniu w oparciu o to wnioskowanie koncepcji wykorzystania modelu we wspomaganie projektowania. Ponadto, opracowanie wiele czerpie z badań przypadków (studiów przypadków). Odnosi się to przede wszystkim do części pracy, w której analizowane są odnalezione w literaturze, przeprowadzone badania rozwoju zabudowy z wykorzystaniem metod, technik i narzędzi bazujących na regresji. Studia przypadku wykorzystywane są także przy studium rozwoju aglomeracji, szczególnie poznańskiej, oraz wybranych obszarów z próby badawczej. Metody z grupy studiów przypadku mają ściśle praktyczny i empiryczny charakter, przez co w rozprawie mają szczególną rangę. Pozwalają odnieść analizy ilościowe i jakościowe do problemów projektowania urbanistycznego oraz ukazać

³² Ibidem, s. 88.

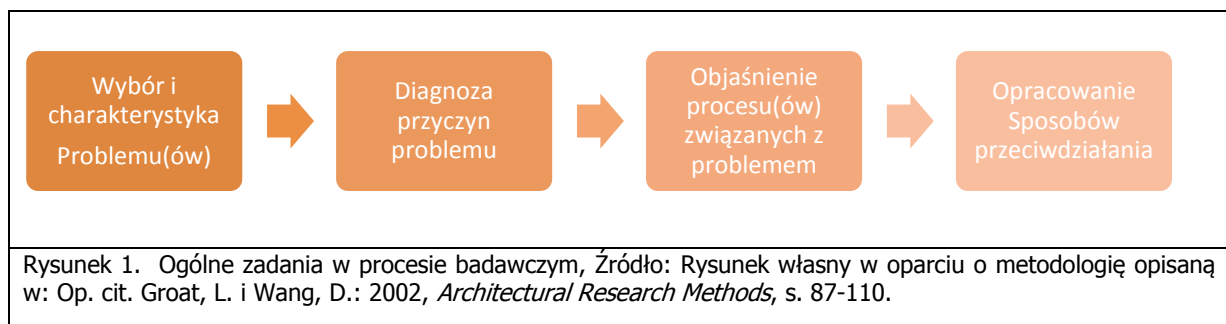
³³ Śleszyński P., Komornicki T., Solon J., Więckowski M., 2012, *Planowanie przestrzenne w gminach*, Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN, Wydawnictwo Akademickie Sedno, Warszawa.

³⁴ Ibidem, s. 93

praktyczne zastosowanie badań, ściśle osadzone w dyscyplinie. Istotne zastosowanie w pracy znalazły także badania symulacyjne, co wynika z zaproponowanej definicji zmiennej zależnej. Przy jej wyznaczaniu krokiem pośrednim jest określenie maksymalnego wysycenia terenu, to jest w przypadku zabudowy mieszkaniowej oszacowanie liczby jednostek mieszkalnych, co w przypadku zabudowy jednorodzinnej oznacza liczbę budynków mieszkalnych, jakie zgodnie z planowanymi założeniami MPZP może być zlokalizowana na danym obszarze. Samo wyznaczanie tej liczby jest zadaniem symulacyjnym. W tym celu stworzone zostało odpowiednie wspomagające narzędzie symulacyjne³⁵. W pracy wykorzystane zostało wiele rodzajów badań, metod i technik, które szczegółowo opisane zostaną w rozdziale 5. Co więcej, badania symulacyjne w rozprawie łączą się także z grupą metod badawczych skoncentrowanych na studiach przypadku, bowiem w rozdziale 7 przedstawione są wariantowe scenariusze rozwoju dla obszarów przeznaczonych do objęcia planami miejscowymi z wykorzystaniem metody wspomagania procesu projektowego, opartej o badania objaśniające.

1.5.2. Struktura badań

W tym miejscu przedstawiony zostanie opis poszczególnych metod wykorzystanych kolejno w procesie badawczym. Specyfika tematu opracowania, która łączy analizy regresji z procesem projektowania urbanistycznego, wymaga złożonego aparatu badawczego. Punktem wyjścia do opisanego i ukazania chronologii jest podłoże teoretyczne oraz metodologia dotycząca takich badań. Według Groat i Wanga kluczowe w pracy naukowej jest zbudowanie spójnej strategii³⁶, a następnie taktyki, które warunkują strukturę wywodu, w którym uporządkowane elementy opisów szczegółowych dążą do przedstawienia ogólniejszych rozważań i równocześnie czerpią z nich uzasadnienie³⁷. Obrona w rozprawie strategia zarysowana jest na poniższym schemacie:



Oparta jest ona o założenie szczegółowego opracowania wąskich, ścisłych zagadnień, chociaż ich znaczenie i oddziaływanie rozważane jest w szerokim kontekście, w którym poszukiwane i charakteryzowane są kluczowe problemy projektowania urbanistycznego i rozwoju obszarów mieszkaniowych jednorodzinnych. Następnie zgodnie z drugim polem powyższego schematu dokonywana jest diagnoza przyczyn wybranych problemów. Kwestie te przedstawione są w

³⁵ Janusz, J.: 2016, Model symulacyjny podziału na działki w zabudowie mieszkaniowej jednorodzinnej, *Roczniki Geomatyki*, T. 14, z. 3(73), s. 305 - 318.

³⁶ Op. cit. Groat, L. i Wang, D.: 2002, *Architectural Research Methods*, s. 87.

³⁷ Ibidem, s. 108-110.

rozdziałach 2, 3 i 4. Rozdział 2 przedstawia wybrane zagadnienia teoretycznego kontekstu szeroko pojętej teorii planowania urbanistycznego. Jest nim przede wszystkim planowanie przestrzenne i rozwój obszarów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej, w kontekście problematyki suburbanizacji, ze szczególnym naciskiem na zjawisko rozlewania się miast. Jest to przede wszystkim studium literatury uzupełnione badaniami z obszaru argumentacji logicznej i opisu jakościowego. Służą one wnioskowaniu na podstawie przytoczonej wiedzy, które przekłada się na późniejszy kształt badania objaśniającego. Szczególnie istotne na tym etapie jest ogólne opisanie i wywiedzenie zależności przestrzennych wpływających na rozwój, widocznych na poziomie jakościowym korelacji. W tej części formowana jest także rama opisu i holistycznej oceny jakości projektu urbanistycznego osiedla, zarówno pod względem jakości zamieszkania, jak również wpływu na szersze środowisko, w szczególności aglomeracje. Taka baza do ewaluacji posłuży w rozdziale 7 do weryfikacji modelu objaśniającego w praktyce, gdyż jego wykorzystanie, prócz wpływu na przyszły stopień rozwoju, zweryfikowane będzie także w kontekście wpływu jakościowego we wspomaganie projektowania urbanistycznego. W rozdziale 3 przedstawione są liczne przykłady zastosowania analiz ilościowych w symulacji, przewidywaniu, objaśnianiu i kontrolowaniu procesów rozwoju układów urbanistycznych w różnej skali, wraz z ich ogólną taksonomią i rysem metodologicznym. Są to zatem analizy studiów przypadku dostępne w literaturze, w oparciu o które formułowane zostały wnioski wykorzystywane później w rozprawie. Rozpoczyna się on najogólniej od zagadnień komputerowego wspomaganie planowania przestrzennego ujętych w szerokim zakresie oprogramowania SDSS, którego ewolucja związana jest z rozwojem systemów informacyjnych GIS³⁸, a kończy na przykładach wykorzystania narzędzi analitycznych, prognostycznych i ewaluacyjnych w urbanistyce, planowaniu przestrzennym oraz dyscyplinach pokrewnych. Zarysowuje on także możliwe procesy i zależności przestrzenne, które później weryfikowane są w badaniu. Przeważająca część cytowanych przeprowadzonych dotąd badań odnosi się do układów przestrzennych w skali całej aglomeracji rozpatrywanej łącznie, co jest odzwierciedlone w przeważającym odsetku źródeł, w szczególności publikacji. Przytaczane są także prace dotyczące fragmentów miast lub całych regionów. Na tym etapie pracy studium literatury i zawartych w niej zastosowań poszczególnych analiz pozwala zarówno na dopełnienie charakterystyki problemów i opis ich przyczyn, ale także stwarza podstawę pod wybór odpowiednich metod i technik badawczych, co stanowi podstawę do kolejnych etapów rozprawy. Obraz problematyki uzupełnia rozdział 4, w którym zawarta jest charakterystyka zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej odniesiona do aglomeracji poznańskiej, w szczególności w ujęciu danych ilościowych. Tutaj wprowadzane zostają metody analizy statystycznej oraz wybrane, proste techniki regresji służące lepszemu zrozumieniu zależności w badanym obszarze zabudowy mieszkaniowej. Ponadto w rozdziale tym mieszczą się liczne badania deskryptywne budujące kontekst dla późniejszego wyводу oraz tworzące podstawę dla wykorzystania wyników badania objaśniającego w praktyce. Zadaniem tego rozdziału, wchodzącym w skład ogólnej strategii, jest zatem opisanie zarówno jakościowe, jak i

³⁸ Malczewski, J: 2004 GIS-based land-use suitability analysis: a critical overview, *Progress in Planning* 62, s. 9-15.

ilościowe ogólnego przedmiotu badania, budownictwa mieszkaniowego jednorodzinnego, jego zmienności w czasie i zróżnicowania w różnych obszarach aglomeracji i Polski. Stanowi to fundament pod przeprowadzenie badania objaśniającego, w tym pozwala wstępnie zaobserwować zależności, które będą następnie weryfikowane i precyzowane, a ponadto stwarza podstawę pod koncepcję praktycznego wykorzystania modelu w projektowaniu, gdyż przedstawia charakterystykę zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej, jej zmienność w czasie i przestrzeni.

Chociaż w przytaczanej w tych trzech rozdziałach literaturze wymieniane są liczne problemy projektowania urbanistycznego i rozwoju aglomeracji oraz jeszcze rozleglejsza pula przyczyn warunkujących te negatywne zjawiska, rozprawa wybiera ściśle określony zbiór zagadnień do opracowania w ramach przyjętych celów. Uwzględniane w autorskim badaniu przyczyny problemów ograniczają się do aspektów ściśle związanych z projektowaniem urbanistycznym, oceny rozwoju obszarów mieszkaniowych objętych MPZP w kontekście uwarunkowań danej lokalizacji oraz cech wynikających z projektu urbanistycznego. Studium zawarte w tych przytoczonych rozdziałach nakierowane jest przede wszystkim na poniższe zadania:

- holistyczną analizę kontekstów: badawczego, przestrzennego, prawnego,
- opisową analizę i interpretację wybranych studiów przypadku, wdrożeń,
- studium możliwości wspomagania procesu projektowego w oparciu o eksplorację możliwości analitycznych,
- diagnozę podstawowych problemów rozwoju przestrzennego obszarów mieszkaniowych w aglomeracji poza miastem centralnym, wraz z analizą ich przyczyn,
- objaśnienie, jakie czynniki ewidentnie wpływają na rozwój, a jakie nie mają jednoznacznie zauważalnego wpływu – **ustalenie zmiennych uwzględnianych w badaniu na podstawie dostępnych danych ilościowych i jakościowych**,
- ocenę różnych metod stosowanych w analizach rozwoju, w tym ewaluacyjnych i prognostycznych
- sformułowanie metody pozwalającej oszacować liczbę budynków jednorodzinnych przy wykorzystaniu całego przeznaczonego obszaru na podstawie zapisów planu,
- ustalenie zakresów pozwalających na wykorzystanie metody badawczej, z uwzględnieniem między innymi minimalnej powierzchni, kluczowych zmian w czasie (np. nowy plany zmieniający przeznaczenie terenu).

Rozdziały 2-4 nastawione są na holistyczne studium kontekstu, przedstawiające proces kształtowania badania objaśniającego oraz budujące podstawę do późniejszej interpretacji wyników. Kolejne rozdziały zorientowane są na szczegółowe opracowanie wybranego zagadnienia. Metody, techniki i narzędzia opisane są dokładnie w rozdziale 5, który przedstawia strukturę badania. Pod względem metodologicznym bazuje on na studium literatury oraz dodatkowo wybranych studiach przypadków. Stanowi zatem instrukcję do odczytu i zrozumienia rozdziałów 6 i 7, z których pierwszy przedstawia całą procedurę badania objaśniającego, a drugi opracowanie metody i przykładów

wdrożenia wyników w projektowaniu urbanistycznym. W przyjętej strukturze rozprawy opis wykorzystanych w badaniu objaśniających metod, technik i narzędzi znajduje się w rozdziale 5.

Chcąc najkrócej opisać badanie zawarte w rozdziale 6 można by stwierdzić, że na podstawie próbek z danego materiału badawczego określonego poprzez zbiór wspólnych cech lokalizacyjnych, funkcjonalnych i formalnych budowany jest przy pomocy metody regresji model objaśniający zjawisko rozwoju. Samo pojęcie „rozwój” rozumiane może być niejednoznacznie, zatem w przyjętej konwencji rozprawy konieczne jest ściśle zdefiniowanie i wyjaśnienie proponowanego sposobu na pomiar owego rozwoju. Poszukiwanym parametrem w rozprawie, określonym w badaniu jako zmienna zależna, byłby wzrost liczby budynków w danym czasie. Przypomnieć należy, że czas analizy przyjęty w badaniu to 15 lat, a interwały składowe, dla których przeprowadzana jest analiza, to 5 i 10 lat, przy czym czas liczony jest od uchwalenia pierwszego miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego na danym terenie. Data ta nazywana jest w badaniu rokiem zero. W naturalny sposób oznacza to, że model musi być skonstruowany przy użyciu przypadków referencyjnych ukształtowanych w oparciu o przepisy ustawy z 1994, choć konieczne jest też włączenie istotnej porcji przypadków ustawy z 2003 roku³⁹⁴⁰, by wskazać funkcjonowanie analogicznych zależności w przypadku aktualnych regulacji prawnych (czyli brak wpływu zmiany aktów prawnych na poddawane badaniu procesy rzeczywiste). Podstawowa dla całej pracy zmienna zależna rozważana jest w dwóch wariantach. Zostały one nazwane „stopień rozwoju” i „relatywny stopień rozwoju”, przy czym wyznaczenie jednego z nich pozwala, w każdym przypadku, na wyznaczenie drugiego. Propozycja ujęcia rozwoju obszaru w dwóch wariantach zmiennych objaśnianych wynika z przyjętych metod i pozwala na bardziej rozległe badanie. Pierwsza z nich oznacza wyrażony w procentach stosunek różnicy liczby budynków o danej funkcji (w tej pracy oznacza to zasadniczo budynki mieszkaniowe jednorodzinne) w wybranym punkcie na osi czasu (5, 10, 15 lat) od momentu uchwalenia miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego do łącznej liczby z niego wynikającej, przy wykorzystaniu wszystkich działek budowlanych. Druga, wariantowa propozycja zmiennej natomiast dotyczy ilorazu powstałych budynków do przewidzianych w planie nowych budynków, więc w przeciwieństwie do poprzedniej pomija budynki już istniejące. W toku rozprawy podjęte zostanie badanie, który z zaproponowanych sposobów ujęcia zmiennej pozwala na uzyskanie lepszego rezultatu. Rozwinięcie i objaśnienie tych definicji oraz dokładny opis sposobu pomiaru znajduje się w podrozdziale 5.3.1, a ich kalkulacja przedstawiona jest w równaniu 12 i 13. Po drugiej stronie równania znajdują się zmienne niezależne, w oparciu o które objaśniany jest rozwój. Formowane są one na podstawie takich aspektów jak dostęp do wybranych obiektów użyteczności publicznej, dostęp do walorów przyrodniczych, występowanie uciążliwości, rozbudowa infrastruktury technicznej, odległość od centrum aglomeracji, sposób organizacji inwestycji, typologia i parametry zabudowy, sąsiedztwo określonych funkcji, stan rozwoju terenu w momencie wprowadzenia planu oraz inne cechy lokalne, a także kontrolnie,

³⁹ Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. o zagospodarowaniu przestrzennym, (tekst jednolity: Dz.U. 1994 nr 89 poz. 415), Rozdział 2.

⁴⁰ Op. cit. Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym, Rozdział 2, Art. 14 - 37.

wybrane uwarunkowania ponadlokalne⁴¹. Dokładny proces wyboru i kształtowania zmiennych zawarty jest w rozdziałach 2-4. Następnie są one weryfikowane w procesie badawczym. Ich szczegółowy opis zawarty jest w rozdziale 5.

Po zebraniu informacji i ich uporządkowaniu w formie zmiennych, które można wprowadzić do odpowiednich modeli regresji, oraz po stworzeniu podstawy teoretycznej rozważań, kolejnym etapem jest przeprowadzenie właściwych badań korelacyjnych. Kluczową techniką wykorzystaną w rozprawie jest regresja wieloraka, wybrana spośród puli metod analizowanych w studiach przypadku w rozdziale 3. Kontrolnie i wspomagająco wykonane jest także badanie z wykorzystaniem sztucznych sieci neuronowych. Wszystkie wykorzystane techniki, zasady ich przeprowadzania i odczytu szczegółowo opisane są w rozdziale 5. Analizy te mają za zadanie odnaleźć zależności pomiędzy cechami i zjawiskami przestrzennymi, a badanym wzrostem stopnia rozwoju. Ich podstawowym celem jest potwierdzenie lub zaprzeczenie zgodności obserwacji z zasadami projektowania urbanistycznego wyszczególnionymi w poprzednio omawianych rozdziałach oraz weryfikacja, jak wiele badanie wniosło do zrozumienia tych zależności. Co więcej, zgodnie z celami badania analiza ta ma nie tylko potwierdzić lub zaprzeczyć zależności, które mogą być powszechnie dostrzegane, ale także wzbogacić ten opis, usystematyzować go i ująć w ramy ilościowe. Stwierdzić można, że analizy pozwoliły przedstawić dostrzegane wpływy uwarunkowań w sposób zobiektywizowany, jak również precyzyjnie i stabilnie ująć wpływ poszczególnych cech przestrzennych w określonej konfiguracji dla indywidualnie rozpatrywanego terenu. Ostatecznie pozwoliło to przedstawić model odrzucający powierzchowne lub intuicyjne pojmowanie problemu rozwoju terenów mieszkaniowych, a także włączyć w dyskurs naukowy niektóre nowe, dotąd pomijane elementy. Czytelny, ilościowy charakter wyników analizy i zastosowań w studiach przypadku stanowi silny argument dla poprawy jakości zamieszkania obszarów mieszkaniowych. Ilustruje on bowiem, że działanie takie opłacalne jest dla wszystkich uczestników procesu rozwoju obszaru mieszkaniowego objętego MPZP łącznie z właścicielem terenu zainteresowanym sprzedażą możliwie największej liczby działek w korzystnej cenie. Natomiast ujęcie strategiczne badania odwołuje się do strategii aplikacyjnej, w której analizy jakościowe i studia przypadku mają nie tylko weryfikować dokładność modelu, ale oceniać jego użyteczność. Łącznie w części rozprawy poświęconej badaniu objaśniającemu sformułować można najważniejsze zadania w poniższy sposób:

- określenie formuły zależności: czy jest ona nieparametryczna, czy parametryczna; czy jest opisywana skutecznie przez funkcję liniową, czy przez inną funkcję,
- weryfikacja materiału badawczego,
- sformułowanie metody pozwalającej oszacować liczbę budynków jednorodzinnych przy wykorzystaniu całego obszaru przeznaczonego na tę funkcję na podstawie zapisów planu,
- analiza regresji rozwoju zabudowy mieszkaniowej,

⁴¹ Cf. Barełkowski, R.: 2015, FAST Matrix: depicting the time-related aspect of urban development, *The Sustainable City X: Urban Regeneration and Sustainability*, WIT Press, red: C.A. Brebbia, W. F. Flores-Escobar, s. 3-10.

- porównanie modelu regresji wielorakiej i sztucznych sieci neuronowych,
- porównanie opisu poprzez model regresji w przyjętych odstępach 5, 10 i 15 lat; weryfikacja w jakim stopniu zmienność wytłumaczona jest przez model w różnych okresach,
- statystyczna weryfikacja rezultatów.

W rozdziale 7 uzyskane powyżej wyniki podlegają walidacji w ujęciu jakościowym. Wybrane studia przypadku poddawane są analizie i opisowi jakościowemu według kryteriów budowanych w rozdziałach 2-4. Finalnym etapem procesu badawczego jest stworzenie koncepcji wspomagania procesu projektowego przy wykorzystaniu modelu opartego o wyniki badania objaśniającego. Dwa podstawowe pola takiego wykorzystania to ocena decyzji planistycznych oraz wspomaganie samego projektowania urbanistycznego w skali osiedla. W rozprawie zawarte są trzy studia oparte o badania symulacyjne, w których tworzone są alternatywne scenariusze rozwoju dla obszarów z wykorzystaniem autorskiego modelu objaśniającego. Ilustruje to mechanizm służący ewaluacji poszczególnych decyzji projektowych. Ewentualne wykorzystanie wyników jako narzędzia prognostycznego zakłada uwzględnienie potencjalnych przemian, zatem ekstrapolacja zjawiska obserwowanego w przeszłości dokonywana musi być w sposób świadomy, z uwzględnieniem wielu czynników, między innymi prognoz demograficznych. Badania nad koncepcją wykorzystania wyników badania regresji dokonana będzie w środowisku komputerowym w formie narzędzia IT zintegrowanego z oprogramowaniem AutoCAD. Oczywiście uzyskany model można wykorzystać nawet w projektowaniu bez użycia komputera, jednakże zaproponowane rozwiązanie, dzięki możliwości obsługi serwerów GIS przez program, stwarza pole do szybszego przetwarzania bogatej puli informacji przestrzennej w celu efektywnego określenia i poszukiwania danych w procesie rozwoju przestrzennego, oraz skuteczniejszego wykorzystania w procesie projektowym. Ze względu na aplikacyjny charakter opracowania dodatkowo wykorzystany jest moduł pozwalający oszacować ważne informacje z punktu widzenia planowania inwestycji, między innymi bilans zużycia mediów, strukturę demograficzną, parametry zabudowy, oraz konieczny zakres inwestycji publicznych. Dotyczy to przede wszystkim:

- liczby działek,
- liczby domów lub mieszkań,
- bilansu powierzchni (zabudowy, biologicznie czynnej),
- danych demograficznych (liczba, wiek, profil),
- obciążenia sieci komunikacyjnej,
- zapotrzebowania na media (woda, gaz, energia),
- gospodarki odpadami,
- problemów produkcji ścieków,
- wpływu na środowisko naturalne,
- ewaluacji jakości zamieszkania.

Najważniejsze zadania realizowane na tym końcowym etapie opracowania treści można następująco:

- studia przypadków zakładające analizę i ocenę jakościową obszarów, w których model okazał się najmniej skuteczny w danych gminach (próba wyjaśnienia skali błędu),
- interpretacja wyników badania w odniesieniu do projektowania urbanistycznego,
- diagnoza przypadków szczególnych, najsłabiej objaśnianych przez model,
- określenie wartości granicznych wykluczających możliwość zastosowania modelu ewaluacyjnego,
- estymacja, w jakim stopniu rozwój obszaru może być objaśniony poprzez uwarunkowania danej lokalizacji i decyzje projektowe podlegające pomiarowi w ramach badania,
- opracowanie podlegających weryfikacji przez model metod wpływania na przyszły rozwój,
- stworzenie koncepcji wspomaganie projektowania urbanistycznego.

Stwierdzić można, że w ramach struktury rozprawy wykorzystywane jest wiele różnych rodzajów badań. Wykorzystanie badań korelacyjnych jest osią działań badawczych, jednak wykorzystuje ona ekstensywnie studia przypadku i badania symulacyjne. Ujęcie poszczególnych grup w odpowiednich etapach pracy ilustruje poniższa tabela 1.

Pole zastosowania	Rodzaj badań
studium kontekstu planistycznego i badawczego	analizy jakościowej, studium literatury
formułowanie problemu badawczego	analizy jakościowej, argumentacji logicznej, studium literatury
poszukiwanie zależności i zjawisk przestrzennych	korelacyjne, argumentacji logicznej, studiów przypadku
definiowanie zmiennych zależnych i niezależnych	analizy jakościowej, argumentacji logicznej, studiów przypadku, studium literatury
pomiar próbek badawczych (ocena materiału)	analizy jakościowej, symulacyjne, studiów przypadku
opracowanie modelu regresji	korelacyjne
walidacja modelu	analizy jakościowej, korelacyjne, argumentacji logicznej, studiów przypadku
koncepcja zastosowania modelu w projektowaniu urbanistycznym	studiów przypadku, symulacyjne
wyprowadzenie wniosków z badania	Argumentacji logicznej, Studiów przypadku

Tabela 1: Najistotniejsze metody wykorzystane w pracy na danym etapie badania według taksonomii Groat i Wang. Źródło: Op. cit. Groat, L. i Wang, D.: 2002, *Architectural Research Methods*, s. 85-96

Jakkolwiek w badaniu, a zatem i w rozprawie, przedstawiono zróżnicowane metody składające się na program badań, w tym metody jakościowe, to realizacja określonych wcześniej celów zakłada prowadzenie procesu badawczego przede wszystkim w obszarze badań ilościowych. Takie podejście wymaga ukazania zasad kształtujących strukturę metodologiczną procesu, a zatem strategii badania. Jest to szczególnie istotne w pracy, która dotyczy zjawisk przestrzennych, których opis nie jest jednolity, opiera się zarówno o elementy jakościowe, jak i ilościowe.

1.5.3. Strategia badania objaśniającego

Podłoże metodologiczne przetwarzania danych i informacji pełni w rozprawie ważną rolę. Warto zwrócić uwagę, że termin „dane” wiąże się z niższym, a termin „informacje” natomiast z wyższym stopniem złożoności, której uzyskanie przewidziane jest w badaniu. Drugim wymiarem, w którym opisywane mogą być pomiary, obserwacje i badania to podział według terminów „twarde” (ang. *hard*) i „miękkie” (ang. *soft*) dane⁴². W najogólniejszym rozumieniu definiują one stopień obiektywności i wiarygodności, przy czym dane twarde mają przeważnie charakter ilościowy, natomiast miękkie jakościowy. Głębsze zrozumienie tych dwóch pozornie banalnych, przeciwstawnych pojęć wymaga studium metodologii badań operacyjnych określanych często skrótem BO. Jak wskazuje Chojnacki⁴³, modele miękkie odnoszą się do obszarów badań, w których zastosowanie metod twardych jest nieefektywne lub niemożliwe. Wymienia przy tym podstawowe czynniki warunkujące taką ocenę: niepełna pula danych, niepewny opis oraz jakościowy charakter informacji. Przyczyną deficytu danych mogą być ograniczenia lub nawet niemożliwość pełnego opisu zjawisk wynikające między innymi z przyczyn finansowych, niewystarczających zasobów ludzkich czy mocy obliczeniowej lub z ograniczeń czasowych. Niepewność opisu związana jest między innymi z dużym oddziaływaniem czynników losowych. Jest to szczególnie widoczne w obszarze planowania przestrzennego, z którym nierozłącznie związane jest zagadnienie niepewności i ryzyka. Jako czynniki warunkujące określenie danych jako miękkie Chojnacki wymienia⁴⁴:

- „warunki niepewności,
- warunki rozmytości (charakterystyka zbioru rozmytego),
- warunki nieokreśloności,
- warunki przybliżoności.”

W tym kontekście rozumienie pojęć metody miękkiej i twardej nie jest jednoznaczne, lecz tworzy szeroką skalę, na której umiejscowienie determinowane jest przede wszystkim przez kompletność opisu, pewność i wiarygodność informacji, jej obiektywny i ilościowy charakter oraz jednoznaczność i dychotomię problemu decyzyjnego. Skala ta jest powiązana ze stopniem złożoności, chociaż nie jest to reguła. W procesie badawczym, w toku przetwarzania twarde dane mogą tracić

⁴² Cerreta, M., i Mele, R.: 2012, A Landscape Complex Values Map: Integration among Soft Values and Hard Values in a Spatial Decision Support System, *ICCSA 2012, International Conference on Computational Science and Its Applications*. Springer, Berlin, Heidelberg, s. 653–669.

⁴³ Chojnacki, A., B.: 2006, Badania operacyjne przy niepełnej informacji, *Zeszyty Naukowe - Warszawska Wyższa Szkoła Informatyki*. 1896-396X, s. 26-30.

⁴⁴ Ibidem, s. 29-30.

obiektywny charakter, czego przykładem jest przekształcenie liczbowych danych przestrzennych pozyskanych z systemu GIS przez subiektywne kryteria ewaluacyjne, względnie użycie danych liczbowych w skażonym procesie interpretacyjnym, w którym dane fragmentaryczne ekstrapolowane są jako odzwierciedlenie domniemanych przyczyn zjawiska. W roku 1987 Larry Hedges⁴⁵ dowodził, że nie jest to ściśle związane z konkretną dyscypliną, gdyż nawet nauki społeczne pozwalają na całkowite ujęcie liczbowe analizowanych problemów. Praca z danymi „miękkimi” wynika z przyjętej konwencji danego badania, zatem jest to kwestia metodyki, której wybór i ocena pozostaje sporna, gdyż próba opisu parametrów jakościowych wyłącznie w liczbowy, w pełni zobiektywizowany sposób może prowadzić do jeszcze większego błędu. W literaturze podnoszona jest teza, że wykorzystanie wyłącznie twardych danych i narzędzi ich przetwarzania prowadzi do tworzenia baz ewidencyjnych i nie jest wystarczające do zobrazowania faktycznej kondycji rzeczywistości przestrzennej⁴⁶. Nie oznacza to oczywiście postulowania zerwania z empirycznym, liczbowym ujęciem danych, ale wzbogacenie go o model teoretyczny opisujący dodatkowe czynniki i bogatszy kontekst, w tym aspekty kulturowe, społeczne i prawne⁴⁷. Przytoczone powyżej dwa czynniki stopnia przetworzenia danych i ich obiektywności tworzą szeroką paletę zmiennych, których zestaw i relacje zależą od przyjętej ich taksonomii. Dobór konkretnych form opisu wynika z planowanej metody analitycznej i specyfiki danej dyscypliny oraz związanego z nią materiału badawczego. Metody wybrane na potrzeby pracy, w tym korelacyjne w samym badaniu objaśniającym, bazują na dwóch rodzajach zmiennych, prostych i złożonych. W oczywisty sposób pierwsza grupa wynikająca z bezpośredniego pomiaru zaklasyfikowana może być do danych twardych, natomiast ostatecznie wyróżnione cztery zmienne złożone bazują w większości na bezpośrednich pomiarach oraz nielicznych, syntetycznych ocenach opisujących uogólnioną rzeczywistość przestrzenną, czego przykładem może być uciążliwość sąsiadującego przemysłu. Można je zatem zaklasyfikować jako dane miękkie. Również w takich przypadkach założeniem było dążenie do maksymalnego zobiektywizowania danych, aby zapewnić możliwość pomiaru takich danych i w konsekwencji wykorzystania modelu analitycznego. Więcej informacji zostanie przedstawione przy omawianiu poszczególnych zmiennych w rozdziale 5. W pozostałych badaniach budujących proces analityczny pracy wykorzystywane były zarówno dane ilościowe i jakościowe.

⁴⁵ Hedges, L. V.: 1987, How hard is hard science, how soft is softscience? The empirical cumulativeness of research, *American Psychologist*, 5(42), s. 453-455.

⁴⁶ Ibidem, s. 450-460.

⁴⁷ Dühr, S., Colomb, C. i Nadin, V.: 2010, *European Spatial Planning and Territorial Cooperation*, Routledge ISBN: 978-0-415-46774-2, s. 71.

Dane wejściowe:	ilościowe		jakościowe			
	pełny pomiar	szacunki (pomiar częściowy)	badanie zachowań	badanie opinii		
Przykład	liczba działek, zużycie wody, energii,	zautomatyzowane metody badań w oparciu o zdjęcia satelitarne (ilość zieleni, budynków), ocena ilości mieszkańców w oparciu o bazę pesel.	analiza interakcji i aktów komunikacji, ślady działań (dokumenty, raporty), obserwacja.	ankiety jakościowe, wywiady, opinie ekspertów		
Czynniki warunkujące klasyfikację procesu jako „twardy”	Dobór materiału badawczego, ilość materiału badawczego, wysoka dokładność pomiaru, mała ilość parametrów podlegających badaniu, niska złożoność strukturalna materiału badawczego, niska różnorodność przedmiotu (np. dotycząca jednego regionu).					
Metoda przetwarzania	Bilans statystyczny	Analizy przestrzenne	Modele prognostyczne i symulacyjne		Opiniowanie	
			Oparte obadania statystyczne	Warianty mieszkaniowe		Oparte o model teoretyczny
Czynniki warunkujące klasyfikację procesu jako „twardy”	Zorientowanie zadaniowe (np. analiza jednej funkcji), niska elastyczność (możliwość zastosowania w pojedynczej sytuacji, miejscu, czasie), dla prognozyki - krótki okres prognozy.					
Kryteria oceny, wskaźniki	Regulacje prawne		Ramy ewaluacyjne		Indywidualne osądy	
	Wymóg prawa powszechnego	Wymóg innych dokumentów - w tym lokalnych	Wytyczne, dyrektywy, wskaźniki opisane w dokumentach	Oparte o badania ilościowe, lokalne i ponadlokalne.		Oparte o założenia teoretyczne, subiektywnie założone cechy lokalne.
Przykład	Warunki techniczne itp.	Zapisy studium, obszaru ochronne	Rozporządzenia komisji Europejskiej	Kryteria oceny rynku nieruchomości.	Bilans jakości zamieszkania.	Komisje eksperckie
Czynniki warunkujące klasyfikację procesu jako „twardy”	Czytelne referencje, mała ilość kryteriów, prosta typologia, jasno sprecyzowane cele, wąskie pole działania (w skrajnych przypadkach zakaz/nakaz/pozwolenie), wąski zakres oddziaływania, mała wyraźnie sprecyzowana grupa zainteresowanych.					
	Twarde		Miękkie			

Tabela 2. Uproszczona przykład przetwarzania danych w analizach na potrzeby planowania przestrzennego wpływający na odczyt danych na osi pojęć dane „twarde” i „miękkie”. Źródło: opracowanie własne.

Powyższa grafika przedstawia uproszczoną propozycję klasyfikacji elementów procesu badawczego w oparciu o stopień obiektywności działań, który rozumiany jest jako ogólna ocena wykorzystywanych danych i metod w kategorii „twardych” i „miękkich”. Odczytanie treści tabeli 2 zakłada zmniejszenie stopnia abstrakcji informacji i zwiększenie jej złożoności wraz z zaawansowaniem procesu decyzyjnego. Przejście przez poszczególne etapy sprowadza się do wybrania jednej lub wielu metod z danego szczebla i wykorzystania ich w kolejnych aż do uformowania decyzji. Założeniem rozprawy jest możliwie silnie dążenie do utrzymania obiektywnego,

ilościowego charakteru informacji, jednakże w ocenie cech jakościowych nie zawsze jest to możliwe. W takim wypadku szczególnie istotnym elementem jest zamieszczony poniżej opis sposobu pomiaru, który pozwala w sposób możliwie jednoznaczny dokonywać pomiarów.

Według Beaty Hejmanowskiej niedokładność każdego z elementów procesu analitycznego, począwszy od zebrania danych źródłowych, poprzez ich analizę, a kończąc na ocenie, jednokierunkowo rzutuje na jakość informacji. Wyraża to myśl:

„Każdy element może zatem być czynnikiem obciążającym ostateczną decyzję. Zarówno jakość danych źródłowych, jak i dokładność modeli i wiarygodność hipotez stanowią ryzyko w podejmowaniu decyzji.”⁴⁸

W rezultacie nakładanie się niedokładności w sposób znaczący zwiększa skalę potencjalnego błędu. Wnioskując na przykładzie tabeli 2, wybranie na którymkolwiek etapie metody zaklasyfikowanej jako miękka determinuje niemożliwość ponownego przesunięcia się na osi w kierunku metod twardych, nawet przez wybranie najbardziej obiektywnych i dokładnych metod, natomiast kolejne wybory metod miękkich zwiększają stopień niedokładności i nieokreśloności wyniku. Na tej podstawie sformułować można założenie:

Założeniem rozprawy jest zachowanie możliwie wysokiego stopnia dokładności, wykorzystanie wymiernych metod przetwarzania danych opartych o metodologię obiektywizacji kryteriów i bogatej puli informacji, co razem składa się na pojęcie metod „twardych”.

Równocześnie z praktycznego punktu widzenia podmiot badania, który opisuje niezwykle złożoną rzeczywistość społeczną, nie pozwala na pełne zdefiniowanie liczbowe wszystkich zależności. Przykładem tego może być ocena potencjalnego wpływu jaki na zabudowę mieszkaniową wywołuje sąsiedztwo obszaru lokalizacji wielkopowierzchniowego przemysłu. Wybrany obszar sąsiadować może z dużym obiektem produkcyjnym, przy czym może to być równie dobrze fabryka czekolady, jak rafineria oleju (przykład z jednego z badanych obszarów). Próba liczbowej ewaluacji oddziaływania wspomnianej wyżej uciążliwości zawsze będzie umowna. Zasadniczo będzie to pewne uproszczenie skali, którą w sposób bezpośredni można uporządkować według oddziaływania na sąsiedztwo: bardzo uciążliwe, uciążliwe, nieznacznie uciążliwe, względnie neutralne. Z drugiej strony metodologia badań korelacyjnych często traktuje o takich kategoriach, dla których przygotowane są metody obiektywizacji i skutecznego prowadzenia analiz. Co więcej, zastosowanie modeli analitycznych, prognostycznych i całych systemów wspomaganie procesu decyzyjnego wymaga pracy z metodami „miękkimi” z szeregu powodów, wśród których wymienić można dużą liczbę kryteriów, ograniczoną ilość danych w procesie planistycznym, elastyczność zastosowania, ograniczoną możliwość modelowania kryteriów ewaluacyjnych, a także wieloaspektowość i wieloznaczność celów, problematykę przewidywania i prognostyki oraz pracę ze zmiennymi podlegającym wyłącznie ocenie jakościowej. Studium wybranych przykładów zawartych w podrozdziale 3.2 ma na celu lepiej określić

⁴⁸Hejmanowska, B.: 2006, Wspomaganie decyzji z wykorzystaniem narzędzi gis – ryzyko związane z dokładnością danych źródłowych, *Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji*, 16, s. 197-201.

korzyści i zagrożenia wynikające z przyjętego rozwiązania. Ma ono opisać powszechną praktykę i ostatecznie zbudować kompromis pomiędzy dwoma biegunami tej klasyfikacji. Na podstawie studiów zawartych w rozdziale 3 można zdecydowanie stwierdzić, że wykorzystanie danych „miękkich”, jakościowych i subiektywnych, jest powszechne w analizach przestrzennych, chociaż oparte są o bardzo ścisłą metodologię.

W oparciu o powyższe ustalenia sformułowana została strategia badawcza, która wprowadza szereg założeń służących zachowaniu wysokiej jakości badania. W analizie wykorzystywane będą metody i techniki regresji opisane szczegółowo w rozdziale 5, jednak na tym etapie przedstawić można następujące, przyjęte w rozprawie, podstawowe zasady służące uzyskaniu oczekiwanego prawidłowego rezultatu:

- **Wykonanie dwóch różnych rodzajów badań, podstawowego z wykorzystaniem regresji wielorakiej oraz kontrolnego przy pomocy sztucznych sieci neuronowych**

Jest to pierwsze z założeń, które służy potwierdzeniu prawidłowości wyników badania regresji oraz stwierdzeniu, czy wybór danego narzędzia był odpowiedni. Dwie wybrane metody oparte są o szeroko rozpowszechnione techniki. Wybór ten poprzedzony był analizą większej liczby technik w rozdziale 3. Pierwsza z metod oparta jest o regresję wieloraką z wykorzystaniem techniki redukcji zmiennych objaśniających podejściem krokowym. Do wyznaczania równania regresji wykorzystywana jest metoda najmniejszych kwadratów. Druga metoda oparta o technikę sztucznych sieci neuronowych, w skrócie SNN. W badaniu ma ona charakter pomocniczy i weryfikacyjny, gdyż do zastosowań praktycznych wybrany został model bazujący na regresji wielorakiej, liniowej. Wykorzystane w ramach SNN techniki to perceptron wielowarstwowy oraz sieć o radialnej funkcji bazowej. Szczegółowy opis technik zawarty jest w rozdziale 5.

- **Wykorzystanie możliwie dużej próby badawczej w obszarze jednej aglomeracji**

Badanie tak złożonego systemu jak rozwój przestrzenny wymaga uwzględnienia dużej liczby przypadków w celu zatarcia wpływu uwarunkowań innych niż urbanistyczne, takich jak na przykład polityka sprzedaży prowadzona przez pojedynczego właściciela znacznego obszaru podzielonego na działki i przeznaczonego na sprzedaż. Kwestia ta uzasadniona została powyżej. Z drugiej strony, dostępność materiałów pozwalających na wystarczająco rzetelny pomiar badanych parametrów na obszarze aglomeracji była niestety bardzo niska i mocno ograniczyła potencjalną liczbę MPZP, którą można było uwzględnić. Na etapie formowania badania przyjęte zostało, że w badaniu uwzględnione musi być przynajmniej 50 planów, co przekładać się będzie na wiele tysięcy pojedynczych zrealizowanych inwestycji mieszkaniowych.

- **Objaśnienie zależności w oparciu o możliwie małą liczbę zmiennych, których wpływ został z wysoką pewnością potwierdzony testami**

Cele badania zakładają objaśnienie zależności i możliwość praktycznego wykorzystania badania we wspomaganiu projektowania. Z tych powodów sformułowane zostało założenie o możliwie prostym opisie zależności przy pomocy małej liczby zmiennych. Takie ujęcie zapewnia zrozumiałość rezultatów i wygodę ich użycia, a ponadto pozwala w pracy skoncentrować się na zależnościach najsilniejszych i najbardziej pewnych. Związane jest to także ze stosunkowo małą dostępnością planów miejscowych, dla których możliwy jest odpowiedni pomiar, co szerzej opisane jest w rozdziale 5 i 6. Nie oznacza to jednak, że praca rezygnuje z uwzględnienia pełnego obrazu uwarunkowań. Elementy pomiarów składające się na obraz danego aspektu zostały zgrupowane w ramach zmiennych złożonych przy autorskim wykorzystaniu w tym celu techniki SSN. Te zmienne złożone, funkcjonujące w literaturze pod nazwą wskaźnikowych, są przedstawiane w cytowanych studiach przypadku w rozdziale 3 i zwykle oparte są wyłącznie o ocenę ekspercką. Polega one na ocenie danego aspektu ujętego jako zmienna w oparciu o pomiar wielu elementów. Przykładem tego może być ocena zanieczyszczenia ujęta zbiorczo w skali od 1 do 10 w oparciu o zanieczyszczenie wody, powietrza, itp. W rozprawie zmienne złożone to: dostęp do strategicznych usług i obiektów, zasoby przyrodnicze, występowanie uciążliwości oraz infrastruktura techniczna, która opisuje dostęp do mediów i utwardzenie dróg.

- **Konstruowanie licznych modeli w oparciu o różne zestawy i przekształcenia zmiennych oraz w oparciu o dwa warianty zmiennej zależnej**

Zgodnie z przyjętą techniką regresji wielorakiej krokowej zmienne niezależne o znikomym wpływie na badany parametr będą usuwane z modelu. Wstępnie wprowadzane będzie więcej zmiennych ustalonych w oparciu o badania przewidziane w rozdziałach 2-4, jednak te, których wpływ nie będzie udowodniony w badaniu objaśniających, będą z niego usuwane. Wiele z cech przytaczanych w studium literatury i wywiedzionych z badań deskryptywnych w ujęciu liczbowym mierzonym poprzez regresję okazało się mieć bardzo znikome znaczenie lub w ogóle nie został dowiedziony ich wpływ, co opisane jest w rozdziale 6. Przykładem tego jest średnia wielkość działki.

- **Przeprowadzenie licznych testów ogólnych dla wybranych technik**

Ze względu na wagę badania objaśniającego w rozprawie w rozdziale 5 opisane zostały założenia regresji wielorakiej oraz odpowiednie testy i techniki, które pozwalają na ich weryfikację w celu oceny modelu. Co więcej, uzyskany model został szczegółowo zbadany pod względem przyjętych i opisanych miar dopasowania i istotności, co miało za zadanie określić, w jakim stopniu badanie objaśniające pozwoliło wytłumaczyć dane zjawisko rozwoju przestrzennego.

- **Weryfikacja występowania zjawisk charakterystycznych dla badań regresji dotyczących rozwoju przestrzennego, w szczególności heterogeniczności i autokorelacji przestrzennych oraz heterogeniczności szeregów czasowych**

Modele regresji weryfikować można przy pomocy licznych testów. Część z nich ma charakter ogólny, pozwala sprawdzić dopasowanie modelu lub jego wiarygodność. Testy takie mają zastosowanie w każdej z dyscyplin. Są jednak techniki weryfikacji ściśle dedykowane badaniom

związanym z rozwojem przestrzennym. W rozprawie opisywane są one w rozdziale 3 w oparciu o studium literatury. Te techniki weryfikacji dotyczą występowania zależności przestrzennych, w szczególności heterogeniczności przestrzennej, autokorelacji oraz heterogeniczności szeregów czasowych. Stwierdzenie występowania takich zjawisk wpływałoby na ocenę modelu niezależnie od wyników badań ogólnych oraz skłaniało do wyboru innych technik.

- **Weryfikacja pomiarów w oparciu o wiele źródeł informacji**

Zebraniu, ocenie, przetworzeniu i wykorzystaniu materiału badawczego poświęcona jest znaczna część pracy. Zadania te wykonano z wielokrotnym sprawdzeniem lub konfrontacją różnych źródeł danych. Podejście takie wynika z ogólnej zasady, że niedokładność w pomiarze negatywnie wpływa na wynik badania. W związku z tym pomiar zmiennych, w szczególności stopnia rozwoju, bazuje zawsze na więcej niż jednym źródle informacji, a same te źródła podlegają weryfikacji. Na etapie pomiaru odnaleziono wiele rozbieżności pomiędzy bazami danych, w tym EGiB a ortofotomapą, co skłoniło do jeszcze większego nacisku na weryfikację pomiarów. Ostatecznie takie podejście zawęziło niestety dostępny materiał badawczy do gmin, które mają dostatecznie bogatą dokumentację w różnych, niezależnych źródłach informacji.

- **Analiza jakościowa i studia przypadku, które uzupełniają i weryfikują obraz jakościowy**

Ostatnim założeniem jest weryfikacja logiczna rezultatów pod względem ich zgodności ze studium literatury i ze studiami przypadków. Sytuacja taka wskazywać mogłaby na pominięcie pewnego ważnego elementu w badaniu, jednak w ujęciu całości modelu jest to sytuacja niezwykle mało prawdopodobna przy utrzymaniu zasad wynikających z przyjętej metody badań. Równocześnie działanie takie jest bardzo istotne i w sposób ekstensywny prowadzone będzie w przypadkach, w których wynik teoretyczny, ustalony za pomocą modelu objaśniającego, znacznie różni się od pomiaru. Należy wtedy zweryfikować, czy jest to błąd wskazujący na pewną nieuniknioną niedokładność modelu, czy też można go uzasadnić występowaniem określonej sytuacji przestrzennej. Przy analizie wielu takich przypadków możliwe jest wprowadzenie taksonomii takich sytuacji, co poprawia dokładności stosowania modelu oraz zwiększa jego wartość objaśniającą.

W powyższych podpunktach przedstawione zostały podstawowe kwestie metodologiczne osadzone w strukturze rozprawy. Wynika z nich obraz strategii prowadzenia badania, które ma zapewnić wysoką jakość oraz pewność rezultatu, a także ułatwić możliwość praktycznego wykorzystania badań. Osadzenie pracy w określonej metodologii wynika bezpośrednio z przyjętych celów, w ramach których podstawą jest koncentracja na szczegółowym opracowaniu wąskiego zagadnienia z ujęciem kontekstu oraz w samym procesie badawczym utrzymanie możliwie największej dokładności i obiektywnych, powtarzalnych metod pomiarów i analiz. Wynika to zarówno z dbałości o rzetelność objaśnienia, jak również aspiracji do wykorzystania badań w praktyce, co wymaga pełnej możliwości powtórzenia procedury przez inne osoby.

1.6. Zakres i struktura opracowania

Zakres problemowy rozprawy dotyczy wspierania procesu projektowego obszarów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej poprzez wykorzystanie metod analitycznych, w szczególności analizy funkcjonowania i rozwoju obszarów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej, prowadzące do stworzenia modelu odzwierciedlającego te procesy (funkcjonowanie i rozwój), a następnie studium efektywnego wykorzystania wyników przeprowadzonego badania objaśniającego jako narzędzia wspomagającego projektowanie urbanistyczne. Model ten oparty jest o przeprowadzone w rozprawie badanie korelacyjne bazujące na analizie regresji wybranych obszarów objętych miejscowym planem zagospodarowania przestrzennego na terenie aglomeracji poznańskiej poza miastem Poznań. Uwzględniane w badaniu zmienne ograniczają się do pomiarów ściśle cech i parametrów lokalizacji objętej projektem, także tych wynikających z projektu. Tematyka ta wymaga uwzględnienia znacznie szerszego tła problemowego, które przedstawione jest poniżej wraz z opisem zasadniczej struktury pracy.

Kolejną kwestią jest zakres terytorialny badania. Jak zostało wzmiankowane w pierwszym podrozdziale, obszary uwzględniane w analizie znajduje się na terenie aglomeracji poznańskiej poza miastem Poznań. Obszar ten określany jest poprzez przynależność do Rady Aglomeracji, która oznacza „*Stałą Konferencję Wójtów, Burmistrzów Aglomeracji*”⁴⁹ dokumentem o nazwie „Porozumienie o współpracy pomiędzy samorządami aglomeracji poznańskiej”. W dniu 18 lutego 2011 roku powołano Stowarzyszenie Metropolia Poznań, które działa na podstawie przyjętego statutu regulowanego przepisami ustawy Prawo o stowarzyszeniach oraz o samorządzie gminnym i o samorządzie powiatowym⁵⁰. W roku 2014 w skład obszaru metropolitalnego wchodziły wszystkie gminy powiatu poznańskiego, miasto Poznań oraz gminy Oborniki, Skoki, Szamotuły i Śrem⁵¹, co przyjęte zostało jako granice opracowania. W związku z niedostępnością potrzebnych materiałów w innych gminach próbki badawcze zlokalizowane są w większości w północnej i zachodniej części aglomeracji oraz częściowo w południowej. Ostatecznie wybranych zostało 9 gmin: Czerwonak, Komorniki, Murowana Goślina, Oborniki, Rokietnica, Suchy Las, Szamotuły i Tarnowo Podgórne. Zagadnienie wyboru i dostępności materiałów szczegółowo omówione jest w rozdziale 5. Warto także wspomnieć o zakresie powierzchni przeznaczonej na zabudowę mieszkaniową w poszczególnych planach miejscowych. Największy areał takiej funkcji uwzględniony w badaniu mierzył 89,2 ha, natomiast za minimalną wielkość dla uwzględnienia w badaniu obszaru uznane zostały 2 hektary funkcji mieszkaniowej; średnia wielkość w badaniu to 12,8 ha.

⁴⁹ Porozumienie o współpracy pomiędzy samorządami aglomeracji poznańskiej, źródło: <http://www.poznan.pl/mim/info/news/porozumienie-o-wspolpracy-pomiedzy-samorzadami-aglomeracji-poznanskiej,20551.html>, dostęp dnia: 15.12.2017.

⁵⁰ Dane o powołaniu stowarzyszenia <http://bip.metropoliapoznan.pl/metropoliapoznan/bip/status-forma-prawna.html>, dostęp dnia: 6.06.2018.

⁵¹ Urząd Statystyczny w Poznaniu: 2015, Aglomeracja Poznańska, *Statystyczne Vademuzeum Samorządowca*, s. 1.

Ramy czasowe przewidziane w rozprawie w sposób jednoznaczny określają okres działań dwóch ustaw z roku 1994⁵² i 2003⁵³. Miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego w ogólnej formie ustanowionej przez wcześniejszą z dwóch przytoczonych ustaw stanowią właściwy przedmiot badania, zatem wcześniejsze opracowania nie będą uwzględniane. Wyjątek stanowi jedno MPZP z 1993, które zostało wykonane w formie określonej przez ustawę i obowiązuje do dzisiaj. Oznacza to, że najwcześniejszy rozważany przypadek pochodzi z roku 1993. Drugą kwestią jest aktualnie obowiązująca ustawa z 2003 roku, która w rozprawie jest szczególnie istotna, gdyż reguluje obecną politykę przestrzenną. Założeniem pracy było, żeby możliwie największa liczba planów miejscowych sporządzona była w oparciu o nową ustawę, z drugiej strony natomiast wykluczane były plany miejscowe, które były sporządzone po roku 2007, gdyż w ich przypadku nie był możliwy okres obserwacji równy 10 latom. Granica ta została uznana za minimalną, a przeprowadzone badanie wykazało, że dokładność analizy zwiększa się wraz z czasem pomiaru. Niestety dostępność MPZP, dla których dostępność materiałów pozwalała na dość dokładny i pewny pomiar po roku 2003, była zbyt mała, zatem w rozprawie znajduje się prawie równa liczba planów zrealizowanych w oparciu jedną i drugą ustawę. Oznacza to, że najnowsze uwzględnione w materiale badawczym plany miejscowe pochodzą z roku 2007, a ich rozwój mierzony jest do roku 2017, w którym zostało zakończone badanie objaśniające przeprowadzone w rozprawie. W tej sytuacji dla porównania wpływu czasu na parametry modelu w pomiarach wyszczególnione zostały 3 odstępy czasu od roku uchwały; 5, 10 i 15 lat, dla których zostało wykonane badanie regresji. Choć badanie wykazało, że czas pozytywnie wpływa na dopasowanie modelu, to za kluczowy został uznany okres 10 lat ze względu na dostępność planów miejscowych sporządzonych w oparciu o regulacje ustawy z 2003 roku.

1.7. Uzasadnienie wyboru zagadnienia badawczego

Opracowanie realizowane jest jako analiza zależności w procesie rozwoju obszarów mieszkaniowych jednorodzinnych. Praca ujmuje to zagadnienie w oparciu głównie o dane ilościowe oraz w następnej kolejności jakościowe oceny urbanistyczne, w przeciwieństwie do licznych opracowań bazujących wyłącznie na ocenach opisowych. Rezultaty opisywanych badań mają bezpośrednie znaczenie w wielu aspektach związanych ze zrównoważonym rozwojem, gdyż uzupełnianie deficytu informacyjnego umożliwia pełniejszą realizację zadań badawczych, edukacyjnych, projektowych oraz kształtowanie racjonalnego procesu decyzyjnego, co ostatecznie ma kluczowe znaczenie dla budowania ładu przestrzennego⁵⁴.

Czy takie badanie jest potrzebne? Wszak ktoś mógłby stwierdzić, że gminy doskonale radzą sobie z planowaniem przestrzennym, a obszary zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej w strefach suburbanizacji projektowane są wzorowo. Już na tym etapie, wyprzedzając niejako wywód i zawarte w nim dowodzenie, stwierdzić można, że badanie jest potrzebne. W ciągu 10 lat 14 z 72 badanych

⁵² Op. cit. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. o zagospodarowaniu przestrzennym, Rozdział 7. Art. 67.

⁵³ Op. cit. Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym, Rozdział 7. Art. 87.

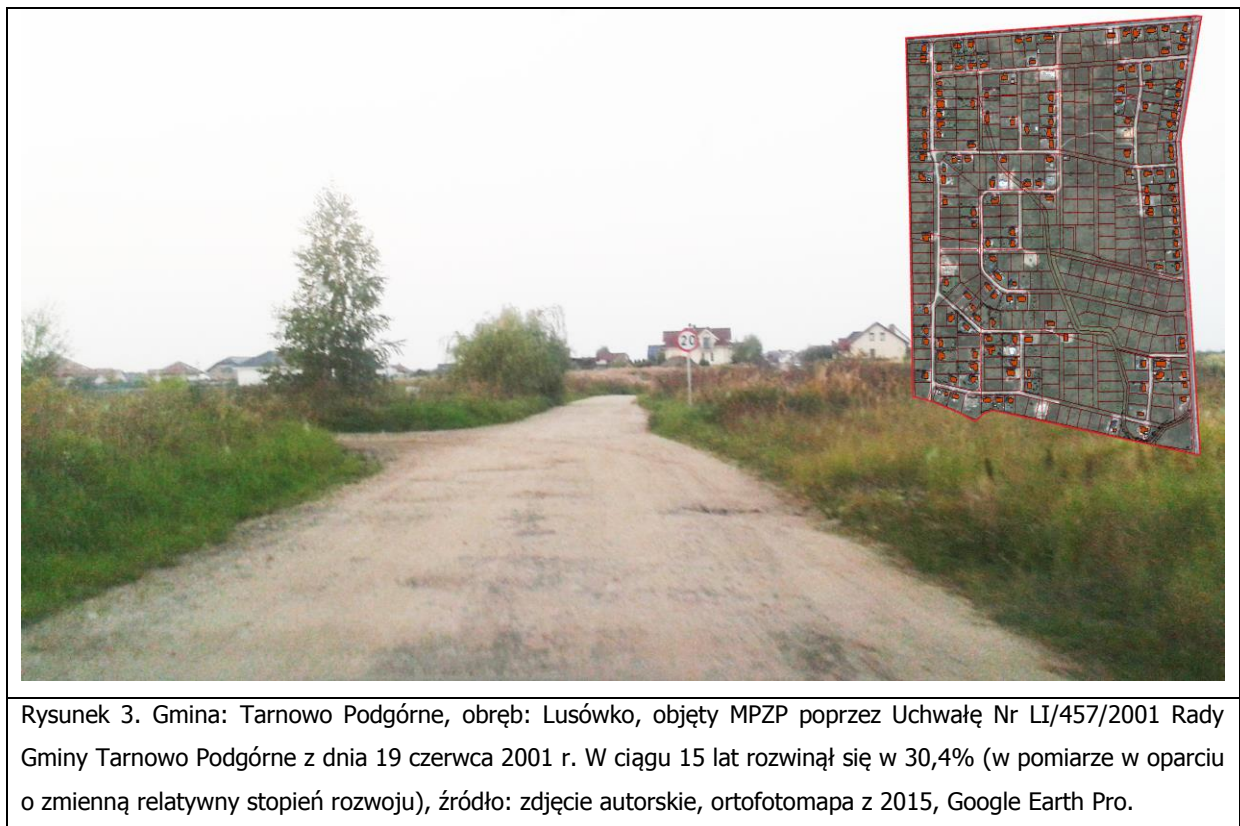
⁵⁴ Krajewska, M. i Grzesiak, J.:2014, Prognoza skutków finansowych uchwalenia miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego jako element gospodarowania przestrzenią – studium przypadku, *Zarządzanie i Finanse, Journal of Management and Finance* 4(12), s. 36-38.

obszarów rozwinęło się w mniej niż 10%, mierząc za pomocą relatywnego stopnia rozwoju. Aż dla 39, czyli ponad połowy, wartość ta jest mniejsza niż 20%. Bardziej szczegółowe dowodzenie, dlaczego takie zjawisko jest szkodliwe w ujęciu ekonomicznym, ekologicznym i społecznym oraz dlaczego świadczy o niewłaściwym wykorzystaniu instrumentu, którym jest MPZP, zamieszczone jest w kolejnym rozdziale. Poniżej zamieszczone jest zdjęcie prezentujące jeden z obszarów w obrębie Otorowo, który rozwinął się w 5,6%. Od roku dwutysięcznego do teraz został tam wybudowany jeden dom, w planie miejscowym przewidziane było 18. Obszar został zgodnie z planem zaopatrzony w potrzebne media, co współfinansowane było ze środków Unii Europejskiej. Niestety, nie jest to przypadek odosobniony i jest on właściwie mniej szkodliwy od takich, w których rozwój wyniósł w przybliżeniu od 10% do 30%, gdyż ten obszar zachował swoją funkcję rolną. W innych przypadkach obszary traciły swoje dotychczasowe przeznaczenie jako uprawy, lasy lub łąki.



Rysunek 2. Gmina: Szamotuły, obręb: Otorowo, objęty MPZP poprzez Uchwałę Nr XXIV/218/2000 Rady Miasta i Gminy Szamotuły z dnia 30 października 2000r. W ciągu 15 lat rozwinął się w 5,6% (w pomiarze w oparciu o zmienną relatywny stopień rozwoju), źródło: zdjęcie autorskie, ortofotomapa z 2015, Google Earth Pro.

W innym przypadku wielkopowierzchniowy plan miejscowy przeznaczył aż 89,2 ha na funkcję mieszkaniową. Po 15 latach z przewidzianej w planie liczby 717 domów jednorodzinnych zrealizowane zostało 218, co przekłada się na około 30,4%. Jak wygląda ta przestrzeń, zobaczyć można na zdjęciu poniżej.



Rysunek 3. Gmina: Tarnowo Podgórne, obręb: Lusówko, objęty MPZP poprzez Uchwałę Nr LI/457/2001 Rady Gminy Tarnowo Podgórne z dnia 19 czerwca 2001 r. W ciągu 15 lat rozwinął się w 30,4% (w pomiarze w oparciu o zmienną relatywny stopień rozwoju), źródło: zdjęcie autorskie, ortofotomapa z 2015, Google Earth Pro.

Można pominąć kwestie estetyczne takie jak nieład przestrzenny, niedostatek elementów kompozycji urbanistycznej, brak małej architektury, niezadbana zieleń niska i wysoka, bo nie jest to kluczowym aspektem rozprawy, wymagając nacisku na ocenę jakościową w opozycji do założeń rozprawy. Jednakże zmiana ekosystemu na tak dużym obszarze jest faktem. Drogi są w przeważającej części nieutwardzone, czemu trudno się dziwić, bo utwardzenie tylu kilometrów znacząco obciążałoby budżet gminy. Oprócz codziennej wygody użytkowania uznać to można za niebezpieczne, bo utrudnia dojazd służbom ratunkowym. Na niską jakość zamieszkania wpływają także duża odległość do podstawowych usług, deficyt dostępu do środków i szlaków komunikacji publicznej i brak oświetlenia zmniejszający bezpieczeństwo.

Wspieranie projektowania urbanistycznego i planowania przestrzennego ma na celu zapobieganie niewłaściwemu wykorzystaniu instrumentów planistycznych, zarówno poprzez dostarczenie informacji i wiedzy, jak również merytorycznych argumentów, które mogą przekonać pozostałych uczestników procesu decyzyjnego. Wybór na materiał badania budownictwa mieszkaniowego jednorodzinnego przedmieść i obszarów podmiejskich aglomeracji poznańskiej motywowane jest szeregiem aspektów. Przede wszystkim jest to przeznaczenie terenu niezwykle istotne w funkcjonowaniu i planowaniu infrastruktury. Równocześnie, związane jest z nim wiele problemów takich jak między innymi niekontrolowana urbanizacja, problematyka zapewnienia mediów i obciążenia komunikacyjnego⁵⁵, co

⁵⁵ Kowalewski, A., Mordasewicz, J., Osiatyński, J., Regulski, J., Stępień, J. i Śleszyński, P.: 2013, Raport o ekonomicznych stratach i społecznych kosztach niekontrolowanej urbanizacji w Polsce, *Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania im. S. Leszczyckiego PAN, Fundacja Rozwoju Demokracji Lokalnej, Warszawa*, s. 3-7.

w rezultacie narazić może między innymi na zawyżone koszty, nieefektywne inwestycje i trwałe zniszczenie ekosystemu. Co więcej, zjawiska przestrzenne występujące w ramach suburbanizacji stanowią istotne wyzwanie dla urbanistyki. Na szczególną uwagę zasługuje zjawisko rozlewania się miast. Jedną z jego przyczyn jest niska gęstość zabudowy związana z niewielkim wykorzystaniem obszarów mieszkaniowych jednorodzinnych, co ukazane jest w pracy (Rys. 5). Równocześnie omawiany typ zabudowy określany jest w badaniach Nguyena i Crippsa⁵⁶ jako relatywnie jednolity pod względem klasyfikacji, form występowania i funkcjonowania. Pozwala to zredukować ilość zmiennych i uzyskać wiarygodniejszą postać procesu weryfikacji poprawności wygenerowanego modelu. Oznacza to możliwość efektywnego badania statystycznego i ewaluacji oraz stwarza perspektywę dla wiarygodnej prognozy.

2. Ogólny kontekst teorii planowania urbanistycznego osiedli mieszkaniowych jednorodzinnych

Pojęcie „planowanie przestrzenne” w najszerszym ujęciu zdefiniowane jest słowami Tadeusza Zipsera: „Planowanie przestrzenne można określić jako świadome działanie człowieka mające na celu wprowadzenie określonego porządku w zagospodarowaniu przestrzeni”⁵⁷.

Równocześnie aktualna Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym pozwala ująć ten termin w znaczeniu bardziej formalnym, co odnosi się do instrumentów polityki przestrzennej funkcjonującej w oparciu o określone normy prawne i społeczne. Ustawa ta wyróżnia cztery podstawowe szczeble, na których od strony prawnej organizowane jest planowanie przestrzenne: gminny, metropolitalny, wojewódzki i krajowy⁵⁸.

Powyższe wskazuje na dwa ujęcia dostrzegane w literaturze. Pierwsze z nich dotyczy tworzenia projektów i rozwiązań przestrzennych niezależnie od metod ich wdrożenia, natomiast drugie ma charakter formalny, a oparte jest o regulacje, instytucje i procedury, w ramach których kształtowana jest polityka przestrzenna⁵⁹. Rozprawa odnosi się najpierw do pierwszego, szerszego znaczenia planowania przestrzennego, koncentrując się na aspektach projektowania urbanistycznego, w szczególności obszarów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej. Następnie, w kolejnym podrozdziale, opisane są wybrane elementy systemu planowania przestrzennego w Polsce, które związane są z problemem badawczym lub stanowią dla niego istotne tło. W prezentowanej rozprawie podstawowym materiałem badawczym są pojedyncze osiedla mieszkaniowe o areale, który sporadycznie przekracza 50 hektarów, zwykle mieści się w granicach od kilku do kilkudziesięciu hektarów. Są one bez wyjątku objęte planami miejscowymi. W takiej skali dwa rozważane ujęcia

⁵⁶ Nghiep, N. i Al, C.: 2001, Predicting housing value: A comparison of multiple regression analysis and artificial neural networks. *Journal of Real Estate Research*, 3(22), s. 313-336.

⁵⁷ Zipser, T.: 1983, *Zasady planowania przestrzennego*, Instytut Architektury i Urbanistyki, Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, Skrypt Politechniki Wrocławskiej, s. 5.

⁵⁸ Op. cit. Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym, Rozdział 2, Rozdział 2a, Rozdział 3, Rozdział 4.

⁵⁹ Morthet, J.: 2011, *Effective Practice in Spatial Planning*, Routledge, New York, ISBN 0-203-85183-8, s. 3-6.

planowania przestrzennego, projektowe i formalne, zilustrować można jako projekt urbanistyczny osiedla (jako wizja ładu przestrzennego, typologiczna, kompozycyjna, programowa) i przygotowany na jego podstawie miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego (jako transpozycja projektu urbanistycznego na niezbędny zapis prawny, regulujący proceduralnie i prawnie sposób zagospodarowania wybranego obszaru). Badania zawarte w rozprawie służąć mają wspieraniu i optymalizowaniu tworzenia projektu przy założeniu, że podstawowa jego funkcja to przygotowanie projektu MPZP. Takie opracowanie w rozprawie będzie nosić nazwę projektu urbanistycznego osiedla mieszkaniowego jednorodzinne. Same forma i zakres takiego koncepcyjnego opracowania mogą i zdaniem autora powinny być bardziej obszerne oraz wszechstronne niż tekst i załączniki rysunkowe uchwały.

2.1. Teoria planowania przestrzennego i projektowania urbanistycznego

Zgodnie z zarysowanym podziałem na dwa ujęcia poniższy podrozdział odnosi się do zasad projektowania, abstrahując od jego aktualnych prawnych i formalnych uwarunkowań wynikających z systemu planowania przestrzennego w Polsce. Opisane we wstępie cele zakładają ustalenie modelu opisującego rozwój w oparciu o uwarunkowania lokalne, w szczególności kształtowane przez decyzje projektowe, oraz wykorzystanie go do objaśnienia zależności i wspierania procesu projektowego jako narzędzia analitycznego. Właściwe przygotowanie, a następnie efektywne wykorzystanie takiego narzędzia oparte jest o zarysowanie problematyki projektowania urbanistycznego.

2.1.1. Rys historyczny projektowania urbanistycznego

Przez całe dzieje cywilizacji w przestrzeni użytkowanej przez człowieka odkształca się kultura i świadomości społeczna. Proces ten zilustrowany jest przez Spiro Kostofa⁶⁰ na przykładach sięgających starożytności. Chociaż plany antycznych i średniowiecznych miast dokumentują czytelną koncepcję planistyczną i wysoki stopień organizacji, to stosunkowo niska gęstość zaludnienia i wolne tempo rozwoju ograniczało znacznie konieczność tworzenia długoterminowych strategii rozwoju, sprowadzając tę problematykę do rozwiązań wykształconych dla danej kultury. Rozwój koncepcji zarządzania tkanką miejską przedstawia w swojej książce Tadeusz Wróbel⁶¹, który jako przełomową realizację określa przygotowany przez komisję artystów w 1793 Plan Przebudowy i Rozwoju Paryża. Wróbel uznaje go za konieczną odpowiedź wobec niekontrolowanego rozwoju miasta. Jest to znamienne i ważne z perspektywy niniejszej rozprawy, że tym wyszczególnionym, fundamentalnym problemem jest kierowanie rozwojem zabudowy. Główne cele opisane w przywołanej pracy Wróbla sprowadzały się do zagadnień sanitarnych, komunikacyjnych i mieszkalnych. Podobne cele realizowane były przez George'a Haussmanna, którego śmiałe działania wymagające wyburzenia

⁶⁰ Kostof, S.: 1991, *The City Shaped, Urban Patterns and Meanings Through History*, Bulfinch Press, AOL Time Warner Book Group, ISBN 0821220160, s. 38-40.

⁶¹ Wróbel, T.:1971, *Zarys historii budowy miast*, Ossolineum – Zakład Narodowy Imienia Ossolińskich, s. 11-63.

znacznej liczby budynków spotykają się po dziś dzień z krytyczną oceną pomimo znacznego wkładu w układ przestrzenny Paryża⁶². Dotyczy to również kwestii finansowej, gdyż proceder ten doprowadził do znacznego zadłużenia. Unaocznia to, jak istotne jest perspektywiczne ujęcie rozwoju, jego właściwa ocena i zarządzanie nim, gdyż ewentualna naprawa niekontrolowanego rozrostu tkanki miejskiej wiąże się z wielowymiarowymi stratami, dotyczącymi między innymi aspektów finansowego, kulturowego i przyrodniczego. Ten model rozwoju Paryża, który doprowadził do wymienionych wyżej problemów, w szczególności zbyt dużej gęstości zabudowy, opisany może być jako odśrodkowy. W tym wypadku był on uwarunkowany historycznie, jednakże warto wymienić go jako chronologicznie pierwszy z modeli rozwoju.

Innym przykładem, na który powołuje się Wróbel, jest Londyn, którego znaczny rozrost i zagęszczenie, szczególnie w XVIII i XIX wieku, podobnie jak w przypadku Paryża, spowodowały szereg problemów. W odpowiedzi na to Ebenezer Howard zaproponował projekt miasta ogrodu, które wpisuje się w nurt koncepcji miast idealnych. Zjawisko to jest o tyle ciekawe, że wnosi swoiste novum w dwóch aspektach, zarówno teorii planowania miast, ze szczególnym uwzględnieniem funkcji mieszkaniowej, jak również systemu zarządzania, gdyż owe organizmy miejskie funkcjonować miały w oparciu o lokalną wspólnotę bez zasadniczej ingerencji i subwencji państwowych. Z punktu widzenia teorii planowania tego typu poszukiwania uniwersalnych rozwiązań spotykają się aktualnie z krytyką, określane są jako utopijne i nieadekwatne do indywidualnych uwarunkowań oraz odpowiedzialne za szereg negatywnych zjawisk przestrzennych. Za przykład tego posłużyć może z jednej strony wspomniany ruch miast ogrodów uosabiający zjawisko suburbanizacji i związane z nią problemy komunikacyjne, logistyczne i społeczne⁶³. Zdaniem Howarda Gillette'a wspomniane miasta ogrody wniosły, oprócz koncepcji urbanistycznej, nowe wartości do projektowania, podnosząc zagadnienia potrzeb społecznych związanych z zamieszkaniem. Jako spójna koncepcja uwzględniały problematykę niezbędnego bilansowania i planowania infrastruktury oraz funkcji towarzyszących zabudowanie mieszkaniowej, w tym obiektów publicznych jak szkoły, teatry czy muzea, niezbędnej obsługi dotyczącej między innymi efektywności komunikacji, ogrzewania i dostarczania mediów. Ostatecznie koncepcje miast ogrodów uwzględniały także relację osiedli ze środowiskiem przyrodniczym poprzez długoterminowe zarządzanie i właściwe wykorzystanie warunków lokalnych, przy dbałości o obszary zielone zarówno sąsiednie, jak również w ramach całościowej struktury zieleni miejskiej⁶⁴. W ujęciu rozwoju obszarów mieszkaniowych warto zwrócić uwagę na tendencję do lokalizowania tej funkcji na zewnątrz organizmu miejskiego oraz na czytelny nacisk na zapewnienie wysokiej jakości zamieszkania związanej z dostępnością zarówno zasobów przyrodniczych, jak również odpowiedniej infrastruktury.

Wadą powyższych założeń była znaczna odległość obszarów mieszkaniowych od pozostałych funkcji i chociaż sama koncepcja miast idealnych wprowadzana była wyłącznie w nielicznych

⁶² Jordan, D. P.: 2004, *Hausmann and Haussmannisation: The Legacy for Paris*, *French Historical Studies* 1(27), s. 88-110.

⁶³ Edwards, A., T.: 2004, *A criticism of the garden city movement*, *Town Planning Review* 2(4), s. 1-3.

⁶⁴ Gillette, H.: 2010, *Civitas by design: building better communities, from the garden city to the new urbanism*, *University of Pennsylvania Press*, ISBN 9780812222227, s. 15-18.

eksperymentalnych założeniach, to problem rozrostu podmiejskich obszarów mieszkaniowych w późniejszym czasie przyniósł szereg problemów składających się na negatywne konsekwencje suburbanizacji. Założenia modernistycznej wielokondygnacyjnej zabudowy mieszkaniowej z dominującą przestrzenią wspólną, w tym plan Voisin dla Paryża, częściowo odpowiadały na ten problem, jednakże skoncentrowane były na budownictwie wielorodzinnym. Zauważyć można w nich oderwanie od kontekstu zarówno kulturowego, jak i przestrzennego przy ideowym przywiązaniu do apriorycznych założeń. Pod adresem koncepcji modernistycznych pada zarzut, że były to projekty utopijne, jednakże nawet w tej sytuacji wzywać można za Pinderem do wyciągnięcia wniosków z porażki modernistycznego myślenia o planowaniu osiedli, co nie oznacza jednak odrzucania racjonalnych tez i użytecznych rozwiązań wypracowanych w tym nurcie⁶⁵. David Pinder podkreśla, że słowa krytyki często pomijają narastające ówczasie, choć aktualne dzisiaj, potrzeby społeczne, wśród których wymienić można przede wszystkim niedobór lokali mieszkaniowych, złe warunki sanitarne, niedobór przestrzeni publicznych czy problemy komunikacyjne⁶⁶. Wraz ze schyłkiem modernizmu podejmowane były próby wieloaspektowego postrzegania problematyki rozwoju przestrzennego przy jednoczesnym odejściu od poszukiwania rozwiązania idealnego. Rozległe studia taksonomii nurtów w postmodernistycznej urbanistyce odnaleźć można w opracowaniu Nan Ellin⁶⁷. Postmodernizm nie przewiduje jednoznacznej wizji planowania przestrzennego, gdyż u jego podstaw leży pluralizm, jednakże pewne postulaty mogą zostać nakreślone. Wśród najważniejszych wymienić można powrót do założeń przedindustrialnych i przedmodernistycznych, silne powiązanie z szeroko pojętym kontekstem przestrzennym i kulturowym, zastosowanie zasad zrównoważonego rozwoju, powrót do symbolizmu i form tradycyjnych, organiczność przestrzeni oraz dostosowanie do skali człowieka⁶⁸. Pośród rozlicznych postulatów mających na celu określenie teorii postmodernistycznego planowania przestrzennego szczególnie istotne dla obszarów zabudowy mieszkaniowej jest ponowne odkrycie i przedefiniowanie wzorców historycznych. W tym wymiarze doceniona została zabudowa zwarta formowana na wzór występujących od antyku kwartałów zabudowy, a w budownictwie jednorodzinny zabudowa szeregową. Rozwiązania tego typu w sposób przejrzysty wydzielają przestrzeń publiczną i prywatną, a w swojej formie zapewniają dużą gęstość zabudowy, co wpływa na ograniczenie rozlewania się miast. Zasadniczo rozwój założeń tego typu wpisuje się w koncepcję miast kompaktowych, co stanowi odpowiedź na szereg ważnych problemów w rozwoju miast. Najważniejszy z nich dotyczy suburbanizacji i związanych z nią negatywnych zamian w krajobrazie podmiejskim, niszczenia obszarów o wysokich walorach przyrodniczych, przeciążenia sieci komunikacyjnej i wyolbrzymionych wydatków infrastrukturalnych. Równocześnie poza zmianą podejścia do przestrzeni zamieszkania zmieniła się także koncepcja zarządzania przestrzennego i, co z

⁶⁵ Pinder, D.: 2002, In Defence of utopian urbanism: Imagining cities after the "End of utopia", *Geografiska Annaler: Series B, Human Geography* 3-4(84), s. 232.

⁶⁶ Ibidem, s. 1-10.

⁶⁷ Ellin, N.: 1996, *Postmodern Urbanism*, Princeton Architectural Press, NY, ISBN 1-56898-135, s. 22-60.

⁶⁸ Szpakowska, E.: Zagadnienia miast idealnych i koncepcyjnych w XIX - XXI wieku, *Przestrzeń i Forma* 18, s. 91-114.

tym związane, społeczna rola planisty. Z funkcji demiurga definiującego na nowo rzeczywistość przekształciła się w rolę katalizatora procesów społecznych, którego zadanie polega na wieloaspektowym diagnozowaniu i modelowaniu istniejącej tkanki przestrzennej. W późniejszym okresie to powiązanie z aspektem lokalnym i społecznym formowały koncepcje zarządzania publicznego i partycypacji społecznej⁶⁹⁷⁰. Ostatecznie spośród wielu ujęć holistycznego charakteru postmodernizmu, na szczególną uwagę zasługują pryncypia i ogólne cele planowania, wśród których według wspomnianej książki Ellin⁷¹ pojęcie zrównoważonego rozwoju ciągle pozostaje niezwykle istotne, lecz zostaje poszerzone o coraz to nowe kategorie, przez co odnosi się do estetyki, bezpieczeństwa, komfortu, dostępności, dbania o funkcjonowanie przestrzeni w ujęciu lokalnym i ponadlokalnym, dziedzictwo kulturowe oraz o szeroko pojętą ekologię. Zbyt szerokie ujęcie problemu zrównoważonego rozwoju grozi zatarciem niejako podstawowego znaczenia tego terminu jako wykorzystywania zasobów w sposób umożliwiający zaspokojenie potrzeb przez przyszłe pokolenia, a zaczyna być synonimem dla optymalnego, wieloaspektowego planowania przestrzennego. Równocześnie rozwój zrównoważony ujmuje wiele aspektów, w tym projektowanie rekreacji, środowisk zamieszkania, pracy i transportu, lecz zakłada w ramach realizacji tych celów dbałość o długofalowy rozwój i zachowanie zasobów dla przyszłych pokoleń⁷².

Zmiany te kształtowały model dzisiejszego myślenia o planowaniu przestrzennym jako otwarty dyskurs, w którym poszukiwany jest kompromis w sposób stopniowy i organiczny. To holistyczne podejście oraz mnogość szczegółowych rozwiązań zamykają zatem rozważanie o naturze rysu historycznego, a otwierają etap obecnej myśli teoretycznej w planowaniu przestrzennym.

Wnioski

Powyższe rozważania ilustrują wyłącznie wybrane przypadki z rysu historycznego, nie aspirując do stworzenia całego obrazu rozwoju. Możliwe jest jednak w oparciu o nie przedstawienie określonych wniosków, które dotyczą sposobu zarządzania przestrzenią, czego ważnymi komponentami są system podejmowania decyzji i, co bezpośrednio z tym związane, grupa decydentów i osób zainteresowanych przyjęciem określonych rozwiązań. Czytelna jest struktura priorytetów, w której zauważyć można we wszystkich przypadkach silny nacisk na problematykę zabudowy mieszkaniowej. Podobne są także zakres i metody planowania przestrzennego, które rozumieć można jako stopień regulacji i perspektywę czasową oraz niezwykle ważny komponent, mechanizmy analityczne wykorzystywane w planowaniu. W rozważanych przypadkach uwidocznione było podporządkowanie zasad planowania określonym założeniom lub nawet ideologiom. Ukazywało to wizję projektowania oderwaną od lokalnej tkanki miejskiej, która łączy mieszkańców z przestrzenią. Alternatywą dla takiego ujęcia jest

⁶⁹ Dear, M., J.: 1986, Postmodernism and planning, *Environment and Planning D; Society and Space*, 4(1986), s. 367-384.

⁷⁰ Yiftachel, O. i Huxley, M.: 2000, Debating Dominance and Relevance: Notes on the "Communicative Turn" in *Planning theory, International Journal of Urban and Regional Reserch* 4(24), s. 908-910.

⁷¹ Op. cit. Ellin, N.: 1996, Postmodern Urbanism, s. 22-60.

⁷² Ibidem, s. 72-88.

budowanie projektu w oparciu o analizę danego miejsca ujmującą w sposób zbiektywizowany potrzeby i dążenia ludzi, zamiast chęci narzucania im określonych rozwiązań. Równocześnie doświadczenia historyczne z zakresu zabudowy mieszkaniowej skłaniają do postrzegania analiz przestrzennych we wszystkich skalach, nie tylko w ramach funkcjonowania użytkownika i jego najbliższego otoczenia, ale w całej puli czynników związanych z organizmem miejskim.

2.1.2. Wybrane nurty w planowaniu przestrzennym

Podłoże teoretyczne planowania przestrzennego, poza ujęciem organizacji prawnej omawianej w kolejnym podrozdziale, ujęte może być na wielu kontekstach, począwszy od filozoficznego, poprzez organizacyjny, prawny, ideowy, problemowy oraz wielu innych. W sposób fundamentalny wizję planowania przestrzennego ilustruje podstawowe przyjęte pryncypia, w oparciu o które formowana są strategie, które następnie w procesie rozpowszechnienia, rozwoju i dyskusji naukowej przyjmują postać określonych nurtów w planowaniu przestrzennym.

Podstawowym elementem defilowania takiej strategii jest określenie modelu funkcjonowania pomiędzy dwoma biegunami. Można je określić jako planowanie płynne i perspektywiczne⁷³. Pierwsze z nich odnosi się do dostosowania działań do zmieniającej się rzeczywistości i elastycznego reagowania na niepewność i nieprzewidywalne zjawiska, drugie natomiast do tworzenia długoterminowych planów. Możliwość dynamicznej reakcji na zmieniającą się rzeczywistość uznać można za rzecz pożądaną. Równocześnie złożoność i długotrwałość procesu rozwoju wymaga strategicznego opisanie zadań i regulacji w dłuższej perspektywie. Jest to o tyle trudne, że wymaga planu i wprowadzenia ograniczeń, które zmniejszają elastyczność działania oraz wymagają zdolności do spojrzenia w odległą przyszłość. Co więcej, Pier Carlo Palermo i Davide Ponzini zwracają uwagę, że realizacja strategii długofalowej wymaga oprócz umiejętności rozwiązywania problemów, przede wszystkim zdolności do określania problemów⁷⁴, co pozwala na sformułowanie skutecznej strategii. Strategia taka definiuje poszczególne elementy, jednakże mogą w niej przeważać elementy podporządkowane długoterminowym regulacjom albo bieżącym odpowiedziom na zaistniałe sytuacje i potrzeby użytkowników przestrzeni⁷⁵. Podstawowy problem polega na tym, że projektowanie perspektywiczne jest wymagające, a w ramach jego krytyki poruszany jest kwestia braku właściwego rozpoznania problemów i braku odpowiedniej prognozy przyszłych zdarzeń⁷⁶. Odpowiedzią może być sformułowanie odpowiedniej strategii oraz wykorzystanie metod i narzędzi, które usprawniają diagnozę problemów oraz przewidywanie określonych zjawisk, w tym rozwoju przestrzennego.

Drugie kluczowe pytanie rozważane w pracy dotyczy relacji pomiędzy centrum a peryferiami obszarów urbanizacji. Postawa nacechowana dążeniem do rozwoju centrów urbanistycznych

⁷³ Tánczos, K. i Török, A.: 2012, *Strategy Planning of Sustainable Urban Development*, *Advances in Spatial Planning, Red, J. Burian*, s. 47-51.

⁷⁴ Palermo, P., C. i Ponzini, D.: 2010, *Spatial Planning and Urban Development*, *Critical Perspectives 10, Springer Dordrecht Heidelberg London, New York*, ISBN 978-90-481-8869-7, s. 5-22.

⁷⁵ Albrechts, L.: 2004, *Strategic (spatial) planning reexamined*, *Environment and Planning B: Planning and Design* 31, s. 743 – 758.

⁷⁶ Nyseth, T.: 2012, *Fluid Planning: A Meaningless Concept or a Rational Response to Uncertainty in Urban Planning*, *Advances in Spatial Planning, Red, J. Burian*, s. 27-31.

określana jest w jako centryzm, natomiast dążenie do rozproszenia i wyrównania rozwoju oraz zmniejszania skupisk zwana jest decentryzmem⁷⁷. Pytanie dotyczy w tym przypadku struktury zagęszczenia tkanki przestrzennej i populacji. W kontekście zabudowy mieszkaniowej wiąże się to z określeniem gęstości zabudowy w poszczególnych częściach aglomeracji, co otwiera ważną dla rozprawy problematykę suburbanizacji⁷⁸. W przytaczanych poniżej nurtach zmaganie z odpowiedzią na pytanie, jak należy organizować przestrzeń miasta, aglomeracji i regionu, wydaje się sprawą podstawową. Drugą kwestią jest natomiast odpowiedź, jakimi metodami zrealizować planowany rozwój, jak wykorzystywać środki i jak wpływać na zachowanie inwestorów. W kontekście tych dwóch pytań: „jak ma być?” i „jak to zrobić?” oraz poprzedzającego je pytania „co jest problemem?” odczytywane będą poniższe nurty. Podobne pytania kierują także badaniami prowadzonymi w rozprawie, zatem wnioski płynące z poniższego studium odnoszone będą bezpośrednio do rozprawy.

Wraz z opisanym we wcześniejszym podrozdziale schyłkiem modernizmu zaobserwować można odejście od ścisłych doktryn i paradygmatów, które jednoznacznie określają strategie projektowania⁷⁹. Ewidentnym tego przykładem jest krytyka teorii planowania przestrzennego, w której dyscyplina ta określana była jako ściśle praktyczna⁸⁰. Teza ta wydaje się jednak przesadzona, gdyż poszczególne kwestie celów, metod, pryncypiów, organizacji i wielu innych są stałym obiektem opracowań teoretycznych. Nie wszystkie z tych opracowań określają swoją przynależność do ścisłego nurtu planowania przestrzennego, co określić można jako dywersyfikację i otwarcie dyskursu. Tom Turner natomiast diagnozuje zbiór współczesnych myśli planistycznych, które określa jako syntezę dorobku epok poprzednich wolną równocześnie od dogmatycznych, uniwersalnych rozwiązań, pod zbiorczym hasłem post-postmodernizmu⁸¹. Jest to także charakterystyczne dla innych dyscyplin nauki i sztuki. Mimo to wciąż formułowane są pewne nurty proponujące określony model działania.

Nowa Urbanistyka

Przykładem takiego podejścia jest Nowa Urbanistyka (ang. The New Urbanism) powstała jako alternatywa dla sposobu myślenia urbanistyki postmodernistycznej. Ruch ten, u swoich podstaw wielorodny i elastyczny, sformułował jednak zbiór pryncypiów w formie kart CNU datowanych odpowiednio na rok 1996 i 2000. Zasady nowej urbanistyki wyłożone są także w formie leksykonu, który wskazuje wartościowe praktyki i realizacje⁸². Nurt ten ma charakter holistyczny, dotyczy wszystkich aspektów, począwszy chociażby od sposobu pracy i kompetencji członków zespołu. Nacisk

⁷⁷ Jenks, M., Burton, E. i Williams, K.: 1996, *The Compact City, A Sustainable Urban Form*, E & FN Spon, an imprint of Chapman & Hall, ISBN: 0419213007, s. 10-30.

⁷⁸ Jacobs, J.: 1961, *The Death and Life of Great American Cities*, Random House INC, NY, ISBN 067974195X, s. 30-60.

⁷⁹ Taylor, N.: 1998, *Urban Planning Theory Since 1945*, SAGE Publications London, ISBN: 0761960937, s.160-170.

⁸⁰ Ibidem, s. 167.

⁸¹ Turner, T.: 1996, *City as Landscape, A post-postmodern view of design and planning*, E & FN Spon, ISBN: 0 419 20410 5, London, s. 6-9.

⁸² Ellis, C: 2002, *The New Urbanism: Critiques and Rebuttals*, *Journal of Urban Design* 3(7), s. 261–291.

w tym paradygmacie kładziony jest przede wszystkim na doświadczenie praktyczne i wiedzę ekspercką, co przekłada się na kolejny wymiar: analityczne podłoże projektu. Waga przywiązywana jest do bogatej puli lokalnych informacji i referencji praktycznych, przy ostrożnym postrzeganiu założeń teoretycznych jako ogólnych wytycznych niedających gotowych rozwiązań. Odnosi się to także do przedmiotu planowania oraz formy i zakresu planu, a także typu i struktury zarządzania⁸³. Wśród problemów przestrzennych diagnozowanych w tym nurcie wymienić należy rozlewanie się miast, związane z zagrożeniem ekologicznym, społecznym, estetycznym i finansowym⁸⁴. Powojenne zjawisko dynamicznego rozwoju przedmiejskiej i pozamiejskiej zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej o niskiej gęstości nazywane jest w tym nurcie antyurbanizacją⁸⁵. Nie sposób odmówić słuszności tej nazwie, gdyż proces ten wiąże się ze spadkiem znaczenia strefy miejskiej, wyludnianiem dzielnic mieszkaniowych oraz spadkiem znaczenia historycznego centrum. Poza tym podstawowym problemem nurtu ten wymienia wiele innych, jednak w mniejszym stopniu dotyczą one tematyki rozprawy. Warto zwrócić uwagę na krytykę przestrzennego rozdziału stref funkcjonalnych, która prowadzi do utraty czasu i środków na komunikację⁸⁶. Wśród pozostałych problemów pojawiają się także tymczasowość i nietrwałość rozwiązań architektonicznych i urbanistycznych, które prowadzą do degradacji przestrzeni i społeczności, brak czytelności przestrzeni i budynków poprzez oderwanie formy od funkcji oraz utrata tożsamości kulturowej w architekturze i urbanistyce na rzecz abstrakcjonizmu i industrializmu. W projektowaniu przestrzennym oznacza to zatracenie wykształconej historycznie skali w elementach przestrzeni, struktury podziałów na przestrzeń prywatną i publiczną wraz ze strefami pośrednimi oraz iteracyjnych układów przestrzennych. W architekturze ta nieświadomość kulturowa doprowadziła do pluralizmu stylistycznego, a następnie w wyniku utraty świadomości artystycznej do kiczu⁸⁷. W nurcie tym krytykowana jest także obsesja prywatności i społeczna alienacja objawiająca się z modelem zamieszkania na odległych przedmieściach w domach wolnostojących zlokalizowanych na dużych, wydzielonych wizualnie działkach⁸⁹. To ostatnie stwierdzenie zdradza niejako cele, które stawia ten nurt, a także zarysowuje przewidziane metody. W ujęciu celów urbanistycznych wymienić można przede wszystkim rewitalizację centrów historycznych, połączenie stref funkcjonalnych w formie kwartałów oraz lokalizm i redukcję komunikacji zarówno prywatnej, jak i publicznej. Sferze estetyki natomiast nurt ten oznacza odejście od wzorców industrialnych i abstrakcyjnych na rzecz tradycyjnych. Metody przedstawiane przez ten nurt nastawione są na działanie długofalowe na płaszczyźnie kulturowej, politycznej i

⁸³ Ibidem s. 15-16, 65-68.

⁸⁴ Ellis, C.: 2015, *Landscape Urbanism and New Urbanism: A View of the Debate*, *Journal of Urban Design* 3(20), s. 303–307.

⁸⁵ Talen, E.: 2005, *New Urbanism and American Planning: The Conflict of Cultures, Planning, History and the Environment Series*, red: Professor Dennis Hardy, *Routledge, Taylor & Francis Group, New York*, ISBN 0–415–70132–5, s. 38-50.

⁸⁶ Krier, L.: 1980, *The Reconstruction of the European City*, *Archives d'Architecture Moderne*, Brussels, 1980, pages XXV-XXXI. *Revised version in: Architectural Design* 54, s. 16-18.

⁸⁷ Ibidem, s. 20-22.

⁸⁸ Op. cit. Ellis, C.: 2002, *The New Urbanism: Critiques and Rebuttals*, s. 261–291.

⁸⁹ Op. cit. Krier, L.: 1980, *The Reconstruction of the European City*, *Archives d'Architecture Moderne*, s. 20.

ekonomicznej. Duży nacisk kładziony jest równocześnie na kształcenie, edukację oraz zmiany społeczne. W planowaniu przestrzennym kluczowym pojęciem jest rewitalizacja, szczególnie tkanki historycznej, a ponadto rozwój lokalnych osiedli łączących wszystkie potrzebne funkcje z naciskiem na układ zabudowy w formie kwartałów⁹⁰⁹¹.

Inteligentny wzrost, inteligentne miasta

Pokrewny powyższemu nurtowi jest także ruch Inteligentnego Wzrostu (ang. Smart Growth) oraz związany z nim termin Inteligentne Miasta (ang. Smart Cities)⁹² Koncepcje te postulują rozwiązania w kwestiach urbanistycznych, ale także społecznych, przez co określają całościową politykę rozwoju danego obszaru w ścisłym połączeniu planowania przestrzennego z pozostałymi elementami zarządzania, regulacji i interwencji prowadzonymi przez państwo. Pozostają przy tym w ścisłym związku z zasadami zrównoważonego rozwoju, w szczególności w odniesieniu do ochrony środowiska i zasobów przyrodniczych, kwestii kulturowych i ekonomicznych. Nurt ten w przeciwieństwie do Nowego Urbanizmu skoncentrowany jest mniej na warstwie kulturowej, tradycyjnej i estetycznej, lecz bardziej na określonym podejściu do zagadnienia rozwoju przestrzennego obszarów mieszkaniowych oraz transportu i komunikacji oraz innowacyjności technologicznej. Kolejnym przeciwieństwem do koncepcji nowego urbanizmu jest apologia dywersyfikacji kulturowej, widzianej jako atut. Obie wizje kształtowania przestrzeni cechuje jednoznaczna krytyka zjawiska rozlewania się miast. Podstawowe cele Inteligentnego Wzrostu przytoczyć można za Anthonym Downsem:

- *„ograniczenie zewnętrznego zakresu nowej zabudowy w celu uzyskania większej zwartości miasta,*
- *zwiększenie gęstości zabudowy mieszkaniowej (zarówno na nowo powstających obszarach, jak i już istniejących obszarach),*
- *zwiększenie różnorodności przeznaczenia terenu i funkcji mieszanych w celu zapewnienia potrzeb lokalnym mieszkańcom, co ma prowadzić do minimalizacji użycia samochodów,*
- *przerzucanie kosztów zagospodarowania nowych obszarów zabudowy na właścicieli gruntu i inwestorów przy odciążeniu z tych kosztów lokalnej administracji,*
- *kładzenie nacisku na publiczny transport, by zredukować użycie prywatnych samochodów (w przeciwieństwie do Nowej Urbanistyki, gdzie także transport publiczny krytykowany był na rzecz funkcjonowania w lokalnym sąsiedztwie),*
- *rewitalizacja istniejących obszarów mieszkaniowych (w szczególności centrów).”*

Ponadto wymieniane są także:

⁹⁰ Op. cit. Talen, E.: 2005, *New Urbanism and American Planning: The Conflict of Cultures*, s. 69-80.

⁹¹ Hall, K. B. i Porterfield, G. A.: 2001, *Community by Design New urbanism for suburbs and small communities*, The McGraw-Hill Companies, ISBN: 0-07-141794-X, s. 250-275.

⁹² Martyniuk-Pęczek, J., Parteka, T. i Martyniuk, O.: 2015, *Idea smart city w kontekście rozwoju przedsiębiorczości na przedmieściach, prezentacją wyników badań nad grantem prowadzonych w ramach umowy z Narodowym Centrum Nauki UMO-2013/09/B/HS4/01175*, ISSN: 0079-3493, s. 119-143.

- „tworzenie dostępnych finansowo mieszkań,
- redukcję przeszkód w realizacji zabudowy mieszkaniowej wielorodzinnej,
- przyjmowanie zróżnicowanych regulacji w odniesieniu do układów estetycznych, urbanistycznych i projektowych⁹³.”

O ile cel takich działań wydaje się zrozumiały, to większość sposobów realizacji przedstawionych powyżej zasad znajduje się poza zakresem opracowania rozprawy, koncentrują się bowiem na rozwiązaniach politycznych i prawnych, a nie na samym projekcie urbanistycznym. Zauważyć należy, jak kluczowy nacisk kładziony jest na zwiększenie gęstości zabudowy w celu ścisłej regulacji procesów suburbanizacji. Metodą realizacji celów, na którą należy w kontekście rozprawy zwrócić szczególną uwagę, jest charakterystyczne dla tego nurtu przygotowywanie parametrów pozwalających na ocenę danego układu urbanistycznego w kontekście spełniania założeń tej strategii rozwoju. To ujęcie w formie wskaźników przekłada się na zobiektywizowaną ocenę wspierającą proces projektowy w myśl przyjętego paradygmatu oraz pozwala na porównanie różnych rozwiązań przestrzennych, na przykład w rankingu miast.

Miasta kompaktowe

Kolejną silną odpowiedzią na zjawisko rozlewania się miast jest koncepcja miast kompaktowych, która pomimo podobieństw do Nowego Urbanizmu i Inteligentnego Rozwoju traktowana jest jako odrębna doktryna, różniąca się zarówno w przewidzianych celach, jak i metodach. Za Nikosem Salingarosem stwierdzić można, że miasta kompaktowe odrzucają koncepcję bardzo gęstej, wysokościowej zabudowy w centrum aglomeracji⁹⁴. Sama definicja i cechy miasta kompaktowego opisane są w raporcie OECD z 2012, w którym w oparciu o definicje odnalezione w literaturze dokonana jest synteza w następujących podpunktach:

- zabudowa o równej, stosunkowo dużej gęstości „ok. 40-80 mieszkań na hektar⁹⁵”, rozwój jest ciągły, nie wyspowy,
- wyraźna granica pomiędzy obszarem zurbanizowanym a rolnym,
- obszary zurbanizowane są połączone publicznym transportem,
- w sąsiedztwie obszarów mieszkalnych dostępne są potrzebne usługi, miejsca rekreacji i pracy, funkcje są mieszane, nie są rozdzielone,
- układ policentryczny,
- silna orientacja na tworzenie perspektywicznych, szczegółowych regulacji planistycznych⁹⁶.

⁹³ Downs, A.: 2005, Smart Growth Why We Discuss It More than We Do It, *Journal of the American Planning Association*, 4(71), s. 368.

⁹⁴ Salingaros, N., A.: 2006, Compact City Replaces Sprawl, Rozdział w monografii: *Crossover: Architecture, Urbanism, Technology, red: Arie Graafland i Leslie Kavanaugh, Rotterdam, Holandia*, s. 100 – 115.

⁹⁵ Hassan, A.M. i Lee, H.: 2014, The paradox of the sustainable city: definitions and examples, *Environment, Development and Sustainability* 6(17), s. 1267–1285.

Koncepcja miasta kompaktowego nie odwraca się więc od realizacji zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej i nie zmierza do koncentracji obszarów zamieszkania w budownictwie wielorodzinnym, nowym i bliskim historycznemu centrum. Zakłada jednak rozwój miasta w sposób ciągły, bez pozostawiania pustych przestrzeni oraz lokalizację pozostałych funkcji służących realizacji potrzeb mieszkańców w bezpośrednim sąsiedztwie w myśl układów policentrycznych. W tym przypadku również w literaturze odnaleźć można słowa krytyki odnoszące się do aktualnej realizacji tych postulatów, gdyż o ile cele i zarysowany efekt są zrozumiałe, o tyle wciąż poszukiwane są skuteczne metody pozwalające na wdrożenie takiego modelu. Ich poszukiwania koncentrują się na obszarze konstruowania planów i realizacji inwestycji, co przekłada się na koszty, oraz regulacji, ograniczeń i zaostrzenia polityki podatkowej, co nie spotyka się z akceptacją społeczną⁹⁷.

Powyższe zestawienie nie opisuje wszystkich nurtów, współczesną teorię charakteryzuje pluralizm i dywersyfikacja, zatem liczba sformalizowanych strategii noszących indywidualne nazwy jest bardzo duża, choć niektóre istotne koncepcje planistyczne uzyskują przewagę nad innymi. Przykładem takiej idei jest podejście zorientowane terytorialnie (place-based policy) w planowaniu przestrzennym i interwencjach urbanistycznych, o tyle istotna, że stanowi kościół polityki regionalnej, sposobów koordynowania zadań zagospodarowania przestrzennego, które w sposób immanentny traktują problematykę indywidualizacji rozwiązań lokalnych problemów⁹⁸. Przedstawiono te, które są istotne dla rozprawy. Wspomnieć można jeszcze urbanistycę krajobrazu (ang. Landscape Urbanism). Chociaż rozlewanie się miast analogicznie do pozostałych przypadków postrzegane jest w niej jako zagrożenie, to suburbanizacja sama w sobie jest akceptowana przy założeniu, że jest właściwie kontrolowana i organizowana. Przejawia się to w koncepcji koncentracji osiedli podmiejskich wokół lokalnych centrów oraz ich estetycznej organizacji⁹⁹. Na podstawie przedstawionych powyżej współczesnych nurtów i wcześniejszych rozważań nad fundamentami strategii planowania przestrzennego zauważyć można znaczący konsensus w kwestii oceny problemów suburbanizacji i ciągłą pracą nad metodami przeciwdziałania rozlewaniu się miast. Podkreślanym problemem jest brak ciągłości zabudowy mieszkaniowej oraz jej niska gęstość, a także brak dostępu do miejsc pracy, usług, miejsc kultury itp. z peryferyjnych osiedli mieszkaniowych¹⁰⁰. W wymienionych nurtach pojawia się stwierdzenie, że wysoka jakość zamieszkania osiągnięta może być poprzez zapewnienie dostępu do zasobów przestrzennych pozwalających na realizację potrzeb mieszkańców. W celu przeciwdziałania rozlewaniu się miast i powstawaniu osiedli o niskiej jakości zamieszkania, które zmuszają do ciągłej komunikacji drogowej z centrum, proponowany jest szereg rozwiązań, głównie na poziomie regulacji lokalnych i ponadlokalnych, polityki fiskalnej i formowania układów drogowych, co

⁹⁶ Alter, R.: 2012, *Compact City Policies, A Comparative Assessment*, *OECD Green Growth Studies*, ISBN 978-92-64-16784-1, s. 27-45.

⁹⁷ Op. cit. Jenks, M., Burton, E. i Williams, K.: 1996, *The Compact City, A Sustainable Urban Form*, s. 67-69.

⁹⁸ Churski, P.: 2018, *Podejście zorientowane terytorialnie (place-based policy) – teoria i praktyka polityki regionalnej*, *Rozwój Regionalny i Polityka Regionalna*, 41, s. 31-50.

⁹⁹ Op. cit. Ellis, C.: 2015, *Landscape Urbanism and New Urbanism: A View of the Debate*, s. 303-307.

¹⁰⁰ Barełkowski, R.: 2012, *The edge of the [dis]order*, *WIT Transactions on Ecology and The Environment*, Vol 155, s. 759-770.

w przytaczanej literaturze komentowane jest zarzutem, że nie spotyka się to ze społeczną aprobatą¹⁰¹. Warto podkreślić, że praca nie jest przypisana do żadnego z powyższych nurtów, chociaż dzieli z nimi diagnozę większości problemów, w tym rozlewania się miast i niskiej jakości zamieszkania w nowo projektowanych osiedlach. Jednakże w przeciwieństwie do większości z nich, w sferze metod przeciwdziałania tym problemom nie dąży do zwalczania w społeczeństwie potrzeby do posiadania własnego domu jednorodzinnej poza centralnym miastem aglomeracji. Żadna typologia zabudowy mieszkaniowej nie jest faworyzowana ani jednoznacznie potępiana. Nie są także postulowane żadne istotne zmiany prawne i społeczne, w tym zmiana modelu rozwoju na skoncentrowany w granicach miasta, ograniczanie komunikacji kołowej itd. W przeciwieństwie do takiej strategii formowania polityki przestrzennej rozprawa ukierunkowana jest na poszukiwanie narzędzia wraz z metodą jego wykorzystania, które nastawione są na wspomaganie procesu projektowego i ocenę decyzji projektowych w celu zapobiegania wyżej wymienionym zjawiskom znikomego wykorzystania terenu oraz niskiej jakości zamieszkania, co oparte jest o założenie obserwacji potrzeb mieszkańców poprzez analizę uwarunkowań rozwoju.

2.1.3. Pryncypia i cele planowania

Kolejnym ujęciem, w którym rozważane może być planowania przestrzenne są jego cele. Ich ogólny zarys zawarty jest w regulacjach prawnych, lecz jest to opis lakoniczny, który warto rozszerzyć o studium literatury. Lewis Mumford wskazuje przede wszystkim na potrzebę ochrony istniejących wartości w przestrzeni¹⁰². Dotyczy to zarówno przyrody, jak również dorobku cywilizacyjnego i ostatecznie potencjału, który na skutek niewłaściwych decyzji może zostać zaprzepaszczony. Cel ten uznać można za fundamentalny w rozprawie, gdyż rozwój, rozrost i przemiany obszarów zurbanizowanych wynikają z potrzeb i działalności człowieka i w przypadku braku regulacji planistycznych nie przestaną one mieć miejsca, lecz będą realizowane w sposób spontaniczny, kierowany interesem danego inwestora. W rozważanym obszarze aglomeracji poznańskiej realizowana jest zabudowa jednorodzinna, co wynika z potrzeb inwestorów. Warto zadać pytanie, jakie są konsekwencje powstawania takich obszarów, jakie wartości przestrzenne w tej sytuacji ulegają zniszczeniu i co można zrobić, by zminimalizować tę stratę. Cel ten zatem traktuje rozwój jako fakt wynikający z ludzkich potrzeb, poprzedzający planowanie przestrzenne, a skupia się na takim kierowaniu rozwoju, by nie był on szkodliwy. Następną grupą celów dotyczy realizacji ludzkich potrzeb. Można wśród nich wyróżnić podstawowe potrzeby higieniczne i zdrowotne, których zapewnienie ściśle związane jest z miejscem zamieszkania oraz pragnienia wyższego rzędu, w tym kulturowe, akceptacji, samorealizacji, estetyczne i inne¹⁰³. Podejście takie wychodzi z założenia, że celem planowania przestrzennego jest taka organizacja rozwoju, by służył on ludziom. Kolejny wymiar zagadnienia wynika z natury życia społecznego przejawiającego się w mnogości pragnień

¹⁰¹ Ibidem, s. 70.

¹⁰² Mumford, L.: 1970, *The Culture of Cities*, Wyd: Harcourt Brace Jorrorich, London, ISBN 0-15-623301-0, s.300-340.

¹⁰³ Op. cit. Mumford, L.: 1970, *The Culture of Cities*, s. 421-435, s. 460-480.

pojedynczych jednostek i grup społecznych. Ukazuje to kolejną grupę celów związaną z rozwiązywaniem konfliktów w przestrzeni zurbanizowanej i wyważeniem interesów wszystkich stron. Takie ujęcie nakierowane jest na poszukiwanie konsensusu i zachowanie ładu związanego z prawem własności poprzez odpowiednie regulacje i ograniczenia. Otwiera to rozległą problematykę. Pewne światło rzucić na nią mogą poniższe studia literatury.

Ujęcie metodologiczne procesu decyzyjnego w projektowaniu przedstawione jest obszernie w książce Tomasza Ossowicza¹⁰⁴, która zawiera propozycję podziału procesu decyzyjnego na dziesięć kroków, a za punkt wyjścia stawia ustalenie celów głównych polityki społeczno-gospodarczej. Ogólne definicje celów i w konsekwencji zadań różnią się w zależności od wybranego modelu zarządzania, co z kolei jest następstwem uwarunkowań politycznych, społecznych i ustrojowych. Poniżej zestawione zostały z zachowaniem porządku chronologicznego cele opisywane w literaturze w wybranych opracowaniach. Są to przykłady zarówno w skali projektowania osiedli, jak i kształtowania polityki przestrzennej w gminie i aglomeracji. Jak zostało wspomniane powyżej, obie te skale stanowią jeden system. Janusz Matyjaszkiewicz i Donat Putkowski definiują cel planowania następująco:

„Celem planowania przestrzennego jest zapewnienie prawidłowego rozwoju poszczególnych obszarów kraju, z uwzględnieniem wzajemnych związków i interesów ogólnokrajowych oraz ustalenie prawidłowych współzależności przestrzennych między urządzeniami produkcyjnymi i usługowymi na tych obszarach, a tym samym stworzenie warunków rozwoju produkcji, wszechstronnego zaspokajania potrzeb ludności oraz ochrony naturalnych bogactw i walorów przyrodniczych kraju¹⁰⁵.”

Jest to ujęcie ogólne, które nie określa jednoznacznie celów i nie wartościuje poszczególnych działań, pozostawiając tym samym miejsce dla opracowań szczegółowych, do których autorzy przechodzą w dalszej części pracy, uwzględniających bieżące uwarunkowania i założenia. Podobne prynypia wymienia Jan Chmielewski, który stwierdza, że planowanie powinno być ukierunkowane na:

- *„poprawę jakości życia ludności,*
- *zachowanie równowagi przyrodniczej obszaru,*
- *ochronę dóbr kultury i obszarów o wartościach kulturowych,*
- *zwiększenie efektywności procesów gospodarczych z poszanowaniem prawa własności,*
- *uzyskanie ładu przestrzennego i estetyki krajobrazu,*
- *ochronę obszaru przed zagrożeniami i nieprzewidywalnymi kataklizmami¹⁰⁶.”*

Uwidacznia się zatem pewien fundament planowania, który można określić jako holistycznie rozumiane optymalne wykorzystanie zasobów przestrzennych, poszanowanie własności i dbałość o

¹⁰⁴ Ossowicz, T.: 2003, Metoda Ustalania Kolejności Przedsięwzięć Polityki Przestrzennej Miasta Wielkiego, *Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej*, ISBN: 83-7085-743-4, s. 26-35.

¹⁰⁵ Matyjaszkiewicz, J. i Putkowski, D.: 1976, Zarys planowania przestrzennego, *WSiP, Warszawa, wydanie II*, ISBN: 9788302006685, s. 30.

¹⁰⁶ Chmielewski, J.: 1996, Teoria urbanistyki. Wybrane zagadnienia, *Oficyna wydawnicza politechniki warszawskiej*, ISBN: 83-86569-79-4, s. 127-128.

interes społeczny. Wymienione powyżej elementy są kluczowe w kształtowaniu koncepcji zastosowania badań w projektowaniu urbanistycznym przedstawionej w rozdziale 7. Właśnie w tym rozdziale przedstawiony zostanie także związek pomiędzy zwiększeniem zmiennej zależnej stopnia rozwoju a wymienionymi celami. Ryszard Domański wymienia dziesięć przesłanek budujących nowy paradygmat planowania:

- „*zróżnicowanie przestrzeni,*
- *konieczność ochrony środowiska i zachowania go dla przyszłych pokoleń,*
- *podmiotowość człowieka, jakość życia i znaczenie czynników społecznych w gospodarce przestrzennej,*
- *dynamika i ewolucja systemów przestrzenno-gospodarczych,*
- *relacje deterministyczne i stochastyczne,*
- *zmiany ciągłe i nieciągłe,*
- *dyfuzja innowacji,*
- *cele pozaekonomiczne, konflikty między uczestnikami gospodarki przestrzennej i jej podmiotami,*
- *system wartości społeczeństwa, w tym etyka ekologiczna i ekonomiczna,*
- *polityka przestrzenna¹⁰⁷.*”

W powyższym wyliczeniu zauważyć można z jednej strony silny nacisk na adaptację do gwałtownie zmieniającej się technologicznie, ekonomicznie i kulturowo rzeczywistości, z drugiej natomiast odniesienie do zasad zrównoważonego rozwoju, które to pojęcie od ponad trzydziestu lat wyraża paradygmat długoterminowego planowania realizującego bieżące potrzeby z zachowaniem równowagi ekonomicznej, ekologicznej i społecznej, a przy tym zachowania zasobów naturalnych oraz dziedzictwa kulturowego dla przyszłych pokoleń¹⁰⁸. W odniesieniu do tych pojęć zbudowana została klasyfikacja systemów planowania w oparciu o zbieżność podstawowych celów z pryncypiami zrównoważonego rozwoju. Wyróżnia ona cztery modele opisywane przez odpowiednie cechy:

„Model idealny:

- *holistyczna wizja relacji ludzkość/środowisko,*
- *nacisk na społeczny wymiar rozwoju,*
- *wprowadzenie radykalnej zmiany.*

Rozwój mocno zrównoważony:

- *założenie konieczności ochrony środowiska dla wzrostu gospodarczego,*
- *zachowanie zdolności produkcyjnych zasobów naturalnych,*
- *nacisk na jakościowy aspekt wzrost gospodarczego,*
- *zaangażowanie lokalnej społeczności.*

¹⁰⁷ Domański, R.: 2002, *Gospodarka przestrzenna*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Wydanie III, ISBN: 83-01-13671-5, s. 11-13.

¹⁰⁸ Brundtland, G., H.: 1987, *Report of the World Commission on Environment and Development: "Our Common Future"*, Raport: A/42/150. H7-18467 2999h (E), Oxford University Press, s. 11-30.

Słabo zrównoważony rozwój:

- *założenie konieczności wzrostu gospodarczego dla ochrony środowiska,*
- *środowisko jest postrzegane jako mierzalne zasoby,*
- *problemy środowiskowe są zredukowane do problemów zarządzania.*

Podejście eksploatacyjne (ang. treadmill approach)

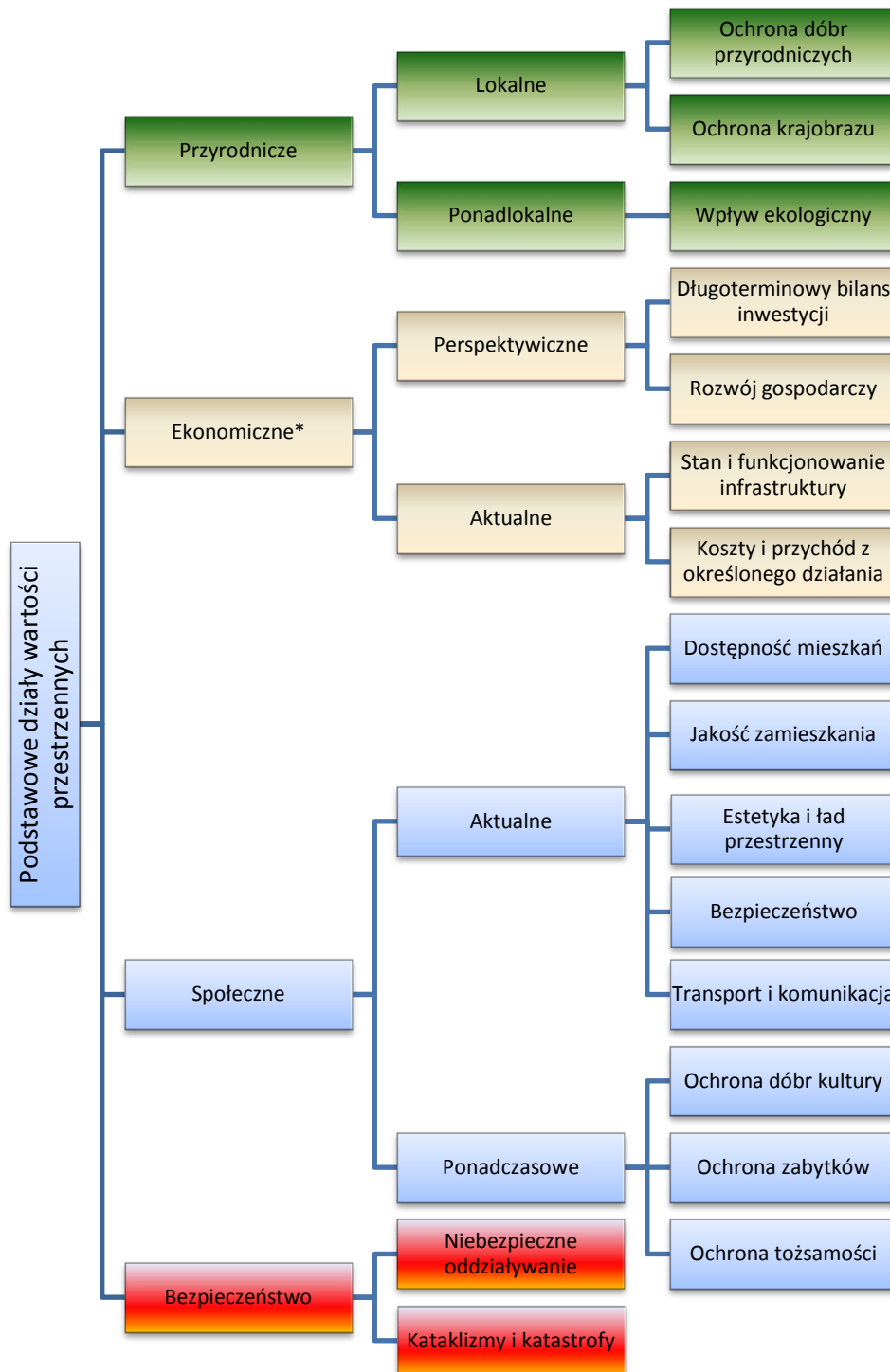
- *koncentracja na wzroście ekonomicznym,*
- *oczekiwanie innowacji technologicznej w celu rozwiązania problemów środowiskowych,*
- *środowisko naturalne jest postrzegane w kategorii wkładu w rozwój gospodarczy¹⁰⁹.*

W kontekście przytoczonych kategorii zauważyć można wartościowanie już w oparciu o same użyte nazwy. Co więcej, przedstawione powyżej zestawienie pozwala zauważyć rozległość pojęcia zrównoważonego rozwoju, które z aspektów ekologicznych rozciąga się na pozostałe elementy rozwoju z prawnym, społecznym i kulturowym włącznie. Takie ujęcie spotyka się z krytyką, gdyż w zbyt złożonej definicji doktryna, poza koniecznością ochrony przyrody, staje się nieczytelna i subiektywna, a przy tym same zagadnienia ekologiczne spychane zostają na dalszy tor¹¹⁰. Te rozważania wskazują na ogólne wartości rozwoju przestrzennego, co samo w sobie jest istotne przy budowie narzędzi wspomagających projektowanie. Poniżej zaproponowana została taksonomia celów

¹⁰⁹ Jones, C., Baker, M., Carter, J., Jay, Stephen, Short, M. i Wood, C.: 2006, Strategic Enviromental Assessment and Land Use Planning. An International Evaluation, *Geographical Research* 2(44), 224-225 (Tłumaczenie własne).

¹¹⁰ Redclift, M. R.: 2009, Rozwój zrównoważony (1987-2005) - oksymoron czasu dorastania, *Problemy Ekorozwoju* 1(4), s. 45-50.

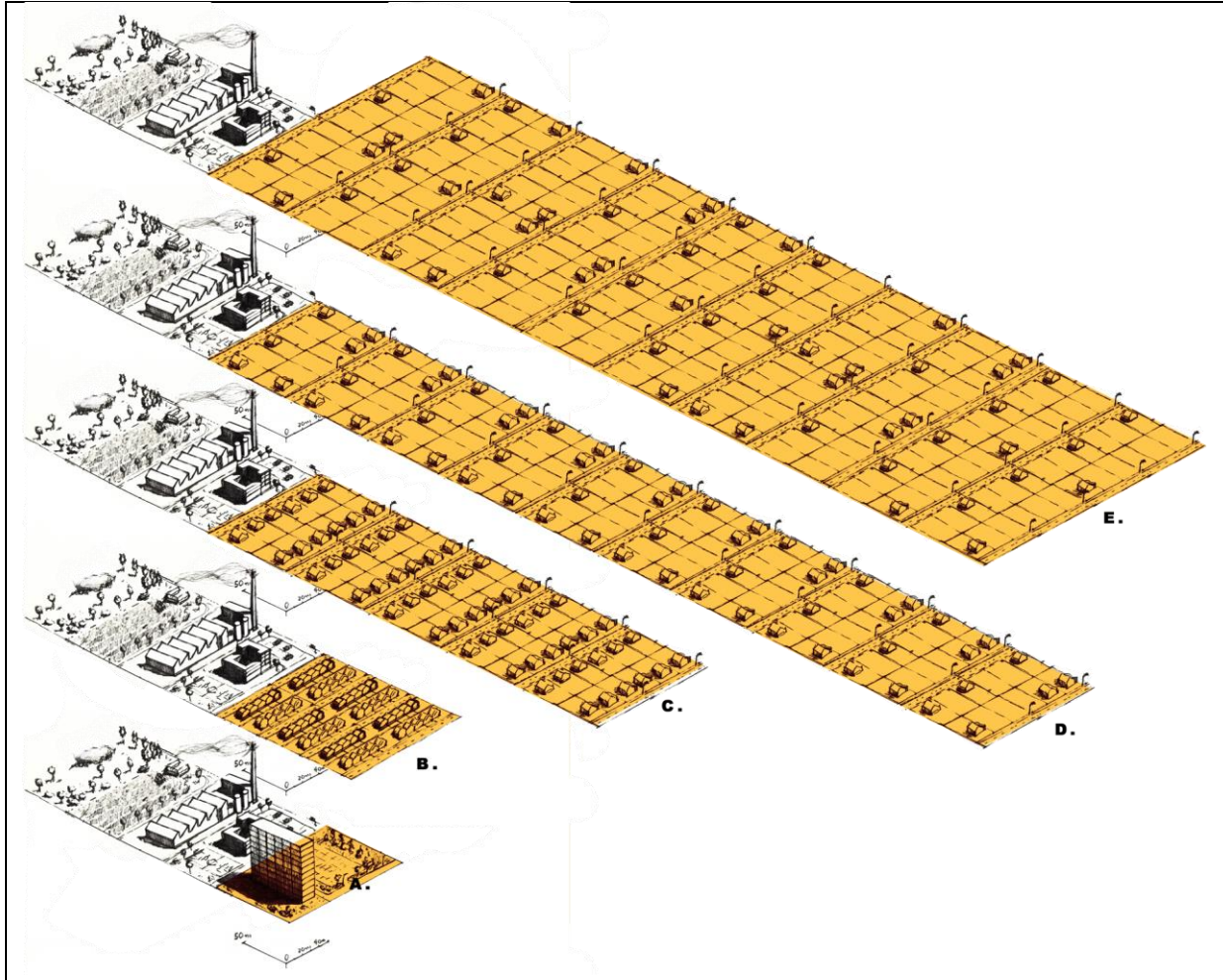
projektowych:



Rysunek 4. Uproszczony podział wartości w projektowaniu urbanistycznym, źródło: opracowanie własne.

Powyżej przedstawiona została rozległa pula celów, pryncypiów i wartości, które kierują działaniami w planowaniu przestrzennym i projektowaniu urbanistycznym. Świadomość ich wszystkich jest konieczna w prowadzeniu badań na temat rozwoju przestrzennego. Równocześnie na bardziej szczegółowe opracowanie zasługuje jeden z celów podkreślanych we wszystkich wymienionych

nurtach w poprzednim podrozdziale. Wszystkie one dążą do zatrzymania lub chociaż ograniczenia zjawiska rozlewania się miast. Również ten aspekt w rozprawie jest szczególnie istotny, zatem poniżej wraz z owym celem przedstawiona zostanie przyjęta strategia przeciwdziałania temu zjawisku.



Rysunek 5. Zestawienie różnych typów i stopni rozwoju zabudowy mieszkaniowej. Każdy z przypadków zawiera 60 mieszkań. A. Zabudowa mieszkaniowa wielorodzinna, B. Zabudowa szeregową, C. Zabudowa jednorodzinna wolnostojąca, D. Zabudowa wolnostojąca przy stopniu rozwoju równym 50%, E. Zabudowa wolnostojąca przy stopniu rozwoju równym 25%. Źródło: Opracowanie własne, metoda zestawienia wzorowana na schemacie zawartym w: Chmielewski, J.: 1996, Teoria urbanistyki. Wybrane zagadnienia, Oficyna wydawnicza politechniki warszawskiej, 114.

Na powyższym schemacie zauważyć można zilustrowane także w książce Chmielewskiego różnice pomiędzy zabudową jednorodziną a wielorodzinną w kontekście zajmowanego obszaru związanego z omawianym zjawiskiem rozlewania się miast. Równocześnie przedstawiona ilustracja, w przeciwieństwie do ilustracji w cytowanej książce, opisuje nowy aspekt, mianowicie wpływ gęstości zabudowy nowych obszarów zabudowy wolnostojącej mierzonej przy pomocy stopnia rozwoju na skalę zajmowanego obszaru prowadzącego do eksurbanizacji. W analizowanym teoretycznym przykładzie stopień rozwoju wynosi odpowiednio 100%, 50% i 25%. Jak można zauważyć, zajmowana przestrzeń jest odwrotnie proporcjonalna do stopnia rozwoju. Strategia przewidziana w

rozprawie odnosi się zatem do ograniczenia rozlewania się miast poprzez pełniejsze wykorzystanie obszarów mieszkaniowych jednorodzinnych. W pracy w wielu analizowanych obszarach wartość ta była niższa niż 10% w odstępie 15 lat od uchwały. Sytuacja taka negatywnie wpływa na zachowanie wartości przyrodniczych i ekologii, gdyż trwale zmienia dotychczasowe przeznaczenie całego terenu objętego planem, w większości przypadków burząc ekosystem. W konsekwencji pogarsza to jakość zamieszkania poprzez utrudnienie komunikacji. Co więcej, wpływa także negatywnie na ład przestrzenny i tworzy styk obszarów zagospodarowanych i niezagospodarowanych, pozbawionych naturalnego ekosystemu. Oczywiście związane jest to także z nieefektywnym wydatkowaniem środków publicznych, między innymi ze względu na zobowiązania dotyczące zaopatrzenia obszarów objętych planami miejscowymi w media oraz inwestycje infrastrukturalne, ale także pośrednio poprzez strukturę suburbanizacji, generując określone koszty. Na kwestie poszanowania praw i interesów w odniesieniu do mieszkańców negatywnie oddziałuje zła jakość zamieszkania w takich obszarach. Wydawać by się mogło, że przeznaczanie na funkcję mieszkaniową obszarów, które – co wykazać można za pomocą modelu regresji rozwiną się tylko w niewielkim stopniu, najmniej godzi w interesy właścicieli gruntu, którzy dążą do przekształcenia obecnej funkcji z zamiarem sprzedaży. Skoro dążą, to z przekonania, że się to opłaca, jednakże na przedstawionych w rozprawie studiach przypadku dowiedzione zostanie, że jest to zysk pozorny. Zyskiem dla właściciela gruntu jest sprzedaż większej liczby działek w korzystnej cenie, zatem wyższy stopień rozwoju jest dla nich korzystny, nawet jeśli oznaczałby pewne wyrzeczenia. Z pewnością nie zależy im na stagnacji w olbrzymim obszarze nieatrakcyjnego terenu, tylko z nazwy określanego jako mieszkaniowy. Sporządzony w rozprawie model pozwala to ukazać i udowodnić na poziomie danych ilościowych.

Wnioski

Na podstawie literatury możliwe są do określenia podstawowe cele planowania przestrzennego. Skuteczne zdefiniowanie strategii ich osiągnięcia jest kolejnym krokiem. Oprócz wiedzy i doświadczenia dużą rolę odgrywają w niej odpowiednie metody, narzędzia i bogata pula informacji wyjściowych. Pozwalają one na przeprowadzenie kompleksowych analiz urbanistycznych, na bieżącą i końcową ewaluację¹¹¹. Wytyczne dla badania objaśniającego, które sformułować można w oparciu o powyższe rozważania dotyczą przede wszystkim rozdziału 7, dotyczącego koncepcji wykorzystania wyników w projektowaniu urbanistycznym. W rozważanych w rozdziale 7 studiach przypadku decyzje projektowe oceniane będą w kontekście opisanych w powyższym akapicie celów projektowych.

2.1.4. Wybrane problemy w procesie projektowania urbanistycznego

Poniższy podrozdział należy odpowiednio zrozumieć. Nie opisuje on problemów występujących w rozwoju przestrzennym (te przybliżone zostały w podrozdziale 2.1.2 wraz z opisem wybranych nurtów w planowaniu przestrzennym), omawiane tutaj problemy dotyczą samego procesu projektowego,

¹¹¹ Op. cit. Ossowicz, T.: 2003, Metoda Ustalania Kolejności Przedsięwzięć Polityki Przestrzennej Miasta Wielkiego, s. 58-60.

niezależnie od wyszczególnionych kwestii przestrzennych oraz przyjętej hierarchii celów planowania. To wyjście od teorii projektowania jest o tyle istotne, że wyniki badań z rozprawy przewidziane są do wykorzystania w procesie projektowym.

Projektowanie urbanistyczne jako system zależności

W pierwszej kolejności pokreślić należy złożoność sytuacji przestrzennej, zarówno zastanej, jak i przekształcanej poprzez projekt. Zipser¹¹² do jej opisu jako najbardziej adekwatne proponuje ujęcie systemowe, w którym elementów nie rozpatruje się w oderwaniu od całości struktury i środowiska zewnętrznego. Problematyka związana z właściwą oceną tak złożonej sytuacji i wnioskowaniem o tak skomplikowanej strukturze sprawiła, że cytowany autor już ponad trzy dekady temu widział rozległe perspektywy dla modelowania i prognozyki tego systemu, ze szczególnym uwzględnieniem technik komputerowych. Rozważany problem złożoności skłania do poszukiwania narzędzia, które pozwoli na objaśnienie ukrytych zależności zarówno dla lepszego zrozumienia ogólnych procesów rozwoju, jak i wykorzystania modelu do oszacowania wpływu poszczególnych decyzji. Wnioskować zatem można, że w styczności z rozbudowanym systemem zależności odpowiednia metoda to poszukiwanie i objaśnienie ogólnych korelacji przy wykorzystaniu metod analizy statystycznej, a następnie interpretacja wyników na polu projektowania urbanistycznego i opis szczegółowych sytuacji w studiach przypadku. Alternatywnym podejściem jest rozpoczęcie od drobiazgowych studiów przypadku, a następnie wnioskowanie w oparciu o nie o ogólnych zależnościach. Ze względu na złożoność systemu to drugie podejście zostało odrzucone na rzecz pierwszego.

Niepewność przyszłego rezultatu decyzji projektowej

Kolejny problem polega na niepewności tego, w jaki sposób w przyszłości rozwinię się projektowany obszar. W przeciwieństwie do wielu dyscyplin technicznych projekt urbanistyczny w większości przypadków nie jest realizowany w sposób zorganizowany, zmierzający do wykonania całości według przewidzianego harmonogramu. Zamiast tego określa on pewną wizję, która ujęta w ramach systemu aktów planowania przestrzennego wprowadza regulacje. Przewidywanie, jak zostanie przekształcona przestrzeń i jaka część projektu zostanie zrealizowana, jest zawsze niepewne, jednakże jest kluczowe dla wyboru określonych rozwiązań. To nie sam projekt, lecz sposób jego realizacji trwale wpłyną na przestrzeń, a podstawowym sposobem na oszacowanie sposobu i stopnia rozwoju w określonym czasie jest prognoza. Oznacza to, że poszukiwana jest metoda, która pozwala na wykonywanie predykcji. Chociaż, co do zasady, predykcja bazuje na informacjach z przeszłości, zatem zawsze wiąże się z niepewnością, to model pozwalający na prognozę rozwoju lub chociaż oszacowania wpływu określonych rozwiązań na rozwój jest niezwykle istotny dla efektywnego gospodarowania przestrzenią. Poszukiwany jest więc model, który wykorzystać można w prognoście, co ogranicza metody badania objaśniającego do takich, które pozwalają na takie zastosowania.

¹¹² Op. cit. Zipser, T.: 1983, Zasady planowania przestrzennego, s. 7-10.

Interdyscyplinarność problemów w procesie projektowym

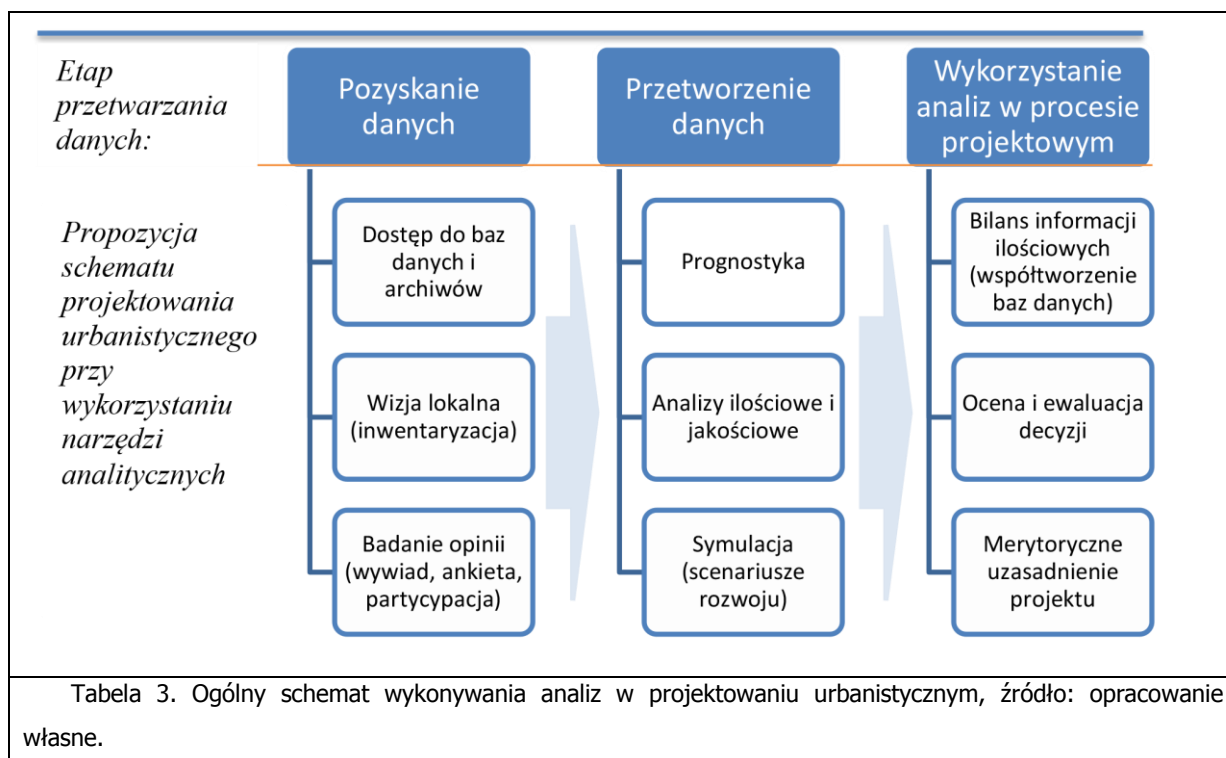
Projektowanie urbanistyczne dotyczy bardzo wielu aspektów życia społecznego oraz wymaga wiedzy z zakresu licznych dyscyplin naukowych¹¹³. Ma zatem charakter interdyscyplinarny, łącząc nauki, w tym ścisłe i społeczne, między innymi matematykę, geografię i ekonomię, socjologię, czy nawet biologię. Oczywiście również informatyka, w szczególności teoria informacji i elementy sztucznej inteligencji, z powodzeniem wykorzystywane są zarówno w praktyce, jak i badaniach naukowych, począwszy od systemów GIS, a kończąc na modelach symulacyjnych. Oznacza to, że pełne wykorzystanie zasobu danych wymaga od projektanta znacznych kompetencji w każdej z tych dyscyplin lub korzystania z pomocy ekspertów. Alternatywą dla rozbudowanej wiedzy eksperckiej jest wykorzystanie modelu analitycznego, który pozwala na symulacje i ewaluacje bez konieczności posiadania znacznych kompetencji ze wszystkich dyscyplin, których znajomość może być niezbędna do prawidłowego definiowania całościowo ujmowanego rozwoju przestrzennego. Z tych rozważań o interdyscyplinarności projektowania płynnie wniosek o konieczności zachowania możliwie dużych uproszczeń w kwestiach, które znajdują się poza główną osią dyscypliny. Wyprowadzić z tego można podwójne założenia dla badania objaśniającego, po pierwsze, prostą postać modelu, która może być zrozumiana i wykorzystana bez specjalizacji z zakresu informatyki i matematyki oraz, po drugie, prosty pomiar cech przestrzennych, który nie wymaga znaczących kompetencji z innych dyscyplin.

2.1.5. Rola informacji w procesie projektowym

Najogólniej, przyjąć można, że w procesie projektowym do realizacji opisanych wcześniej celów potrzebne jest budowanie podłoża informacyjnego i symulacja wariantowych modeli rozwoju, co stanowi fundament świadomego procesu decyzyjnego. Ponadto na szczególną uwagę zasługują analizy przemian w długiej perspektywie, sprzeciwiające się ograniczaniu rozpoznania wyłącznie sytuacji bieżącej i koncepcyjnego projektu, którego rzeczywisty stopień realizacji zadecyduje o przyszłym porządku przestrzennym. Stawia to zagadnienie permanentnego monitoringu, rzetelnych analiz i powiązanej z nimi prognozy na kluczowym miejscu systemu wspomagania projektowania urbanistycznego¹¹⁴. Stwierdzenie dużej wagi podłoża informacyjnego to jedno, jednakże pozostaje do zdefiniowania sposób wykorzystania danych w procesie projektowym.

¹¹³ Ogrodnik, K.: 2015, Możliwość zastosowania analizy wielokryterialnej do diagnozy procesu planowania przestrzennego na poziomie lokalnym – przykład teoretyczny, *Architecturae et Artibus* 1(7), s. 44-46.

¹¹⁴ Barełkowski, R., Wardęski, Ł., Wojtyra, B.: 2016, Metodologiczne i praktyczne aspekty oceny aktualności stadium i planów miejscowych na rzecz kreacji polityki przestrzennej, *Przestrzeń i Forma*, 28, s. 143-164.



Na powyższym schemacie przedstawiony jest przyjęty w rozprawie ogólny model wspierania procesu projektowego poprzez analizę informacji. Zakłada on w pierwszej kolejności zgromadzenie danych. Etap ten odnosi się zarówno do baz danych ujętych w formie ilościowej, jak również uwarunkowań, które mogą być opisane tylko w sposób jakościowy. Określenie metod doboru źródeł opisane zostanie w rozdziale 5. Kolejnym krokiem jest wykorzystanie wybranych metod analizy w trakcie formowania rozwiązań projektowych. W ostatnim etapie informacje przetworzone poprzez analizy wykorzystywane są w procesie projektowym i we współpracy z pozostałymi podmiotami w ramach planowania przestrzennego. W rozprawie odnosi się to przede wszystkim do bilansu ilościowego i oceny wariantów projektowych, które łącznie stanowią podstawę dla procesu decyzyjnego, w którym partycypują także osoby o innej profesji. Oczywiście powyższy schemat nie opisuje wszystkich możliwych form zdobywania i przetwarzania informacji, jednakże ukazuje potrzebę uwzględnienia i opisanie wszystkich etapów jako wizji kompletnego procesu.

W ramach wniosków z powyższych rozważań zauważyć można pewną strukturę procesu pozyskiwania, przetwarzania i wykorzystania danych, która odzwierciedlona będzie w rozdziale 5, a następnie w dwóch kolejnych rozdziałach opisujących kolejno procesy zbierania danych, wyznaczenia i ostatecznie weryfikację modeli analitycznych oraz koncepcje wykorzystania analiz w projektowaniu urbanistycznym. Każdy z tych etapów jest ściśle związany z pozostałymi i razem tworzą zamkniętą, nierozzerwalną koncepcję badania. Unaocznia to, że struktura opisu badań w rozprawie oparta jest o koncepcję wykorzystania danych w procesie projektowym.

2.1.6. Struktura tkanki przestrzennej i jej obraz informacyjny

Wieloaspektowość i rozległość dyscypliny wydaje się nieunikniona, gdyż sam przedmiot badań i praktyki – przestrzeń wykorzystywana i adaptowana przez człowieka – jest systemem ponad wszelką miarę różnorodnym i skomplikowanym. Charakter opracowania, skoncentrowany na zabudowie mieszkaniowej, ogranicza bezpośredni zakres badań do obszarów zabudowy jednorodzinnej w obszarach objętych MPZP, ulokowanych w aglomeracji poznańskiej. Samo jednak to stwierdzenie wymaga szerszego przedstawienia systematyki funkcjonowania obszarów miejskich i pozamiejskich, gdyż poszczególne strefy podporządkowane są zasadniczo różnym mechanizmom. Postrzeganie środowiska życia człowieka jako systemu, w którym niemożliwe jest rozpatrywanie jednego z elementów w oderwaniu od pozostałych¹¹⁵, wymaga przybliżenia podstawowych pojęć i uwarunkowań rozwoju przestrzennego. Kostof w studium historycznym wymienia szereg kategorii wspólnie charakteryzujących obszary miejskie i składające się na ich obraz:

- „centra rozwoju,
- skupiska zabudowy (klastry tworzące strukturę zabudowy),
- warunki fizyczne,
- zróżnicowanie funkcji,
- zasoby,
- regulacje,
- powiązanie z obszarami wiejskimi,
- podbudowa monumentalna,
- budynki i ludzie¹¹⁶.”

Powyższe zestawienie ma ujęcie przede wszystkim funkcjonalne, niejako warunkujące i opisujące procesy zachodzące w przestrzeni. Jednakże opisowi podlegały także elementy kompozycyjne przestrzeni, czego przykładem mogą być opracowania Lyncha¹¹⁷ i Wejcherta, który oprócz elementów kompozycji wprowadza także klasyfikację związaną z obszarem (na budynki, zespoły architektoniczne, zespoły urbanistyczne i krajobrazowe oraz zespoły przestrzenne)¹¹⁸. Obaj autorzy w swoich pracach zwracają uwagę na bezpośrednie, płynne przejście od pojedynczych, małych elementów projektów urbanistycznego do kształtowania złożonych struktur wielkopowierzchniowych, wśród których szczególnie podkreślane są obszary metropolitarne^{119,120}. Zarysowuje to wizję dyscypliny i jej adepta, architekta i urbanisty kształtującego rozwój przestrzenny

¹¹⁵ Zipser, T. i Sławski, J.: 1988, Modele procesów urbanizacji: teoria i jej wykorzystanie w praktyce planowania, Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne, ISBN: 8320805937, 5-15.

¹¹⁶ Op. cit. Kostof, S.: 1991, The City Shaped, Urban Patterns and Meanings Through History, s. 38-40.

¹¹⁷ Lynch, K.: 1960, The Image of the City, Cambridge MA: MIT Press, ISBN: 978-0-26-262001-7, Cambridge, s. 95-108.

¹¹⁸ Wejchert, K.: 1984, Elementy kompozycji urbanistycznej, Wydawnictwo Arkady Warszawa, ISBN: 978-83-213-4494-2, Warszawa, s. 22- 26.

¹¹⁹ Ibidem, s. 258-270.

¹²⁰ Op. cit. Lynch, K.: 1960, The Image of the City, s. 112-113.

we wszystkich jego skalach i ujęciach. W tym samym wielopoziomowym kontekście wyczerpująca taksonomia przedstawiona została przez Chmielewskiego¹²¹. Systematyzuje ona strukturę miasta według organizacji prawnej, funkcjonalnej, społecznej i fizjonomicznej, które unaocniają się odpowiednio w formie przestrzennej. Struktura przestrzenna miasta w ujęciu organizacji prawnej wyraża się w podziale administracyjnym, struktura funkcjonalna zawarta jest w podziale obszarów w zależności od stopnia prywatności na przestrzenie publiczne, społeczne i prywatne, natomiast struktura przeznaczenia funkcji wyróżnia przeznaczenie obszaru na zabudowę mieszkaniową, funkcję rekreacyjną, produkcyjną, usługową, magazynową i inne. Te podstawowe przeznaczenia terenu można dzielić dalej, tworząc coraz bardziej specyficzny opis. Materialnym obrazem organizacji społecznej są przestrzenie i obiekty otwarte generujące zachowania społeczne i ogniskujące dorobek kulturowy. Inną perspektywę postrzegania przestrzeni zamieszkałej przez człowieka wprowadza zespół pod kierownictwem Christophera Alexandra¹²². Opis ten rozpoczyna się od mikroskali pojedynczego użytkownika, poprzez większe obszary zabudowy, ze szczególnym uwzględnieniem osiedli mieszkalnych, i prowadzony jest aż po skalę regionu. W tym ujęciu tkanka miejska (lub szerzej zagospodarowanie obszaru) składa się ze wzorców, które rozumieć można jako określone sposoby odpowiedzi na pewne zagadnienie przestrzenne trwale wpisane w daną kulturę. Naturalnie, rozwiązania te w zależności od okoliczności przybierają różną formę, jednak zawierają one wspólny rdzeń umożliwiający społeczny odczyt i wyznaczenie pewnego standardu postępowania przy podobnych interwencjach przestrzennych. Kluczowe w zrozumieniu pracy zespołu Alexandra jest zaakcentowane we wstępie stwierdzenie, że przedstawione rozwiązania stanowią jeden z wielu modeli postrzegania problematyki przestrzennej, który jest charakterystyczny dla danego kręgu kulturowego. Wykorzystanie pojęcia „języka” dla opisu fenomenu osadzonych w kulturze rozwiązań architektonicznych i urbanistycznych uzasadnione jest podobieństwem do pierwotnego pola wykorzystania słowa „język”. W tym kontekście oznacza ono hermetyczny społeczny odczyt ściśle powiązanej struktury elementów, o ewolucyjnym charakterze powstawania i rozwoju oraz naturalnym związku z powszechnymi zjawiskami, z którego wynika odzwierciedlenie rzeczywistych zależności w abstrakcyjnej formie. Przedstawione wzory oraz stojąca za nimi wizje poddawane były krytyce¹²³. Ukazuje to, że urbanistyka jest polem dyskusji, w której proces wybór pomiędzy różnymi koncepcjami jest niezwykle złożony i często niejednoznaczny.

Jak pokazują powyższe przykłady, w badaniach z zakresu urbanistyki i planowania przestrzennego wykorzystywane są różne formy opisu. Zabieg ten w powyższych rozważaniach określony został jako „język” opisu przestrzeni i oznacza wprowadzanie w pracach licznych terminów służących sportretowaniu przestrzeni według przyjętej konwencji, ściśle związanej z wykorzystanymi w danej pracy metodami badań. Zauważyć można, że opisy te wzajemnie się nie wykluczają, lecz

¹²¹ Op. cit. Chmielewski, J.: 1996, Teoria urbanistyki. Wybrane zagadnienia, s. 127-128.

¹²² Alexander Ch., Ishikawa, S., Silverstein, M., Jacobson, M., Fishdahl-King, I. and Angel, S.: 1977, *A Pattern Language*, Oxford University Press, ISBN: 978-0-19-501919-3, s. 10-40.

¹²³ Salinger, N., A.: 2000, The Structure of Pattern Languages, *Architectural Research Quarterly* 2(4), s. 155-161.

wspólnie wzbogacają wiedzę i pozwalają na ujęcie problematyki projektowania urbanistycznego z innej perspektywy.

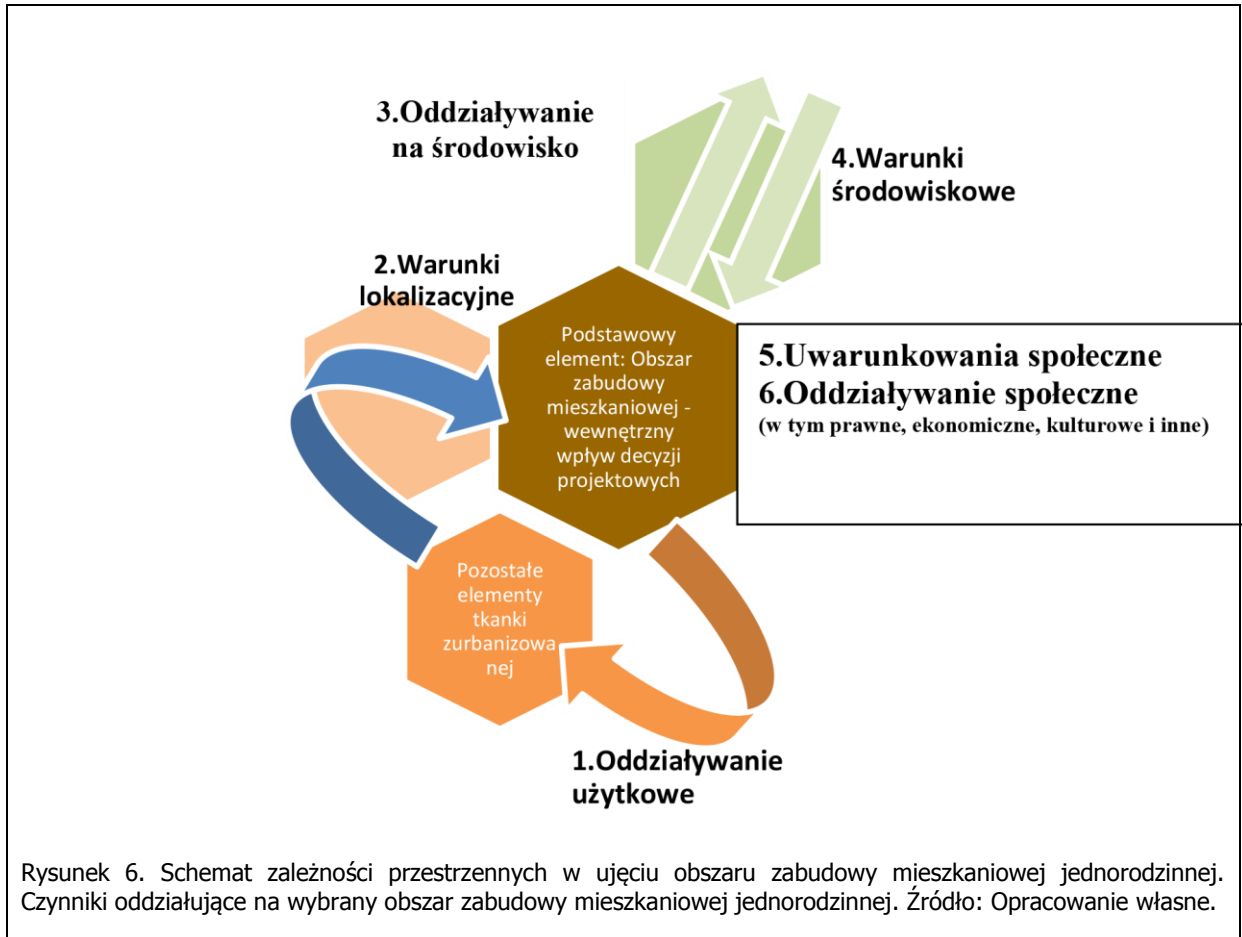
Przytoczone powyżej prace wskazują na olbrzymie znaczenie wprowadzenia jednoznacznych terminów związanych z metodologią badań. Sformułowanie definicji narzuca pracy porządek, pozwala na skuteczne wykorzystanie metod badawczych i zrozumienie ich treści przez czytającego. Proponowane w rozprawie ujęcie problemu badawczego także warunkuje przyjęcie odpowiedniego „języka” opisu sytuacji i procesów przestrzennych. Pozostaje zatem przy rozważaniu kontekstu projektowania urbanistycznego skoncentrować się na poszukiwaniu cech „języka” właściwego charakterystyce metod wykonywanych w ramach rozprawy. Zaproponowane podejście badawcze zakłada w pierwszej kolejności ilościowe ujęcie cech i procesów w celu poddania ich analizie w poszukiwaniu zależności pomiędzy rozwojem obszaru mieszkaniowego a uwarunkowaniami danej lokalizacji. Wymaga to podziału na zmienne zależne (objaśniane), które opisują rozwój i niezależne (objaśniające) przedstawiające uwarunkowania. Skoro te relacje i oddziaływania są sednem badania, należy określić, w jaki sposób należy je opisywać oraz w jakich obszarach można ich poszukiwać.

Ponieważ cel rozprawy zakłada stworzenie modelu objaśniającego, a następnie stworzenie koncepcji jego praktycznego wykorzystania, priorytetem proponowanego opisu przestrzeni jest pełna czytelność i jednoznaczność. Badanie i proces analizy opisane muszą być w taki sposób, żeby możliwe było ich zrozumienie i wykonanie w nowej lokalizacji po przeczytaniu pracy. Terminy muszą być stosowane w sposób ścisły, a gdy pochodzą z innych dyscyplin niż architektura i urbanistyka, w szczególności statystyki, zostaną one wyjaśnione, by utrzymać czytelność narracji bez konieczności odsyłania do innych źródeł. W ramach rozprawy wprowadzone zostaną liczne nowe terminy poprzez czytelne, jednoznaczne definicje. Niezwykle istotną szczególną cechą proponowanego „języka” związanego z badaniem korelacji jest stosowanie wspomnianych wyżej zmiennych zależnych i niezależnych. Są one kluczowe dla zrozumienia i możliwości czytelnego wykorzystania tworzonego modelu. Najważniejsze w ich przypadku jest dokładny opis sposobu pomiaru danej zmiennej, który uwzględni przede wszystkim:

- odległość pomiaru (tylko na obszarze, w określonej odległości od niego),
- skala pomiaru (ilorazowa, ciągła, nominalna, dychotomiczna, porządkowa itp.),
- źródła danych do pomiaru,
- metodę pomiaru (opis pełnej procedury).

Jest także niezwykle istotne, żeby ze względów praktycznych nie komplikować nadto pomiaru cech przestrzennych reprezentowanych przez zmienne, gdyż mogłoby to utrudnić wykorzystanie modelu. W przypadku cech, które mogą być opisane tylko w sposób jakościowy, należy ponadto przewidzieć procedurę, która minimalizuje dowolność i przez to zapewnia możliwie dużą jednoznaczność i powtarzalność pomiarów. Zagadnienia te, kwestie metodologiczne oraz opis wykorzystywanego „języka” wraz z terminami i przyjętymi zmiennymi zostanie szerzej opisany w rozdziale 5.

Kolejną kwestią jest analiza kontekstu teorii planowania urbanistycznego. Prowadzona jest ona w poszukiwaniu cech i uwarunkowań, które potencjalnie wpływają na rozwój, a które następnie można ująć jako zmienne.



Proponowany zarys zależności, odzwierciedlony w powyższym rysunku, jest syntetyczną formą opisu przestrzeni w sposób systemowy, z założenia oparty na relacjach pomiędzy elementami. Ma on na celu przedstawienie możliwie ogólnego obrazu i wyszukanie dużej liczby potencjalnych oddziaływań. W rozprawie podstawowym elementem w badaniu jest obszar zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej. W ramach schematu wymienione zostały trzy podstawowe relacje: ze środowiskiem naturalnym, elementami tkanki zurbanizowanej i społeczeństwem (ewentualnie ze społecznością lokalną). Wszystkie te relacje przebiegają w dwóch kierunkach: oddziaływania wpływające na rozwój osiedla oraz oddziaływanie osiedla na zewnętrzne elementy systemu warunkujące skutki powstania zabudowy. Warto zaznaczyć, że mowa tutaj o uwarunkowaniach powstawania zabudowy już po uchwale, zatem współkształtowane są one także przez projekt MPZP. W kontekście definiowania zmiennych objaśniających rozwój istotne są uwarunkowania, jednakże w interpretacji wyników i studiach przypadku także odwrotny kierunek ma znaczenie. W celu zilustrowania tego dwukierunkowego oddziaływania przywołać można przykład lasu sąsiadującego z osiedlem mieszkaniowym. Wpływa on na warunki zamieszkania, a z drugiej strony położenie osiedla w pobliżu

lasu także wpływa na jego ekosystem. W ramach uwarunkowań i skutków dokonać można podziału na lokalne i ponadlokalne. Granica pomiędzy tymi dwoma kategoriami w rozprawie jest jasna. Uwarunkowania lokalne to takie, które wynikają z wybrania określonej lokalizacji na mapie aglomeracji. W skali takiej znacząco wpływać na nie mogą decyzje projektowe. Do ponadlokalnych natomiast należą uwarunkowania, które występują jednakowo przynajmniej w danej gminie (w większości przypadków w całej aglomeracji). Przykładem uwarunkowań lokalnych jest sąsiedztwo oczyszczalni ścieków, natomiast przykład ponadlokalnych to sytuacja gospodarcza regionu. Podobnie wygląda kwestia skutków realizacji zabudowy, które można podzielić na lokalne, oddziałujące na wybrany fragment aglomeracji, oraz ponadlokalne, wchodzące w skład szerszych przemian i procesów. W oparciu o zarysowaną taksonomię sporządzona została poniższa tabela 4, która ilustruje klasyfikacje przykładowych uwarunkowań.

Kategorie i podgrupy			Uwarunkowania
Środowisko społeczne	System zarządzania	ponadlokalne	Regulacje prawne
			Strategie rozwoju
		Lokalne	Akty planowania
			Akty prawa miejscowego
			Regulacje lokalne
		Lokalne inwestycje	
	Ekonomia	ponadlokalne	Ogólna sytuacja gospodarcza (rynek pracy, prognozy rozwoju, zróżnicowanie gospodarcze kraju)
			Rynek mieszkaniowy
		Lokalne	Struktura własności terenu, ceny
Zachowania społeczne	ponadlokalne	Tendencje migracyjne, tryb życia, preferencje mieszkaniowe, struktura demograficzna, stopień urbanizacji.	
	Lokalne	Indywidualne decyzje (trudne do oceny i pomiaru, pominięte w badaniu)	
Środowisko przyrodnicze	ponadlokalne	Stan wód, zanieczyszczenie powietrza, struktury zieleni regionalne	
	Lokalne	Warunki krajobrazowe, struktury zieleni miejskiej, lokalny ekosystem	
Elementy tkanki zurbanizowanej (wewnątrz aglomeracji, więc tylko lokalnie)	Zabudowa	Inna niż mieszkaniowa	Strategiczne obiekty usługowe, uciążliwe obiekty w tym przemysł ciężki itp.
		Mieszkaniowa	Typologia obiektów, zasób obszarów inwestycyjnych, bieżący stan rozwoju
	Infrastruktura techniczna		Możliwość przyłączenia elementów infrastruktury, obecnie i na przestrzeni czasu
	Komunikacja		Stan dróg, plany rozbudowy
Tabela 4. Uproszczona, przyjęta taksonomia oddziaływań na obszar mieszkaniowy jednorodzinny, źródło: Opracowanie własne.			

Jak można zauważyć w powyższej tabeli 4, nie wszystkie uwarunkowania mają charakter liczbowy. Niektóre są silnie złożone, a ich ocena ma charakter jakościowy. Powstaje zatem pytanie, w jaki sposób ująć złożone relacje, w tym jakościowe, w formie liczbowej? Jedną z podstawowych

przyczyn tego dylematu jest występowanie w opisie przestrzeni oprócz danych ilościowych także danych jakościowych. Obraz osiedla zapisany wyłącznie za pomocą bezpośrednich pomiarów, chociaż stwarzałby pozory ścisłości, to prawdopodobnie nie odzwierciedlałby stanu faktycznego. Przykładem może być kwestia jakości krajobrazu. Oczywiście możliwe jest dokonanie pomiarów, w tym wysokości, kątów wewnątrz urbanistycznych, inwentaryzacji i klasyfikacji obiektów, a w następnej kolejności przetwarzanie tych danych. Czyni to jednak całą procedurę niezwykle skomplikowaną, a efekt nie gwarantuje zbieżności z odczuciem obserwatorów. Oczywiście w wielu branżach pojawia się dokładnie ten sam problem estymacji obserwacji danych jakościowych w formie liczbowej lub chociaż skali porządkowej, co więcej w naukach społecznych, w tym w psychologii, jest to zjawisko powszechne¹²⁴. Także dla takich sytuacji odnaleźć można w literaturze odpowiednią metodologię¹²⁵. Jest to jednak kwestia złożona, która wymaga szczegółowego opisu zarówno w kontekście ogólnych zasad przetwarzania informacji w analityce i badaniach operacyjnych, jak i opisu konkretnej metodologii na potrzeby badania, co znajduje się w rozdziale 5.

Powyższy podrozdział określa niejako zakres konieczny do uwzględnienia w celu przeprowadzenia planowanego badania, a także ukazuje szerszy kontekst pozwalający na późniejsze wykorzystanie wyników w procesie projektowym. Uzasadnia on także ideę samej analizy i pozwala sformułować wytyczne oraz zdefiniować podstawowe zagrożenia dla dalszego badania. Rozważania na temat wybranych problemów procesu projektowego oraz pryncypiów i celów planowania pozwalają na określenie charakterystyki poszukiwanego modelu oraz formy jego zastosowania w projektowaniu urbanistycznym. Dotyczy to szczególnie jego prostoty związanej z aplikacyjnym charakterem, możliwości wykonywania ewaluacji i prognoz oraz dążenia do uchwycenia ogólnej zależności i następnie wyprowadzania szczegółowych wniosków. Na tej podstawie wraz z analizą możliwości wykorzystania danych, informacji i analiz przestrzennych możliwe jest ustalenie wytycznych dla wyboru metod i koncepcji przeprowadzenia badania. Ostatecznie analiza struktury tkanki przestrzennej oraz różnych sposobów jej opisu korespondujących z metami badawczymi pozwoliła na zaproponowanie schematu działania organizującego dalszą strukturę rozprawy. W celu zbudowania modelu szacującego rozwój osiedla, w pierwszej kolejności wyszukane zostaną potencjalne uwarunkowania, w oparciu o studium literatury w ramach stanu badań, kontekst teoretyczny oraz analizę specyfiki zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej. Następnie na ich podstawie zdefiniowane zostaną zmienne objaśniające oraz opisany zostanie sposób ich pomiaru z uwzględnieniem powyższych ustaleń, szczególnie dokładności opisu pozwalającego na powtarzalność badań. Kolejnym etapem jest analiza stanu badań w poszukiwaniu odpowiednich metod spełniających ustalone założenia. Po tym wyborze możliwe będzie opisanie metodyki i ustalenie modelu rozwoju w oparciu o lokalne uwarunkowania rozwoju, w szczególności kształtowane przez decyzje projektowe.

¹²⁴ Harrell, F., E.: *Regression Modeling Strategies, Springer Series in Statistics*, ISBN 978-3-319-19424-0, Nashville, TN, USA, s. 8-16.

¹²⁵ *Ibidem*, s. 17-25.

2.2. System planowania przestrzennego w Polsce

W ramach poniższego podrozdziału opisane zostaną ogólne założenia, a także wybrane instrumenty planowania przestrzennego. Skoncentrowano się na elementach systemu planowania, które powiązane są z badaniami prowadzonymi w ramach rozprawy, oraz kontekstem wykorzystania tych badań. Oznacza to rozpoczęcie od zarysowania zasad warunkowanych poprzez funkcjonujący model zarządzania przestrzenią, co stanowi także uzasadnienie dla przyjętej konwencji badania. Następnie opisane zostaną podstawowe regulacje, akty prawa i dokumenty tworzące system planowania przestrzennego w Polsce. Warto od razu zaznaczyć, że opis dotyczyć będzie wybranych elementów, które powiązane są tematycznie z zakresem badań, pozostałe natomiast przedstawione zostaną w zarysie. Podrozdział nie będzie także przedstawiał oceny funkcjonowania poszczególnych narzędzi ani systemu w całości, gdyż nie jest to przedmiot pracy.

2.2.1. Modele planowania przestrzennego

Najbardziej ogólnym krokiem podjętym na drodze do opisanego kontekstu planowania przestrzennego jest przybliżenie ogólnych modeli zarządzania przestrzenią. Realizacja założonych celów w ujęciu najbardziej ogólnym wymaga przyjęcia określonej polityki przestrzennej, która w wąskim ujęciu sprowadza się do ustalenia wizji funkcjonowania organów planistycznych i decyzyjnych, poszczególnych podmiotów i zbiorowości w ramach normatywów prawa. Spośród jej różnych wariantów w Polsce fundamentalne znaczenie ma doktryna Nowego Zarządzania Publicznego (NPM – New public management) oparta na perspektywicznych działaniach i budowaniu racjonalnych kierunków rozwoju¹²⁶. Równocześnie widoczny jest proces ewolucji owej koncepcji w kierunku większej partycypacji społecznej oraz form publicznego zarządzania (PG – *public governance*)¹²⁷. Nurty te można uznać za globalne, gdyż podobna sytuacja widoczna jest w większości krajów rozwiniętych, przy czym stopień rozpowszechnienia i forma realizacji wymienionych koncepcji różni się znacząco¹²⁸. Zauważyć można za Aleksandrem Noworolem¹²⁹, że szeroko pojęte planowanie przestrzenne, zarówno w skali lokalnej i ponadlokalnej, realizowane jest w dzisiejszych czasach w coraz większym stopniu w ramach zarządzania publicznego. Forma takiego gospodarowania rozpatrywana może być po pierwsze w kategorii wybranych celów, a następnie w kontekście sposobów ich osiągnięcia. Według Noworola oznacza to połączenie dwóch komponentów: normatywnej i instrumentalnej, które definiują obraz funkcjonowania jako stanowienie regulacji oraz aktywne działanie i ingerencje w przestrzeni. Podział ten związany jest ze stopniem centralizacji instytucji.

¹²⁶ Marchewka-Bartkowiak, K.: 2014, Nowe zarządzanie publiczne, *Infos 18(178)*, Biuro Analiz Sejmowych, s. 1-4.

¹²⁷ Ibidem, s. 3-4.

¹²⁸ Dunn, C., E. i McCall, M., K.: 2012, Geo-information tools for participatory spatial planning: Fulfilling the criteria for 'good' governance?, *GEOFORUM*, 1(43), s. 82-86.

¹²⁹ Noworól, A.: 2007, Planowanie rozwoju regionalnego w skali regionalnej i lokalnej, *Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego*, ISBN: 978-83-233-2352-5. s. 69-71.

Kierunek przebiegu informacji i podejmowanych działań zorganizowany jest w taki sposób, że zadania normatywne są domeną regionalnego i ponadregionalnego szczebla, natomiast większość działań instrumentalnych pozostaje we władztwie lokalnych organów samorządowych¹³⁰. Wiąże się to z pojęciem lokalizmu i samostanowienia. Kształtowanie polityki przestrzennej na szczeblu podstawowych jednostek terytorialnych znowu podzielić można na dwie grupy. Z jednej strony są to działania podejmowane w ramach planowania scenariuszy rozwoju, z drugiej indukowane przez chwilową potrzebę lub oczekiwania podmiotów prywatnych. Są to dwa skrajne bieguny opisujące sposób realizacji zadań z zakresu planowania przestrzennego. W praktyce występuje ryzyko zaniedbania działań perspektywicznych i zastąpienia kompletnych scenariuszy rozwoju przez lakoniczne i ogólne strategie. W ramach polityki rozwoju regionalnego istnieje szereg dokumentów określających wizję rozwoju w formie planowanych działań i prognozowanych zjawisk¹³¹. Takie perspektywiczne planowanie opisane jest przez Katarzynę Właźlak¹³² jako pożądany proces rozwoju, na którego drodze stoją regulacje i metody, które wywodzą się z przeszłości i nie przystają do potrzeb związanych z budowaniem strategii zorientowanej na przyszłość.

Tłó dociekań każe w pierwszej kolejności odpowiedzieć na pytanie, do jakiego nurtu planowania przyporządkować można system funkcjonujący w Polsce. Na bogatsze przedstawienie zagadnienia pozwala taksonomia zaproponowana przez Grahama Haughtona, Philipa Allmendingera, Davida Counsella, i Geoffa Vigara¹³³. Jednym z jej ujęć jest klasyfikacja podejścia planistycznego w oparciu o dwie właściwości opisane poprzez skrajne pojęcia. Pierwsza własność mieści się w zakresie od pełnej określoności po elastyczność, druga natomiast od planowania zorientowanego miejscowo do rozległych, całościowych scenariuszy rozwoju i regulacji ogólnych. Kontrast pomiędzy angielskimi pojęciami Land Use Planning (planowanie przeznaczenia terenu) i Spatial Planning (planowanie przestrzenne) bardzo jaskrawo opisuje dwa modele planowania. Autorzy zauważają, że wybranie wariantu łączącego elastyczność i orientację miejscową, w ich ocenie charakterystycznego dla obszaru Wielkiej Brytanii w okresie publikacji, sprawia, że planowanie ma charakter indukcyjny, przez co grozi mu zatarcie perspektywicznego charakteru. W cytowanej pracy wyrażana jest krytyka pierwszego z wymienionych systemów jako opartego o wysoki stopień regulacji, ogniskującego się na wąskiej puli zagadnień i pozbawionego odleglejszej perspektywy. Zgodnie z wymienionymi cechami system planowania w Polsce w dużej mierze może być zdefiniowany jako planowanie przeznaczenia terenu pod względem prawnym (regulacje dla obszarów), instytucjonalnym (projekt opracowany przez wąski, często niezwiązany z obszarem zespół urbanistów, decyzje podejmowane przez organy administracji publicznej), obszaru opracowania (określone przeznaczenie terenu, niekonieczna wizja ogólna), procedury (ograniczone konsultacje społeczne) i aplikacyjnym (kontrola typu zabudowy). Wśród

¹³⁰ Wołowicz, T. i Reško, D.: 2012, Strategia rozwoju gminy jako narzędzie zarządzania zmianą gospodarczą, *Zeszyty Naukowe WSEI seria: EKONOMIA*, 2(5), s. 61-89.

¹³¹ Ibidem, s. 89.

¹³² Właźlak, K.: 2010, Rozwój regionalny jako zadanie administracji publicznej, *Oficyna a Wolters Kluwers business*, ISBN: 978-83-7601-965-9, s. 277-278.

¹³³ Haughton, G., Allmendinger, P., Counsell, D. i Vigar G.: 2010, *The New Spatial Planning: Territorial management with soft spaces and fuzzy boundaries*, Routledge, ISBN 0-203-86442-5, s. 34-37.

zarzutów wobec takiego systemu wymieniane są przede wszystkim brak analizy lokalnych uwarunkowań, brak kompleksowej wizji rozwoju i zbyt mała pula informacji uwzględniona w procedurze. Pomijana jest także analiza wariantowych modeli rozwoju¹³⁴. Równocześnie w cytowanej pracy wyprowadzona jest konkluzja, że polityka przestrzenna w zależności od zmian socjologicznych i politycznych przyjmuje różne formy na osi czasu. Zmienia się w niej zarówno stopień uporządkowania i elastyczności, jak również orientacja na podejście punktowe, skoncentrowane na wybranym obszarze projektu, lub holistyczne, uwzględniającą większe skale aglomeracji i regionu.

Z perspektywy rozprawy na szczególną uwagę zasługuje zarzut braku powiązania informacyjnego pomiędzy różnymi szczeblami planowania oraz braku kompleksowej, długoterminowej prognozy w projektowaniu. W odniesieniu do tych kwestii w ramach modelu uzyskanego na podstawie badania przewidziane jest zarówno ilościowy i jakościowy opis projektu, jak również elementy ewaluacji i prognozy.

2.2.2. Zarys systemu planowania przestrzennego w Polsce

Jak zostało przedstawione powyżej, system planowania przybierać może różne formy. Ustawodawstwo w tym zakresie zmienia się w Polsce na przestrzeni dekad. Oznacza to okresową zmianę aktów prawnych będących podstawowymi normatywnymi definiującymi ład przestrzenny, a także związaną z tym możliwość zmian instrumentów realizacji ustaleń projektu urbanistycznego. Można równocześnie założyć, że podstawowe instrumenty, takie jak niezwykle istotny dla rozprawy miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego, ugruntowane są w polskim ustawodawstwie i ich zasadniczy sens pozostanie niezmienny. Najogólniejsze wytyczne i dyrektywy zbiorczo realizuje opisana w późniejszej części idea zrównoważonego rozwoju. W komunikacie Komisji do Rady I Parlamentu Europejskiego dotyczący strategii tematycznej w sprawie środowiska miejskiego wśród podstawowych obszarów oceny przestrzeni miejskich wymienione jest 11 czynników. Są to:

- „1) zadowolenie obywateli z kondycji społeczności lokalnej,*
- 2) lokalny wkład do globalnych zmian klimatycznych,*
- 3) lokalna mobilność i transport osobowy,*
- 4) dostępność lokalnych terenów otwartych i usług publicznych,*
- 5) jakość lokalnego powietrza,*
- 6) dostępność szkół: transport dzieci do i ze szkoły,*
- 7) zrównoważone zarządzanie władzy lokalnej i lokalnego biznesu,*
- 8) hałas i zanieczyszczenie,*
- 9) zrównoważone użytkowanie gruntów,*
- 10) produkty promujące zrównoważony rozwój,*
- 11) oddziaływanie ekologiczne¹³⁵.”*

¹³⁴ Ibidem, s. 27-28.

¹³⁵ Komunikat Komisji do Rady I Parlamentu Europejskiego dotyczący strategii tematycznej w sprawie środowiska miejskiego (The Thematic strategy on the Urban Environment){SEC(2006) 'l 6, dostępne dnia 30.03.2016: http://ec.europa.eu/ environmenVurban/pdf/com_2005_07 l 8_pl.pdf, s. 36.

Zapisy te nie określają konkretnych instrumentów, lecz zarysowują istotne cele planowania w myśl zasad zrównoważonego rozwoju. W opisie bezpośredniego kontekstu bardziej istotne jest przybliżenie hierarchii dokumentów planistycznych aktualnie obowiązujących w Polsce. Odnoszą się one odpowiednio do podziałów terytorialnych. Parysek¹³⁶ w holistycznym opracowaniu wymienia siedem podstawowych dokumentów uszeregowanych wraz ze zmniejszającą się powierzchnią:

- KPZK – koncepcja zagospodarowania przestrzennego kraju,
- PZPW – plan zagospodarowania przestrzennego województwa,
- studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego obszaru związku metropolitalnego,
- plan zagospodarowania przestrzennego miejskiego obszaru funkcjonalnego ośrodka wojewódzkiego,
- audyt krajobrazowy,
- studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy (SUiKZP),
- miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego oraz miejscowy plan rewitalizacji (określany przez cytowanego autora jako szczególna forma MPZP)¹³⁷.

Parysek wyszczególnia ponadto decyzję o warunkach zabudowy jako istotny element kształtujący przestrzeń, chociaż równocześnie poddaje go krytyce. Podobną rangę ma także decyzja o ustaleniu lokalizacji inwestycji celu publicznego. Decyzje o warunkach zabudowy w odniesieniu do osiedli domów jednorodzinnych trudno nazwać całościowym opracowaniem urbanistycznym kształtującym formę osiedla, zatem praca nie będzie ich dotyczyć. Co więcej, ze względu na swój status prawny i formę wydawania takiej decyzji nie kształtują one trwale zabudowy na dużym obszarze.

Przewidziane w rozprawie badanie zakłada uwzględnienie obszarów objętych regulacjami planistycznymi opartymi o dwie podstawowe ustawy: Ustawę z dnia 7 lipca 1994 r. o zagospodarowaniu przestrzennym¹³⁸ i Ustawę z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym¹³⁹. Przepisy ogólne nakreślają cele i pryncypia planowania przestrzennego, które co do zasady zbieżne są z dorobkiem teoretycznym cytowanym powyżej. Kwestie dotyczące przestrzeni opisane są poniżej, pozostałe tyczą się bardziej zasad zarządzania:

- „1) wymagania ład przestrzennego, w tym urbanistyki i architektury,*
- 2) walory architektoniczne i krajobrazowe,*
- 3) wymagania ochrony środowiska, w tym gospodarowania wodami i ochrony gruntów rolnych i leśnych,*
- 5) wymagania ochrony zdrowia oraz bezpieczeństwa ludzi i mienia, a także potrzeby osób niepełnosprawnych,*

¹³⁶ Parysek, J.: 2016, Pytania o przyszłość gospodarki przestrzennej w Polsce, *Ruch prawniczy, ekonomiczny i socjologiczny rok LXXVIII*, 2, s. 40.

¹³⁷ Ibidem, s. 39.

¹³⁸ Op. cit. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. o zagospodarowaniu przestrzennym, Rozdział 2.

¹³⁹ Op. cit. Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym, Rozdział 2, Art. 14 - 37.

- 6) walory ekonomiczne przestrzeni,
- 7) prawo własności,
- 9) potrzeby interesu publicznego¹⁴⁰. ”

Kontrola procesów suburbanizacji, ograniczenie eksurbanizacji i dążenie do wysokiego stopnia rozwoju obszarów podmiejskich uznać można za priorytet. Rozlewanie się miast stoi w zdecydowanej sprzeczności ze wszystkimi z wymienionych, prócz dyskusyjnej kwestii ochrony prawa własności. Ochrona ta nie oznacza dążenia do pełnej, niczym nieograniczonej swobody w dysponowaniu własnością, lecz prawa do korzystania i rozporządzania nią zgodnie z obowiązującymi prawem, co opisuje Art. 140. KC¹⁴¹. Zapisy w ustawie o planowaniu dotyczące sytuowania nowej zabudowy są jeszcze bardziej spójne z wymiennymi w studium literatury celami, co więcej, uznać je można za komplementarne z celami rozprawy:

- 1) „kształtowanie struktur przestrzennych przy uwzględnieniu dążenia do
- 2) minimalizowania transportochłonności układu przestrzennego,
- 3) lokalizowanie nowej zabudowy mieszkaniowej w sposób umożliwiający mieszkańcom maksymalne wykorzystanie publicznego transportu zbiorowego jako podstawowego środka transportu,
- 4) zapewnianie rozwiązań przestrzennych, ułatwiających przemieszczanie się pieszych i rowerzystów,
- 5) dążenie do planowania i lokalizowania nowej zabudowy:
 - a. na obszarach o w pełni wykształconej zwartej strukturze funkcjonaloprzestrzennej, w granicach jednostki osadniczej (...),
 - b. na terenach położonych na obszarach innych niż wymienione w lit. a, wyłącznie w sytuacji braku dostatecznej ilości terenów przeznaczonych pod dany rodzaj zabudowy położonych na obszarach, o których mowa w lit. a; przy czym w pierwszej kolejności na obszarach w najwyższym stopniu przygotowanych do zabudowy, przez co rozumie się obszary charakteryzujące się najlepszym dostępem do sieci komunikacyjnej oraz najlepszym stopniem wyposażenia w sieci wodociągowe, kanalizacyjne, elektroenergetyczne, gazowe, ciepłownicze oraz sieci i urządzenia telekomunikacyjne, adekwatnych dla nowej, planowanej zabudowy¹⁴². ”

Przytoczone zapisy pozwalają stwierdzić zgodność na poziomie celów, dążeń i pryncypiów, jednakże kolejną kwestią są metody osiągnięcia tych celów, a także konkretne zadania realizowane za

¹⁴⁰ Ibidem, Art. 1.2.

¹⁴¹ Ustawa z dnia 23 kwietnia 1964 r. - Kodeks cywilny, (tekst jednolity: Dz.U.2017.0.459), art. 140.

¹⁴² Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym, Art. 1.4.

pomocą przewidzianych narzędzi odpowiednio do szczebla planowania, które Jerzy Parysek opisuje w oparciu 7 podstawowych dokumentów¹⁴³, a w ustawie wymienionych jest 5 szczebli w Art. 3,

- „należy do zadań własnych gminy,
- należy do zadań samorządu powiatu,
- należy do zadań związku metropolitalnego, jeżeli został utworzony,
- należy do zadań samorządu województwa,
- należy do zadań Rady Ministrów (polityka przestrzenna państwa)¹⁴⁴.”

Komentarz do ustawy autorstwa Krzysztofa Jaroszyńskiego, Anny Szmytt, Łukasza Złakowskiego¹⁴⁵ podkreśla domniemanie realizacji zadań publicznych przez samorząd gminny:

„art. 164 ust. 3 Konstytucji RP statuuje, iż gmina wykonuje wszystkie zadania samorządu terytorialnego niezastrzeżone dla innych jednostek samorządu terytorialnego”¹⁴⁶.

Ponadto zawarte jest w nim stwierdzenie:

„Poza wykładnią przepisów konstytucyjnych, należy zauważyć, że do zadań własnych gminy sprawy ładu przestrzennego zalicza *expressis verbis* ustawa o samorządzie gminnym”¹⁴⁷.

Również tematyka rozprawy skłania do koncentracji na gminnym szczeblu planowania. Dokumenty dla większych obszarów, w tym przestrzennego zagospodarowania kraju oraz ustalenia strategii rozwoju i planu zagospodarowania przestrzennego województwa uwzględnione zostały w studiach uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy (SUiKZP). Gminy nie dysponowały ramowym studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego związku metropolitalnego. W rozważanym planowaniu przestrzennym w gminie w ujęciu rozprawy strategiczne znaczenie miały dwa instrumenty SUiKZP oraz szczególnie ważne MPZP, przy czym zgodnie z przedziałem czasowym badania rozważane będą regulacje zawarte w ustawie z 1994 i 2003. Oba te instrumenty pozostają one ze sobą w ścisłym związku, gdyż plany miejscowe muszą być zgodne z ustaleniami studium, co więcej, w studium wyznaczane są obszary przeznaczone do objęcia MPZP. We wcześniejszej, nieobowiązującej już ustawie organ właściwy w sprawie sporządzenia MPZP miał obowiązek zbadać „spójność” rozwiązań projektu z polityką przestrzenną opisaną w studium¹⁴⁸. Aktualnie myśl ta wyrażona jest w sposób bardziej jednoznaczny:

„Plan miejscowy uchwała rada gminy, po stwierdzeniu, że nie narusza on ustaleń studium”¹⁴⁹.

¹⁴³ Op. cit. Parysek, J.: 2016, Pytania o przyszłość gospodarki przestrzennej w Polsce, Ruch prawniczy, ekonomiczny i socjologiczny rok LXXVIII – zeszyt 2, 40.

¹⁴⁴ Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym, Art. 3.1-4.

¹⁴⁵ Jaroszyński, K., Szmytt, A. i Złakowski, Ł.: 2016, Planowanie i zagospodarowanie przestrzenne. Komentarz, Redakcja: prof. dr hab. Zygmunt Niewiadomski, C.H. Beck, ISBN: 9788325585051, s. 11.

¹⁴⁶ Konstytucja Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 2 kwietnia 1997 r., Dz.U.1997.78.483, Art. 164, cyt. za; Op. cit. Jaroszyński, K., Szmytt, A. i Złakowski, Ł.: 2016, Planowanie i zagospodarowanie przestrzenne, s. 11.

¹⁴⁷ Ustawa z dnia 8 marca 1990 r. o samorządzie gminnym, Dz.U. 1990 nr 16 poz. 95, Art. 4.3, cyt. Za; Op. cit. Jaroszyński, K., Szmytt, A. i Złakowski, Ł.: 2016, Planowanie i zagospodarowanie przestrzenne. Komentarz, s. 11.

¹⁴⁸ Op. cit. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. o zagospodarowaniu przestrzennym. Art. 18.2a.

¹⁴⁹ Op. cit. Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym, art. 20.1.

W takim ujęciu stwierdzić można, że studium stanowi podstawę dla planów miejscowych. Według cytowanego komentarza studium pełni trzy zasadnicze funkcje:

- definiuje podstawowe założenia polityki przestrzennej i rozwoju przestrzennego w gminie,
- reguluje wykorzystanie i zapisy planów miejscowych,
- informuje o przeszłej, bieżącej i planowanej polityce przestrzennej, pełni przy tym funkcję promocyjną¹⁵⁰.

Jest przy tym dokumentem perspektywicznym, który ujmuje cały obszar gminy, z mnogością funkcji, zadań i procesów na nim występujących, oraz znaczny zakres czasu, który wykracza nawet poza przewidywany czas obowiązywania dokumentu. W analizie zapotrzebowania na zabudowę rozważany czas określony jest jako nie dłuższy niż 30 lat¹⁵¹. Takie zadania odzwierciedlają się także w podstawowej strukturze tego dokumentu. Jego forma ściślej określona jest w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 24.04.2004¹⁵². Już jednak z samej nazwy wynika podwójny charakter studium uwarunkowań i kierunków rozwoju, co rozumieć można jako stwierdzenie, że zawiera ona opracowanie diagnostyczne oraz opisujące planowaną politykę przestrzenną. W ustawie wyszczególnione są poszczególne elementy uwzględniane w uwarunkowaniach, przy czym bezpośrednio wymienione są:

„a) analizy ekonomiczne, środowiskowe i społeczne,

b) prognozy demograficzne, w tym uwzględniające, tam gdzie to uzasadnione, migracje w ramach miejskich obszarów funkcjonalnych ośrodka wojewódzkiego”¹⁵³.

Równocześnie w ustawie nie są wyszczególnione konkretne metody wykonywania takich analiz, co stanowi po części tło problemowe dla rozważań zawartych w rozprawie, gdyż waga analizy takich uwarunkowań oraz mnogość uwzględnianych elementów wyrażona jest w ustawie w sposób klarowny. Wnioskować można zatem, że opracowanie i rozwój metod analitycznych wspiera planowanie przestrzenne definiowane na poziomie ustawy. Rezultaty badania przewidziane w pracy, w tym analityczny model rozwoju, z powodzeniem mogłyby być wykorzystane w wybranych analizach na poziomie studium, szczególnie dlatego, że jednym z jego podstawowych celów jest koordynacja planów miejscowych. Oprócz objaśnienia zależności, rozprawa proponuje model analityczny wraz z koncepcją metody jego wykorzystania, zatem punktem wyjścia jest sformułowanie założeń, które pozwalają zintegrować je ze studium. Odpowiedzią na to jest przewidziana w modelu możliwość wstępnej analizy ilustrującej ogólne uwarunkowania i szacującej przyszły rozwój. Na etapie sporządzania studium pozwoliłoby to na weryfikację decyzji o przeznaczeniu danego obszaru na zabudowę mieszkaniową, określenie priorytetów i koordynację z przewidywanymi inwestycjami.

¹⁵⁰ Op. cit. Jaroszyński, K., Szmytt, A. i Złakowski, Ł.: 2016, Planowanie i zagospodarowanie przestrzenne. Komentarz, s. 25.

¹⁵¹ Op. cit. Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym, Art. 10.7.

¹⁵² Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 28 kwietnia 2004 r. w sprawie zakresu projektu studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy, (Test obowiązujący: Dz.U. 2004 nr 118 poz. 1233).

¹⁵³ Op. cit. Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym, art. 10.1.

Stanowi to także ścisłą podstawę do bilansu terenów, w tym szacunku chłonności obszarów oraz potrzeb rozwojowych¹⁵⁴.

W ujęciu wykorzystania badań zawartych w rozprawie jest to jednak dopiero pierwszy krok w procesie projektowym obszaru zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej. Pozwala on odpowiedzieć przede wszystkim na pytania, czy zabudowa mieszkaniowa w danym miejscu jest zasadna, jaki należy przyznać jej priorytet objęcia MPZP, jakie inwestycje potrzebne są w danej lokalizacji, oraz pozwala ukształtować ogólną prognozę rozwoju, co wpisuje się w ustawowe zagadnienie prognozy. Rozprawa obejmuje jednak w sposób bardziej szczegółowy proces projektowy w obszarze osiedla, zatem z wymienionych powyżej podstawowych instrumentów kluczowe znaczenie w rozprawie mają miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego. Obszary uwzględnione w pracy bez wyjątku objęte są MPZP. Zabudowywane one były na podstawie przepisów dwóch ustawy, co dowodzi że uwarunkowania prawne mają dynamiczny, zmienny charakter. Zapowiadany od kilku lat Kodeks urbanistyczno-budowlany stanowi wizję kolejnych, jeszcze nie do końca określonych modyfikacji stanu prawnego. Nasuwa to pytanie, w jakim stopniu zmiany takie wpływają na rozwój obszarów mieszkaniowych jednorodzinnych objętych planami miejscowymi. W oparciu o zebrany materiał badawczy możliwe jest oszacowanie, jaki wpływ na rozwój miała zmiana wprowadzona w roku 2003. Jest to ważny punkt, który ujęty musi być w badaniu.

Znaczenie tego aktu prawa miejscowego w planowaniu przestrzennym wyraża zdanie z cytowanego komentarza do ustawy:

„Plan miejscowy jest podstawowym narzędziem regulacji zagospodarowania przestrzennego”¹⁵⁵.

W oparciu o ten dokument sporządzane są projekty budowlane i wydawane decyzje administracyjne, w tym pozwolenie na budowę. Jego podstawowe funkcje Wróblewska określa jako:

- regulacyjną,
- ochronną,
- informacyjną,
- inspiracyjną,
- promocyjną,
- koordynującą¹⁵⁶.

Zasadnicze cele MPZP są zbieżne z przedstawionymi powyżej celami ustawowymi planowania przestrzennego, przy czym postrzegane muszą być w mniejszej skali, co podkreśla znaczenie dążenia do uzyskania ładu przestrzennego i wysokiej jakości zamieszkania. Szczególne znaczenie MPZP wynika z faktu, że jest on aktem prawa miejscowego. Uchwała taka przynosi określone skutki, wprowadza zakazy, nakazy, ograniczenia dopuszczenia w wykorzystaniu terenów, a ponadto nakłada obowiązki

¹⁵⁴ Op. cit.: Jaroszyński, K., Szmytt, A. i Złakowski, Ł.: 2016, Planowanie i zagospodarowanie przestrzenne. Komentarz, s. 39.

¹⁵⁵ Ibidem, s. 52.

¹⁵⁶ Wróblewska, M.: 2016, Miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego, *Wydawnictwo Polskiego Internetowego Informatora Geodezyjnego seria GEOMATYKA*, ISBN 978-83-947357-1-5, red: dr inż. Jakub Szulwic., Gdańsk, s. 15.

realizacji zadań ustawowych. Wiąże się to z odpowiedzialnością, nie tylko na poziomie realizacji celów dotyczących planowania przestrzennego, ładu przestrzennego, jakości zamieszkania, ochrony środowiska, lecz przede wszystkim odpowiedzialności prawnej. Przejawia się to z jednej strony możliwym zyskiem, m. in. z opłaty z tytułu wzrostu wartości nieruchomości w wyniku uchwalenia miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego, a z drugiej strony odpowiedzialnością, w tym za spadek wartości nieruchomości¹⁵⁷. Są to tylko przykłady wybrane z różnorodnych możliwych skutków, które zasadniczo podzielić można w sensie formalnym na prawne i ekonomiczne, natomiast w wymiarze nie tylko formalnym także na fizyczne i społeczne¹⁵⁸. MPZP jest szczególnym aktem prawnym. Przedstawia pewien model rozwoju, projekt zagospodarowania, lecz tylko w określonym stopniu definiuje środki do realizacji tego celu. W rozważanym przypadku zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej zwykle potencjalna realizacja projektu osiedla, poza infrastruktura techniczną, której realizacja należy do zadań własnych gminy, spoczywa na indywidualnych inwestorach, a w uchwale przewidziane są wyłącznie ogólne ramy takiego rozwoju. Oznacza to omawianą wcześniej niepewność rezultatu w planowaniu przestrzennym.

Na chwilę obecną sam projekt MPZP składa się z dwóch elementów: tekstu planu miejscowego i rysunku planu miejscowego. Ich ogólny zakres i charakterystyka opisane są w rozporządzeniu w sprawie wymaganego zakresu projektu miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego z 2003 roku¹⁵⁹. W dokumencie tym ponadto wyszczególniona jest konieczność przedstawienia prognozy oddziaływania na środowisko oraz prognozy skutków finansowych. Regulacje zwarte w tym rozporządzeniu pozwalają stwierdzić, że plan miejscowy zawiera zasadniczo opis projektu, a jego realizacja zakłada wykonanie analiz. Dwa dokumenty analityczne wymagane są w procedurze:

- prognoza oddziaływania na środowisko,
- prognoza skutków finansowych¹⁶⁰.

Stanowi to pewien minimalny wymóg formalny, a prowadzenie holistycznych analiz i studium uwarunkowań w formie bardziej ogólnej wynika z teoretycznych założeń procesu planowania przestrzennego i wizji pracy urbanisty. Ponownie zauważyć można brak regulacji, a nawet propozycji dotyczących metod takich prognoz, analiz i ewaluacji, a także jednoznacznych kryteriów, do których można je odnieść. Równocześnie, w przypadku realizacji obu z tych dokumentów w przypadku zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej potrzebne jest jakieś założenie, szacunek lub prognoza dotycząca stopnia rozwoju. Stwierdzenie takie wynika z argumentacji logicznej, gdyż wpływ na środowisko oraz skutki finansowe skorelowane są z liczbą wybudowanych domów w przypadku funkcji mieszkaniowej, zatem owe prognozy są niemożliwe bez oszacowania, jaka liczba budynków powstanie po określonym czasie. Samo uznanie istnienia wpływu wymaga przeświadczenia, że chociaż jeden

¹⁵⁷ Op. cit. Jaroszyński, K., Szmytt, A. i Złakowski, Ł.: 2016, Planowanie i zagospodarowanie przestrzenne. Komentarz, s. 61.

¹⁵⁸ Op. cit. Wróblewska, M.: Miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego, s. 59.

¹⁵⁹ Op. cit. Rozporządzenie ministra infrastruktury, z dnia 26 sierpnia 2003 r. w sprawie wymaganego zakresu projektu miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego.

¹⁶⁰ Op. cit. Wróblewska, M.: Miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego, s. 13.

dom zostanie wybudowany na danym terenie i że teren straci swoją dotychczasową funkcję. Przykład ukazany we wstępie w obrębie Otorowo udowadnia, że takie założenie może być błędne i pomimo przekształcenia funkcji z rolnej na mieszkaniową i wywiązania się gminy z zadań związanych z doprowadzeniem infrastruktury zabudowa taka może nie powstać wcale lub rażąco odbiegać od przewidywanych prognoz. Skłania to do zadania dwóch pytań. Czy prognozy takie po latach konfrontowane są ze stanem rzeczywistym? Czy rozwijane są metody wykonywania takich prognoz w oparciu o dane empiryczne? Proponowane w rozprawie badanie ma właśnie takie założenie, odniesienia się do danych empirycznych i wspierania planowania przestrzennego i projektowania urbanistycznego przede wszystkim w warstwie analitycznej.

Wracając jednak do opisu standardów określonych w rozporządzeniu, na uwagę zasługują wymogi dotyczące projektu tekstu planu miejscowego. Przedstawiają one ustalenia, które powinno zawierać MPZP:

- 1) *„ustalenia dotyczące przeznaczenia terenów...*
- 2) *ustalenia dotyczące zasad ochrony i kształtowania ładu przestrzennego...*
- 3) *ustalenia dotyczące zasad ochrony środowiska...*
- 4) *ustalenia dotyczące zasad ochrony dziedzictwa kulturowego i zabytków...*
- 5) *ustalenia dotyczące wymagań wynikających z potrzeb kształtowania przestrzeni (...) w szczególności określenie zasad umieszczania w przestrzeni publicznej obiektów małej architektury, neoników reklamowych, tymczasowych obiektów usługowo-handlowych, (...) nakazów, zakazów, dopuszczeń i ograniczeń...*
- 6) *ustalenia dotyczące parametrów i wskaźników kształtowania zabudowy...*
- 7) *ustalenia dotyczące granic i sposobów zagospodarowania terenów lub obiektów podlegających ochronie ustalonych na podstawie odrębnych przepisów...*
- 8) *Ustalenia dotyczące szczegółowych zasad i warunków scalania i podziału nieruchomości...*
- 9) *ustalenia dotyczące zasad modernizacji, rozbudowy i budowy systemów komunikacji i infrastruktury technicznej...*
- 10) *ustalenia dotyczące sposobów i terminów tymczasowego zagospodarowania...*
- 11) *ustalenia dotyczące obszarów rehabilitacji istniejącej zabudowy i infrastruktury technicznej...*
- 12) *ustalenia dotyczące terenów rekreacyjno-wypoczynkowych*
- 13) *ustalenia dotyczące stawek procentowych stanowiących podstaw do określania opłaty (opłata planistyczna)....^{161m}*

Powyższe podpunkty pozwalają zarysować podstawowy zakres ustaleń zawarty w miejscowym planie zagospodarowania przestrzennego.

Konfrontacja powyższych regulacji prawnych z postulatami dyscyplinarnymi zawartymi w pierwszej części rozdziału pozwala zauważyć ogólną zbieżność na poziomie ogólnych celów przy braku

¹⁶¹ Op. cit. Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym, Art. 15. Punkt 2, 1-13.

regulacji i opisu dotyczącego metod. W regulacjach prawnych zawarte są zapisy na temat zadań i instrumentów prawnych. Kwestie analityczne, ewaluacyjne i prognostyczne są natomiast określone w sposób bardzo ogólny, niekiedy regulacje kończą się nawet na stwierdzeniu, że dana analiza ma być wykonana, przy czym nie jest opisany ani jej rezultat, ani zaproponowana procedura pozwalająca na realizację takiego zadania. Brak także na poziomie zarządzania polityką przestrzenną merytorycznych, ilościowych kryteriów do oceny rozwoju przestrzennego i co więcej ewaluacji zgodności działań planistycznych z ustawą. Aktualna ustawa o planowaniu przestrzennym stwierdza w zacytowanym na stronie 59 paragrafie, że nowa zabudowa powinna być sytuowana w pierwszej kolejności na obszarach o zwartej, w pełni rozwiniętej strukturze, a następnie w przypadku braku takiego terenu powinna być realizowana na terenie, dla którego zapewniony jest dostęp do infrastruktury technicznej¹⁶². Dane statystyczne wskazują, że zapis ten nie jest realizowany. Około 70% budynków mieszkaniowych powstało poza obszarem miast¹⁶³, natomiast spis narodowy z 2011 roku wskazuje, że z budowanych w tamtym roku domów w przybliżeniu dwie trzecie realizowanych w miastach i jedna trzecia z budowanych poza miastami ma dostęp do sieci kanalizacyjnej¹⁶⁴. Szerszy opis budownictwa mieszkaniowego zawarty jest w rozdziale 4, bez uwzględnienia go powyższe informacje mogą wydać się wyrwane z kontekstu, jednakże jest to tylko przykład, który wskazuje na charakter takiego zapisu, który bez unormowanych standardów oceny nie odzwierciedla się w praktyce projektowej. Tyczy się to całego obszaru analitycznego i ewaluacyjnego związanego z omawianą ustawą, dlatego rozprawa nastawiona jest na ilościowe badanie pozwalające na wytworzenie pewnego obrazu, modelu i objaśnienia służącego jako standard do oceny decyzji.

Założenie takie wynika z przeświadczenia, że zakres projektu planu miejscowego nie jest tożsamy z kompleksowym projektem urbanistycznym, w oparciu o który sporządzana jest uchwała i jej załączniki graficzne. Projekt urbanistyczny powinien zawierać znacznie więcej informacji pozwalających na efektywny i merytoryczny proces decyzyjny, przy czym zakres ten jest ściśle zależny od konkretnej sytuacji przestrzennej. O ile jednak sam projekt urbanistyczny zawierać może liczne analizy, to końcowy projekt miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego może być tylko ich syntezą. Zawierać może ustalenia, które stanowią regulacje i zobowiązania, a także informacje do celów kształtowania polityki przestrzennej, czego przykładem jest wspomniana prognoza skutków finansowych, a szersze opracowane analityczne może być osobnym dokumentem udostępnionym do publicznego wglądu. Można zatem stwierdzić, że relacja pomiędzy tworzonym modelem wspomagania projektowania a MPZP jest realizowana na dwóch płaszczyznach. Z jednej strony model ma za zadanie wspierać proces tworzenia projektu urbanistycznego, na podstawie którego opracowywana jest uchwała, zatem jest to relacja pośrednia. Z drugiej natomiast strony, jak zostało wykazane

¹⁶² Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym, Art. 1.4.

¹⁶³ Szałtys, D.: 2015, Stan i Struktura ludności oraz ruch naturalny w przekroju terytorium w 2014 r. *Stan w dniu 31 XII, Warszawa, Główny Urząd Statystyczny*. 2015. s. 12.

¹⁶⁴ Matulska-Bachura, A.: 2011, ZAMIESZKANE BUDYNKI Narodowy Spis Powszechny Ludności i Mieszkań 2011, *Główny urząd statystyczny, Departament Handlu i Usług, Warszawa 2013*, Publikacja dostępna na <http://www.stat.gov.pl/>, Załącznik: Tabela. 15. Budynki mieszkalne według wyposażenia w kanalizację oraz okresu budowy.

powyżej, plany miejscowe pełnią także funkcje informacyjną w wybranych obszarach, zatem do zadań tworzonego modelu objaśniającego należy uzupełnianie i poprawa tego obrazu informacyjnego.

W planowaniu na poziomie gminnym wyróżnić można także wspomniane wcześniej decyzje o warunkach zabudowy, które nie są przedmiotem rozprawy. Ustawa z 2015 roku wprowadziła nowe instrumenty planowania na tym szczeblu, w tym gminny program naprawczy i miejscowy plan rewitalizacji¹⁶⁵. Zasadniczo badanie prowadzone w pracy dotyczy obszarów objętych planem w latach 1993-2007, zatem dokumenty te stanowią dzisiejszy kontekst, który rozważany może być na poziomie teoretycznym, jednakże jako stosunkowo nowy nie jest ujęty w materiale badawczym.

Podsumowując, należy stwierdzić, do jakiego stopnia na rozwój wpłynęła zmiana ustawy w 2003 roku. Dostępna liczba obszarów pozwala na taką analizę, która nawet poza samą tematyką rozprawy jest interesującym problemem badawczym. Należy też określić relację możliwości zastosowania modelu objaśniającego w projektowaniu urbanistycznym z generalnymi instrumentami planowania przestrzennego. Oznacza to wpisanie się w procedurę planistyczną z uwzględnieniem planów miejscowych oraz SUIKZP, w tym poprzez uzupełnianie ocenę decyzji o przeznaczeniu danego obszaru na zabudowę mieszkaniową jednorodzinną.

3. Stan badań: Modele informacyjne i analityczne w planowaniu przestrzennym

3.1. Obszar badawczy

Ogólnym polem badań w rozprawie jest wspomaganie procesu projektowania urbanistycznego poprzez ilościowe modele analityczne. Zagadnienie można to uściślić do analizy rozwoju obszarów zabudowy, w szczególności mieszkaniowych jednorodzinnych, co stanowi szczegółowe pole badań. Przy ocenie ogólnego stanu badań należy stwierdzić, że taka tematyka występuje obficie w dyskursie naukowym, a od ponad dwóch dekad stanowi kierunek rozwoju¹⁶⁶¹⁶⁷ i równocześnie oficjalną politykę takich instytucji badawczych jak CSISS (The Center for Spatially Integrated Social Science)¹⁶⁸ bądź NCGIA (National Center for Geographic Information and Analysis)¹⁶⁹. Doniosłe znaczenie mechanizmów przetwarzania i interpretacji danych przestrzennych w procesie decyzyjnym jest przedmiotem licznych badań¹⁷⁰¹⁷¹¹⁷² oraz studiów przypadku na różnych polach zastosowania.

¹⁶⁵ Op. cit. Ustawa z dnia 9 października 2015 r. o rewitalizacji, Art. 14.

¹⁶⁶ Densham, P. J.: 1991, Spatial decision support systems, *Geographical information systems*, vol. 1, s. 405-408

¹⁶⁷ Keenan, P., B.: 1998, *Spatial decision support systems: extending the technology to a broader user community*, Journal: IFIP TC8, vol. 3, 22-28

¹⁶⁸ McConnell, W., J.: 2001, Agent-Based Models Of Land-Use and Land-Cover Change, *Proceedings of an International Workshop October 4-7*, Red: Parker, D., C., Berger, T., Manson, S., M. i McConnell, W., J, Irvine, California, USA, s. 1-3.

¹⁶⁹ Densham, P., J. i Goodchild M., F.: 1994, Research Initiative 6: *Spatial Decision Support Systems Closing Report*, National Center for Geographic Information and Analysis, s. 5-16.

¹⁷⁰ Delden, H., Seppelt, R., White, R. i Jakeman, A., J.: 2011, A methodology for the design and development of integrated models for policy support, *Environmental Modelling & Software* 26, s. 267-270.

¹⁷¹ Rinner, C. i Malczewski J.: 2002, Web-enabled spatial decision analysis using Ordered Weighted Averaging, *Journal of Geographical Systems* 4, s. 385-403.

Począwszy od skali regionalnej po pojedyncze osiedla, wykorzystywane są zarówno narzędzia analityczne w ramach praktyki planistycznej oraz programów badawczych¹⁷³¹⁷⁴¹⁷⁵¹⁷⁶. Narzędzia tego typu mieszczą się w ogólnej kategorii SDSS – Spatial Design Support Systems. Ich gwałtowny rozwój zaowocował powstaniem rozbudowanej taksonomii, porządkującej je według rozlicznych kryteriów, w której ogólne pojęcie SDSS odnosi się do przykładów bardzo odległych od siebie strukturalnie i funkcjonalnie¹⁷⁷¹⁷⁸. W ramach tej grupy wykształcona została bogata metodologia pracy z informacjami przestrzennymi, jednakże na uwagę zasługuje także mniej ogólny termin PSS (Planing Support Systems, co tłumaczyć można na systemy wspomagające planowanie). Odróżnia je od SDSS fakt, że są dedykowane bezpośrednio procesowi planistycznemu, gdyż SDSS wykorzystywane są w szerszej puli zdań, na przykład produkcji rolnej na dużym obszarze. Na podstawie powyższego najogólniejszego zarysu stwierdzić można, że analityczne wspomaganie planowania przestrzennego jest gałąź nauki rozwijająca się bardzo dynamicznie i znajdująca praktyczne zastosowanie. Jest ona przy tym bardzo rozległa i wykorzystuje wiele metod wspomaganie i analiz, dlatego wybrana w rozprawie tematyka rozwoju obszarów mieszkaniowych stanowi jedną z grup takich narzędzi. W celu zachowania porządku opisu od zagadnień bardziej ogólnych do szczegółowych w pierwszej kolejności omówione zostaną ogólne zasady systemów wspomaganie projektowania planowania przestrzennego, a następnie analizy rozwoju, by ostatecznie opisać w sposób bardziej szczegółowy wybrane narzędzia i wdrożenia.

W pierwszej kolejności warto przytoczyć za Stanem Geermanem i Johnem Stilwellem¹⁷⁹, że systemy wspomaganie w planowaniu przestrzennym to narzędzia, które wykorzystują zestawy komponentów, które mogą być wykorzystane przez urbanistów w celu odkrywania informacji i zarządzania procesem projektowym. Wskazują oni także na fakt, że SDSS i PSS to terminy zbliżone, przy czym pierwszy jest bardziej ogólny. PSS to narzędzia dedykowane ściśle planowaniu przestrzennemu i specjalizowane dla uczestników procesu planowania objętego ramami prawnymi. Wskazują oni na podstawowe filary takich narzędzi: analizę, predykcję oraz objaśnienie danych

¹⁷² Engelen, G., White, R. i Nijs, T.: 2003, Environment Explorer: Spatial Support System for the Integrated Assessment of Socio-Economic and Environmental Policies in the Netherlands, *Integrated Assessment*, 2(4), s. 97–105.

¹⁷³ Puente C., R. i Romero, E.: 2011, Development and application of a multicriteria spatial decision support system for planning sustainable industrial areas in Northern Spain, *Automation in Construction*, 1(20), s. 1-98.

¹⁷⁴ Schetke, S., Haase, D. i Kötter, T.: 2012, Towards sustainable settlement growth: A new multi-criteria assessment for implementing environmental targets into strategic urban planning, *Environmental Impact Assessment Review*, 1(32), s. 195–210.

¹⁷⁵ Coutinho-Rodrigues, J., Simão, A. i Antunes, C., H.: 2011, A GIS-based multicriteria spatial decision support system for planning urban infrastructures, *Decision Support Systems* 51, s. 720–726.

¹⁷⁶ Laprise, M., Lufkin, S. i Rey, E.: 2014, The strategic integration of operational assessment into the regeneration of urban wastelands in sustainable neighborhoods, *WIT Transactions on Ecology and the Environment IX*, vol. 191, s. 65 – 73.

¹⁷⁷ Op. cit. Sugumaran, R. i DeGroote, J.: 2011, Spatial Decision Support Systems, s. 225-259.

¹⁷⁸ Op. cit. Densham, P. J.: 2011, Spatial decision support systems, s. 404 – 412.

¹⁷⁹ Geertman, S. i Stillwell, J.: 2004, Planning support systems: an inventory of current practice, *Computers, Environment and Urban Systems* 28, s. 291–293.

niezrozumiałych dla odbiorcy. Wszystko to jest ujęte w ścisłej ramie organizującej proces projektowy. Oznacza to, że systemy takie mogą zawierać:

- zestawy, bazy i zbiory danych,
- algorytmy wspomagające proces projektowy,
- narzędzia do wizualizacji danych i procesów,
- abstrakcyjne, teoretyczne konstrukcje organizujące planowanie,
- wiedzę (objaśnienie procesów),
- możliwości symulacji i modelowania¹⁸⁰.

Niewymienioną w powyższym zestawieniu funkcją takich narzędzi jest komunikacja. Jej znaczenie rozpatrywane może być na wielu płaszczyznach, w tym w ramach partycypacji społecznej oraz pomiędzy uczestnikami procesu projektowego¹⁸¹. Usprawnienie komunikacji ma doniosłe znaczenie, gdyż nie odnosi się wyłącznie do szybkiego przekazywania informacji, lecz przede wszystkim do możliwości przedstawienia informacji w sposób zrozumiały dla wszystkich odbiorców, także bez wykształcenia w dyscyplinie. Pozwala to na stworzenie przejrzystego obrazu informacyjnego oraz budowanie argumentacji w celu umożliwienia świadomego procesu decyzyjnego, w który zaangażowane może być wiele osób.

Z PSS korzystać można podczas wykorzystywania wielu zadań związanych z polityką przestrzenną, jednakże do podstawowych obszarów zastosowania należą:

- sporządzanie planów i regulacji,
- ocena rozwoju przestrzennego,
- zarządzanie i opis stanu przestrzeni¹⁸².

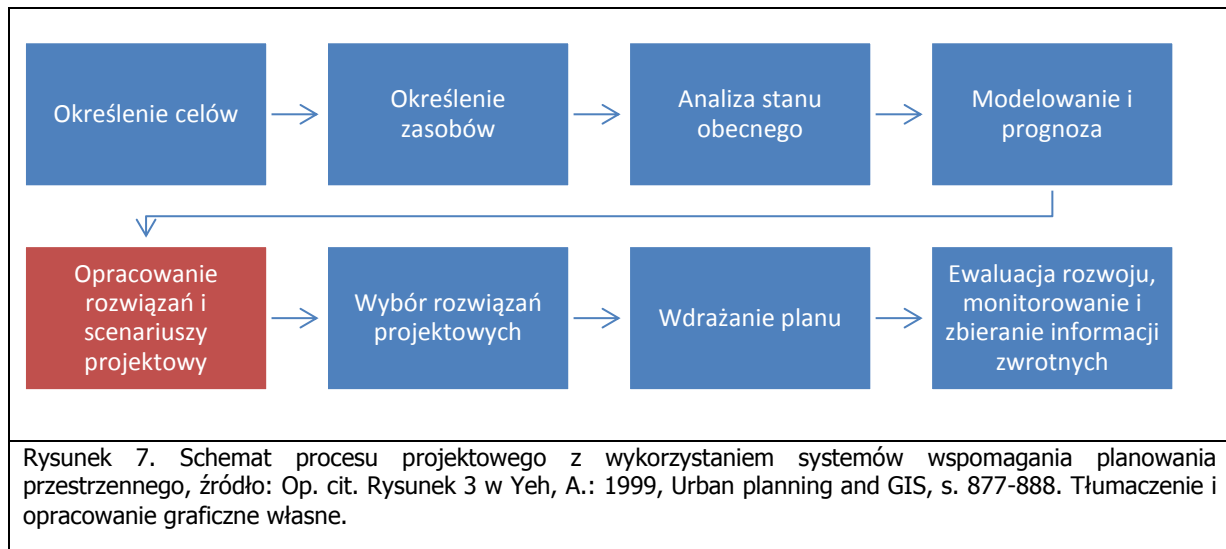
Przytoczenie zadań i elementów stwarza pewien obraz funkcjonowania takich narzędzi. Co więcej, systemy takie stanowią ramę dla procesu projektowego i łączą się z nim poprzez bezpośrednie wpisanie się w jego strukturę lub reorganizację. Poniżej znajduje się schemat procesu planowania przestrzennego opisany przez Anthony Yeh¹⁸³:

¹⁸⁰ Ibidem, s. 293.

¹⁸¹ Hanzl, M.: 2008, Technologie informacyjne jako narzędzie udziału społecznego w kształtowaniu przestrzeni, *Roczniki Geomatyki 3(4)*, Polskie Towarzystwo Informatyki, s. 88-83.

¹⁸² Yeh, A.: 1999, Urban planning and GIS, *Geographical information systems 2*, s. 877-888.

¹⁸³ Ibidem, s. 881.



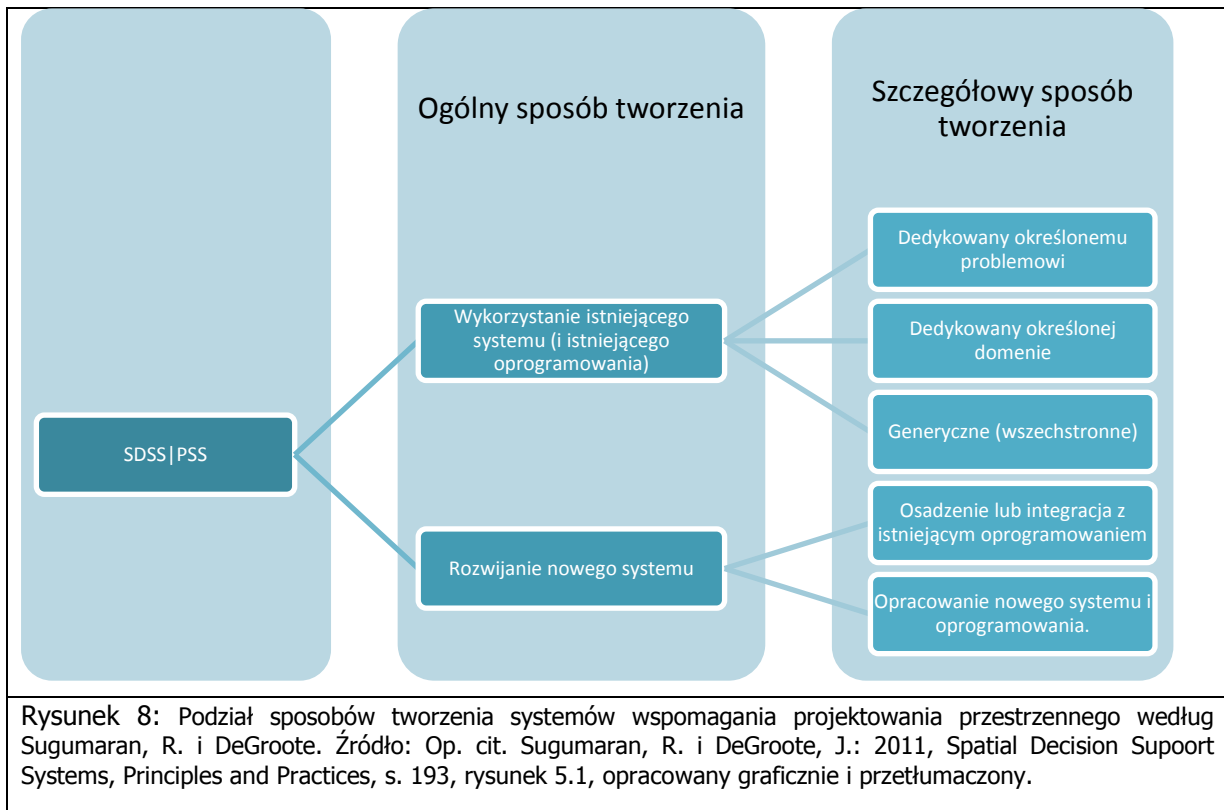
Według Yeh PSS wykorzystane mogą być efektywnie w każdym z wymienionych etapów. Oprócz zbioru funkcji, które oferują systemy wspomagania planowania przestrzennego, wprowadzają one organizację procesu w ramach przyjętych założeń i proponowanych narzędzi. Wdrażanie takich systemów realizowane może być w różnych skalach projektów, począwszy od skali osiedla aż po skalę regionalną lub ogólnonarodową¹⁸⁴¹⁸⁵.

Pod względem środowiska pracy narzędzia wspomagania projektowania przestrzennego, zarówno w szerszym ujęciu SDSS, jak i PSS mają zbliżoną taksonomię. Są to dedykowane programy udostępniane w ramach płatnych lub darmowych licencji, systemy realizowane jednorazowo na potrzeby określonego studium przypadku. Wariantem pośrednim są środowiska, w których możliwe jest tworzenie takich narzędzi zintegrowanych z istniejącym już interfejsem służącym do obsługi i realizacji danych¹⁸⁶.

¹⁸⁴ Pettit, C. J., Klosterman, R. E., Whitehead, A. L., Kujala, H., Bromage, A. i Nino-Ruiz, M.: 2015, The Online What if? Planning Support System: A Land Suitability Application in Western Australia, *Applied Spatial Analysis and Policy*, 2(8), s. 93–112.

¹⁸⁵ Goodspeed, R.: 2015, Sketching and learning: A planning support system field study, *Environment and Planning B: Planning and Design* 0(0), s. 1–20.

¹⁸⁶ Op. cit. Sugumaran, R. i DeGroote, J.: 2011, *Spatial Decision Support Systems, Principles and Practices*, s. 193.



Z powyższego schematu wynika, że w dyscyplinie funkcjonują programy służące analizom przestrzennym i wspieraniu rozwoju oraz istnieją środowiska programowe, w których możliwe jest rozwijanie funkcji analitycznych przy wykorzystaniu dostępu do danych, interfejsów i metod wizualizacji informacji. Tematyka badań przyjęta w rozprawie oznacza stworzenie systemu wspomaganie ściśle dedykowanego analizie rozwoju, w ujęciu ilościowym i jakościowym, obszarów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej. Istniejące oprogramowanie nie obejmuje w szczególności tej tematyki, zatem nie będzie ono opisywane, lecz przytoczone w ramach uzasadnienia, dlatego nie zostało wybrane. Co więcej, ich wyczerpujący opis wymagałby serii monografii. W pracy Patrizii Russo, Marii Costabile, Rosy Lanzilotti, i Christophera Pettita za najbardziej rozpowszechnione oprogramowanie typu PSS uznane zostały:

- CommunityViz zintegrowany z pakietem programów ESRI ArcGIS,
- Envision zintegrowany z darmowym QGIS (tę samą nazwę nosi oprogramowanie GIS autorstwa firmy Autodesk),
- What if? planning support system (OWI)? rozwijany jako Australijska sieć badań urbanistycznych (Australian Urban Research Infrastructure Network (AURIN))¹⁸⁷.

Wszystkie z powyższych narzędzi pozwalają na dostęp do danych i ich wizualizację a także wykonywanie wybranych analiz przestrzennych. Umożliwiają również przetwarzanie danych

¹⁸⁷ Russo, P., Costabile, M. F., Lanzilotti, R. i Pettit, C. J.: 2015, Usability of Planning Support Systems: An Evaluation Framework Planning Support Systems and Smart Cities, Rozdział 18; *Planning support systems and smart cities*. Red. S. Geertman, Springer, s. 337-353.

liczbowych, jednakże ich wszechstronność przekłada się na Możliwości wykonywania zakładanych w rozprawie analiz dotyczących rozwoju obszarów mieszkaniowych. System OWI ściśle powiązany jest z danymi geoprzestrzennymi na terenie, w którym jest wdrożony. Zakłada przy tym zautomatyzowane zbieranie informacji oraz partycypację społeczną w ramach systemu¹⁸⁸. Z zasady wyklucza to bazowanie na tym systemie na potrzeby analiz rozwoju w aglomeracji poznańskiej, co więcej dostęp do tego systemu jest zamknięty. Niezwykle popularne komercyjne oprogramowanie CommunityViz ma funkcję o nazwie TimeScope, które pozwala na wizualizację rozwoju w odstępie określonego czasu. Funkcja ta pozornie brzmi obiecująco, jednak zgodnie z opisem zawartym na oficjalnej stronie¹⁸⁹ wyświetlanie się budynków na osi czasu nie jest poparte żadną analizą i musi być zdefiniowane przez użytkownika. Służy zatem wyłącznie wizualizacji i nie uwzględnia żadnych uwarunkowań. Narzędzie to nie ma także zautomatyzowanego systemu podziału na działki. Podobnie Envision nie ma funkcji, które pozwalałyby na wykonywanie takich analiz¹⁹⁰. Pomimo braku tej bezpośredniej relacji i możliwości wykorzystania w rozprawie warto zwrócić uwagę na proponowane metody pracy, w szczególności na kształtowanie scenariuszy rozwoju już na wczesnych etapach procesu projektu.

Wymienić można więcej rozwiązań gotowych systemów PSS, w tym:

- Paint the Town zastosowany przez Northeastern Illinois Planning Commission¹⁹¹,
- UrbanSim¹⁹².

One także nie oferują możliwości przeprowadzania analizy rozwoju w rozważanej skali i funkcji. W dalszej kolejności wymieniać można narzędzia dedykowane konkretnym obszarom geograficznym, w tym LSUM-SEQ (Large Scale Model for the BrisbaneSouth East Queensland Region)¹⁹³, co jednak znajduje się poza tematyką rozprawy.

Kolejna z rozważanych metod tworzenia takich narzędzi (według klasyfikacji z rys. 8) to tworzenie autorskiego systemu. Takie działanie znowu pozostawia dwie możliwości: wykorzystanie istniejącego środowiska informacyjnego lub pracę od zera. Podział ten jest dość płynny, gdyż nawet stosunkowo niezależne aplikacje w dużym stopniu oparte są o istniejące rozwiązania i biblioteki, jednakże takie szczegóły techniczne nie są przedmiotem rozprawy. Zasadnicza intencja takiego podziału oparta jest o z jednej strony koncepcje wpisania się w istniejące środowisko pracy urbanisty, takiej jak na przykład Autodesk Autocad, Esri ArcGis, Qgis i wiele innych, lub z drugiej strony stworzenie własnego interfejsu. Zasadniczo wymienione programy pozwalają na dostęp do serwerów

¹⁸⁸ Pettit, C. J., Klosterman, R. E., Nino-Ruiz, M., Widjaja, I., Russo, P., Tomko, M., Sinnott, R. i Stimson, R.: 2013, The Online What if? Planning Support System, *Applied Spatial Analysis and Policy*, 2(8), s. 349-360.

¹⁸⁹ http://communityviz.city-explained.com/communityviz/s360webhelp4-3/decision_tools/timescope/about_timescope.htm, dostęp dn. 12.12.2017.

¹⁹⁰ Newton, P. i Glackin, S.: 2013, Using Geo-Spatial Technologies as Stakeholder Engagement Tools in Urban Planning and Development, *Built Environment*, 4(39), s. 473- 500.

¹⁹¹ Op. cit. Hanzl, M.: 2008, Technologie informacyjne Jako narzędzie udziału społecznego w kształtowaniu przestrzeni, s. 88-83.

¹⁹² Op. cit. Pettit, C. J., Klosterman, R. E., Nino-Ruiz, M., Widjaja, I., Russo, P., Tomko, M., Sinnott, R. i Stimson, R.: 2013, The Online What if? Planning Support System, *Urban Development*, s. 349-360.

¹⁹³ Bell, M., Jonathan, C. i Pullar, D.: 2012, Using a large scale urban model to test planning scenarios in the Brisbane-South East Queensland region, *Special Issue: Land use and urban form*, 4(4), 373-392.

GIS i obsługę przestrzennych baz danych oraz na graficzną wizualizację informacji przestrzennych i modelowanie projektu. Z drugiej strony tworzenie programu od podstaw, wraz z całym interfejsem graficznym i autorskimi funkcjami daje dużą swobodę w kształtowaniu koncepcji pracy.

W rozprawie podjęta została decyzja, by uzyskany model wdrożyć w autorskim narzędziu napisanym w języku programowania Visual Basic for Applications jako makro dla programu Autodesk Autocad. Wybór ten motywowany był chęcią wdrożenia w popularnym środowisku pracy, jednakże sam model regresji drożyć i wykorzystać można w dowolnym innym narzędziu, a nawet w analogowym środowisku pracy, chociaż znacząco zwiększy to czas pomiarów i obliczeń.

Z powyższych rozważań wyprowadzić można, oprócz opisanej wyżej koncepcji uniezależnienia się od środowiska wdrożenia, holistyczne ujęcie procesu projektowego¹⁹⁴, diagnozę celów oraz podstawowych funkcji narzędzi wspomagania planowania przestrzennego. W ujęciu elementów funkcjonalnych w przytoczonej literaturze podkreślane są zagadnienia ewaluacji i prognozy, które stanowić będą oś pracy badawczej. Równocześnie podkreślane znacznie wizualizacji danych uwzględnione zostanie w przedstawionych studiach przypadku wykorzystujących autorską analizę. Holistyczne ujęcie procesu projektowego, które w analizowanych przykładach objawia się w formułowaniu ramy postępowania według proponowanych metodologii, także jest elementem, który uwzględniony zostanie w formowanej koncepcji wspomagania procesu projektowego urbanistycznego. Zaproponowane zostaną kolejne etapy odnoszące się do realizowanych zadań i metod analitycznych.

Wnioski

Szczegółowe wnioski prezentowane były na bieżąco w ramach opisywanych zagadnień, zatem poniżej zaprezentowane zostaną refleksje bardziej ogólne. W tej rozległej systematyce w poniższym rozdziale rozprawy opisane zostaną wyłącznie wybrane metody i studia przypadku należące do szczegółowego pola badań, zatem powiązane tematycznie z rozprawą. Wybór nie jest łatwy ze względu na brak badań dotyczących problematyki ujętej w pracy. Zaproponowana szczegółowa tematyka badania, głównie ze względu na skalę osiedla objętego MPZP oraz uwzględnione czynniki i wykorzystane metody, nie została odnaleziona w żadnej z analizowanych prac. Przedstawione w drugim rozdziale cele projektowania urbanistycznego skłaniają do poszukiwania metod i narzędzi, które wspierałyby projektowanie urbanistyczne oraz zapewniły przejrzystość działania instytucji i realizacji zadań w sposób kompleksowy i perspektywiczny. W literaturze pogląd taki łączy się z krytyką stanu aktualnego i wyrażany jest jako rozszerzenie zainteresowania organów planistycznych z podstawowego zapewniania bieżących rozwiązań w kierunku tworzenia podpory merytorycznej i ogólnej ramy formalnej dla optymalnej gospodarki przestrzennej w paradygmacie zrównoważonego rozwoju¹⁹⁵. Wymaga to orientacji procesu planistycznego w stronę analizy danych, bazowania na obszernej puli informacji ilościowych i jakościowych, zarówno na temat stanu aktualnego, jak również

¹⁹⁴ Op. cit. Barełkowski, R. i Wojtyra, B.: 2018, Programowanie sanacji przestrzeni wiejskiej. Autorskie mechanizmy na rzecz zrównoważonego kształtowania obszarów wiejskich, Acta Universitatis Lodzianensis, Folia Geographica Socio-Oeconomica, 32, 31-49, <http://dx.doi.org/10.18778/1508-1117.32.02>, s. 36, 45.

¹⁹⁵ Op. cit. Albrechts, L.: 2004, Strategic (spatial) planning reexamined, s. 743 – 752.

wariantowych scenariuszy rozwoju¹⁹⁶. W tym wymiarze rozwój dyscypliny naukowej oraz praktyki projektowej wspomagany może być poprzez metody analizy przestrzennej i wspomaganie procesu projektowego służące dwóm podstawowym celom: prognostyce oraz wieloaspektowej ocenie¹⁹⁷. Chociaż opracowanie skoncentrowane jest na objaśnianiu istniejących zależności zarysowuje jednak podstawę do budowania prognozy, a przede wszystkim służy jako narzędzie ewaluacyjne w procesie projektowym. Siła takiej analizy oparta jest o zasadę, że zaobserwowany i zbadany w kilkudziesięciu przypadkach wpływ zależności pozwala na ocenę wpływu odpowiednich decyzji projektowych w innych przypadkach, abstrahując przy tym od samej prognozy. Istotnym krokiem na drodze do interpretacji wyników badania i wykorzystania ich w ewaluacji jest zbudowanie podłoża pod wieloaspektową ocenę w kontekście metodologii badań operacyjnych (nazywanych w skrócie OR od angielskiej nazwy *operations research*¹⁹⁸). Opisywane są one obszernie pod względem kategorii i znaczenia przez Krzysztofa Ficońa i Grzegorza Krasnodębskiego¹⁹⁹.

3.1. Narzędzia analityczne i ewaluacyjne w projektowaniu urbanistycznym

Poniżej przedstawione zostaną wybrane zagadnienia i studia przypadku dotyczące narzędzi analitycznych, które nie są oparte o modele rozwoju zabudowy. Wybrane one zostały ze względu na znaczenie w dyscyplinie oraz metodę ich wykorzystania w projektowaniu urbanistycznym, która jest bardziej rozbudowana i związana z tematem oraz skalą analizy zamieszczoną w rozprawie niż przedstawione jako następne modele rozwoju. Pozwalają także na uchwycenie wybranych problemów związanych z ewaluacją w projektowaniu urbanistycznym, gdyż autorska analiza ma służyć przede wszystkim ewaluacji decyzji projektowych.

3.1.1. Znaczenie i zadania

Liczne modele ewaluacji, głównie obszarów miejskich, stawały się tematem opracowań naukowych. Jednym z przykładów jest rozpowszechniona w projektowaniu urbanistycznym metoda analiz nazywana MCDA – multiple-criteria decision analysis, co tłumaczyć można jako „techniki analiz wielokryterialnych”²⁰⁰. Znaczenie metod wielokryterialnych jako zagadnień najbardziej przybliżających do rozumienia złożoności zagadnień projektowania urbanistycznego widzieli już w końcu lat 1980 Ernest Alexander i Andreas Faludi, stwierdzając potrzebę nie tylko wdrożenia systemu, ale z podejścia wielokryterialnego uczynienia paradygmatu²⁰¹. Same metody ewaluacji i sposoby wdrożenia ich w

¹⁹⁶ Dühr, S. i Müller, A.: 2012, The Role of Spatial Information in Strategic Spatial Planning, *Regional Studies*, 4(46), s. 423-424.

¹⁹⁷ Leung, Y.: 1997, Intelligent Spatial Decision Support Systems, *Springer-Verlag Berlin, Heidelberg*, ISBN 978-3-642-60714-1, s. 2-7, 333-337.

¹⁹⁸ Morse, M. i Kimball, G., E.: 2003, Methods of Operations Research, *Courier Corporation, NY*, ISBN: 0-486-43234-3, s. 5 – 20.

¹⁹⁹ Ficoń, K. i Krasnodębski, G.: 2014, Teoria badań operacyjnych jako narzędzie zarządzania optymalizacyjnego, *Czasopismo Logistyka*, 2(6), s. 622-629.

²⁰⁰ Montusiewicz, J.: 2004, Ewolucyjna Analiza Wielokryterialna w zagadnieniach technicznych, *Praca Habilitacyjna, rec: Telega, J., J., Osyczka, J. i Paczkowski, W., Politechnika Lubelska, Katedra Podstaw Techniki*, s. 11-16.

²⁰¹ Alexander, E. R. i Faludi, A.: 1989, Planning and plan implementation: notes on evaluation

procesie decyzyjnym i projektowym nie są jednoznacznie określone w polskim prawie²⁰². Równocześnie wytyczne Unii Europejskiej w ramach rozwoju przestrzeni miejskiej w myśl paradygmatu zrównoważonego rozwoju zarysowują ogólne kategorie, a co więcej pozwalają na wyrażenie wybranych aspektów w formie liczbowej²⁰³. Cel, który zawarty jest w Komunikacie Komisji do Rady I Parlamentu Europejskiego dotyczącego strategii tematycznej w sprawie środowiska miejskiego²⁰⁴ nie sprowadza się wyłącznie do regulacji prawnej, lecz do budowania polityki opartej o monitorowanie jakości w formie parametrów jakościowych i ilościowych. Opiera się to na założeniu, że zjawiska przestrzenne, zarówno negatywne i pozytywne, możliwe są do przewidywania w oparciu o analizę danych przestrzennych. Waga budowania wskaźników podkreślana jest także przez Stephanie Duhr, Claire Colomb i Vincenta Nadina²⁰⁵, którzy zwracają uwagę na wieloaspektową wartość takich informacji w planowaniu, argumentacji, komunikacji i monitorowaniu zjawisk rozwoju osiedli. Wspomniani autorzy wskazują przy tym na problematykę wdrażania naukowych modeli w praktyce projektowej, której rdzeń upatrują we właściwym mechanizmie zbierania i przetwarzania danych. Zwracają także uwagę na niewłaściwe używanie pojęć w dokumentach i wytycznych formalnych, w szczególności publikowanych przez instytucje Unii Europejskiej. Pojęcia danych, informacji i wiedzy zdaniem autorów używane są tam niejako zamiennie, natomiast pojęcia te różnią się stopniem organizacji i abstrakcji. Z rozważań tych wypływa wniosek, że same dane nie stanowią wystarczającej bazy dla podmiotów decyzyjnych. Dopiero wyższy stopień organizacji poprzez analizy i symulacje stanowić może podstawę do budowania procesu decyzyjnego. Studium wybranych propozycji modeli ewaluacyjnych i przykładów ich implementacji pozwoli lepiej określić korzyści i zagrożenia wynikające z przyjętego rozwiązania, opisać powszechną praktykę i ostatecznie zbudować podłoże pod ustalenia w zakresie metodyki pozyskiwania i przetwarzania danych.

3.1.2. Modele ewaluacyjne w praktyce

Przykład modelu ewaluacyjnego, który wykorzystuje do analizy system współczynników wagowych, został zaproponowany dla miasta Krakowa²⁰⁶. W związku z tematem opracowania jest to narzędzie zorientowane zadaniowo, przez co należy rozumieć wykorzystanie procedury dla jednego obszaru i w jednym, określonym celu. Zasadniczo pozwala to na bardzo analityczne określenie

criteria, *Environment and Planning B: Planning and Design*, 16(2), February 1989, 127-140.

²⁰²Fogel, P.:2014, Wskaźniki zrównoważonego rozwoju przestrzennego miasta, *Materiały konferencyjne, Miasto idealne – miasto zrównoważone Planowanie przestrzenne terenów zurbanizowanych i jego wpływ na ograniczenie skutków zmian klimatu*, s. 1-7.

²⁰³ Fogel, A. i Fogel, P.: 2007, Możliwość wykorzystania europejskich wskaźników zrównoważonego rozwoju w planowaniu przestrzennym na szczeblu lokalnym, *M. Kistowski, B. Korwel-Lejkowska (red.). Waloryzacja Środowiska przyrodniczego w planowaniu przestrzennym*, Gdańsk. s. 129-131.

²⁰⁴ Op. cit. Komunikat Komisji do Rady I Parlamentu Europejskiego dotyczący strategii tematycznej w sprawie środowiska miejskiego. s. 36, 30-60

²⁰⁵ Op. cit. Duhr, S., Colomb, C. i Nadin, V.: 2010, *European Spatial Planning and Territorial Cooperation*, s. 70-80.

²⁰⁶ Jaroszewicz, J. i Degórska, B.: Koncepcja modelu analiz przestrzennych do identyfikacji terenów wyłączonych z zabudowy, na potrzeby studiów uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gmin miejskich, *Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji*, Vol. 20, 2009, s. 147-160.

współczynników. Autorzy powołują się na kryteria „twarde”, wynikające z zapisów prawa powszechnego i lokalnego, oraz „miękkie”, waloryzujące przestrzeń przyrodniczą. Równocześnie przypisanie odpowiedniej wagi obu typom czynników wynika z modelu opracowanego przez cytowanych autorów i studium przypadku. Organizacja informacji przestrzennej w proponowanym systemie ma charakter modułów powiązanych z poszczególnym kryterium wartościowania zieleni, który ostatecznie przekłada się na ewentualne wyłączenia z zabudowy. Wprowadzone dane zostały skategoryzowane w formie obiektów przestrzennych. Efektem wieloetapowej procedury obliczeniowej jest wygenerowanie mapy obszarów ograniczenia i zakazu zabudowy. Za najistotniejsze wytyczne dla opisu metodologicznego procesu przetwarzania informacji przestrzennych można uznać wymienione w pracy trudności, wśród których opisywane są deficyt i rozproszenie danych, problematyka organizacji informacji odnosząca się zarówno do środowiska programistycznego. Każde to zwrócić szczególną uwagę na procedurę wprowadzania danych oraz ciągle ograniczoną liczbę baz danych GIS. Kluczowy jest też stopień elastyczności takiego narzędzia, o którym autorzy stwierdzają, że wymaga każdorazowego przedefiniowania do nowych warunków. Warto zatem zwrócić uwagę w analogicznych realizacjach, aby proces adaptacji przebiegał w sposób zorganizowany i w miarę możliwości zautomatyzowany.

Innym przykładem jest zaproponowana przez Adama Zwolińskiego metoda badania przestrzeni publicznych w zespołach mieszkalnych²⁰⁷. Autor wprowadza do pracy poprzez podanie definicji termin „deformacji”, względem którego określana jest przestrzeń ogólnodostępna w osiedlach, których zakres jasno ogranicza do osiedli z wielkiej płyty. Pojęcie definiuje w następujący sposób:

„Jako deformację rozumie się każde naruszenie założonej równowagi lub odchylenie od wzorcowej wartości”²⁰⁸.

Bezpośrednim celem takiego działania jest diagnoza przestrzenna, a w następnej fazie definiowanie strategii przekształceń osiedli mieszkaniowych, oraz – co z tym związane – konkretnych rozwiązań planistycznych. Autor podkreśla przy tym różnorodność wniosków analitycznych w zależności od konkretnego typu projektu planistycznego i związanego z nim efektu w postaci określonego dokumentu. W proponowanej metodzie autor wprowadza oryginalne narzędzia pod nazwami Matryca Badań i Wzornik Parametrów Deformacji, z których drugie ocenia jako kluczowe dla całej metody. Dane wyjściowe w badaniu wyprowadzane są na podstawie interpretacji inwentaryzacji. Ostatecznie projekt zastosowany jest na przykładzie szczecińskich osiedli mieszkalnych z dużej płyty w tym: Osiedla Klonowica, Osiedla Ustronie. Autor wywodzi sprecyzowaną we wnioskach tezę, że relatywny opis wartości deformacji pozwala dzięki uporządkowaniu przy pomocy Wzornika Parametrów Deformacji na uzyskanie pełniejszej charakterystyki i wytycznych do późniejszych działań projektowych²⁰⁹. Warto zwrócić uwagę na uniwersalność narzędzia, rozumianą jako możliwość

²⁰⁷ Zwoliński, A.: 2010, Wyznaczniki urbanistycznej transformacji zespołów mieszkaniowych w oparciu o parametry użytkowania przestrzeni publicznych, *Przestrzeń i Forma* 12, s. 229–250.

²⁰⁸ Ibidem, s. 247.

²⁰⁹ Ibidem, s. 247-248.

zastosowania w różnych przypadkach oraz elastyczność pozwalającą na stosowanie w sytuacji różnej puli informacji, co związane jest z odpowiednio większą lub mniejszą dokładnością. Powyższe cechy opisywane są przez autora słowami:

Zastosowanie mechanizmu WPD dowiodło, że wraz ze wzrostem ilości badanych kryteriów WDP, wzrasta dokładność charakterystyki deformacji badanych przestrzeni publicznych. Jakość badań tych przestrzeni jest wprost proporcjonalna do ilości zidentyfikowanych deformacji.²¹⁰

Podany przykład istotny jest z dwóch powodów. Z jednej strony dotyczy specyficznej formy osiedli mieszkaniowych. Chociaż jest to zabudowa wielorodzinna, to stanowi pewną wytyczną dla rozprawy. Ponadto w przytoczonym badaniu, wyniki analizy jakościowej bazują na danych ze złożonego systemu pomiarów, które zawierają także elementy subiektywnej w oceny.

Powyższe rozważania wskazują na duże znaczenie analityki w planowaniu przestrzennym i urbanistyce oraz zwracają uwagę na problemy dostępu do informacji oraz stopnia subiektywnej oceny danych wejściowych i metod ich przewarzania. Dowodzą także, że w określonych przypadkach dane mają charakter jakościowy i próby ignorowania tego faktu i opisu wyłącznie przy pomocy pomiarów w sposób dramatyczny ograniczyłoby zasób informacji, a więc pogorszyło obraz zjawiska. Niemniej jednak, biorąc pod uwagę cel tworzenia narzędzi ewaluacji, uporządkowanie i czytelna kategoryzacja informacji przestrzennych pozwala na pełniejszą diagnozę i zrozumienie sytuacji przestrzennej, co ma kluczowy wpływ na proces decyzyjny. W niektórych sytuacjach stosowanie metod niewymiernych, określanych według przedstawionej klasyfikacji jako „miękkie”, jest konieczne ze względu na formę występowania zjawiska. Co więcej, stosowanie metod, które bazują na ocenie analityka i późniejszej weryfikacji dają wymierne efekty dowiedzione w przedstawionych pracach naukowych. Warunkiem jest ich precyzyjny opis pozwalający na zrozumienie i możliwość wykorzystania badań przez odbiorców takich opracowań.

3.2. Wybrane metody analizy rozwoju przestrzennego – szczegółowe pole badań

Kolejny poziom, na którym rozważać można stan badań, to modele rozwoju obszarów zabudowy. Analiza ta realizowana może być jako element SDSS lub PSS albo jako niezależne studium, które nie jest integrowane z żadnymi metodami ani systemami projektowania urbanistycznego. W takich sytuacjach słowo „system” nie jest odpowiednie, a wiele studiów przypadku opisuje właśnie takie badanie, bez opisu jego konsekwencji dla projektowania, co przedstawione zostanie na przykładach w dalszej części rozdziału. Opis poszczególnych metod i studiów przypadku poprzedzony zostanie przybliżeniem podłoża teoretycznego dla wykorzystania informacji we wspomaganie procesu decyzyjnego w projektowaniu urbanistycznym. Konieczność taka wynika z ujęcia w rozprawie całego procesu badawczego, począwszy od pozyskania danych, poprzez analizę informacji, aż po interpretację wyników i propozycję ich wykorzystania w projektowaniu urbanistycznym. Schemat tego procesu zilustrowany jest w tabeli 3.

²¹⁰ Ibidem, s. 248.

Modele rozwoju obszarów zabudowanych oraz analiz zmiany przeznaczenia terenu proponowane były przed epoką wspomagania komputerowego w oparciu o metody graficzne i teoretyczne²¹¹ oraz o omawiane w podrozdziale 3.2 metody regresji. Współcześnie funkcjonują także inne analizy opisane pokrótce poniżej, w tym modelowanie fraktalne, agentowe i systemy dynamiczne. Dalszy opis należy poprzedzić przytoczeniem podstawowego pojęcia występującego w ilościowych analizach przestrzennych. Jest to szeroko pojęta analiza regresji. W tej metodzie poszukiwany jest model, który ma za zadanie estymować określone parametry w oparciu o dostępne dane. Jak zostało już wspomniane, w rozprawie założone jest szacowanie jednego parametru. Jest to rozwój obszaru na przestrzeni czasu ujęty jako zmienna zależna (objaśniana) „stopień rozwoju”. Wprowadzane do modelu analitycznego dane opisywać będą uwarunkowania lokalne ujęte w formie zmiennych niezależnych (objaśniających). Pomocniczo, dla dokonania weryfikacji wprowadzane będą także inne dane, w tym ponadlokalne. Oznacza to, że analizy te należą do grupy badań korelacyjnych.

Równocześnie rozwój GIS i technik komputerowych pozwolił na automatyzację obliczeń i przetwarzania danych, przez co otworzył nowe perspektywy dla takich analiz²¹². Na początku milenium opisywane były następujące cele takich analiz:

- objaśnianie i eksplorowanie mechanizmów, którymi kierowany jest rozwój i zmiany w przestrzeni, z uwzględnieniem społecznych, ekonomicznych i przestrzennych uwarunkowań,
- projekcja potencjalnego wpływu na środowisko i bilans ekonomiczny,
- ewaluacja wariantowych polityk przestrzennych, wzorców zarządzania i decyzji planistycznych²¹³.

Wraz z rozpowszechnieniem się modeli rozwoju przestrzennego traktowane zaczęły być one jako standardowe narzędzie wykorzystywane w projektowaniu urbanistycznym, które nie wymaga uzasadnienia w ujęciu celów zastosowania, co możliwe jest do zauważenia w przytaczanych studiach przypadku. Warto także wspomnieć, że drugi z wymienionych celów (ocena wpływu na środowisko i bilans ekonomiczny) wymieniany jest bezpośrednio w ustawie o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym²¹⁴, co opisane szerzej jest w drugim rozdziale. Oznacza to pełną zbieżność celu ustawowego z założonym w danej analizie. Cele te przekładają się bezpośrednio na rozprawę, szczególnie pierwszy, który dotyczy objaśnienia zjawisk. Trzeci z celów stanowi natomiast podstawę dla tworzenia autorskiego systemu wspomagania planowania przestrzennego, chociaż jest on w tym wypadku zawężony do rozważanego obszaru i funkcji zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej objętej

²¹¹ Ayrni, B.: 1979, *Concepts and Techniques in Urban Analysis*, Croom Helm, ISBN 0856648329, s 42-55.

²¹² Pijanowski, B., C., Brown, D., G., Shellito, B. A. i Manik, G., A.: 2002, Using neural networks and GIS to forecast land use changes: a Land Transformation Model, *Computers, Environment and Urban Systems*, 6(26), s. 553-575.

²¹³ Ibidem, s. 553-557.

²¹⁴ Op. cit. Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym, Art. 1.1.

miejscowym planem zagospodarowania przestrzennego. Badania takie pozwalają także przewidywać i przez to kontrolować zjawisko rozlewania się miast²¹⁵.

Pewne analizy i prognozy, w tym finansowe i środowiskowe, wynikają z ram formalnych planowania przestrzennego, choćby przy procedurze opracowania miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego, czego podstawę prawną stanowi art. 17 ust. 6 obowiązującej ustawy o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym²¹⁶²¹⁷. Jednakże omawiane w pracy analizy rozwoju obszarów zabudowy opisane na przestrzeni czasu nie są wymagane przepisami prawa. Równocześnie liczba przykładów przytoczonych poniżej w tym rozdziale dowodzi, że tworzenie takich narzędzi analitycznych jest zadaniem istotnym, które skłania naukowców do poszukiwania modeli rozwoju, kształtując przy tym metody pracy i wykorzystywania danych przestrzennych. Chociaż proponowane badanie realizowane jest w skali osiedla mieszkaniowego, to z powodu niezwykle małej liczby badań traktujących bezpośrednio o takich przypadkach, konieczne jest przytoczenie studiów realizowanych także w innej skali i podporządkowanych innym problemom przestrzennym. Pomimo istotnych różnic stanowić one mogą metodologicznie wartościowy punkt odniesienia. Poza urbanistyką obszerne studia z zakresu analiz symulacyjnych, ewaluacyjnych i prognostycznych wielokrotnie na przestrzeni lat podejmowane były w odniesieniu do rynku nieruchomości²¹⁸²¹⁹. Chociaż są to liczne, wyczerpujące źródła, różnią się one zasadniczo pod względem celu, formy i zastosowania, przez co nie przedstawiają w żaden sposób sposobu wykorzystania wyników w projektowaniu urbanistycznym. Równocześnie stosowane w nich metody stanowią także odniesienie dla stanu badań, gdyż mogą być wykorzystane w rozprawie.

3.2.1. Ogólna taksonomia modeli rozwoju obszarów miast, aglomeracji i regionów

Poniżej przedstawiona zostanie ogólna taksonomia metod stosowanych w analizach rozwoju obszarów zabudowy, a następnie szczególne przypadki wykorzystujące wybrane metody regresji z grup metod wykorzystanych w rozprawie. Rozwój wspomaganie procesu decyzyjnego w gospodarce przestrzennej i planowaniu zaowocował wykształceniem się licznych metod analitycznych. W literaturze studia takie w tytule zawierają często słowo „prognoza”, co jednakże informuje o celu wykorzystania takiego badania, a nie o samej metodzie analizy. Przedstawione poniżej sposoby, zgodnie z tytułem podrozdziału, dotyczą studium całości wybranego „organizmu przestrzennego”. Nazwa ta w tym wypadku oznacza różne obszary wielkopowierzchniowe stanowiące osobny element

²¹⁵ Vaz, E. i Arsanjani, J.J.: 2015, Predicting Urban Growth of the Greater Toronto Area - Coupling a Markov Cellular Automata with Document Meta-Analysis, *Journal of Environmental Informatics*, 2(25), s. 71-80.

²¹⁶ Hełdak, M.: 2006, Miejscowy plan zagospodarowania Przestrzennego jako stymulator rozwoju Gospodarczego gminy na przykładzie MPZP Oława przemysł, *Acta Sci. Pol., Administratio Locorum* 1-2(5), s. 26-29.

²¹⁷ Stanek, L.: 2011, Ekonomiczno-społeczne znaczenie prognoz skutków finansowych uchwalenia miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego, *Inżynieria Ekologiczna*, 27, 191- 194.

²¹⁸ Kain, J. F., Quigley, J. M.: 1970, Measuring the value of Housing Quality, *Journal of the American Statistical Association*, 65(330), s. 532-540.

²¹⁹ Bork, L. i Moller, S. V.: 2012, Housing price forecastability: A factor analysis, *CREATES research paper 2012-27, Real Estate Economics*, s. 2-8.

podziału administracyjnego lub ich grupę. Użycie tego terminu w powyższym kontekście oznacza obszar, który zgodnie ze swoją funkcją stanowi integralną całość jednostki osadniczej. W przeciwieństwie do podmiotu badania objaśniającego zawartego w rozprawie, miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego, oznacza to znaczny obszar, złożony i niejednorodny pod względem funkcjonalnym. Implikuje to także większą powierzchnię, którą mogą być odpowiednio skale jednostek administracyjnych, w tym województw, powiatów i gmin, a także obszary aglomeracyjnych i różnej wielkości miast. Niestety nie zostało odnalezione żadne badanie korelacyjne rozwoju osiedli w skali zbliżonej do tematyki rozprawy. Relatywnie najmniejszą odnanioną w literaturze skalą takiej analizy jest dzielnica dużego miasta.

Cechą wspólną opracowań, bez względu na skalę, jest ogólna zasada wykorzystania w prognostyce i ewaluacji scenariuszy rozwoju. Zasadę tę zwięźle opisała Małgorzata Radło-Kulisiewicz²²⁰, stwierdzając, że stanowiąca podstawę do tworzenia prognozy symulacja zjawisk opiera się o rzeczowe, interdyscyplinarne studia. Odkrywają one i objaśniają istniejące zależności, a następnie w oparciu o świadome uchwycenie dynamiki i tendencji umożliwiają ich ekstrapolację tworzącą obraz przyszłego rozwoju miasta. Połączyć to można z konkluzją, że bieżąca walidacja modeli możliwa jest wyłącznie w oparciu o zdarzenia przeszłe i obecne. Choć wiąże się to z ryzykiem błędu, to jest podstawową możliwością przewidywania przyszłych zdarzeń i zależności. Wybrane metody opisane w cytowanej powyżej pracy przedstawiają różnorodność dyscypliny oraz taksonomię metod, technik i narzędzi.

Dimitris Triantakostas i Giorgos Mountrakis²²¹ na przykładach licznych prac dowodzą doniosłego praktycznego znaczenia takich aplikacji, równocześnie wskazując na pewne ograniczenia. Dotyczą one przede wszystkim znacznego nakładu pracy oraz związanych z tym kosztów i czasu, co sprawia, że studia takie przeprowadzane są sporadycznie²²². Co więcej, poruszany jest także problem zbyt dużej złożoności i trudności wykorzystania, co wymaga od potencjalnych użytkowników znacznej wiedzy z zakresu matematyki, bądź stosowania trudnych aplikacji. Jest to w pewnym sensie złe zinterpretowanie docelowej grupy odbiorców i brak komunikacji w tym zakresie. Zbyt trudny, nieprzejrzysty proces analizy i trudne do zinterpretowania wyniki w wielu przypadkach stanowiły barierę w wykorzystaniu badań²²³. Wyszczególnionym problemem w ramach przytoczonych metod jest także ograniczona dokładność, która jest wystarczająca w zakresie opracowań obejmujących całe jednostki terytorialne, jednak przy szczegółowych działaniach miejscowych stanowi tylko pewien kontekst. Co więcej, problemem, który pojawia się przy studiach przypadku wdrożeń analizy rozwoju, jest ich ograniczone terytorialnie działanie. Model taki wykonywany jest dla danej lokalizacji i tylko dla

²²⁰ Radło – Kulisiewicz, M.: 2015. Przegląd wybranych podejść w zakresie prognozowania rozwoju obszarów miast, *Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji*, vol. 27, s. 109-113.

²²¹ Triantakostas, D. i Mountrakis, G.: 2012, Urban Growth Prediction: A Review of Computational Models and Human Perceptions, *Journal of Geographic Information System*, 4(6), s. 555-587.

²²² Ibidem, s. 566.

²²³ Ibidem, s. 567.

niej jest skuteczny w prognozie, szczególnie jeśli bazuje na złożonych algorytmach analizy²²⁴. W odpowiedzi na ten problem w rozprawie analiza rozwoju służy przede wszystkim celom ewaluacyjnym, ponadto rozbudowana jest o dane statystyczne (zamieszczone w rozdziale 4) dla całego obszaru Polski i z uwzględnieniem zmian w czasie. Ostatni z przytaczanych problemów dotyczy samej natury zjawisk przestrzennych. Ilustrują to słowa Jeffery Allena i Kang Lu: „Należy zwrócić uwagę, że zawsze są jakieś nieuchwytnie (subiektywne) zmienne, które nie mogą być zmierzone, oraz pewne zasady, które nie mogą być wyrażone matematycznie, ale ich wpływ jest dobrze widoczny dla doświadczonych planistów i deweloperów”²²⁵. Problematyka ta będzie wielokrotnie rozważana w dalszej części pracy, gdyż niektóre z uwzględnianych parametrów mają charakter jakościowy lub są bardzo złożone. W pierwszej kolejności należy stwierdzić, że jest to zjawisko zauważane i powszechne w literaturze, zatem samo w sobie nie może być zarzutem, gdyż towarzyszy całemu obszarowi badań. Podejście reprezentowane w rozprawie w stosunku do zmiennych jakościowych oparte jest o następujące filary: wykorzystanie sztucznych sieci neuronowych, które pozwalają na złożony opis zależności, uproszczenie pomiarów do czytelnej skali porządkowej, co pozwala na powtarzalność rezultatu, i zaproponowane zmiennych złożonych, które zawierają kompleksowy opis danego aspektu rzeczywistości przestrzennej. Podłoże teoretyczne takich założeń oraz ich szczegółowy opis zawarty jest w rozdziale 5.

Stwierdzić można zatem, że najważniejsze problemy analiz rozwoju to:

- znaczący nakład pracy i kosztów, który ogranicza liczbę takich studiów,
- niedostatki baz danych,
- zbyt trudna obsługa i zbyt duża złożoność rezultatu niezrozumiała dla odbiorców,
- nieprzejrzysty proces analizy,
- zbyt mała dokładność,
- ograniczenie wyników analizy do wybranej lokalizacji, niedostatek metod wykorzystania wyników w innych obszarach,
- problem interpretacji danych jakościowych.

Zamieszczone we wspomnianej pracy Radło-Kulisiewicz metody i składające się na nie techniki zaklasyfikowane zostały do grupy modeli rozwoju przestrzennego (ang. urban growth prediction models, UGPM). Są to: automaty komórkowe, sztuczne sieci neuronowe, modelowanie fraktalne, programowanie agentowe (ang. *agent based model*, ABM), dynamika systemów/dynamika systemowa (ang. system dynamics) oraz ogólna grupa metod związanych z regresją liniową i logistyczną w układach przestrzennych. Grupa ta jest bardzo rozległa i zróżnicowana. Jej elementem jest wspólnym rdzeń metodologiczny oparty o generalny model liniowy. Do tej istotnej w ujęciu

²²⁴ Silva, E. A. i Clarke, K. C.: 2002, Calibration of the SLEUTH urban growth model for Lisbon and Porto, Portugal, *Computers, Environment and Urban Systems* 26, s. 525–552.

²²⁵ Allen, J. i Lu, K.: 2003, Modeling and prediction of future urban growth in the Charleston region of South Carolina: a GIS-based integrated approach, *Conservation Ecology*, 2(8), Dostęp online: <https://www.ecologyandsociety.org/vol8/iss2/art2/inline.html>, dn. 06.12.2017.

rozprawy grupy zaliczyć można modele CLUE (Conversion of Land Use and their Effects) oraz Skaner Użytkowania Terenu²²⁶. Powyższa praca powołuje się także na badanie Triantakontantisa i Mountrakisa²²⁷, które opisuje studium literatury w poszukiwaniu stosowanych metod analizy przestrzennej wykorzystywanych w prognosyce. W badaniu tym dokonane zostało zestawienie statystyczne 216 prac, z których szczegółowej analizie poddano 156²²⁸. W oparciu o wyniki zaproponowana została taksonomia uwzględniająca popularność określonych zastosowań. Jedną z istotnych informacji zawartych w pracy Triantakontantisa i Mountrakisa jest przedstawienie klasyfikacji metod i technik. Oznacza to, że ich zastosowania czasem wzajemnie się uzupełniają i możliwe jest ich wspólnie wykorzystanie w jednym badaniu. Dotyczy to w szczególności automatów komórkowych (ang. *cellular automata*, CA), których działanie może być oparte o różne techniki analizy statystycznej i modele eksperckie. Badanie to wskazuje, że CA to najczęściej stosowana technika wykorzystywana w prognozie w publikacjach naukowych. Występuje blisko w 85% przypadków. Nie oznacza to oczywiście, że pozostałe techniki występują zaledwie w 15% przypadków. CA jest techniką przetwarzania informacji, która łączona jest z innymi z wymienionych metod analizy statystycznej, zatem opisana zostanie w następnym podrozdziale. Co do samych metod regresji, według cytowanego badania, bardzo dużą popularnością cieszy się regresja logistyczna (23%), natomiast sieci neuronowe, modelowanie fraktalne, regresja liniowa są stosowane w zbliżonej liczbie prac, przy czym każda z nich występuje w około 10% opracowań. Zbiór siedmiu relatywnie popularnych metod, które występowały częściej niż w 1% przypadków, zamyka drzewo decyzyjne²²⁹. Pozostałe występowały sporadycznie. Należy także zaznaczyć, że metody te są na tyle rozległe, że ich opis nie może być jednolity, a wykorzystywane w nich były różne techniki. Równocześnie w cytowanej pracy prezentowane są ogólne wnioski dotyczące oceny metod, technik i narzędzi prognostycznych stosowanych w badaniu rozwoju miast. Oprócz niewymienionych powyżej na wyszczególnienie zasługuje model Orion. Jego podstawy teoretyczne zostały opracowane przez cytowanego wcześniej profesora Zipsera, sam system jest po dziś dzień rozwijany i wykorzystywany^{230,231}. Według opisu metoda ta wykorzystuje pętle iteracyjne do ustalenia stanu poszukiwanego określonego stanu stabilny (ang. *steady state*). Przetwarza przy tym zmienne przestrzenne zakwalifikowane do odpowiednich grup w poszczególnych podstawowych procedurach predyspozycji, konfliktów, uciążliwości i kontaktów²³². Na dodatkową uwagę zasługuje bogata walidacja skuteczności systemu na danych

²²⁶ Op. cit. Radło – Kulisiewicz, M.: 2015. Przegląd wybranych podejść w zakresie prognozowania rozwoju obszarów miast, s. 114-118.

²²⁷ Op. cit. Triantakontantis, D. i Mountrakis, G.: 2012, Urban Growth Prediction: A Review of Computational Models and Human Perceptions, s. 555-587.

²²⁸ Ibidem, s. 557.

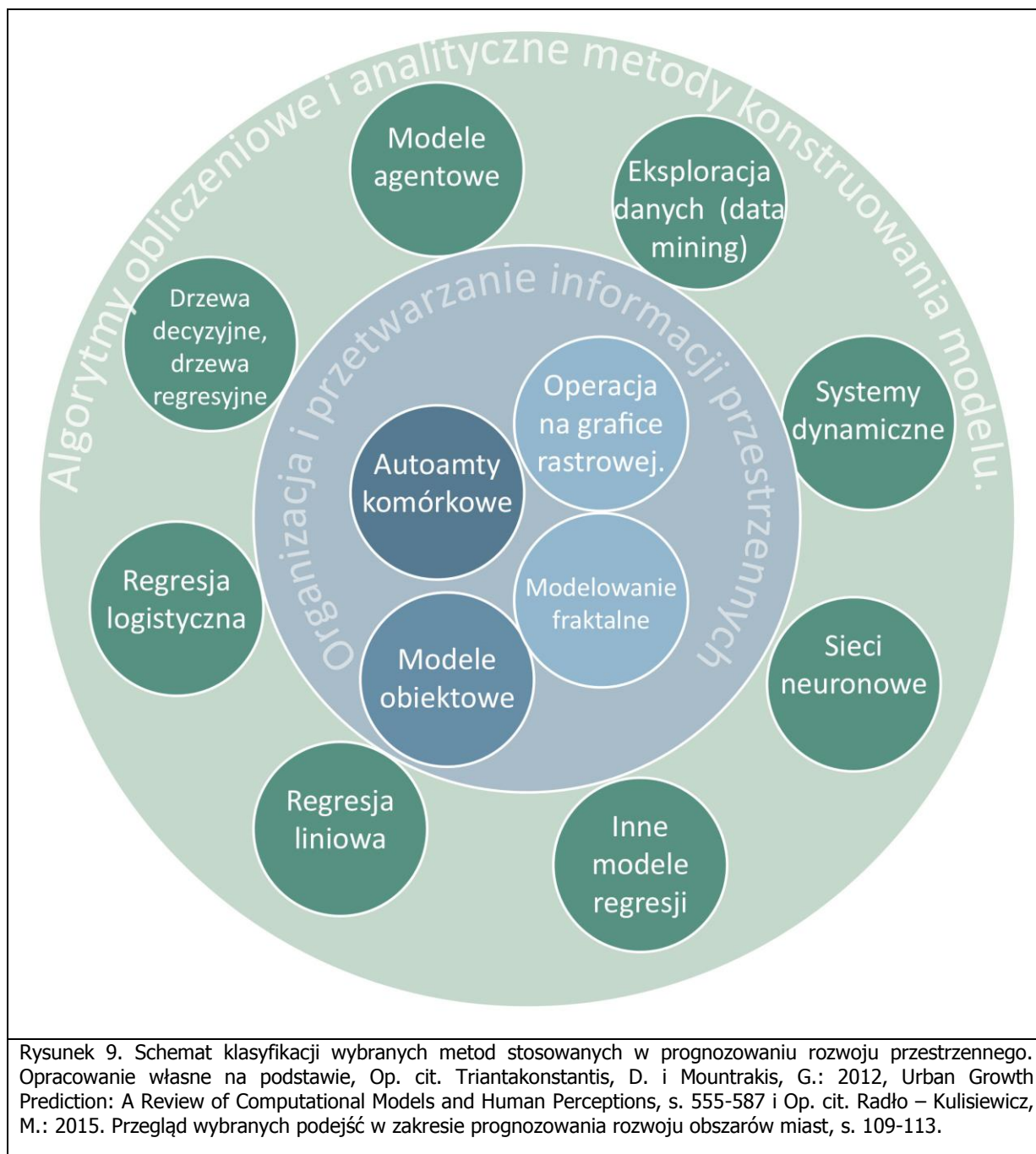
²²⁹ Ibidem, s. 559.

²³⁰ Ossowicz, T. i Sławski, J.: 1989, The allocation model Orion: its development and applications, *Papers of The Regional Science Association*, vol. 66, s. 31-46.

²³¹ Krygier, M.: 2016, Symulacja koncentracji aktywności gospodarczych na obszarze południowej Polski z wykorzystaniem modelu Orion, *Prace Komisji Geografii Przemysłu Polskiego Towarzystwa Geograficznego*, 2(30), s. 209-225.

²³² Sławski, J.: 2006, Model ORION jako narzędzie symulacyjne do prognozowania rozwoju sieci osadniczej, Makroregion innowacyjny. *Foresight technologiczny dla województwa dolnośląskiego do 2020 r.*, nr.1, s. 69-73.

teoretycznych i licznych aplikacjach. Narzędzie ma wszechstronne zastosowanie pozwalające na wykorzystanie w różnych skalach, od obszaru miasta po regionalną i krajową, oraz dotyczyć różnych funkcji przeznaczenia terenu²³³. System Orion nie należy do żadnej z grup wyszczególnionych przez Triantakontantisa i Mountrakisa²³⁴, proponuje natomiast nową metodę analityczną. Poniższy schemat ukazuje wymienione w pracy metody z podziałem na sposoby organizacji i przetwarzania informacji oraz na analizy służące oszacowaniu modelu prognostycznego.



Rysunek 9. Schemat klasyfikacji wybranych metod stosowanych w prognozowaniu rozwoju przestrzennego. Opracowanie własne na podstawie, Op. cit. Triantakontantis, D. i Mountrakis, G.: 2012, Urban Growth Prediction: A Review of Computational Models and Human Perceptions, s. 555-587 i Op. cit. Radło – Kulisiewicz, M.: 2015. Przegląd wybranych podejść w zakresie prognozowania rozwoju obszarów miast, s. 109-113.

²³³ Ibidem, s.71.

²³⁴ Op. cit. Triantakontantis, D. i Mountrakis, G.: 2012, Urban Growth Prediction: A Review of Computational Models and Human Perceptions, 555-587.

Z wymienionych grup metod²³⁵ w rozprawie opisane osobno są te bezpośrednio powiązane z technikami wykorzystanymi w autorskim badaniu objaśniającym: sztucznym sieciom neuronowym dedykowany jest podrozdział 3.2.3, natomiast regresji logistycznej i liniowej podrozdział 3.2.4. Aby uniknąć powtarzania tego opisu, uzasadnienie wyboru tych określonych metod i technik przedstawione zostanie w wymienionych podrozdziałach. Pozostaje zatem charakterystyka pozostałych metod oraz uzasadnienie, dlaczego zostały one odrzucone do celów badania.

Dynamika systemów

Dynamika systemów to podejście, w którym dąży się do uchwycenia zależności w złożonym systemie między innymi poprzez wykorzystanie pętli sprzężenia zwrotnego, w oparciu o pewne zmienne początkowe oraz wartości zmieniające się wraz z upływem czasu²³⁶. Metoda ta występuje w wielu modyfikacjach, przy czym przewiduje ona serię kroków, począwszy od opisu systemu, poprzez przekształcenie opisu na równania, następnie symulację modelu, proponowanie innych wariantów, elementy ewaluacji, a kończąc na zmianie założeń początkowych. Wszystkie etapy powiązane są sprzężeniem zwrotnym z poprzednimi²³⁷. Hana i inni, analizując rozwój Szanghaju²³⁸, proponują model, który uwzględnia między innymi rozwój prowincjonalnej migracji, zatrudnienie w sektorze publicznym, zanieczyszczenie, zarobki w odpowiednich strefach suburbanizacji itp. W ramach tych zmiennych proponowane są równania szacujące zależności, a następnie w oparciu o dane z okresu 1979-2000 iteracyjnie szacowane są współczynniki kształtujące model. Ten sam okres stanowi także odniesienie do testów weryfikacyjnych.

Metoda ta ma na celu uchwycenie złożonych zależności w złożonym systemie. To niejako wyklucza ją spośród grupy rozważanych metod w ramach badania zawartego w rozprawie, gdyż celem tego badania jest uchwycenie możliwej do zrozumienia, ogólnej zależności w zdecydowanie bardziej jednorodnej zabudowie mieszkaniowej jednorodzinnej. To uchwycenie ogólnej zasady jest o tyle istotne, że pozwala na założenie zachowania zbliżonej zależności w innych miejscach. Zbyt szczegółowy model stwarza ryzyko dostosowania parametrów do lokalnych zależności, nie występujących w innych lokalizacjach, a przez to wyklucza możliwość stosowania modelu w nowych projektach urbanistycznych. Co więcej, systemy dynamiczne mają mniej testów weryfikacyjnych niż regresje wybrane w rozprawie, a jej struktura dopasowana jest do danych pochodzących z pojedynczego złożonego systemu, a nie z licznych prób badawczych charakterystycznych dla wybranych 72 obszarów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej.

²³⁵ Ibidem, s. 559-581.

²³⁶ Forrester, J. W., 1994, System Dynamics, Systems Thinking, and Soft OR, *System Dynamics Review Summer*, 2(10), s. 3-12.

²³⁷ Ibidem, s. 6-7.

²³⁸ Hana J., Hayashi, Y., Cao X. i Imuraa H.: 2009, Application of an integrated system dynamics and cellular automata model for urban growth assessment: A case study of Shanghai, China, *Landscape and Urban Planning*, 91, s. 133-141.

Modelowanie agentowe

Jest to metoda symulacji interakcji wielu wirtualnych bytów o określonych dążeniach nazywanych „agentami” w celu odtworzenia uproszczonych zasad funkcjonowania złożonych zjawisk. Sposób programowania zachowań agentów pozwala na dużą dowolność, od prostych warunków logicznych opartych o algebrę logiki G. Boole’a, po złożone pętle heurystyczne. Przykładem zastosowania modelowania agentowego jest studium dla Teheranu²³⁹. Zakłada ono trzy rodzaje agentów o różnych zachowaniach: mieszkańców, deweloperów i przedstawicieli administracji publicznej. Sposób zachowania mieszkańców programowany jest w oparciu o analizy wielokryterialne zaczerpnięte z literatury. Działania deweloperów oparte są na założeniu dążenia do maksymalizacji zysku, zaś ostatnia grupa koncentruje się na obszarach ochrony, strefach buforowych i innych istotnych elementach gospodarowania przestrzenią. W oparciu o tę analizę wyznaczone zostały przewidywane obszary intensywnego rozwoju metropolii.

Modelowanie agentowe (podobnie do SD) tworzone jest z myślą o systemach złożonych, a efektem takiej analizy jest prognoza wykonana przy pomocy złożonego, trudnego do intuicyjnego zrozumienia narzędzia symulacyjnego. Metoda ta podobnie do poprzedniej zawiera dużą dozę założeń na temat modelu funkcjonowania, którą następnie weryfikuje w praktyce. Rozważając kwestię weryfikacji, należy zauważyć, że jej podstawowym wymiarem jest porównanie wyników z analizowaną sytuacją z przeszłości. Wszystko to skłania do odrzucenia tej metody jako zbyt skomplikowanej i trudnej do praktycznego wykorzystania w kontekście omawianego problemu badawczego.

Modelowanie fraktalne

Modelowanie fraktalne stosuje się wyłącznie do badania rozwoju złożonych systemów ujętych w całości, co samo z siebie wyklucza je z rozważanego w rozprawie badania. Przede wszystkim rozmaite techniki pozwalające na tę analizę ściśle związane są z kształtem systemu urbanistycznego, takiego jak miasto, aglomeracja lub region. Triantakontantis²⁴⁰ dokonuje analizy rozwoju turystycznej miejscowości Pogonia Etoloakarnanias w oparciu o dywan Sierpińskiego, który pozwala estymować rozwój przestrzenny. Odtworzenie takiego systemu dla rozwoju osiedla nie spełniałoby założeń rozprawy i zaniedbywałoby rozważaną kwestię uwarunkowań lokalnych, zatem modelowanie fraktalne zostaje odrzucone.

Drzewa decyzyjne, drzewa regresyjne

Modele drzew regresyjnych pełnią zblizoną funkcję do regresji wywodzących się z generalnego modelu liniowego, przy czym ich przewagą jest możliwość rozwiązywania także zagadnień klasyfikacyjnych, czyli takich w których poszukiwany parametr nie jest liczbowy, lecz określony jako kategoria. Poza taką formą analizy można także wyznaczać wartości liczbowe. Z uwagi

²³⁹ Arsanjani, J. J., Helbich, M. i Noronha Vaz, D.: 2013, Spatiotemporal simulation of urban growth patterns using agent-based modeling: The case of Tehran, *Cities* 32, s. 33–42.

²⁴⁰ Triantakontantis, D. P.: 2012, Urban Growth Prediction Modelling Using Fractals and Theory of Chaos, *Open Journal of Civil Engineering*, 2, s. 81-86.

na prostotę rezultatu i możliwość wykorzystania metoda ta była rozważana w rozprawie, jednak wstępne próby analizy materiału badawczego przy dotychczasowym, liczbowym ujęciu zmiennej zależnej wskazywały na gorsze dopasowanie modelu do danych od sztucznych sieci neuronowych i regresji wielorakiej, zatem rozważane w ramach drzew decyzyjnych techniki zostały odrzucone. Siłą technik opartych o koncepcje drzew regresyjnych jest praca z inną skalą zmiennych zależnych niż ciągła lub dychotomiczna, co także wskazuje na niedostosowanie do tematyki rozprawy. W studium dla zatoki Tampa George Xian i Mike Crane²⁴¹ wykorzystali z powodzeniem w analizie rozwoju drzewa regresyjne. Decyzja ta ściśle związana była z wyborem zmiennej objaśnianej jako nominalnej. W tym przypadku polegała ona na przyporządkowaniu przyszłego zagospodarowania terenu do określonej grupy, w tym funkcji rolnej, łąk, lasów, intensywnej zabudowy itp. Dane wejściowe oparte były o zmiany sposobu zagospodarowania w latach 1991-2002. Model został wykorzystany bezpośrednio w predykcji rozwoju do roku 2025, co wskazuje na powszechność podejścia, w którym dokonuje się ekstrapolacji wpływu uwarunkowań na badane zjawisko w celu dokonania prognozy. Podsumowując, drzewa regresyjne zwana także drzewami decyzyjnymi są metodą, która, jak wskazuje powyższy przykład, doskonale sprawdza się przy ujęciu badanego zjawiska jako kategorii, czyli na tak zwanej skali nominalnej. Takie ujęcie jednak nie jest przewidziane w rozprawie.

Inne metody, data mining, modele eksperckie

Zgodnie z założeniem, że tworzony model ma być możliwy do prostej interpretacji i praktycznego wykorzystania, a także by uniknąć przeuczenia, które polega na dopasowaniu do specyficznej sytuacji, zamiast uchwycenia ogólnej zależności, złożone techniki *data mining* (eksploracji danych) rozważane były w ostatniej kolejności, gdyby regresja liniowa wieloraka, następnie sztuczne sieci neuronowe, następnie drzewa regresyjne nie pozwoliły na uchwycenie zależności. Równocześnie modele eksperckie oparte o opinie i doświadczenie grupy praktyków także były sprzeczne z założeniami rozprawy, która bazować miała na danych ilościowych i wychodząc z obrazu ogólnych zależności, objaśniać procesy w ramach projektowania urbanistycznego. Modele eksperckie mają przebieg dokładnie odwrotny, w oparciu o doświadczenia budowane na szczególnych przypadkach tworzą obraz ogólny.

Przedstawiony powyżej opis stanowi pewien kontekst metodologiczny ukazujący ogólne rodzaje i pola stosowania metod, technik i narzędzi analitycznych w badaniu rozwoju. Niewątpliwie jest to obszar wiedzy rozbudowany i dynamicznie rozwijający się, zatem przybliżenie wybranych przykładów technik stanowić może podstawę do wnioskowania na temat wizji przedstawianego w rozprawie badania objaśniającego. Co więcej, w badaniach zauważyć można pewną lukę, do której odnosi się rozprawa. Nie odnaleziona została żadna praca, która bada związek pomiędzy uwarunkowaniami lokalnymi a rozwojem osiedla mieszkaniowego jednorodzinne w skali od kilku do kilkudziesięciu hektarów. W podsumowaniu rozważań warto zatem zwrócić uwagę na różnice

²⁴¹ Xian, G. i Crane, M.: 2005, Assessments of urban growth in the Tampa Bay watershed using remote sensing data, *Remote Sensing of Environment*, 97, s. 203 – 215.

pomiędzy przedstawionymi w ramach prezentowanej taksonomii metodami a tematem badania rozważanym w rozprawie. Przede wszystkim tkanka przestrzenna wewnątrz osiedla mieszkaniowego jest względnie jednolita, a skala pomiaru jest znacznie mniejsza. Nie dotyczy to wyłącznie obszaru, ale funkcji, gdyż nie jest rozpatrywany cały system przestrzenny, a wyłącznie jego fragment. Takie podejście implikuje także różnice w zdobywaniu i przetwarzaniu informacji, gdyż proces przygotowania projektu miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego zakłada dostęp do podstawowych baz danych ewidencyjnych, takich jak ewidencja gruntów i budynków (EGiB) czy Geodezyjna Ewidencja Sieci Uzbrojenia Terenu (GESUT), a także powszechnie dostępnych baz GIS, w tym tematycznych serwisów WMS oraz udostępnianych na wniosek WFS²⁴². Ponadto, w takiej skali możliwa jest osobista inwentaryzacja oraz interpretacja niektórych zjawisk bezpośrednio przez analityka. W skali miasta bądź regionu konieczny jest natomiast wysoki stopień automatyzacji, gdyż nie sposób takiej ilości informacji przeanalizować własnoręcznie. Powoduje to pomijanie i błędne interpretacje danych jakościowych, a także większą niedokładność pomiaru. Z przytoczonych metod metody regresji oparte o generalny model liniowy, głównie regresja wieloraka, regresja logistyczna oraz sztuczne sieci neuronowe opisane zostaną w sposób bardziej szczegółowy w dalszej części rozdziału, gdyż przykłady te ściśle związane są z badaniami przewidzianymi w rozprawie, szczególnie regresja wieloraka. Równocześnie, powyżej ogólnie opisane zostały metody i techniki, które nie zostaną wykorzystane w rozprawie. Część z nich, jak modelowanie agentowe, techniki *data miningu* i systemy dynamiczne uznane zostały za nazbyt złożone względem rozważanej, jednorodnej tematyki i małej skali zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej oraz przewidzianego celu: czytelnego objaśnienia i praktycznego wykorzystania modelu. Modelowanie fraktalne natomiast dedykowane jest analizie rozległych struktur przestrzennych. Pozostałe opisane metody i techniki były niezgodne z założeniami rozprawy, modele eksperckie z założeniem uchwycenia ogólnej zależności w sposób parametryczny i następnie przełożenia jej na rzeczywistość szczegółowego projektowania urbanistycznego, natomiast drzewa regresyjne w aktualnym ujęciu zmiennej nie były skuteczne, a ujęcie rozwoju na skali nominalnej także jest sprzeczne z założeniami pracy. W ostateczności rozwój ująć można jako zmienną porządkową, wtedy jednak zastosować można regresję porządkową.

3.2.2. Metody i techniki organizacji informacji przestrzennych

Potrzeba zapisania złożonych zależności przestrzennych w uproszczonej formie zaowocowała opracowaniem licznych sposobów opisu sytuacji i zależności przestrzennych. W tym kontekście każdy ze sposobów jest pewną propozycją przedstawienia, w jaki sposób zdefiniować elementy przestrzenne i relacje między nimi. Koncepcja taka przedstawiona została na rysunku 6. Równocześnie w metodach analizy regresji pojawia się dodatkowo, oprócz stwierdzenia tych zależności, także problematyka przeprowadzenia odpowiednich operacji i obliczeń pozwalających na matematyczny opis relacji.

²⁴² Pawłowski, R. i Malinowski, Z: 2008, Przegląd nowoczesnych technik udostępniania danych przestrzennych w Internecie, *Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji*, 18, s. 483- 490.

Regresja ważona geograficznie

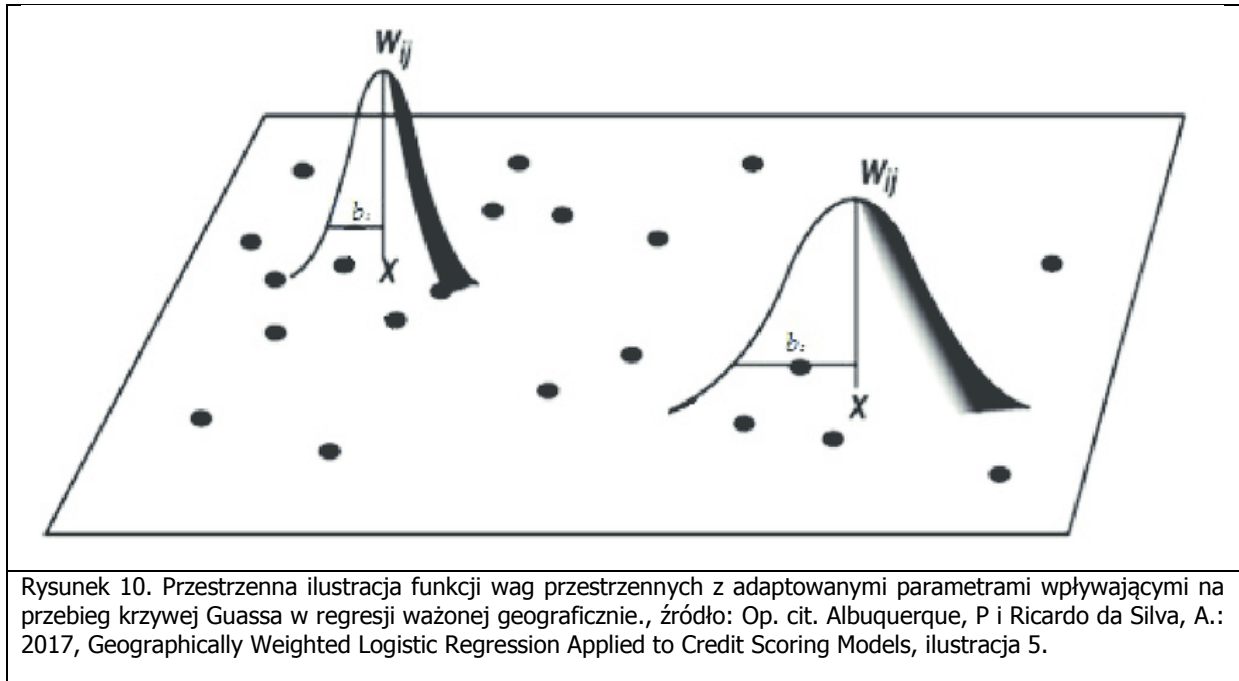
W literaturze odnaleźć można różne zastosowania, które proponują odmienne sposoby organizacji danych przestrzennych. W ramach wykorzystania regresji ważonej geograficznie (GWR ang. *geographically weighted regression*) przewidziany jest szereg sposobów opisu zależności. Metoda ta opisuje zróżnicowaną zależność w różnych miejscach na określonym terenie objętym analizą, zamiast jednego ogólnego modelu. Oznacza to, że nie jako związana ściśle z miejscem analizy nie nadaje się ona do zastosowania w rozprawie, gdyż model taki nie nadaje się do zastosowania w miejscach, gdzie nie zostało wykonane badanie, a z powodu braku materiałów obejmowało ono tylko połowę aglomeracji. Na to zróżnicowanie i nastawienie na modele lokalne zwracają uwagę Mariola Chrzanowska i Nina Drejerska:

„Model regresji ważonej geograficznie (GWR) to jeden z modeli heterogeniczności przestrzennej, które uwzględniają brak stabilności przestrzennej parametrów strukturalnych”²⁴³.

Pomimo braku zastosowania takiego modelu w rozprawie przytoczyć warto niektóre sposoby ujęcia relacji przestrzennych, które wykorzystuje. Otóż model ten opiera się na ustalaniu lokalnych parametrów w oparciu o wagi zapisane jako macierz W. Wagi te wyznaczone mogą być w oparciu o wiele technik, jednakże w pracy przedstawione zostaną najbardziej podstawowe. Stosowany na potrzeby rozprawy program ArcGis pozwala na organizacji informacji typu Fixed Kernel, co tłumaczyć można jako stałe jądro. W tym wypadku oznacza to, że do wyznaczenia parametrów modelu dla danego jądra uwzględniane są pomiary według wag opartych o równanie z funkcją Gaussa, stałe dla wszystkich jąder. Innym wariantem jest metoda Adaptive Kernel widoczna na poniższych schemacie, w której parametry wzoru są różne w zależności od liczby sąsiednich pomiarów dla danego jądra. Możliwe są także inne funkcje i sposoby, jednakże by nie komplikować obrazu, do wyprowadzenia wniosków wystarczy opis zależności zilustrowany poniższym rysunkiem i powyższym opisem. Powiązanie wpływu danego pomiaru z odległością od badanego obiektu jest zabiegiem, który z pewnością zostanie uwzględniony w badaniu regresji zawartym w rozprawie. W GWR obiektem tym jest owe „jądro”, natomiast w rozprawie będzie to obszar zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej. W przytoczonej technice funkcja wiążąca odległość z wagą wpływu to funkcja Gaussa, wykorzystywane są jednak także inne funkcje²⁴⁴. W badaniu regresji przeprowadzanym w rozprawie wykorzystywanie złożonych funkcji wiążących nie będzie stosowane, gdyż nazbyt komplikowałoby praktyczne wykorzystanie modelu, a ze względu na niewielką odległość uwarunkowań lokalnych uwzględnianych w badaniu nie zwiększałoby istotnie dokładności pomiarów. Zamiast tego przygotowane zostaną kilkustopniowe zmienne porządkowe oparte o funkcję Gaussa.

²⁴³ Chrzanowska, M. i Drejerska, N.: 2016, Geograficznie ważona regresja jako narzędzie analizy poziomu rozwoju społeczno-gospodarczego na przykładzie regionów Unii Europejskiej, *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu* 427, s. 60.

²⁴⁴ Albuquerque, P. i da Silva, A. R.: 2017, Geographically Weighted Logistic Regression Applied to Credit Scoring Models, *Revista Contabilidade & Finanças*, s. 98.



Rysunek 10. Przestrzenna ilustracja funkcji wag przestrzennych z adaptowanymi parametrami wpływającymi na przebieg krzywej Guassa w regresji ważonej geograficznie., źródło: Op. cit. Albuquerque, P i Ricardo da Silva, A.: 2017, Geographically Weighted Logistic Regression Applied to Credit Scoring Models, ilustracja 5.

Automat komórkowy

Jak zostało wspomniane w poprzednim podrozdziale, niezwykłą popularnością cieszą się techniki automatów komórkowych. Chociaż rozprawa nie przewiduje wykorzystania tej techniki, to poniżej przedstawiony zostanie jej zwięzły opis, głównie w celu uzasadnienia, dlaczego ta popularna metoda nie odpowiada założeniom badania. Co więcej, w rozprawie cytowana jest literatura wykorzystująca automaty komórkowe, także na terenie aglomeracji poznańskiej²⁴⁵, zatem przedstawienie ogólnego zarysu tej metody jest zasadne. Znajduje ona wiele zastosowań prognostycznych w gospodarce przestrzennej w badaniach i działaniach praktycznych²⁴⁶, czego przykładem może być studium rozwoju w Dublinie²⁴⁷. W studium tym model zmiennych wygenerowany został poprzez badanie wpływu poszczególnych aspektów, w tym sąsiedztwa, na daną jednostkę obszaru o wymiarach kwadratu o boku 100 metrów określaną jako komórka. Ukazanie skali takiego działania przedstawione jest na rysunku 40, który ukazuje hipotetyczny podział gminy Rokietnica koło Poznania na takie kwadraty. Obraz ten służy ukazaniu, że w rozważanej w pracy skali MPZP jest on nieadekwatny. Podział taki stwarza konflikt pomiędzy ustalonymi granicami faktycznymi a blokami wprowadzonymi przez automat komórkowy. Wracając jednak do cytowanego badania w Dublinie, efektem było określenie struktury czynników na podstawie zmian stanu obszaru, którego przykładowa charakterystyka to: zabudowa mieszkalna ciągła, zwarta, zabudowa umiarkowanie zwarta, zabudowa nieciągła i tym podobne. Oznacza to właściwie badanie kierunków rozwoju

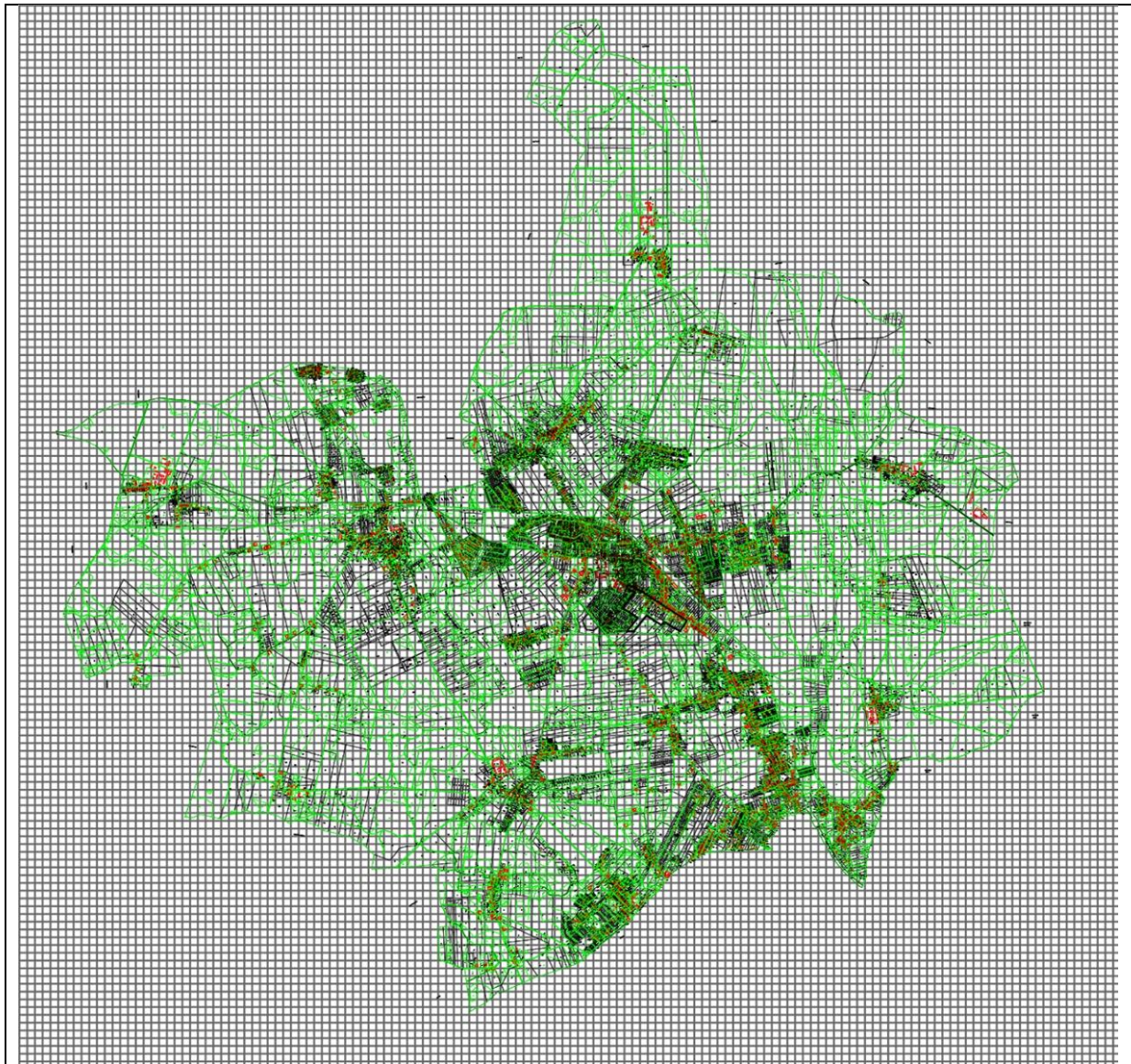
²⁴⁵ Op. cit. Beim, M: Modelowanie procesu suburbanizacji w aglomeracji poznańskiej z wykorzystaniem sztucznych sieci neuronowych i automatów komórkowych, 156-183.

²⁴⁶ White, R. i Engelen, G.: 2000, High-resolution integrated modelling of the spatial dynamics of urban and regional systems, *Computers, Environment and Urban Systems* 24, s. 383-400.

²⁴⁷ Barredo, J., L., Kasanko, M., McCormick, N. i Lavalle, C.: 2003, Modelling dynamic spatial processes: simulation of urban future scenarios through cellular automata, *Landscape and Urban Planning*, 64, s. 145-160.

poszczególnych obszarów w ujęciu zmiennej porządkowej opisującej gęstość zabudowy. W kontekście owej cytowanej pracy niezwykle ciekawe jest działanie polegające na niewyszczególnieniu decyzji planistycznych w puli uwzględnionych danych. W efekcie pod względem wpływu sąsiedztwa najistotniejszym czynnikiem wpływającym na rozwój danego typu zabudowy jest występowanie w pobliżu danej zabudowy, co w dużej ilości przypadków wynika z dokumentów planistycznych w myśl koncepcji strefowania funkcji. W efekcie stwarza to obraz całościowy, lecz w dużej mierze zależny od ustalonych regulacji. Czy w sytuacji prawnego wyłączenia danego obszaru z zabudowy, niepojawienie się żadnego budynku można uznać za skuteczną prognozę, czy tautologię? Jest to zresztą częsty zarzut dotyczący oceny skuteczności prognozy w technice CA. Jeżeli w obszarze aglomeracji przyjąć, że w żadnym obszarze nie pojawi się zabudowa, dla większości kwadratów w badaniu okaże się to prawdą. Ostatecznie autorzy dokonują ewaluacji zastosowanej metody i zbioru zmiennych, co uznać można za kluczowy element prac opartych na prognostyce. W opisywanej w pracy metodzie iteracyjnie symulowane są zmiany obszaru według ustalonego wzorca uwzględniającego również sąsiedztwo. Jak opisano powyżej, w konstruowaniu metody wykorzystuje się wiele technik od ekstrapolacji archiwizowanych zmian, poprzez badania statystyczne, na modelach eksperckich kończąc.

Poza stwierdzoną na rysunku 11 niezgodnością tej techniki z wielkością i układem przestrzennym MPZP i jego bezpośredniego otoczenia możliwe jest wyprowadzenie także dodatkowych wniosków wynikających z przywołanego przykładu studium w Dublinie. Należy zachować szczególną ostrożność i krytycyzm w ocenie rezultatów w sytuacji, gdy większość wyników jest do siebie zbliżona. W studium dla Dublina w większości komórek nie doszło do zmiany użytkowania obszaru, co model skutecznie przewidział, jednakże taki wynik nie musi świadczyć o skuteczności analizy. W badaniu należy zatem zwrócić uwagę, czy rozwój nie jest jednolity i czy we wszystkich typach obszarów model działa z podobną skutecznością. Jeśli tak nie jest, należy zwrócić uwagę na te grupy.



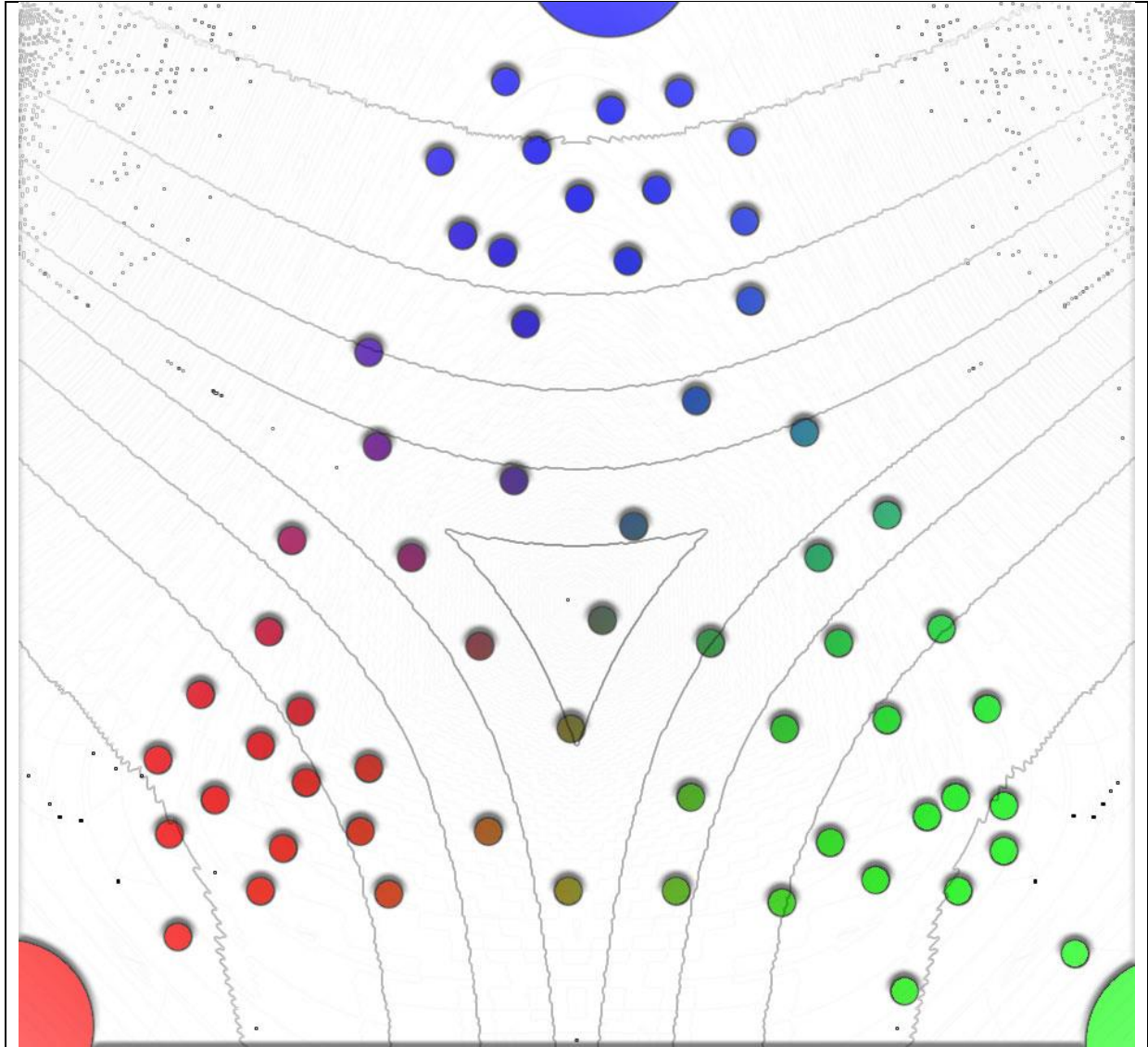
Rysunek 11. Hipotetyczny podział gminy Rokietnica rastrem wykorzystywanym w technice Cellular Automaton o boku pojedynczego kwadratu równego 100. Metrów. W skali tak małej jak MPZP stwarza to konflikt pomiędzy ustalonymi granicami faktycznymi (naturalnymi, administracyjnymi, obszaru planów i funkcji), a blokami wprowadzonymi przez automat komórkowy. Źródło: opracowanie własne.

Rozmyte klastry

Kolejny sposób organizacji przestrzennej informacji wart przywołania to „rozmyte klastry” (ang. *fuzzy clusters*). Aplikacja taka zakłada wyznaczenie lokalnych, reprezentatywnych centrów i następnie wagowe przypisanie zmiennych dla każdej lokalizacji w oparciu o odległość do oddziaływania danego centrum²⁴⁸. Owa koncepcja szacowania wpływu w oparciu o odległość sprawia, że opis danego punktu lub obszaru jest niezwykle bogaty i stanowi alternatywę dla automatu komórkowego. Z łatwością zauważyć można podobieństwo takiego sposobu do opisanej jako pierwszej GWR. Chociaż pole zastosowania w przedstawionej jako przykład pracy jest inne i

²⁴⁸ Grekousis, G., Manetos, P. i Photis, Y., N.:2013, Modeling urban evolution using neural networks, fuzzy logic and GIS: The case of the Athens metropolitan area, *Cities* 30, s. 193–203.

sprowadza się do opisu całego obszaru metropolitalnego, to z pewnością przy konstruowaniu modelu w badaniu objaśniającym szacowanie zakresu oddziaływania w oparciu o odległość jest rozwiązaniem pozwalającym na efektywny opis zmiennych przestrzennych.



Rysunek 12. Schemat wagowego oszacowania wpływu czynników lokalnych na określone lokalizacje w oparciu o odległość do oddziaływania danego źródła oddziaływania. Źródło: opracowanie własne.

W ramach innych metod spotkać można analizy opierające organizację danych o raster bitmapy, a więc przyjmujących za podstawową jednostkę piksel²⁴⁹ lub projekcje w postaci modelu wektorowego²⁵⁰. Szczególnie ciekawa jest praca prezentująca porównanie organizacji opartej o

²⁴⁹ Maithani, S., Jain, R. K., i Arora, M. K.: 2007, An artificial neural network based approach for modeling urban spatial growth , *ITPI Journal*, 2(4), s. 43 – 51 .

²⁵⁰ Triantakonstantis,, D. i Stathakis, D.: 2015, Urban Growth Prediction in Athens, Greece, Using Artificial Neural Networks, *International Journal of Civil, Environmental, Structural, Construction and Architectural Engineering*, 3(9), s. 2015.

podział administracyjny oraz Diagram Georgija Woronoja, które to podejście wydaje się wartościową alternatywą zarówno dla przyjęcia za podstawę do obliczeń jednostek terytorialnych, jak i ortogonalnego rastra²⁵¹. Rozważone powyżej techniki stanowią pewien obraz stanu badań, dotyczą jednak strukturalnie innych opracowań i zupełnie innej skali analiz urbanistycznych, zatem żadna z nich nie zostanie bezpośrednio wykorzystana. Równocześnie analogicznie do „rozmytych klastrów” i wag wykorzystywanych w GWR wpływ odległych obiektów będzie niższy w autorskim modelu rozwoju od obiektów, które znajdują się blisko. Zmniejszenie tego wpływu nie będzie jednak opisane żadną złożoną funkcją, by nie komplikować wykorzystania modelu i nie zacierać prostoty objaśnienia ogólnych zależności. W rozdziale poświęconym metodologii zaproponowana zostanie prosta skala porządkowa dla poszczególnych obiektów takich jak np. jezioro, szkoła lub oczyszczalnia ścieków.

3.2.3. Wykorzystanie sztucznych sieci neuronowych w modelowaniu rozwoju.

Sama nazwa sztuczne sieci neuronowe jest wiernym tłumaczeniem z języka angielskiego (*artificial neural network*, ANN) i bywa nazywana w literaturze polskiej w skrócie SSN. Subana Shanmuganathan²⁵² opisuje tę metodę, rozbudowaną pod względem technik, jako inspirowany biologicznymi procesami model obliczeniowy. Składa się on z *elementów przetwórczych* oraz *połączeń* między nimi opisanych odpowiednimi współczynnikami. Zasadnicze pole zastosowania tej metody w rozprawie to badanie regresji, jednakże sztuczne sieci neuronowe mają także inne zastosowania. W analizie regresji stosowane są szczególnie w sytuacjach braku zależności liniowej (regresja nieliniowa) i znacznej złożoności procesów charakteryzującej się między innymi dużą liczbą zmiennych²⁵³, a także nieparametryczną charakterystyką statystyki. Nad regresją wieloraką przeważa także pod względem efektywności w sytuacji braku rozkładu normalnego zmiennych²⁵⁴ oraz występowaniem korelacji pomiędzy zmiennymi objaśniającymi. Zmienne mogą być inne niż ciągłe, w tym nominalne, porządkowe lub dychotomiczne. W tych obszarach stanowi ona mocną alternatywę dla metod wchodzących w skład ogólnych modeli liniowych (GLM). Szczegółowe porównanie metod przedstawione zostanie w późniejszej części rozdziału, po charakterystyce obu. Poszukiwanie opisu, perspektyw zastosowania oraz ograniczeń SNN napotyka na pewną trudność, gdyż jest to metoda bardzo elastyczna i różnorodna. Sposób wykorzystania sztucznych sieci neuronowych w badaniu opisany jest w ujęciu metodologii w podrozdziale 5.4.4, natomiast samo jej zastosowanie w podrozdziale 6.2.3. W dużym uproszczeniu zarys zastosowania tej metody można streścić jako wydzielenie z dostępnych pomiarów próby uczącej oraz testowej, a następnie wykorzystanie jednej z wielu dostępnych technik uczenia do dostosowania struktury i parametrów sieci do próby uczącej oraz

²⁵¹ Tayyebi, A., Pekin, B. K., Pijanowski, B. C., Plourde, J. D., Doucette, J. S. i Braun, D.: 2013, Hierarchical modeling of urban growth across the conterminous USA: developing meso-scale quantity drivers for the Land Transformation Model, *Journal of Land Use Science*, 4(8), s. 422-442.

²⁵² Shanmuganathan, S.: 2016, *Artificial Neural Network Modelling: An Introduction*, Springer International Publishing, ISBN 978-3-319-28495-8, s. 1-14.

²⁵³ Ibidem, s. 4.

²⁵⁴ Aziz, K., Rahman, A., i Shamseldin, A.: 2016, Development of Artificial Intelligence Based Regional Flood Estimation Techniques for Eastern Australia, *Artificial Neural Network Modelling*, vol. 628, s. 307-323.

weryfikacja sieci na próbie testowej i w razie manualnej lub automatycznej negatywnej weryfikacji, powtarzanie procedury. Efektem takiego „uczenia” jest sztuczna sieć neuronowa, którą zapisać można w postaci niezwykle złożonego równania, które w oparciu o wprowadzone zmienne niezależne wyznacza zmienną zależną. Równanie to składać może się, w zależności od przyjętej techniki i założeń, z dziesiątek, setek lub nawet setek tysięcy działań, zatem bezpośrednia, intuicyjna interpretacja uzyskanej sztucznej sieci neuronowej jest niemożliwa, jednakże w rozprawie przedstawione są techniki pozwalające na ocenę wpływu danej zmiennej.

Ocena cech sztucznych sieci neuronowych oparta będzie na występujących w literaturze przedmiotu studiach porównujących metody sztucznych sieci neuronowych z innymi metodami regresji, między innymi w takich obszarach jak wycena nieruchomości. Chociaż specjalizacja ta tylko do pewnego stopnia związana jest z obszarem badania objaśniającego, to pod względem cech metodologicznych samej techniki analitycznej pozwala na określenie ogólnej specyfiki rozpatrywanej metody. Znaczące badania porównawcze metody regresji liniowej z SNN odnaleźć można w pracy Nghiepa Nguyena i Ala Crippsa²⁵⁵. W oparciu o 108 testów porównawczych na łącznej próbie 3906 obserwacji dowodzą, że sztuczne sieci neuronowe wymagają znacznie więcej próbek dla uzyskania efektu lepszego niż regresja liniowa, a zatem mniejsza próba skłania raczej do rezygnacji z tej metody jako podstawy badania. Zaznaczają przy tym, że samo to porównanie jest skomplikowane, gdyż zastosowanie modeli liniowych wymaga spełnienia ścisłych założeń, które opisane zostaną szerzej w podpunkcie poświęconym tej metodzie²⁵⁶. Inne prace porównują szerzej pojętą regresję hedonistyczną, która polega na szacowaniu zmiennej objaśnianej w oparciu o liczne predyktory, wykorzystując przy tym metody liniowe i nieliniowe, w tym logliniową, podwójnie logarytmiczną, wykładniczą, hiperboliczną i inne²⁵⁷. W tym zakresie prace Stevena Petersona i Alberta Flanagana²⁵⁸ oraz Bruce’a Curry, Petera Morgana i Micka Silvera²⁵⁹ wskazują, że duża liczba zmiennych oraz ich dyskretny charakter, szczególnie skala nominalna, warunkują przewagę sztucznych sieci neuronowych. Równocześnie, drugie opracowanie wskazuje na ograniczone zastosowanie testów weryfikacyjnych w SSN, uboższe niż w GML, oraz konieczność dobrej znajomości metodologii w celu konstruowania i użytkowania sieci neuronowych. Szkoda, że powyższe prace porównawcze nie dotyczą skuteczności modelu w późniejszych zastosowaniach praktycznych, lecz przedstawiają one wyłącznie wynik uzyskany w oparciu o grupę uczącą i testującą. Studium zastosowań praktycznych ukazywałby, czy w związku z prostotą regresji wielorakiej uzyskany przy jej pomocy model jest

²⁵⁵ Op. cit. Nguyen, N. i Cripps, A.: 2001, Predicting Housing Value: A Comparison of Multiple Regression Analysis and Artificial Neural Networks, s. 334-336.

²⁵⁶ Ibidem, s. 332.

²⁵⁷ Tomaczyk, E. i Widlak, M.: 2010, Konstrukcja i własności hedonicznego indeksu cen mieszkań dla Warszawy, *Bank i Kredyt* 2(41), s. 99–128.

²⁵⁸ Peterson, S. P. i Flanagan, A.: 2009, Neural Network Hedonic Pricing Models in Mass Real Estate Appraisal, *Mass Real Estate Appraisal. Journal of Real Estate Research*, 2(31), s. 155-164.

²⁵⁹ Curry, B., Morgan, P. i Silver M.: 2002, Neural networks and non-linear statistical methods: an application to the modelling of price-quality relationships, *Computers & Operations Research* 29, s. 951-969.

bardziej uniwersalny. Można zatem stwierdzić, że oceny wskazujące na wyższość poszczególnych metod pojawiające się w przytoczonych pracach wcale nie są jednoznaczne. Oprócz zastosowania w wycenie nieruchomości, gdzie metoda ta doczekała się niezwykle rozbudowanego opisu metodologicznego i analiz porównawczych, pole wykorzystania sztucznych sieci neuronowych obejmuje większość nauk ścisłych, przyrodniczych i społecznych. Stosuje się je w różnych celach, począwszy od automatycznego sterowania, przetwarzania obrazu, a kończąc na prognostyce. Także w samym badaniu rozwoju przestrzennego odnaleźć można liczne przykłady. Wykorzystanie w tym obszarze SSN polega na poszukiwaniu modelu, który na podstawie zadanych zmiennych niezależnych zarówno ciągłych, jak i dyskretnych pozwoliłoby na objaśnienie zjawiska rozwoju, a następnie po ocenie wyników na ekstrapolacje tych zależności w celach prognostycznych i ewaluacyjnych. Ostatecznie wymienić należy mnogość przykładów poszukiwania algorytmu szacunkowego dla rozwoju przestrzennego w oparciu o sztuczne sieci neuronowe bazujących na organizacji informacji przestrzennych poprzez automat komórkowy. Modele takie stosowane są w różnej skali począwszy od skali regionu²⁶⁰²⁶¹²⁶², poprzez obszary metropolitarne²⁶³, aż po skale pojedynczego miasta²⁶⁴. Przykład wykorzystania techniki CA zaprezentowany został w poprzednim rozdziale, jednakże warto zwrócić uwagę, że według taksonomii przedstawionej w pracy Xuecao Li i Peng Gong²⁶⁵ najmniejsza spotykana skala wykorzystania dotyczy obszaru miasta, ewentualnie jego dzielnicy, natomiast bok kwadratu komórki rzadko jest mniejszy niż 100 metrów. Również w oparciu o inne sposoby przestrzennego przetwarzania informacji niezwykle trudno znaleźć realizacje w skali obejmującej bardzo małe obszary, homogenicznej funkcji mieszkaniowej. Powyższy pobieżny przegląd metod opartych o sztuczne sieci neuronowe miał na celu ukazanie bogactwa i złożoności sposobów wykorzystania SSN oraz pewnych wspólnych cech charakterystycznych dla takich przykładów. Są to przede wszystkim skale oraz rodzaje poszukiwanych zmiennych. Dokładniejszy opis tej metody oparty będzie o rozpatrywany przykład wykorzystania sztucznych sieci neuronowych do estymacji wpływu czynników w rozwoju przestrzennym na terenie aglomeracji poznańskiej.

²⁶⁰ Manna, M. L., Berck, P., Moritz, M. A., Batllori, E., Baldwin, J., G., Gately C. k., Richard, D.: 2014, Modeling residential development in California from 2000 to 2050: Integrating wildfire risk, wildland and agricultural encroachment, *Land Use Policy*, 41, s. 438–452.

²⁶¹ Hegde, N. P., Muralikrishna, I. V., Chalapatirao, K. V.: 2008, Settlement growth prediction using neural network and cellular automata, *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 4(5), s. 419-428.

²⁶² Basse, R. M., Omrani, H., Charif, O., Gerber, P. i Bolis K.: 2014, Land use changes modelling using advanced methods: Cellular automata and artificial neural networks. The spatial and explicit representation of land cover dynamics at the cross-border region scale, *Applied Geography* 53, s. 160-171.

²⁶³ Thapa, R. B.: 2012, Scenario based urban growth allocation in Kathmandu Valley, Nepa, *Landscape and Urban Planning*, 1-2(185), s. 140-148.

²⁶⁴ Almeida, C. M., Gleriani J. M., Castejon, E. F. I Soares-Filho B. S.: 2013, Using neural networks and cellular automata for modelling intra-urban land-use dynamics, *International Journal of Geographical Information Science*, 9(22), s. 943–963.

²⁶⁵ Li, X. i Gong, P.: 2016, Urban growth models: progress and perspective, *Review Earth Sciences*, 21(61), s. 1637–1650.

W związku z lokalizacją opracowania nie sposób pominąć pracy Beima²⁶⁶, która odnosi się do badania obszaru aglomeracji poznańskiej z wykorzystaniem automatów komórkowych i sztucznych sieci neuronowych. Praca ta założyła komórkę kwadratową o boku 500 metrów, co wynika ze skali badania i oznacza powierzchnię 25 ha. Dla porównania skali i potencjalnych zastosowań warto nadmienić, że wybrane próbki do badania objaśniającego w rozprawie mają średnią powierzchnię zabudowy mieszkaniowej równą 13,6 ha. Przyjęcie kwadratu o półkilometrowym boku oznacza uśrednienie wartości w procesie obliczeniowym owego automatu komórkowego do obszaru 25 000 m². Taka skala stawia studium Michała Beima na pozycji odległej referencji w stosunku do badania w rozprawie. Również cel tej analizy jest odmienny, jednakże studium przypadku tego badania dostarczyć może ważnych informacji o doborze zmiennych oraz zaobserwowanych zależnościach przestrzennych w większej skali. Do opracowania modelu regresji wykorzystane zostały sztuczne sieci neuronowe, autor skorzystał z oprogramowania Stuttgart Neural Network Simulator, które pozwala na niezwykle efektywną regresję bazującą na sztucznych sieciach neuronowych²⁶⁷. Jednakże w związku z dużym czasem potrzebnym do prowadzenia szczegółowych obliczeń autor cytowanej pracy posłużył się programami EpsilonNN i GNU Octave. Zawarta analiza może być źródłem wielu danych, a także ilustrować pewne procesy. Zmienne wykorzystane w badaniu automatem komórkowym formułowane były o takie cechy jak między innymi walory przyrodnicze wyszczególnione w formie warstw opisujących otulinę lasów, zieleń miejską, łąki i pola uprawne, klasy gruntów oraz wody i otoczenie wód. Inna grupa zmiennych dotyczyła uciążliwości i zaklasyfikowane do nich zostały przemysł i otoczenie wokół przemysłu, drogi według ich oddziaływania oraz tory kolejowe i lotniska. W przypadku powyższych czynników cytowany autor zaznacza, że dobrane wartości są pewną generalizacją, co w oczywisty sposób wynika ze skali przyjętego opracowania, gdzie niemożliwa jest bezpośrednia inwentaryzacja²⁶⁸. Inna ważna zmienna, ciągła i mierzona bezpośrednio, to odległość od centrum Poznania, za które zostało uznane centrum komunikacyjne przypadające na rondo Kaponiera. Wybór ten wydaje się subiektywny, przy czym w skali całej aglomeracji decyzja, czy miałby być to dworzec główny, ratusz, czy inny fragment miasta w centrum wydaje się umowna. Warto nadmienić, że wartość ta mierzona jest w linii prostej, zamiast długości trasy dojazdu. Wśród danych objaśniających dodatkowo opisane zostały obszary podlegające prawnej ochronie, w tym Wielkopolski Park Narodowy, parki krajobrazowe, odpowiednie otuliny, obszary chronionego krajobrazu oraz rezerваты przyrody. Wprowadzona została także informacja o wydzieleniu poligonu wojskowego w Biedrusku. Jest to znaczący obszar na mapie aglomeracji, który znacząco wpływa na rozwój, co widoczne jest w analizie statystycznej zamieszczonej w kolejnym rozdziale, gdzie gmina Czerwonak, mieszcząca w przeważającej części ten poligon, charakteryzowała się największym ujemnym odchyleniem spośród wszystkich gmin pod względem dopasowania do zmiennej niezależnej

²⁶⁶ Op. cit. Beim, M: Modelowanie procesu suburbanizacji w aglomeracji poznańskiej z wykorzystaniem sztucznych sieci neuronowych i automatów komórkowych, 156-183.

²⁶⁷ Bergmeir, C. i Benítez, J.: 2012, Neural Networks in R Using the Stuttgart Neural Network Simulator: RSNNS, *Journal of Statistical Software*, 7(46), s. 1 -26.

²⁶⁸ Op. cit. Beim, M: Modelowanie procesu suburbanizacji w aglomeracji poznańskiej z wykorzystaniem sztucznych sieci neuronowych i automatów komórkowych, 105-107

ilości zrealizowanych budynków mieszkalnych w latach 1998-2015. Nowum cytowanej rozprawy jest uwzględnienie poczucia bezpieczeństwa w poszczególnych częściach miasta i aglomeracji. Zmienna niezwykle istotna, choć w rozprawie w podstawowym badaniu objaśniającym w wybranych obszarach objętych MPZP parametr ten nie został uwzględniony, gdyż wyniki cytowane w pracy Beima wskazują, że są to obszary podmiejskie o zbliżonej charakterystyce i niewielkiej skali przestępczości²⁶⁹. Wartość równa we wszystkich obszarach nie nadaje się do wykorzystania w analizie regresji. Zupełnie inna sytuacja występuje przy informacjach o zabudowie i liczbie ludności. Problemem z wykorzystaniem tych informacji statystycznych polega na przyjęciu odpowiedniej miary informacji o demografii i budynkach. W badaniu automatem komórkowym obszaru aglomeracji poznańskiej Beima są to: zasięg zabudowy mierzony w skali interwałowej oraz liczba ludności. Beim podkreśla duży problem z uzyskaniem informacji o nowo powstałych budynkach w poszczególnych latach, podsumowując, że w wielu przypadkach jedynym źródłem informacji były zdjęcia satelitarne, a w wielu innych obszarach dane ze zdjęć satelitarnych uzupełniane były o kwestionariuszy wywiadu. Równocześnie Beim krytykuje metodę polegającą na odczycie zdjęć satelitarnych, gdyż nie dla wszystkich obszarów aglomeracji dostępne są dobrej jakości zdjęcia z różnych okresów, dokładny odczyt rzeczywistej daty oddania budynku do użytku jest bardzo czasochłonny dla dużych obszarów, a odczyt automatyczny jest niedokładny²⁷⁰²⁷¹.

²⁶⁹ Ibidem, s. 117.

²⁷⁰ Ibidem, s. 109.

²⁷¹ Ok, A. O.: 2013, Automated detection of buildings from single VHR multispectral images using shadow information and graph cuts, *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* 86, s. 21–40,



Rysunek 13. Zdjęcia satelitarne ukazujące rozwój obszaru przedmieść Przeźmierowa, obszaru objętego badaniem, w latach 2011, 2007 i 2001. Źródło: Usługa przeglądania (WMS) ortofotomap archiwalnych dla obszaru Polski, http://mapy.geoportal.gov.pl/wss/service/img/guest/ORTO_TIME/MapServer/WMSServer?

Na tym etapie warto dodać, że w procesie zbierania danych na potrzeby rozprawy konieczne było zgromadzenie informacji o powstałych na danym obszarze budynkach, przy czym w związku ze znacznie mniejszą skalą, informacje te musiały być odpowiednio dokładniejsze, gdyż pominięcie paru budynków mogłoby znacząco wpłynąć na wynik. Doświadczenia z pozyskiwaniem materiałów są jednak zbliżone do cytowanego autora, który wprawdzie nie opisuje konkretnych baz danych, jednak sądząc po zawartych w pracy refleksjach, również prawdopodobnie uznał część z nich za niezdatne do bezpośredniego wykorzystania. Dotyczy to między innymi bazy Ewidencji Gruntów i Budynków w skrócie EGIB. Opis weryfikacji uzyskanych materiałów opisany jest w rozdziale poświęconym metodologii badania (5.3.1). Warto na tym etapie zwrócić uwagę na datę publikacji Beima, rok 2007, co nie pozwala na bezpośrednie utożsamienie stanu dostępności materiałów z sytuacją obecną.

Rozwój technologiczny oraz zwiększenie dostępności zdjęć satelitarnych jest faktem²⁷². Również odpowiednie instytucje, w tym powiatowe ośrodki dokumentacji geodezyjnej i kartograficznej (w skrócie PODGIK) odpowiedzialne za prowadzenie wspomnianej bazy EGiB wykonują ciągłą pracę gromadzenia i przetwarzania danych ewidencyjnych, tworząc coraz bogatszą i rzetelniejszą bazę danych.

Samo badanie odzwierciedla, jak złożonym pojęciem jest wykorzystanie automatu komórkowego oraz, w szerszym ujęciu, jak wiele różnych modeli analitycznych można sformułować dla takiego opracowania. W omawianej pracy Beima, w związku z obszarem studium służącej za przykład metody automatu komórkowego oraz jednego z wariantów tworzenia sztucznych sieci neuronowych, model badawczy określony został jako „hybrydowy”, uwzględniający do procesu „uczenia” sieci dwie pule zmiennych. Pierwsza z nich przewidziana została dla lat 1990, 1995, 2000, 2005, druga (uwzględniająca bardziej szczegółowy podział terytorialny) dla lat 2000 i 2005²⁷³. Zasadniczo sama procedura przejść stanu komórek zakłada (co typowe dla metody) analizę stanu własnego oraz komórek sąsiadujących, co przy uwzględnieniu algorytmu probabilistycznego generowało zmianę ujętą na skali dychotomicznej określającej „osiedlenie się” lub „nie osiedlenie się”. Po zadanej liczbie przejść generowało to obraz stanu przestrzennego²⁷⁴.

Opis ten jasno wskazuje, że zakres i cel studium Beima jest inny niż w przypadku przedstawianego autorskiego badania objaśniającego, które przeznaczone jest do analizy wybranych, znacznie mniejszych obszarów przewidzianych na funkcję mieszkaniową jednorodziną. Z drugiej strony w przypadku automatu komórkowego zamierzonym efektem jest uzyskanie całościowego obrazu danej struktury przestrzennej, co w tym wypadku oznacza obszar aglomeracji. Implikuje to szereg różnic między tymi dwiema metodami. Przede wszystkim dotyczy to różnicy dokładności zarówno w sferze pomiaru zmiennej zależnej i predyktorów, jak również spodziewanych wyników. Przy analizie określonego lokalnego obszaru, charakterystycznego dla MPZP możliwe jest wprowadzenie danych wynikających z bezpośredniej inwentaryzacji. Niewątpliwie pozwala to na uzyskanie bardziej szczegółowych informacji niż zakres dostępny w bazach GIS. Co więcej, możliwe jest zaangażowanie planisty w określoną ocenę wybranych zjawisk, w tym uciążliwości. W przytoczonym przykładzie pracy warstwa opisująca przemysł bazowała na Bazie Danych Ogólnogeograficznych i zasadniczo sprowadzała się do stwierdzenia, czy na badanym obszarze występuje przemysł lub czy jest on przewidziany pod lokalizację takiej funkcji, oraz do określenia buforu o wartości jednego kilometra²⁷⁵. Oczywiście w takiej skali jest to działanie naturalne, jednak w badaniu zorientowanym lokalnie, gdzie możliwa jest bezpośrednia inwentaryzacja terenu, można ponadto wprowadzić bardziej rozbudowany opis uciążliwości. Dotyczy to między innymi siły oddziaływania określonego typu przemysłu, chociażby przy wykorzystaniu skali porządkowej.

²⁷² Pietrzak, M.: 2015, Wybrane aspekty „terenowych” i „zdalnych” sposobów badania krajobrazu, *Problemy Ekologii Krajobrazu*, 39, s. 139–142.

²⁷³ Op. cit. Beim, M: 2009, Modelowanie procesu suburbanizacji w aglomeracji poznańskiej z wykorzystaniem sztucznych sieci neuronowych i automatów komórkowych, 99-100.

²⁷⁴ Ibidem, s. 101.

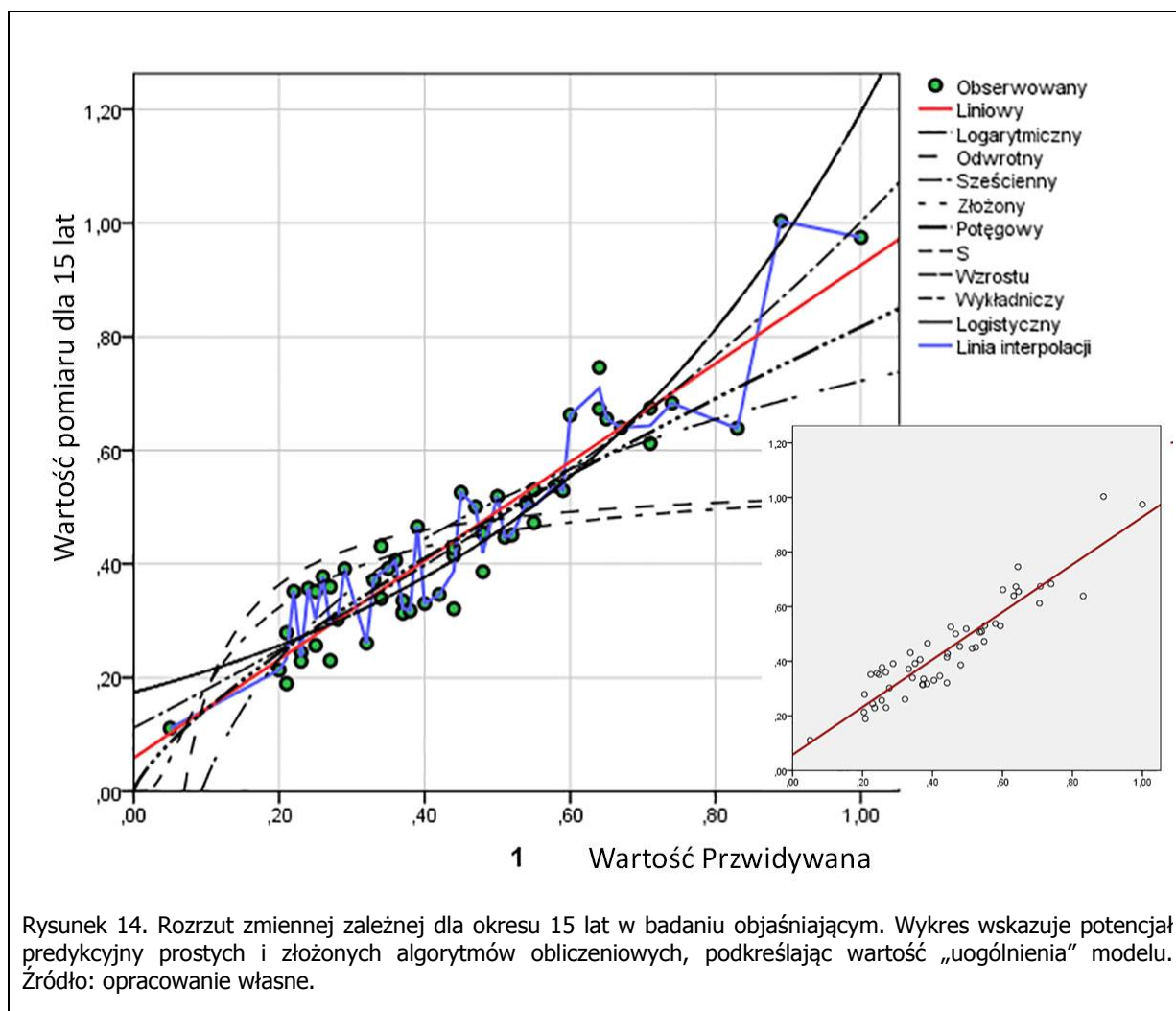
²⁷⁵ Ibidem, s. 105.

W cytowanej pracy Beim dokonuje analizy przy wykorzystaniu sztucznych sieci neuronowych, poszukując zjawisk i cech warunkujących zmienną określoną w pracy jako „atrakcyjność osiedlania się”²⁷⁶. Autor zwraca uwagę na duże znaczenia przetwarzania wprowadzonych danych, które opiera o analizę składowych głównych. W tej pracy sposób uczenia SSN poszukiwany był spośród zbioru metod odnalezionych w literaturze, przy czym wyniki ocenione jako dobre zostały osiągnięte przy wykorzystaniu dwóch algorytmów: szybkiej propagacji (*quickprop*) oraz sprężystej propagacji wstecznej – RPROP (*resilient backpropagation*). Ostatecznie dla wykorzystania w automacie komórkowym wybrany został algorytm RPROP. Wyniki tej części badania ukazywały najważniejsze czynniki warunkujące zmienną określoną jako „atrakcyjność osiedlania się”. W podstawowym piętnastoletnim okresie (warto zwrócić uwagę na niezamierzoną zbieżność przyjętego w badaniu okresu, popartego studium literatury) istotnymi predyktorami dodatnimi były bliskość stacji benzynowej oraz występowanie funkcji przemysłowej, natomiast czynnikami wpływającymi ujemnie było występowanie zieleni miejskiej. Autor interpretuje ten fakt rozważaniami, że zieleń miejska istnieje wśród obszarów o dużej intensywności zabudowy (który w domyśle zmniejsza tempo rozwoju). W początkowym okresie badania znacząco wpływała na wzrost zmiennej zależnej niska klasa gleby i bliskość rezerwatów przyrody, natomiast po roku dwutysięcznym zaobserwować można dynamiczne powstawanie struktury osadniczej poza Poznaniem w obszarach do tej pory zupełnie niezabudowanych, atrakcyjnych przyrodniczo. Dodatkowo wśród czynników obniżających w znaczący sposób „atrakcyjność” obszaru autor wymienia zalesienie występujące w danym obszarze oraz lokalizację lotnisk²⁷⁷. Różnica skali badania sprawia, że studium Beima w relacji z autorskim badaniem objaśniającym jest tylko referencją na polu metodologii zdobywania, przetwarzania i analizy informacji, gdyż duży przestrzenny zakres i wynikające z niego merytoryczne uogólnienie danych wyjściowych nie pozwalają na ścisłą interpretację dla obszarów mieszkaniowych objętych MPZP. Równocześnie w procesie przygotowania badania objaśniającego w rozprawie niektóre ustalenia z cytowanej pracy okazały się bardzo przydatne. Przede wszystkim kluczową kwestią negatywnie wpływającą na tempo rozwoju, pojawiającą się wielokrotnie w interpretacji wyników w pracy Beima, jest ograniczona dostępność terenu pod inwestycje wynikająca między innymi z występowania obszarów ochrony przyrody. Z drugiej strony wskazuje to na bardzo istotny fakt i w tym sensie jest niezwykle ważnym przykładem, że wysokie „wysycenie terenu” funkcją mieszkaniową negatywnie wpływa w obszarze aglomeracji poznańskiej na „atrakcyjność”. Skłania to do poszukiwania i weryfikacji w badaniu objaśniającym jednego lub wielu predyktorów opisujących aktualny stan rozwoju obszaru i dostępności zasobów. Sama negatywna korelacja z występowaniem obszarów ochrony przyrody jeszcze raz pokazuje, że arbitralna, ortogonalna siatka charakterystyczna dla automatów komórkowych narzucona na teren wielkości aglomeracji poznańskiej przedstawia obraz analizy, który może być sprzeczny z intuicją. Należy zadać bowiem pytanie, co ukazuje takie

²⁷⁶ Op. cit. Beim, M: Modelowanie procesu suburbanizacji w aglomeracji poznańskiej z wykorzystaniem sztucznych sieci neuronowych i automatów komórkowych, 120-130.

²⁷⁷ Ibidem, s. 129-130.

spostrzeżenie poza tautologią, że na obszarach chronionych, wyłączonych z zabudowy, nie powstaje zabudowa. Uśrednienie cech przestrzennych na obszarze 25 000 m² uzyskane w przyjętej metodzie pomija kwestię lokalnych uwarunkowań na rzecz uśrednionego w danym obszarze. Zasadniczym problemem uniemożliwiającym bezpośrednie wykorzystanie wyników jest przyjęcie w przedstawionej pracy ogólnej zmiennej „atrakcyjność osiedlania się”, która zawiera w sobie wszystkie funkcje przeznaczenia terenu, autorska rozprawa jest natomiast skoncentrowana na zabudowie mieszkaniowej jednorodzinnej. W tym sensie niemożliwa jest bezpośrednia interpretacja, gdyż w oczywisty sposób sąsiedztwo linii kolejowej będzie inaczej oddziaływać na rozwój przemysłu i osiedli jednorodzinnych. Oznacza to, że analiza możliwa do przełożenia na przyjętą w rozprawie skalę wymagałaby rozróżnienia na poszczególne funkcje. Samo badanie SSN wykonane zostało przy użyciu jednej warstwy ukrytej, żeby zniwelować ryzyko „przeuczenia” modelu, co oznacza jego zbyt dokładną adaptację do wprowadzonych zmiennych, gdyż podstawowym celem jest modelowanie prognostyczne, które wymaga przede wszystkim uogólnienia modelu.



Zarysowana charakterystyka metody oraz wybrane studium przypadku pozwalają na sformułowanie wielu wniosków na temat potencjału i perspektyw wykorzystania sztucznych sieci

neuronowych w badaniu. Przede wszystkim, biorąc pod uwagę potencjalne cele badania, którymi są objaśnienie relacji i wykorzystanie w projektowaniu, należy zastanowić się, czy złożoność algorytmu pozwala na jego świadomą aplikację i potencjalne wykorzystanie. Jest to o tyle istotne, że użycie „nauczanej” sieci neuronowej bywa określane mianem korzystania z czarnej skrzynki (ang. *black-box aprocach*)²⁷⁸, co oznacza, że użytkownik nie wnika w strukturę algorytmu, co często mogłoby okazać się praktycznie niemożliwe, tylko automatycznie go wykorzystuje. Samo wykorzystanie wymaga znajomości działania sztucznych sieci neuronowych lub oprogramowania automatyzującego jego zastosowanie. Przedstawiony powyżej wykres (Rys. 14) ukazuje pewną zasadę dotyczącą analizy regresji, którą definiuje się jako problem przeuczenia (ang. *overfitting*). Oznacza on, że nadzmiernie skomplikowany model, który lepiej opisuje badane przypadki, zatracić może zdolność „uogólniania zjawiska”. Jest to tym bardziej ryzykowane, im mniejsza jest próba badawcza²⁷⁹. Widoczna na wykresie (Rys. 14) linia prosta czytelnie pokazuje obraz ogólnego przebiegu zjawiska i stanowi podstawę do interpolacji wyników, a nawet w ograniczonym zakresie do ich ekstrapolacji, natomiast krzywa zaznaczona na niebiesko, opisana przy pomocy złożonego wielomianu, śledzi bardzo dokładnie przebieg rozkładu, co zaburza odczyt zjawiska. Dodatkowo warto przypomnieć wcześniej opisane badania w tym Nguyena i Crippsa²⁸⁰ wykazujące, że zastosowanie sztucznych sieci neuronowych generuje lepsze wyniki dopiero dla dużej liczby pomiarów, natomiast przedmiot badania, obszary objęte miejscowym planem zagospodarowania przestrzennego, to bardzo ograniczona pula, szczególnie przy wykluczeniu wielu próbek, bądź to z powodu braku dostępności odpowiednich materiałów, bądź niespełnienia ustalonych w trakcie badania kryteriów, w tym minimalnego arealu.

3.2.4. Analizy rozwoju w oparciu o ogólny model liniowy, w szczególności regresję wieloraką.

Wspomniane w poprzednim podrozdziale wybrane modele parametryczne, w tym regresja wieloraka, znacząco wyprzedzają chronologicznie sztuczne sieci neuronowe. Bazowym założeniem modeli parametrycznych jest przyjęta z góry postać, dla której poprzez regresję ustalane są odpowiednie współczynniki. W uproszczeniu w tym procesie ustalane są takie współczynniki, by możliwie najbardziej zbliżyć wyniki obliczeń do rzeczywistych pomiarów. Podstaw analizy regresji poszukiwać można w odległej przeszłości. Pomijając szczegółowe rozważania z zakresu historii matematyki, wśród najważniejszych odkryć wymienić należy opracowania Legendre’a dotyczące metody najmniejszych kwadratów, a także studia Gaussa czy Laplace’a z początków XIX wieku dotyczące modeli liniowych²⁸¹. Nieoceniony wkład w rozwój tej metody, pozwalający na jego

²⁷⁸ Tomandl, D. i Schober, A.: 2001, A Modified General Regression Neural Network (MGRNN) with new, efficient training algorithms as a robust “black box” – tool for data analysis, *Neural Networks*, 14, s. 1023-1034.

²⁷⁹ Hawkings, M.: 2004, The Problem of Overfitting, *J. Chem. Inf. Comput. Sci.*, 44, s. 1-12

²⁸⁰ Op. cit. Nguyen, N i Cripps, A.: 2001, Predicting Housing Value: A Comparison of Multiple Regression Analysis and Artificial Neural Networks, s. 334-336.

²⁸¹ Stigler, S., M.: 1986, The history of statistics. The Measurement of Uncertainty before 1900, *The Belknap press of Harvard University, Cambridge Massachusetts*, ISBN: 9780674403413, 36 – 40, 140, 154.

skuteczne stosowanie, mają odkrycia Ronald A. Fishera oraz George W. Snedecora szczególnie w zakresie testów istotności statystycznej początków XX wieku²⁸². Ogólny, uproszczony zapis problemu regresji w modelach parametrycznych (pomijając przypadki wielowymiarowej struktury zmiennych) przedstawić można w następujący sposób:

$$Y = f(X, \beta) + \varepsilon, \text{ gdzie}$$
$$Y = \begin{bmatrix} y_{11} & \cdots & y_{1m} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ y_{n1} & \cdots & y_{nm} \end{bmatrix} \text{ – macierz wartości zmiennych zależnych m dla n obserwacji,}$$
$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & \cdots & x_{1m} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{n1} & \cdots & x_{nm} \end{bmatrix} \text{ macierz eksperymentu}$$

(zmiennych niezależnych dla każdej zmiennej zależnej m dla n obserwacji, gdzie

$$x_{nm} = (1, x_{nm1}, \dots, x_{nmr})^T$$

β = macierz współczynników (poszukiwanych w badaniu regresji),
 ε – macierz błędów (szumu) o określonym lub nieokreślonym rozkładzie,
 $f(X, \beta)$ – założona funkcja regresji

Równanie 1. Ogólny zapis równania regresji., Źródło: opracowanie własne na podstawie Madsen, H. i Thyregod, P.: 2010, Introduction to General and Generalized Linear Models, Texts in Statistical Science Series, Taylor & Francis Group, 48-52, 80. oraz: Op. cit. Dobson, A, J.: 1990, An Introduction to Generalized Linear Models, s.22.

Z tego ogólnego zbioru modeli parametrycznych w analizach rozwoju przestrzennego oraz zjawisk związanych z gospodarką mieszkaniową kluczowe znaczenie ma ogólny model liniowy (ang. General Linear Model)²⁸³.

$$Y = X\beta + \varepsilon, \text{ gdzie zmienne jak w równaniu powyżej}$$

Równanie 2: Ogólny zapis ogólnego modelu liniowego. Źródło: opracowanie własne na podstawie: Op. cit. Madsen, H. i Thyregod, P.: 2010, Introduction to General and Generalized Linear Models, Texts in Statistical Science Series, s. 48-52. i: Op. cit. Dobson, A, J.: 1990, An Introduction to Generalized Linear Models, s. 22.

Do tej grupy zaliczyć można między innymi analizy wariancji ANOVA i kowariancji ANCOVA oraz analizę regresji wielorakiej (*multiple linear regression* – MLR), która jest fundamentem badania objaśniającego w rozprawie²⁸⁴. Regresję wieloraką od ogólnego modelu liniowego odróżnia przede wszystkim fakt, że w pierwszym możliwe jest badanie jednej zmiennej zależnej przy pomocy wielu

²⁸² Gorroochurn, P.: 2016, Classic Topics on the History of Modern Mathematical Statistics, From Laplace to More Recent Times, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, ISBN: 978-1-119-12794-9, s. 428-430.

²⁸³ Dobson, A. J.: 1990, An Introduction to Generalized Linear Models, Springer-Science+Business Media, B.V., Padstow, Cornwall, ISBN 1-58488-165-8, s.22.

²⁸⁴ Madsen, H. i Thyregod, P.: 2010, Introduction to General and Generalized Linear Models, Texts in Statistical Science Series, Taylor & Francis Group, ISBN 9781420091557, s. 80.

zmiennych niezależnych, natomiast w drugim nie trzeba ograniczać się do jednej objaśnianej. Przy odniesieniu tego do równania 1 oznacza to, że w MLR macierz Y ma tylko jedną kolumnę, zatem równanie dla wybranej obserwacji n zapisać można w następujący sposób:

$$y_n = \beta_0 + \beta_1 x_{n1} + \dots + \beta_m x_{nm} + \varepsilon_n$$

y_n – wartość pomiaru zmiennej zależnej n ,

β_m – współczynnik odpowiedniej zmiennej niezależnej m ,

x_{nm} – wartość zmiennej niezależnej m dla obserwacji n ,

ε_n – błąd pomiędzy wynikiem równania, a pomiarem w obserwacji n ,

Równanie 3. Równanie wielorakiej regresji liniowej dla n pomiaru. Źródło: opracowanie własne na podstawie: Op. cit. Madsen, H. i Thyregod, P.: 2010, Introduction to General and Generalized Linear Models, Texts in Statistical Science Series, s. 47.

Powyższe równanie, charakterystyczne dla MLR zastosowanego w badaniu objaśniającym rozwoju obszarów mieszkaniowych jednorodzinnych, pozwala zwięźle przedstawić strukturę owego badania oraz wielu innych bazujących na tym wzorze. Otóż w najprostszym ujęciu na podstawie n prób i w oparciu o m zmiennych przy pomocy określonych procedur estymacyjnych, w tym metody najmniejszych kwadratów (opisanej szerzej w rozdziale poświęconym metodologii), dąży się do oszacowania odpowiednich współczynników określających oddziaływanie danej zmiennej niezależnej na zmienną zależną. Wykorzystane sposoby estymacji zmiennych, przygotowania, konstruowania oraz oceny modelu pod kątem dopasowania oraz istotności (zarówno całości, jak i poszczególnych predyktorów) opisane zostaną w rozdziale poświęconym metodologii. Po wstępie w najogólniejszy sposób opisującym charakterystykę owej analizy statystycznej (MLR) oraz jej kluczowe znaczenie w opracowaniu, dalsza część podrozdziału koncentruje się na wykorzystaniu jej na polu analiz przestrzennych, przykładach i metodach. Równocześnie w opracowaniach tych odnaleźć można inne metody parametryczne związane z generalnym modelem liniowym, przede wszystkim uogólniony model liniowy i nieliniowy. Warto poświęcić mu uwagę z dwóch względów. Pierwszy dotyczy jego aplikacyjności w sytuacjach, gdy związek między zmiennymi zależnymi i niezależnymi ma przebieg inny niż liniowy, na przykład logarytmiczny, potęgowy lub możliwy do efektywnego estymowania poprzez inną funkcję. W takich przypadkach zastosować można funkcję wiążącą²⁸⁵. Przez co równanie 2 uzyskałoby formę:

$$g(Y) = X\beta + \varepsilon ,$$

Gdzie $g()$ jest „funkcją wiążącą”, a prawa strona równania jest „komponentem liniowym”. Pozostałe zmienne jak w Równanie 1.

Równanie 4. Rozwinięcie ogólnego modelu liniowego o funkcję wiążącą. Zabieg może być wykorzystywany do

²⁸⁵ Op. cit. Dobson, A. J.: 1990, An Introduction to Generalized Linear Models, s. 34-38.

polepszenia dopasowania modelu. Źródło: Op. Ct. Madsen, H. i Thyregod, P.: 2010, Introduction to General and Generalized Linear Models, Texts in Statistical Science Series, s. 47.

Drugą istotną kwestią sprawiącą, że badanie regresji wielorakiej jest zastępowane w wielu przypadkach studiów rozwoju uogólnionym modelem liniowym, to możliwość przyjęcia innej skali niż ciągła dla zmiennej zależnej. Dotyczy to przede wszystkim skali dychotomicznej, czego przykładem w planowaniu przestrzennym może być zdefiniowanie problemu badawczego jako pytania, czy w danej lokalizacji zajdzie pewne zjawisko (np. zrealizowana zostanie zabudowa). W takich sytuacjach stosowana jest wzmiankowana wcześniej regresja logistyczna, która pozwala oszacować prawdopodobieństwo. Jej funkcja wiążąca nosi nazwę logitu, a same równanie prawdopodobieństwa pojedynczego zdarzenia w danej próbie ma następujący wzór:

$$\ln\left(\frac{p_n}{1-p_n}\right) = \beta_0 + \beta_1 x_{n1} + \dots + \beta_m x_{nm}$$

Równanie 5. Szczególny przypadek wykorzystania funkcji wiążącej o nazwie – równanie regresji logistycznej. Źródło: Równanie na podstawie: Op. cit. Madsen, H. i Thyregod, P.: 2010, Introduction to General and Generalized Linear Models, Texts in Statistical Science Series, s. 47.

Chociaż tak sformułowany problem badawczy różni się od zdefiniowanego w rozprawie, to ten lakoniczny opis jest konieczny do właściwej interpretacji poniższych opracowań, które mają na celu poszukiwanie istotnych wytycznych, zależności i ograniczeń, a także spodziewanych rezultatów i ramy ewaluacyjnej do oceny uzyskanego efektu. Przykłady te są kluczowe przy konstruowaniu właściwego badania objaśniającego na obszarze aglomeracji poznańskiej. Opis przykładu uporządkowany będzie w ramach najważniejszych dla rozprawy zagadnień, które należy przeanalizować, by właściwie zaprojektować badanie rozwoju obszarów zabudowy mieszkaniowej.

Zależności przestrzenne: autokorelacja i heterogeniczność

Niezwykle często poruszaną problematyką przy badaniach rozwoju przestrzennego z wykorzystaniem regresji są zjawiska zależności przestrzennych. Jest to termin, który w kontekście analizy regresji ma precyzyjnie określone znaczenie, inne niż potoczne rozumienie obu tych słów. W tym kontekście oznacza on przede wszystkim autokorelację oraz heterogeniczność. Ponadto w ramach tego terminu uwzględnia się także asymetrię, allotopię i anizotropię²⁸⁶. Wykorzystywanie metod analizy statystycznej, parametrycznej i nieparametrycznej, wymaga odniesienia się do tych zjawisk w celu uzyskania poprawnych wyników w badaniu rozwoju przestrzennego. W GML jest to ewidentne i wynika bezpośrednio z założeń, bowiem zgodnie z założeniami modelu liniowego dla całej próby

²⁸⁶ Pietrzykowski, R.: 2011, Wykorzystanie metod statystycznej analizy przestrzennej w badaniach ekonomicznych, *Roczniki Ekonomiczne Kujawsko-Pomorskiej Szkoły Wyższej w Bydgoszczy nr 4*, s. 97-112.

badawczej winna funkcjonować jedna relacja liniowa²⁸⁷, a ponadto próby powinny być od siebie niezależne, dlatego właśnie problematyka ta podnoszona jest w tym podrozdziale. Zagadnienia te opisywane mogą być bardzo rozległe, z poszukiwaniem ich przyczyn oraz skali i metod pomiaru, jednakże na potrzeby badania konieczne jest przede wszystkim ogólne zdefiniowanie podstawowych procesów. Kolejno, kluczowa dla problemu badawczego, heterogeniczność oznacza „niejednorodność przestrzenną” dotyczącą relacji występującej między czynnikami i procesami przestrzennymi. Ilustruje to poniższe Równanie 6, które oznacza, że funkcja opisująca wybrane zjawisko przestrzenne jest różna w dwóch różnych lokalizacjach²⁸⁸. W dużym uproszczeniu, skuteczny model regresji w jednym miejscu może być inny niż w innym miejscu. Jest to zatem zależność niesystematyczna, a jej przyczyny mogą być różne. Jedną z nich jest nieuwzględnienie istotnej zmiennej objaśniającej występującej w określonych miejscach. Gdyby w badaniu pominąć jakiś istotny element, np. wpływ oczyszczalni ścieków, spowodowałoby to widoczną heterogeniczność przestrzenną. Przyczyny mogą być jednak inne, często znacznie trudniejsze do uchwycenia w globalnym modelu.

$$f(x, \beta)_a \neq f(x, \beta)_b, \text{ gdzie } a \text{ i } b \text{ to różne punkty w przestrzeni.}$$

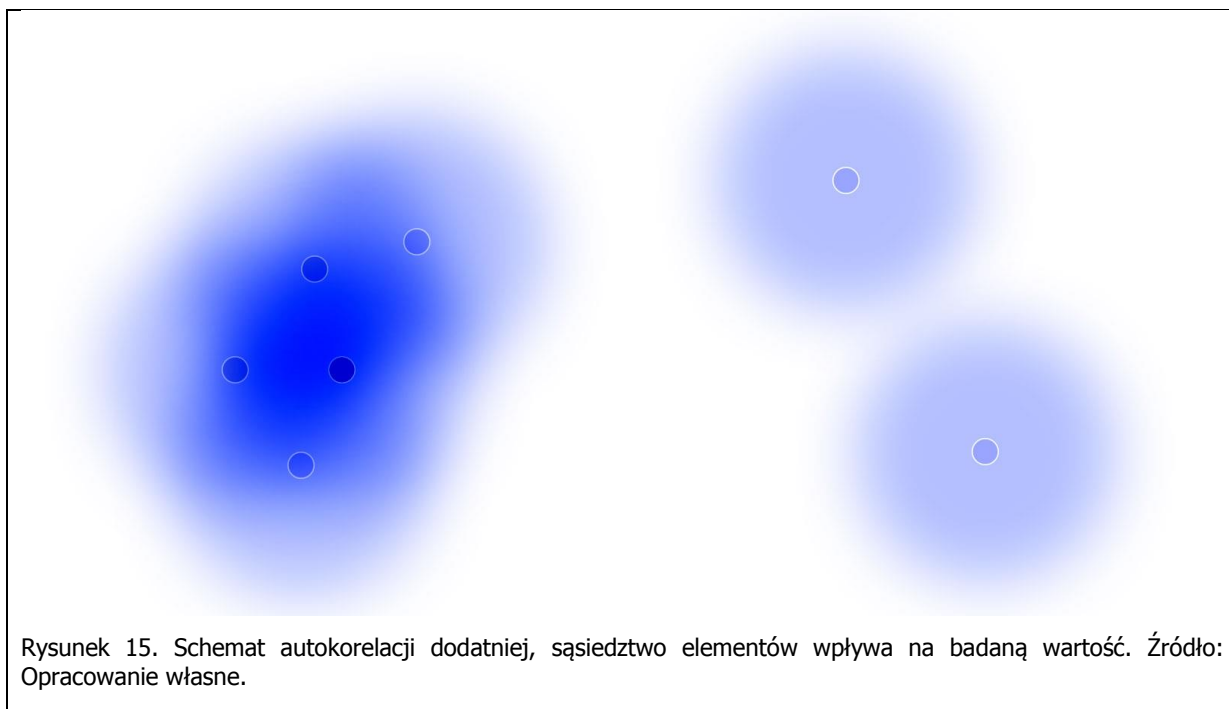
Równanie 6. Zasada heterogeniczności przestrzennej. Źródło: Równanie na podstawie: Op. cit. Madsen, H. i Thyregod, P.: 2010, Introduction to General and Generalized Linear Models, Texts in Statistical Science Series, s. 47.

Druga niezwykle istotna kwestia dotyczy autokorelacji i zdefiniować ją można za Triantakontantisem i Mountrakisem²⁸⁹ jako systematyczną zależność relacji związaną z dystrybucją przestrzenną (przede wszystkim sąsiedztwem).

²⁸⁷ Bazyl, M., Gruszczyński, M., Książek, M., Owczarczuk, M., Szulc, A., Wiśniowski, A. i Witkowski, B.: 2012, Makroekonometria, Modele i metody analizy danych indywidualnych, redakcja naukowa M. Gruszczyński, wy. II, Wolters Kluwer Polska, Sp. z o.o., Warszawa, ISBN: 978-83-264-3775-5, s. 38-39.

²⁸⁸ Ibidem, s. 39-40.

²⁸⁹ Op. cit. Triantakontantis, D. i Mountrakis, G.: 2012, Urban Growth Prediction: A Review of Computational Models and Human Perceptions, s. 555-587.



Wzmiankowani powyżej autorzy w swoim studium porównawczym oceniają oba te zjawiska jako bardzo istotne przy budowaniu modeli symulacyjnych i prognostycznych. Dla badań bazujących na ogólnym modelu liniowym lub uogólnionych modelach linowych, które pokrótce przedstawione zostaną poniżej, metodologia obejmująca te zagadnienia jest bardzo rozbudowana i odnaleźć można opisy wielu technik, które odnoszą się do tych zjawisk. Równocześnie na trzynastu uwzględnionych opracowań wykorzystujących sztuczne sieci neuronowe w pracy Triantakonstantisa i Mountrakisa, tylko jedna metodycznie uwzględniała tę kwestię²⁹⁰. Przegląd poprzedzić jednak warto pewną ogólną klasyfikacją o fundamentalnym znaczeniu dla pracy. Wspomniane wyżej przestrzenne zależności sprawiają, że przyjęcie ogólnego modelu wiąże się z błędem lub nawet wyklucza możliwość opracowania takiego modelu. W takim przypadku jedna grupa metod oparta jest o podział danych wejściowych w oparciu o określone parametry i zróżnicowanie algorytmu estymacyjnego dla tak podzielonych (zwykle przestrzennie) informacji. Niestety wiąże się to z koniecznością wykorzystania dużej puli obserwacji oraz mocno ograniczonym polem wykorzystania uzyskanego równania lub algorytmu. Druga grupa rozwiązań polega na stworzeniu bardziej złożonego modelu, który będzie odnosił się do odkrytych zależności przestrzennych. Niestety, takie działanie zwykle pozwala na ujęcie miejscowej zależności, trudnej do interpretacji w innej lokalizacji. Te dwa podejścia przedstawić można na przeciwległych biegunach, z bogatą pulą rozwiązań pośrednich, gdzie po jednej stronie znajdują się szczegółowe modele podzielone obszarowo, po drugiej jednolity model globalny o dużej złożoności. W pierwszej kolejności należy jednak rozpoznać dokładnie zjawiska heterogeniczności i autokorelacji przestrzennych, żeby móc zweryfikować ich występowanie w badanych obszarach zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej objętych MPZP na terenie aglomeracji poznańskiej. Dopiero

²⁹⁰ Ibidem, s. 578-581.

gdy skala tych zjawisk oceniona zostanie jako istotna, konieczne będzie odniesienie się do nich w modelu. Poszukiwanie w poniższych pracach rozwiązań pozwalających na skuteczną ocenę i uwzględnienie problematyki zależności przestrzennych jest o tyle istotne, że badanie objaśniające przewidziane w rozprawie zakłada poszukiwanie jednego modelu, jednak odnosić się on musi do podstawowych zjawisk autokorelacji i heterogeniczności.

Metoda przestrzennej autoregresji

Niezwykle czytelną metodą ilustrującą dystrybucję przestrzenną jednolitego modelu regresji wielorakiej jest przestrzenna autoregresja (ang. spatial autoregression, SAR)²⁹¹. Metoda ta została przedstawiona jako pierwsza, gdyż w dużym uproszczeniu polega na uzupełnieniu równania regresji wielorakiej o macierz wag przestrzennych odpowiadających określonym w macierzy lokalizacjom oraz o stały współczynnik autoregresji:

$$Y = \gamma W + X\beta + \varepsilon, \text{ gdzie}$$

X – macierz eksperymentu

β = macierz współczynników (poszukiwanych w badaniu regresji),

ε – macierz błędów (szumu),

γ – współczynnik autoregresji,

W – macierz wag przestrzennych,

Równanie 7. Uzupełnienie równania regresji o macierz wag przestrzennych. Źródło, na podstawie: Op. cit. Lesage, J.P. i Fischer, M., M.: 2008, Spatial Growth Regressions: Model Specification, Estimation and Interpretation, s. 278-280.

Oprócz powyższego wzoru do odpowiednich estymacji używany jest także model opóźnień przestrzennych (*SAR lagged model*) oraz model mieszany (*SAR mixed model*)²⁹². Metoda SAR jest szczególnie istotna, gdyż w kontekście wspomnianej powyżej klasyfikacji na modele globalne i lokalne pozwala na wnioskowanie dla ujednoczonego wzoru, oferując serię odpowiednich miar oddziaływań przestrzennych na model objaśniający, w tym średni całkowity wpływ na wybraną obserwację oraz średni całkowity wpływ obserwacji²⁹³. Co więcej, metoda ta wykorzystywana jest do oceny

²⁹¹ Lesage, J. P. i Fischer, M. M.: 2008, Spatial Growth Regressions: Model Specification, Estimation and Interpretation, *Spatial Economic Analysis*, 3(3), s. 278-280.

²⁹² Kissling, W. D. i Carl, G.: 2007, Spatial autocorrelation and the selection of simultaneous autoregressive models, *Global Ecology and Biogeography*, 1(17), s. 59–71.

²⁹³ Pietrzak, M. B.: 2011, Ocena siły oddziaływania procesów objaśniających dla modeli przestrzennych, *Prace i materiały wydziału zarządzania Uniwersytetu Gdańskiego*, Rocznik 2011, tom 9, numer 4/8, s. 486 -497.

autokorelacji, także w procesie rozrostu przedmieść, które to studium zawarte jest w pracy Eleny Irwin i Nancy Bockstael²⁹⁴.

Praca wymienionych powyżej autorów na podstawie danych z lat 1973, 2000 bada zjawiska suburbanizacji w obszarach aglomeracyjnych w stanie Maryland, w związku z czym idealnie nadaje się na przykład, gdyż prócz samego rysu metodologii przedstawia także analizę struktury obszarów aglomeracyjnych i rozwoju przedmieść. Podstawą opracowania jest regresja wieloraka wraz z badaniami SAR. Skala jest znacznie większa niż w przypadku autorskiego badania objaśniającego, przez co materiał badawczy jest bardziej zróżnicowany oraz znacznie nasilone jest zjawisko heterogeniczności, gdyż próby są zdecydowanie mniej jednolite funkcjonalnie. Ponadto skala wpływa także na dobór zmiennych oraz dokładność ich pomiaru. Podobieństwo zarysowuje się w przypadku poszukiwanego zjawiska, gdyż omawiana praca za pomocą serii zaproponowanych zmiennych zależnych opisuje rozdrobnienie przestrzenne, z których oprócz standardowych propozycji takich jak gęstość obszaru (tłumaczenie oryginalne: dotyczy zabudowy) na uwagę zasługuje znormalizowana długość obwodu granicy pomiędzy obszarem zagospodarowanym i niezagospodarowanym na danym obszarze²⁹⁵, która ilustruje rozdrobnienie, pomijając przy tym problem różnych wielkości działek, jako znacząco zaburzający pomiar. Podobne motywy leżały u podstaw sformułowania zmiennej zależnej w wariancie „stopień rozwoju” i „relatywny stopień rozwoju” w badaniu objaśniającym ilustrowanej równaniami Równanie 12 i Równanie 13]. Opisuje ona podobny aspekt jednak w odwrotny sposób, gdyż „stopień rozwoju” (i jego wariant „relatywny stopień rozwoju”) rośnie wraz z większym wypełnieniem obszaru budynkami, natomiast rozpatrywane w omawianej pracy „rozdrobnienie” maleje wraz ze wzrostem liczby budynków na danym terenie. Źródła danych są podobne do tych użytych w rozprawie. Są to zdjęcia satelitarne wspomagane bazami danych jednostek terytorialnych (określonych w pracy jako dodatkowe). Ponadto obszar dla wygody opisu i czytelności wnioskowania podzielono według czterostopniowej skali porządkowej od przestrzeni otwartej, poprzez przestrzeń niskiej oraz średniej intensywności, aż po wysoką intensywność zabudowy. Zmienne zależne uwzględnione w badaniu mają charakter prosty i złożony, co jest bardzo istotną uwagą przy projektowaniu autorskiego modelu. Proste to takie, w których możliwy jest bezpośredni pomiar w skali ciągłej. Są to odległość od centrum, która wprowadzona do równania regresji została bezpośrednio oraz alternatywnie jako funkcja kwadratowa, która w tym wypadku generowała mniejszy błąd standardowy (lepiej opisywała zjawisko fragmentacji), odległość od wybrzeża, odległość od głównej drogi (o bardzo małym wpływie i istotności statystycznej powyżej .05) oraz minimalna wielkość działki. Pozostałe zmienne są to wskaźniki szacowane na podstawie danych jakościowych i ilościowych. Pierwsza o bardzo znaczącym wpływie w modelu nosi nazwę „dobre uwarunkowania do rozwoju”, druga także o wysokim wpływie dotyczy jakości gleby (przydatności rolniczej). W każdym z zagęszczeń zabudowy według czterostopniowej skali porządkowej

²⁹⁴ Irwin, E. G. i Bockstael, N. E.: 2007, The evolution of urban sprawl: Evidence of spatial heterogeneity and increasing land fragmentation, *Proceedings of National Academy of Science of United States of America*, 52(104), red: L. Turner II, s. 20672–20677.

²⁹⁵ Ibidem, s. 20675.

współczynnik błędu autokorelacji uzyskał istotność statystyczną²⁹⁶. Autorzy na podstawie badań wyciągają serię wartościowych wniosków, które mają znaczący wpływ na projektowane badanie objaśniające w rozprawie. Pierwszy dotyczy uniwersalności rozkładu rozdrobnienia przestrzennego zabudowy w obszarach aglomeracji, który autorzy oceniają jako „mocny grunt pod hipotezę”. Przede wszystkim stwarza to pole do bezpośredniego bazowania w poszukiwaniu modelu na tym i analogicznych opracowaniach. Co do samej struktury rozwoju obszarów aglomeracyjnych, praca dowodzi wzrastającej fragmentacji zabudowy w obszarach urbanizacji bardziej odległych od centrów miast (szczególnie powyżej 80 km) połączonej z równoczesnym zróżnicowaniem tej fragmentacji, a więc większym błędem modelu. Wytyczna płynąca z tego dowodu dla konstruowania i walidacji autorskiego modelu to fundamentalne znaczenie ugruntowanej w literaturze zmiennej ciągłej odległości od centrum oraz spodziewany większy błąd modelu wraz ze wzrostem tej wartości. Irwin i Bockstael²⁹⁷ zauważają także, że pojawianie się nowych obszarów o niskiej intensywności przeważa nad wypełnianiem się tych obszarów (spadkiem ich fragmentaryczności). Jest to niezwykle istotne spostrzeżenie, które skłania do testowego wprowadzenia do modelu w badaniu objaśniającym zmiennej określającej początkowe stadium rozwoju. Dodatkowe wnioski, niesformułowane we wnioskach pracy, ale widoczne w przyjętej metodyce, to odniesienie się autorów do zagadnienia heterogeniczności poprzez wprowadzanie do modelu predyktorów opisujących potencjalną niejednorodność oraz oszacowanie autokorelacji i ostatecznie wyprowadzenie jednego, globalnego modelu. Warto także zwrócić uwagę na wykorzystanie zmiennych niezależnych ciągłych w formie wskaźników zbudowanych z pomniejszych obserwacji o charakterze jakościowych oraz ogólną wysoką skuteczność wykorzystania regresji wielorakiej w badaniu rozwoju obszarów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej.

Metoda regresji przełącznikowej

Studia aplikacji GLM w badaniach przestrzennych, w tym rozwoju przedmieść, w związku z uzależnionym od skali oraz zróżnicowania tkanki występowaniem błędu związanego z heterogenicznością, zaowocowały wykształceniem metody opartej o regresję przełącznikową. Polega ona na opisie próby badawczej przy pomocy wielu modeli parametrycznych, najczęściej liniowych. W efekcie dokonuje się podziału w oparciu o określony opis zbioru pomiarów na dwie lub więcej grup, w których występuje inny wzór estymujący zjawisko²⁹⁸. Zastosowanie takiej techniki zakłada uprzednie sprawdzenie hipotezy, że obserwacje w znacznie lepszym stopniu opisują dwa lub więcej modeli, niż jeden model. Weryfikacja i dalsze poszukiwanie tych modeli mogą być oparte o założenie teoretyczne lub niedeterministyczne metody estymacji, które następnie podlegają ewaluacji. Problematyka ustalania przełączników oraz obliczania odpowiednich równań zaowocowała wykształceniem różnych

²⁹⁶ Ibidem, załącznik, tabela 6 i 7.

²⁹⁷ Ibidem, s. 20675

²⁹⁸ Pruska, K.: 1992, Metoda największej ufności a regresja przełącznikowa, *Acta Universitatis Lodziensis, Folia Oeconomica* 117, s. 107 – 108.

metod estymacji modelu na przestrzeni lat²⁹⁹³⁰⁰, w tym wspomnianego wcześniej algorytmu rozmytych klastrów³⁰¹³⁰². Metoda ta z powodzeniem aplikowana jest w studiach rozwoju miast, czego przykładem może być praca Gershona Alperovicha i Joesepha Deutscha³⁰³, w której autorzy na przykładzie studium obszaru metropolitalnego Tel Awiwu określają konieczność stosowania takich modeli w przypadkach braku monocentrycznego ośrodka aglomeracji, dużego dystansu od centrum, występowania lokalnych centrów na obrzeżach aglomeracji lub znacznych nieregularności w uwarunkowaniach naturalnych oraz wynikających z działalności człowieka. Autorzy zaznaczają, iż to ostatecznie zjawisko może być ujęte przez bardziej zaawansowany model bez konieczności wykorzystania regresji przełącznikowej. Również praca Bhatta podkreśla duże znaczenie regresji przełącznikowej dla identyfikowania ewentualnej heterogeniczności oraz związanego z tym ustalenia zbioru równań regresji dla różnych grup danych³⁰⁴. Podsumowanie tej metody nie może obyć się bez stwierdzenia, że jest ona bardzo różnorodna pod względem metody wyznaczania przełączników oraz odpowiednich współczynników, jednak pod względem założenia jest bardzo przejrzysta. Zakłada zamianę modelu globalnego na zbiór dwóch lub więcej lokalnych wzorów, gdzie podział nie musi być wyznaczany na podstawie położenia, lecz dowolnej innej cechy (lub zbioru cech). Z punktu widzenia projektowanego badania, istotne jest, aby wykluczyć możliwość występowania w próbie badawczej wielości modeli opisujących zjawisko lub alternatywnie zaproponować odpowiedni podział. Podstawowym badanym podziałem będzie lokalizacja w odpowiedniej gminie.

Metoda modeli hierarchicznych

Warte wzmianki są także hierarchiczne modele liniowe zwane także wielopoziomowymi³⁰⁵. Ogólnie kwestia nazewnictwa w literaturze nie jest ścisła w tym wypadku, dlatego za podstawę rozpoznania tej metody uznać można wykorzystanie do opisu zmiennej wspólnej dla wszystkich obszarów na danym terenie, np. gminy, za pomocą efektów stałych lub efektów losowych. Metoda ta pozwala na ujęcie zagadnienia w różnych skalach, co jest szczególnie istotne, kiedy dostępne dane odnoszą się do różnych skali grupowania danych. Przykładem w kontekście rozwoju przestrzennego może być sytuacja, gdy dysponuje się istotnym opisem dla określonych obszarów administracyjnych,

²⁹⁹ Quandt, R., E.: 1971, A Further Aproach to the estimation of swithing regressions, *Econometric Research Program, Research Memorandum 122*, s. 1 - 6.

³⁰⁰ Schmidt, P.: 1982, An Improved Version of the Quandt-Ramsey MGF Estimator for Mixtures of Normal Distributions and Switching Regressions, *Econometrica*, 2(50), s. 501-516.

³⁰¹ Wang, S., Jiang, H. i Lu, H.: 2002. An Integrated Fuzzy Clustering Algorithm GFC for Switching Regressions, *Journal of Software* Vol.13, No.10, s. 1906-1910.

³⁰² Yang, M. Wu, K., Hsieh, J. i Jian Y.: 2008, Alpha-Cut Implemented Fuzzy Clustering Algorithms and Switching Regressions, *IEEE transactions on systems, man, and cybernetics—part b: cybernetics*, vol. 38, NO. 3, s. 588-598.

³⁰³ Alperovich, G. i Deutsch, J.: 2001, An application of a switching regimes regression to the study of urban structure, *Papers in Regional Science*, 1(81), s. 83-97.

³⁰⁴ Bhatta, B.: 2010, Analysis of Urban Growth and Sprawl from Remote Sensing Data, *Springer Heidelberg Dordrecht, New York*, ISBN 978-3-642-05298-9, s. 96.

³⁰⁵ Radkiewicz, P. i Zieliński, M. W.: 2010, Hierarchiczne modele liniowe. Co nam dają i kiedy warto je stosowa", *Psychologia Społeczna*, tom 5, 2–3 (14), s. 217–233.

na przykład województw oraz mniejszych próbek badawczych takich jak chociażby gminy. Oczywiście nie jest to jedyne uzasadnienie implementacji, gdyż poszukiwanie heterogeniczności obszarów nie musi być oparte o żaden formalny podział, czego przykładem jest opracowanie Qiaozhi Wanga³⁰⁶ uwzględniające dwie skale: gminy oraz siatki o boku trzydziestu metrów. Basudeb Bhatta³⁰⁷ natomiast sugeruje, że metoda określona jako hierarchiczna stwarza pole do aplikacji wzoru w innych obszarach, gdyż odróżnia zmienne ponadlokalne od lokalnych. Hierarchiczne modele liniowe pozwalają na określenie zależności w poszczególnych grupach oraz zależność związanej z przynależnością do danej grupy danych. Łącznie stwarza to bogaty obraz funkcji regresji. Sposób estymacji współczynników opierać może się o model efektów stałych albo model efektów losowych, przy czym pierwszy sposób wykorzystuje opisany wcześniej MNK, natomiast drugi metodę największej wiarygodności (ML) lub metodę ograniczonej największej wiarygodności. Przykładem wykorzystania w badaniu rozwoju obszarów miejskich oraz zmian użytkowania terenu jest praca Rossa Menntemeyera i innych³⁰⁸ dla obszaru metropolitalnego Charlotte. Wykorzystane w tym badaniu narzędzie FUTURE zostało użyte do przeprowadzenia hierarchicznej regresji logistycznej na podstawie danych z lat 1996-2006 (wybrane elementy analizy wykonywane były dla wcześniejszych dekad). Następnie przygotowany model wykorzystany został w prognostyce obszaru aglomeracyjnego dla wybranych scenariuszy rozwoju. Studium bazowało na modelu hierarchicznym, w którym mniejsza skala reprezentowana była w formie regularnych komórek, które grupowane były w zbiory reprezentujące wyższy poziom hierarchii według obszarów administracyjnych (gmin). W tej grupie (górnjej) dane dotyczyły przede wszystkim zmian w populacji i obszarze zagospodarowanym. W skali jednostkowej (dolnej) badanie bazowało na regresji logistycznej wspomaganą algorytmem stochastycznym PGA analizującym rozkład przestrzenny zabudowy. Sam model regresji zbudowany był na bogatej puli zmiennych niezależnych skategoryzowanych do grup opisujących odpowiednio dane środowiskowe, infrastrukturalne, socjoekonomiczne oraz dotyczące dynamiki rozwoju, większość z nich miała formę wskaźników zbudowanych z pomniejszych danych. Autorzy określają je jako zaproponowane w formie hipotezy i zbudowane w oparciu o modelowanie zrównoważone³⁰⁹. Zmienna zależna w badaniu ma charakter dychotomiczny, co w tym przypadku oznacza potwierdzenie lub zaprzeczenie hipotezy o zmianie przeznaczenia terenu, gdzie dwa podstawowe stany to zabudowa i zachowanie dotychczasowej funkcji innej niż zabudowa, w tym produkcja rolna lub las. Obszary niezdatne pod zabudowę zostały wyłączone z badania. Omawiana praca zdecydowanie bardziej koncentruje się na prognostyce, zarówno pod względem metodologicznym, jak i aplikacyjnym, niż na objaśnieniu aktualnego rozwoju, jednakże autorzy wywodzą analogiczne z poprzednimi pracami wnioski. Obszar aglomeracyjny Charlotte rozwijał się w sposób nieciągły, wyspowy, przy czym zauważyć można było

³⁰⁶ Wang, Q.: 2014, An Integrated Multilevel Approach to Urban Development Modeling at Grid, Census block and Municipality Levels, *University of Cincinnati*, red. Kim, C., Liu, H., i Widener, M., s. 1-62.

³⁰⁷ Op. cit. Bhatta, B.: 2010, Analysis of Urban Growth and Sprawl from Remote Sensing Data, s. 132.

³⁰⁸ Meentemeyer, R. K., Tang, W., Dorning, M. A., Vogler, J. B., Cunniffe, N. J., Shoemaker, D. A.: 2013, FUTURES: Multilevel Simulations of Emerging Urban–Rural Landscape Structure Using a Stochastic Patch-Growing Algorithm, *Annals of the Association of American Geographers*, 4(103), s. 785-807.

³⁰⁹ Ibidem, s. 789

przewagę powstawania nowych obszarów zabudowy o małej gęstości niż wypełnianie już istniejącej. Zestawienie danych dla gmin także potwierdza, że wzrost powierzchni zabudowy był nieproporcjonalnie większy w stosunku do przyrostu liczby mieszkańców³¹⁰. W ten sposób utracone zostały znaczące wartościowe obszary rolne oraz lasy, a co więcej badanie prognostyczne wskazuje, że kontynuacja tego procesu może spowodować poważne zakłócenia w lokalnym środowisku naturalnym. Sama prognoza przewiduje różne warianty rozwoju, uzależniając je od przyjętej polityki, przez co ukazuje faktyczny wpływ podjętych decyzji planistycznych³¹¹. Warte ponownego podkreślenia jest przyjęte w pracy odniesienie badania do danych dla odpowiednich obszarów administracyjnych, co pozwala na częściowe rozwiązanie problemu zależności przestrzennych oraz stwarza mocną podstawę pod prognozę.

Inne metody

W literaturze spotkać można wiele innych metod odwołujących się do zagadnienia zależności przestrzennych, jednak strukturalnie nienadających się do wykorzystania w pracy. W odniesieniu do metod bazujących na generalnym modelu liniowym lub uogólnionym modelu liniowym warta wzmianki jest regresja ważona geograficznie, która klasyfikowana jest przez Antonio Peaza i Darrena Scotta³¹² jako metoda lokalna (dedykowana danej lokalizacji), nie pozwala na istotne wnioski o zależnościach w innym obszarze niż objętym bezpośrednim badaniem, a ponadto wymaga bogatej puli badawczej. Metoda ta jednak z powodzeniem może być aplikowana do badania rozwoju obszarów aglomeracyjnych, także w celach prognostycznych, czego przykładem jest studium dla metropolii Springfield³¹³, które także jest ciekawą referencją ze względu na sposób formowania zmiennych niezależnych oraz interpretacji wyników. Pozostałe metody z zupełnie innych grup w jeszcze mniejszym stopniu wiążą się z tematem opracowania. Zaliczyć do nich można eksperymentalne metody odkrywania wiedzy z baz danych³¹⁴.

Mając jednak na uwadze wybrany typ badania, warto zwrócić uwagę na różnice i podobieństwa względem przytaczanych przykładów wykorzystania oraz wynikające z tego istotne kwestie, do których musi odnosić się autorskie studium analityczne. Odnalezienie pracy biorącej za cel analizę regresji wielorakiej obszarów objętych MPZP lub analogicznym dokumentem planistycznym jest niezwykle trudne. Przede wszystkim przedstawione powyżej przykłady dotyczą innej skali badania, gdyż obejmują całość terenu aglomeracji lub przynajmniej znacznej jego części. Implikuje to mniejszą dokładności pomiaru, wyklucza osobistą inwentaryzację, a także generuje znacznie bardziej

³¹⁰ Ibidem, s. 803-805.

³¹¹ Ibidem, s. 805-806

³¹² Paez, A. I Scott, D., M.: 2005, Spatial statistics for urban analysis: A review of techniques with examples, *GeoJournal*, 1(61), s. 57.

³¹³ Luo, J.: 2008, Modeling Urban Growth with Geographically Weighted Multinomial Logistic Regression, *Published in SPIE Proceedings: Geoinformatics 2008 and Joint Conference on GIS and Built Environment: The Built Environment and Its Dynamics*, Vol. 7144, s. 71440 - 71451.

³¹⁴ Op. cit. Triantakontantis, D. i Mountrakis, G.: 2012, Urban Growth Prediction: A Review of Computational Models and Human Perceptions, s. 562-564

złożone zależności przestrzenne, szczególnie heterogeniczność, gdyż badanie takie odnosić się musi do różnych typów i form zabudowy. Niezwykle czytelnym przykładem tego zjawiska jest fakt, że wspomniane prace odnoszą się zarówno do obszarów objętych szczegółowymi opracowaniami identycznymi lub analogicznymi do miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego oraz do obszarów bez takich opracowań, co już warunkuje nierówną sytuację przestrzenną, a przecież same zapisy takich opracowań mogą się diametralnie różnić, a żadna z przytoczonych prac nie odnosiła się w sposób inny niż zupełnie ogólny sposób do takich uwarunkowań. W rozprawie natomiast każdy pojedynczy plan miejscowy został szczegółowo przeczytany w celu odnalezienia istotnych zmiennych. Luc Anselin i Ayse Can³¹⁵ wskazują, że występowanie zależności przestrzennych jest dodatnio skorelowane z wielkością skali opracowania i odpowiednio rozrzucone próbkowanie pozwala na redukcję tych zjawisk, jednak nie zmienia to faktu, że są to zjawiska do których zdecydowanie należy odnieść się w pracy, przede wszystkim poprzez analizę rozrzutu reszt regresji i ocenę skali wpływu autokorelacji i heterogeniczności. Istotną informacją jest także powtarzający się we wszystkich wspomnianych pracach wykorzystujących GML szybszy rozwój nowych obszarów zabudowy w rejonie podmiejskim niż wypełnianie już istniejących. Wskazuje to na negatywną korelację tempa rozwoju z dostępnym zasobem mieszkaniowym w danym obszarze. Interpretacja tego nie jest częścią rozprawy, jednakże może wynikać ze zwiększonej lokalnie podaży mieszkań i gruntów pod zabudowę przy stałym popycie. Co więcej w pracach ściśle określana jest zależność znacznie większego rozrzedzenia zabudowy w dużej odległości od centrum miasta, która to zmienna konsekwentnie pojawiała się w większości przytaczanych prac.

3.3. Podsumowanie rozdziału

Powyższy rozdział rozpoczyna się od opisu zagadnienia przetwarzania informacji i wspomaganie projektowania urbanistycznego. Opisuje także konkretne przykłady i metody służące analizie rozwoju przestrzennego. Wśród nich oprócz metod parametrycznych wymienia także metody nieparametryczne, takie jak sztuczne sieci neuronowe. W oparciu o ten rozdział możliwe jest dalsze planowanie, jakie techniki i metody wykorzystane zostaną w badaniu objaśniającym, a także na co należy zwrócić szczególną uwagę w badaniu. Za podstawową metodę przyjęta została regresja wieloraka, która oprócz weryfikacji zwykłych dla niej założeń opisanych w rozdziale poświęconym metodologii, zweryfikowana także zostanie pod względem opisanych powyżej zależności przestrzennych. Sztuczne sieci neuronowe zostaną także wykonane w pracy, jednak nie będą stanowiły bezpośredniej podstawy do formułowania głównej tezy, a jedynie narzędzie kontrolne, pomocnicze, oraz alternatywę dla potencjalnego wykorzystania badania w projektowaniu. Wśród ich wad wymienić można brak powtarzalności wyników badania przy zbliżonych danych wejściowych wynikający z możliwości innego nauczania sieci neuronowej w zależności od przyjętych parametrów

³¹⁵ Anselin, L., i Can, A.: 1986, Model Comparison and Model Validation Issues in Empirical Work on Urban Density Functions, *Geographical Analysis*, 3(18), s. 179–197.

uczenia oraz konieczność wydzielenia grupy uczącej i testowej, co przyczynia się do potrzeby dysponowania dużą pulą przykładów. Co więcej, narzędzie to jest znacznie trudniejsze do wykorzystania przez osoby nie dysponujące wiedzą o wykorzystaniu sieci neuronowych, co ogranicza perspektywę aplikacji. Oczywiście powyższe argumenty przeważać mógłby fakt znacznie lepszego dopasowania modelu w przypadku sieci neuronowych, jednak badanie wykazało zbliżone wyniki. Pomimo wskazanych różnic pomiędzy obszarami badań w rozprawie i w cytowanych pracach przedstawienie powyższych metod i przykładów pozwala na ustalenie wizji proponowanego w rozprawie badania. Przede wszystkim powyższe studium literatury wskazuje metodykę gromadzenia i przetwarzania informacji. Niewątpliwie jednak niektóre techniki i metody można wykluczyć z puli rozważanych w rozprawie. Przykładem tego jest automat komórkowy. Jak ukazuje rysunek 11, model taki narzuca zupełnie nową strukturę podziału, co w rozważanej skali zaciera aktualne granice obszarów o różnym przeznaczeniu terenu. W badaniu z wykorzystaniem CA możliwe jest uchwycenie struktury całego obszaru, jednak wielkim problemem jest niemożność zastosowania metody wyłącznie do wybranego obszaru bez pozyskania i przetworzenia olbrzymiej puli danych z gminy. Co więcej, stosowanie takiej metody do stosunkowo małych, słabo zaludnionych regionów jest krytykowane w literaturze, gdyż ich struktura określona może być jako „niestabilna”³¹⁶. Mimo różnic w cytowanych pracach wykorzystane były metody analityczne, które zastosować można w autorskim badaniu objaśniającym w rozprawie, w tym regresja wieloraka, sztuczne sieci neuronowe czy drzewa regresyjne. Zauważone problemy i ustalenia metodologiczne stanowią istotne źródło wiedzy dla badania objaśniającego w rozprawie w kontekście porównania wyników.

4. Specyfika zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej

4.1. Struktura suburbanizacji w aglomeracji poznańskiej

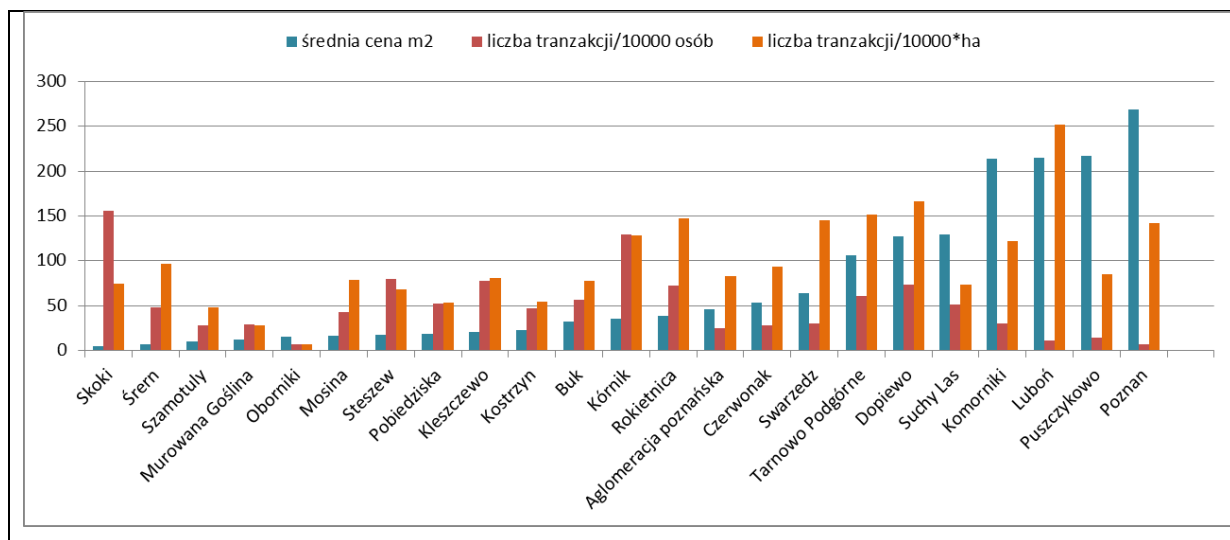
Poniżej opisana zostanie aglomeracja, z której pochodzi materiał badawczy, w kontekście ogólnym budownictwa jednorodzinnego oraz szczegółowym aglomeracji poznańskiej poza miastem Poznań. Aglomeracja składa się z gmin wchodzących w skład powiatu poznańskiego: Buk, Czerwonak, Dopiewo, Kleszczewo, Komorniki, Kostrzyn, Kórnik, Luboń, Mosina, Murowana Goślina, Pobiedziska, Puszczykowo, Rokietnica, Stęszew, Suchy Las, Swarzędz, Tarnowo Podgórne, a także inne gminy, w tym Skoki, Oborniki, Szamotuły, Śrem i miasto Poznań. Mapa tego obszaru znajduje się na rysunku 33. Całkowity areał to 3075,7 km², z czego miasto Poznań zajmuje 261,9 km², czyli około 8,5%. Łączna liczba mieszkańców w roku 2016 wynosiła 1 021 248 mieszkańców, przy czym w gminach poza Poznaniem 480 876 osób, zatem mieszkała tam blisko połowa ludzi³¹⁷.

Jak zostało wspomniane we wstępie, podwaliny pod formalną organizację aglomeracji poznańskiej tworzy *Porozumienie o współpracy pomiędzy samorządami aglomeracji poznańskiej z*

³¹⁶ Bell, M., Dean, C., i Blake, M.: 2000, Forecasting the pattern of urban growth with PUP: a web-based model interfaced with GIS and 3D animation, *Computers, Environment and Urban Systems*, 6(24), s. 561.

³¹⁷ Bank danych lokalnych, BDL. <https://bdl.stat.gov.pl/BDL/dane/podgrup/wymiary>, dostęp dnia: 16.12.2016.

2007 roku³¹⁸. Należy zauważyć, że większość obszarów z badania została objęta planami miejscowymi przed tą datą, ale naturalne funkcjonowanie obszaru metropolitalnego rozpatrywać można znacznie wcześniej. Od 2007 roku jednak zauważyć można wzrost znaczenia tej skali projektowania. Wraz z początkiem 2016 roku, a więc w trakcie tworzenia rozprawy, zaczęła obowiązywać ustawa z dnia 9 października 2015 r. o związkach metropolitalnych³¹⁹. Doniosłą zmianą w tym zakresie jest także ustawa z dnia 24 stycznia 2014 r. o zmianie ustawy o zasadach prowadzenia polityki rozwoju oraz niektórych innych ustaw³²⁰. W kwestii projektowania urbanistycznego szczególnie istotna jest zmiana kluczowej ustawy o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym z 2003 roku, w której cały rozdział 2a o nazwie *Planowanie przestrzenne na obszarze metropolitalnym* poświęcony został takim jednostkom organizacji przestrzennej³²¹. Szerszy opis podstaw prawnych planowania przestrzennego w takiej skali znajduje się w Koncepcji Kierunków Rozwoju Przestrzennego Metropolii Poznańskiej³²². Dokument ten jest źródłem wielu wartościowych informacji i wytycznych. Szczególne znaczenie dla rozprawy ma podrozdział poświęcony gospodarce gruntami, w którym przedstawione są na mapie aglomeracji ceny i liczby transakcji, co pozwala oszacować rozwój poszczególnych gmin w danych latach³²³.



³¹⁸ Op. cit. Porozumienie o współpracy pomiędzy samorządami aglomeracji poznańskiej, źródło: <http://www.poznan.pl/mim/info/news/porozumienie-o-wspolpracy-pomiedzy-samorzadami-aglomeracji-poznanskiej,20551.html>

³¹⁹ Ustawa z dnia 9 października 2015 r. o związkach metropolitalnych, (Tekst jednolity: Dz.U. 2015 poz. 1890), Art. 73. (Ustawa później uchylona w: Ustawa z dnia 9 marca 2017 r. o związku metropolitalnym w województwie śląskim, Dz.U. 2017 poz. 730).

³²⁰ Ustawa z dnia 24 stycznia 2014 r. o zmianie ustawy o zasadach prowadzenia polityki rozwoju oraz niektórych innych ustaw. (Tekst jednolity: Dz.U. 2014 poz. 379).

³²¹ Op. cit. Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym, Rozdział 2a.

³²² Op. cit. Kaczmarek, T. i Mięka, M.: 2016, Koncepcja Kierunków Rozwoju Przestrzennego Metropolii Poznań, s. 6-10.

³²³ Ibidem, s. 171.

Rysunek 16. Zestawienie danych o transakcjach kupna-sprzedaży niezabudowanych działek na obszarze aglomeracji poznańskiej w 2013 roku. Źródło: na podstawie: Kaczmarek, T. i Mikuła, M.: 2016, *Koncentpcja Kierunków Rozwoju Przestrzennego Metropolii Poznań*, Poznań, Centrum Badań Metropolitarnych, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, s. 171.

W oparciu o te dane przygotowane zostało powyższe zestawienie pokazujące średnie ceny oraz liczby transakcji. W cytowanym dokumencie można znaleźć więcej informacji na temat cen, jest on jednak powszechnie dostępny, także w Internecie, zatem wykresy nie będą kopiowane w pracy. Wniosek, który płynie z analizy informacji o sprzedaży takich działek, wskazuje, że ceny w poszczególnych gminach na obszarze aglomeracji poznańskiej są zróżnicowane, jednakże struktura przestrzenna cen jest zaskakująca. Znacznie niższe ceny pojawiają się na obrzeżach aglomeracji, natomiast różnica między miastem Poznań a sąsiednimi gminami nie jest aż tak znacząca. Dla gmin Tarnowo Podgórne, Dopiewo i Swarzędz jest to około połowa kwoty, natomiast w gminach Komorniki, Luboń i Puszczykowo około 80% ceny poznańskiej. Odnośnie samej zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej średnia transakcyjna cena metra kwadratowego w Poznaniu w 2013 roku to 350zł/m², natomiast średnia dla aglomeracji to 145zł/m²³²⁴. Osobną kwestią jest sama dostępność gruntów przeznaczonych na cele mieszkaniowe bliżej centrum aglomeracji. Na podstawie analizy struktury przestrzennej dokonywanych transakcji autorzy stwierdzają, że występuje negatywne zjawisko *urban sprawl*, któremu należy przeciwdziałać. Według Kaczmarka i Mikuły:

„Zdecydowana większość transakcji w Metropolii Poznań dotyczy przede wszystkim terenów wiejskich, z których bardzo duża część położona jest w gminach tzw. Drugiego pierścienia. Może świadczyć to o tym, iż procesy żywiłowej suburbanizacji i urban sprawl mogą utrzymywać swoją dynamikę w kolejnych latach. Tym bardziej zasadne wydaje się wprowadzenie mechanizmów mogących uporządkować rozwój przestrzenny metropolii.”³²⁵

Również wcześniejszy dokument dotyczący metropolii, *Studium uwarunkowań rozwoju przestrzennego aglomeracji poznańskiej*, zauważa istotny problem przenoszenia się osiedli mieszkaniowych na peryferia aglomeracji³²⁶. Diagnoza tych problemów dopełniona jest w dokumencie o nazwie *Koncepcja kierunków rozwoju przestrzennego Metropolii Poznań*. Opisuje on skutki eksurbanizacji w aglomeracji poznańskiej. Są to przede wszystkim:

- degradacja krajobrazu,
- rosnące koszty ekonomiczne i społeczne ponoszone przez poszczególne obszary funkcjonalne,
- degradacja środowiska przyrodniczego,

³²⁴ Ibidem, s. 295.

³²⁵ Ibidem, s. 172.

³²⁶ Kaczmarek, T. i Mikuła, M.: 2012, *Studium uwarunkowań rozwoju przestrzennego Aglomeracji Poznańskiej*, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, ISBN 978-83-63254-00-1, s. 82.

- utrata atrakcyjności miejsc rekreacyjnych,
- utrata atrakcyjności miejsc inwestycyjnych,
- pogorszenie wizerunku obszarów suburbanizacji,
- powolny, niedostateczny rozwój infrastruktury, w tym społecznej i usług w obszarach podmiejskich,
- brak miejsc pracy i możliwości zaspokojenia potrzeb w nowo powstających obszarach, co zmusza do ciągłej komunikacji z centrum³²⁷.

Autorzy stwierdzają także, że komunikacja publiczna nie jest dostosowana do procesów suburbanizacji: „Ze względu na brak dostatecznie rozwiniętego transportu publicznego mieszkańcy strefy podmiejskiej uzależnieni są od transportu indywidualnego, co przyczynia się do niewydolności układów transportowych i powstania kongestii, a także obniżenia sprawności całego układu danego ośrodka miejskiego”³²⁸. Oprócz problemów dotyczących samych obszarów podmiejskich pojawiają się także kwestie związane ze spadkiem liczby ludności miasta, co powoduje chaos przestrzenny i degradację historycznych dzielnic miasta³²⁹. To znowu przekłada się na straty ekonomiczne, między innymi dlatego, że źródłem dochodów miasta jest wynajem lokali w centrum.

W odniesieniu do tych problemów oraz ich prognozowanych konsekwencji w cytowanych opracowaniach na temat aglomeracji ustalone zostały cele i strategia działania z podkreśleniem, że podporządkowane są doktrynie zrównoważonego rozwoju. Są one rozległe i dotyczą także sfer niezwiązanych ściśle z projektowaniem urbanistycznym, takich jak na przykład oferta edukacyjna uniwersytetów, dlatego poniżej przedstawione zostaną wybrane cele dotyczące rozwoju obszarów podmiejskich zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej, zatem tematycznie związane z rozprawą:

- *„Poprawa standardów planistycznych, urbanistycznych i architektonicznych”*³³⁰
- *„Kształtowanie i ochrona terenów o wysokich walorach przyrodniczych”*³³¹
- *„Tworzenie atrakcyjnego środowiska zamieszkania, pracy i wypoczynku”*³³²
- *„Poprawę wewnętrzną spójności sieci transportowej Metropolii, z preferencją dla rozwoju zintegrowanej komunikacji publicznej, polepszającej dostępność miejsc zamieszkania, pracy, usług i wypoczynku”*³³³
- *„Projektowanie nowych układów urbanistycznych odznaczających się zwartością różnorodnością funkcji, z poszanowaniem istniejących układów ruralistycznych”*³³⁴

³²⁷ Op. cit. Kaczmarek, T., Mikuła, Ł., Kaczmarek, L.: 2015, *Koncepcja kierunków rozwoju przestrzennego Metropolii Poznań*, s. 37.

³²⁸ Ibidem, s. 37.

³²⁹ Ibidem, s. 31.

³³⁰ Op. cit. Kaczmarek, T. i Mikuła, M.: 2012, *Studium uwarunkowań rozwoju przestrzennego Aglomeracji Poznańskiej*, s. 8.

³³¹ Ibidem, s. 56.

³³² Op. cit. Kaczmarek, T., Mikuła, Ł. i Kaczmarek, L.: 2015, *Koncepcja kierunków rozwoju przestrzennego Metropolii Poznań*, s. 47.

³³³ Ibidem, s. 157.

Cele te zostały przełożone na kompleksową strategię wyrażoną w formie 10 zasad odnoszących się zarówno do organizacji procesu planistycznego, jak również zasad planowania. Poniżej przedstawione zostaną owe zasady wraz z krótkim omówieniem tych szczególnie powiązanych z rozprawą:

1. *„Zasada zintegrowanego planowania.*
2. *Zasada zrównoważonego rozwoju.*
3. *Racjonalne wykorzystanie środowiska przyrodniczego.*
4. *Zasada zwartej Metropolii.*
5. *Zasada pierwszeństwa regeneracji terenów zainwestowanych nad zajmowaniem terenów pod nową zabudowę.*
6. *Zasada bilansowania potrzeb społeczno-gospodarczych i planowania nowych terenów inwestycyjnych.*
7. *Zasada równoległej realizacji celów publicznych i prywatnych.*
8. *Zasada dobrego dostępu do usług na obszarze całej Metropolii.*
9. *Zasada energooszczędności struktur przestrzennych.*
10. *Zasada koordynacji planowania przestrzennego i spójnego zarządzania infrastrukturą Komunalną³³⁵.*

Zasady 3, 4, 5 jednoznacznie odnoszą się do problemów eksurbanizacji i zbyt małej gęstości zabudowy. Łącznie stanowi to istotny impuls uzasadniający rozwijanie narzędzi analitycznych mogących kontrolować ten proces, natomiast punkt 6 bezpośrednio uwzględnia potrzebę takich analiz, gdyż jego rozwinięcie brzmi: „Przeznaczanie zasobu terenów otwartych pod funkcje mieszkaniowe i gospodarcze oparte na podstawie prognoz demograficznych i ekonomicznych”³³⁶. Oznacza to, że już na poziomie metodycznym zwraca się uwagę na niewydolność modelu planowania, który nie jest oparty o analizy i prognozy. Zasada 7 w swoim rozwinięciu uzasadnia konieczność zarządzania infrastrukturą techniczną w taki sposób, by generowało to najmniejsze koszty, gdyż aktualnie proces osadniczy wywołuje wzrost kosztów tych inwestycji, przy jednoczesnej ich niewydolności opisywanej w punkcie 9, co przejawia się brakiem dostępu do infrastruktury, natomiast punkt 8 opisuje problem odcięcia funkcjonalnego obszarów zabudowy i niedostosowanie przestrzennej struktury demograficznej do istniejących obiektów użyteczności publicznej. Od strony teoretycznej odpowiedzią na te kwestie mogą być teorie opisane w rozdziale 2, w tym Nowa Urbanistyka, Inteligentne Miasta i Miasta Kompaktowe, konieczne jest tylko uwzględnienie w strategii jeszcze jednej zmiennej: ludzkich potrzeb i zachowań obserwowanych w aglomeracji poznańskiej. Przyjęcie potrzeb i motywacji mieszkańców jako istotnych czynników pozwoli opracować metody, które mają szansę na realizację. Natomiast ignorowanie istniejących zjawisk, w tym potrzeb mieszkańców, udawanie, że one nie istnieją, sprawi, że planowane kierunki rozwoju i rzeczywisty rozwój nie będą ze sobą spójne. Podejście takie wpisuje się w ideę publicznego zarządzania, a jej

³³⁴ Ibidem, s. 42.

³³⁵ Ibidem, s. 46-47.

³³⁶ Ibidem, s. 48.

czytelny przejawem jest znaczenie partycypacji społecznej w planowaniu przestrzennym, które to zagadnienia opisane zostały w podrozdziale 2.2³³⁷³³⁸.

Jak zatem zobrazować można zachowania i potrzeby ludzi? Najogólniejszy obraz ilustruje rycina 10 z cytowanego dokumentu³³⁹. W latach 2002-2013 liczba ludności na terenie miasta Poznań spadła o około 5%, natomiast sąsiednie gminy wiejskie takie jak Rokietnica, Dopiewo i Komorniki zanotowały wzrost o ponad 80%. Kwestię tendencji mieszkaniowych, a w szczególności charakterystykę potrzeb na rynku budownictwa jednorodzinnego, w aglomeracji poznańskiej opisuje wspomniana praca Beima³⁴⁰, której osią jest proces suburbanizacji na przykładzie aglomeracji poznańskiej. Chociaż podstawowym zakresem tego studium jest analiza z wykorzystaniem sztucznych sieci neuronowych oraz automatu komórkowego, autor posiłkuje się także wynikami ankiet uzupełniającymi obraz tendencji migracyjnych kształtujących zjawisko suburbanizacji. Służyć one miały za referencję do walidacji szczegółowych wyników. Wskazują one między innymi na motywy, którymi respondenci argumentowali przeprowadzkę z wcześniejszego miejsca zamieszkania oraz wpływ podjętej decyzji na zmianę stylu życia, szczególnie związanego ze sferą komunikacji i transportu. W grupie badanych osób około 70% przeprowadziła się z miasta Poznania, która to część pozwala na ujęcie charakterystyki uwarunkowań procesu suburbanizacji. Około 15% respondentów mieszkała wcześniej w powiecie poznańskim lub mieście Poznań, natomiast pozostała grupa pochodziła z innych, zróżnicowanych środowisk, począwszy od małych wsi, a kończąc na wielkich zagranicznych miastach. Ta część wyników nie została uwzględniona w omawianych przez autora wnioskach. Łącznie uwzględnione zostały 562 ankiety.

Kryterium wyboru był przede wszystkim fakt przeprowadzenia się na obszar leżący w obrębie aglomeracji poznańskiej po roku 1989. Warto na tym etapie zwrócić uwagę, że definiowany on jest przez autora inaczej niż w niniejszej rozprawie bazującej na wymienionym w rozdziale pierwszym dokumencie³⁴¹. Czynnikiem o statystycznie największej wadze pod względem uzasadnienia decyzji o przeprowadzce była nieodpowiednia powierzchnia mieszkania. Spośród 18 haseł występujących w tym zestawieniu ankiety na szczycie listy, oprócz wymienionego powyżej metrażu, to: koszty, zanieczyszczenie, hałas, poprawa sytuacji finansowej i sytuacja rodzinna, więc zasadniczo są to aspekty składające się na wybór domu jednorodzinnego na peryferiach, zamiast mieszkania w centrum. Przy uzasadnieniu wyboru konkretnej lokalizacji respondenci wskazywali na bardzo duże znaczenie braku uciążliwości, szczególnie akustycznych oraz walory przyrodnicze³⁴². Kolejnym

³³⁷ Op. cit. Noworól, A.: 2007, Planowanie rozwoju regionalnego w skali regionalnej i lokalnej, s. 69-71

³³⁸ Op. cit. Marchewka-Bartkowiak, K.:2014, Nowe zarządzanie publiczne, s. 1-4.

³³⁹ Op. cit. Kaczmarek, T., Mikuła, Ł. i Kaczmarek, L.: 2015, Koncepcja kierunków rozwoju przestrzennego Metropolii Poznań, s. 37.

³⁴⁰ Op. cit. Beim, M: Modelowanie procesu suburbanizacji w aglomeracji poznańskiej z wykorzystaniem sztucznych sieci neuronowych i automatów komórkowych, 77-80.

³⁴¹ Op. cit. Porozumienie o współpracy pomiędzy samorządami aglomeracji poznańskiej, źródło: <http://www.poznan.pl/mim/info/news/porozumienie-o-wspolpracy-pomiedzy-samorzadami-aglomeracji-poznanskiej,20551.html>

³⁴² Op. cit. Beim, M: Modelowanie procesu suburbanizacji w aglomeracji poznańskiej z wykorzystaniem sztucznych sieci neuronowych i automatów komórkowych, s. 78-79.

aspektem była jakość komunikacji samochodowej z centrum Poznania, gdyż prawie 65% respondentów określiło ją jako ważną lub bardzo ważną, chociaż wpływ hałasu sprawiał, że równocześnie sąsiedztwo głównych dróg ocenione zostało jako rzecz niekorzystna. Zdecydowanie mniejsze znaczenie miała komunikacja publiczna. Również lokalizacja w pobliżu działki zakładów przemysłowych była czynnikiem zdiagnozowanym jako niekorzystny, gdyż prawie połowa respondentów oceniła ją jako istotną lub bardzo istotną³⁴³. Samo przeznaczenie obszaru na zabudowę przemysłową tworzy ryzyko późniejszego pojawienia się obiektów uciążliwych. Według ankiet mniej istotne dla kupujących były kwestie poczucia bezpieczeństwa związanego z przestępczością. Zestawienie to warto podsumować znaczącym wpływem ceny zakupu, która przez 63% określona została jako istotna lub bardzo istotna. Cena nie jest jednak cechą przestrzenną ani nie jest w aktualnym systemie politycznym ustalana poprzez MPZP, zatem nie stanowi elementu uwzględnianego w badaniu w rozprawie. Co więcej, w przytoczonych w rozdziale 3 badaniach regresji na potrzeby oszacowania wartości nieruchomości cena określana jest jako zmienna zależna warunkowana cechami lokalizacyjnymi, urbanistycznymi i projektowymi. Byłaby ona zatem ściśle skorelowana ze wszystkimi zmiennymi niezależnymi, co wyklucza wykorzystanie regresji wielorakiej oraz obciąża predykcję w SNN. Oznacza to, że cena w ujęciu statystycznym jest wynikiem uwarunkowań przestrzennych, a nie jedną z cech lokalizacji. W ujęciu jednostkowym jest natomiast wynikiem indywidualnej decyzji, której motywacje w rozprawie nie są możliwe do zbadania. Co więcej, ceny nie sposób jednoznacznie określić na etapie sporządzania planu miejscowego, dla którego dedykowane jest badanie objaśniające, można ją wyłącznie oszacować, w tym za pomocą badań regresji. Uwzględnianie ceny w proponowanej w rozprawie analizie regresji oznaczałoby opieranie oszacowania na oszacowaniu, predykcji na predykcji, co jest błędem metodologicznym, gdyż analiza regresji oparta musi być o rzeczywiste pomiary, nie może być oparta o predykcje i szacunki³⁴⁴.

Wyszczególnienie powyżej problemy skłaniające do przeprowadzki poza miasto wskazują, że zasady przedstawiane w takich nurtach jak Nowa Urbanistyka czy Miasta Kompaktowe nie zostały wdrożone. Pozostaje kwestią otwartą i palącym problemem dla aglomeracji poznańskiej uporanie się z zanieczyszczeniami powietrza. Co więcej, konieczna jest skuteczna polityka wpływająca na redukcję kosztów i uciążliwości, w tym hałasu, a także ogólne zwiększenie jakości zamieszkania. Przytoczone nurty opisane w podrozdziale 2.1.2 wskazywały na metody przeciwdziałania takim negatywnym zjawiskom poprzez zmianę modelu zarządzania, nie jest to jednak bezpośrednia tematyka rozprawy. Niespełnienie zasad zrównoważonego rozwoju, wyrażonych także w przytoczonych nurtach, zauważyć można w wynikach ankiet dotyczących sposobu komunikacji z centrum. Komunikacja publiczna nie jest brana pod uwagę przez respondentów, co wskazuje, że w aktualnej formie jest ona nieatrakcyjna i mniej wydolna niż indywidualna. Jeżeli jednak struktura zabudowy jest tak rozproszona, jak

³⁴³ Ibidem, s. 80.

³⁴⁴ Szerszunowicz, M.: 2014, O zastosowaniu metod planowania eksperymentów w analizie danych przestrzennych, *Studia Ekonomiczne*, 189, Metody wnioskowania statystycznego w badaniach ekonomicznych, s. 86-95.

wskazuje na to cytowany wcześniej dokument³⁴⁵, to organizacja komunikacji zbiorowej staje się niezwykle trudna. Wnioskować można zatem, że oprócz zmian związanych z polityką przestrzenną w skali aglomeracji, wdrażaniem strategii rozwoju i redefiniowaniem zarządzania nieruchomościami, co wyrażone jest w przytoczonych nurtach w podrozdziale 2.1.2, równie istotne jest kształtowanie rozwiązań urbanistycznych w skali osiedli. Uzasadniają to zarzuty dotyczące jakości zamieszkania wyrażone w ankietach oraz problemy komunikacji zbiorowej związane z rozproszeniem zabudowy.

Równolegle, pełna interpretacja takich wyników, ich ocena oraz walidacja, a także potencjalne wykorzystanie w praktycznych analizach przestrzennych, w tym prognoście, wymaga ujęcia szerszego kontekstu pozwalającego na określenie terytorialnego obszaru wiarygodności badania, specyfiki danej lokalizacji oraz zróżnicowania i zmienności tendencji zarówno na osi czasu jak i przyjętych skali wykorzystania. Odpowiedni obraz informacyjny formowany przez dane statystyczne podlega odpowiedniej deformacji wraz ze zmniejszaniem się dostępnej puli badanych zdarzeń lub w szerszym ujęciu, zmniejszeniem populacji, co z kolei otwiera bogatą problematykę „badań niewyczerpujących”, w których dla badania mniejszej próby kluczowa jest znajomość charakterystyki zjawiska warunkowanych przez próbę większą³⁴⁶.

4.2. Podstawowe dane ilościowe na temat mieszkalnictwa

W poniższym podrozdziale przytoczone zostaną wybrane dane na temat budownictwa mieszkaniowego. Celami takiego zarysu są: poszukiwanie ogólnych standardów w budownictwie mieszkaniowym, ustalenie uwarunkowań i tendencji ponadlokalnych i ostatecznie cech przestrzennych, które następnie ująć można w formie zmiennych. Studium jest istotne jako referencja dla możliwości wykorzystania modelu w innym czasie i lokalizacji w celach ewaluacyjnych oraz prognostycznych, gdyż ukazuje zmienność tkanki mieszkaniowej w czasie, w różnych obszarach Polski oraz w różnych strefach suburbanizacji. Podrozdział ten zawiera także holistyczną analizę pozwalającą na określenie perspektyw dla ekstrapolacji modelu w przyszłość, gdyż w oparciu o dane statystyczne ocenia kierunek zmian w budownictwie mieszkaniowym jednorodzinnym.

W opartych o dane statystyczne w badaniach Michała Wilczka³⁴⁷ odnaleźć można podsumowanie stanu zasobów mieszkaniowych w Polsce jako niezadowolającego zarówno pod względem ilościowym, jak i jakościowym, przy czym autor zwraca uwagę na niski przyrost demograficzny oraz zjawisko emigracji jako czynniki, które do pewnego stopnia niwelują ten efekt. Taka ocena stanowi istotny punkt wyjścia dla dalszych rozważań, gdyż wskazuje, że zarządzanie rozwojem obszarów mieszkaniowych jest strategicznym zadaniem administracji publicznej. Do stworzenia ramy ewaluacyjnej dla wyników badania tempa rozwoju wybranych obszarów

³⁴⁵ Op. cit. Kaczmarek, T., Mikuła, Ł., Kaczmarek, L.: 2015, *Koncepcja kierunków rozwoju przestrzennego Metropolii Poznań*, s. 300.

³⁴⁶ Szreder, M.: 2015, *Zmiany w strukturze całkowitego błędu badania próbkowego*, *Wiadomości Statystyczne*, nr 1, s. 4-12.

³⁴⁷ Wilczek, M. T.: 2014, *Standard mieszkaniowy w Polsce na tle państw sąsiednich, członków Unii Europejskiej* *Inwestycje i nieruchomości: wybrane zagadnienia 2014*, nr 204, s. 199-209.

mieszkaniowych niezwykle użyteczny jest opis rynku mieszkaniowego w dwóch podstawowych aspektach. W pierwszej kolejności warto przywołać ogólny opis parametrów zabudowy mieszkaniowej w różnych obszarach Polski i aglomeracji poznańskiej. Kolejnym etapem opisanym w dalszej części jest opis rozwoju zasobów mieszkaniowych w Polsce na osi czasu w odniesieniu do wybranych skali i lokalizacji. Zestawienie jednak rozpoczęte zostanie od kwestii najbardziej ogólnej, a mianowicie rozmieszczenia podstawowych typów zabudowy.

4.2.1. Zarys dystrybucji przestrzennej istniejących zasobów mieszkaniowych

W sferze dystrybucji odnoszącej się do wielkości miasta syntetyczne dane przedstawia tabela 5³⁴⁸.

Procent ilości mieszkań według określonej typologii	Dom jednorodzinny wolnostojący	Dom jednorodzinny szeregowy	Budynek wielorodzinny – poniżej 10 lokali	Budynek wielorodzinny – powyżej 10 lokali
Miasta: ponad 500000 mieszkańców	8,5%	3,2%	8,2%	80,1%
Miasta: 200000-500000 mieszkańców	14,1%	5,1%	11%	69,9%
Miasta 100000-200000 mieszkańców	15,9%	2,1%	15,6%	66,2%
Miasta 20000-100000 mieszkańców	25,2%	4,2%	12,4%	58,1%
Miasta poniżej 20000 mieszkańców	40,7%	6%	13,3%	39,8%
Wieś	81,9%	4,5%	7,2%	6,1%

Tabela 5. Procent ilości mieszkań według określonej typologii. Źródło: Dział Badań i Analiz firmy Emmerson S.A. na podstawie danych Eurostat (EUSILC) dla obszaru Polski z 2013r., dostęp dn. 10.10.2015, <http://dom.money.pl/budownictwo/wiadomosci/artukul/wiecej-polakow-mieszka-w-mieszkaniach-czy-w-domach,0,0,1290496.html>

Do obrazu typologii budownictwa mieszkaniowego należy dodać, że według danych Głównego Urzędu Statystycznego z 2011 roku 79% mieszkań w miastach znajduje się w obiektach wielorodzinnych, które stanowią niewiele ponad 20% budynków mieszkalnych, natomiast na wsi 14,8%, co przekłada się na niewielki odsetek 3% budynków o tej funkcji³⁴⁹. Ten sam raport określał liczbę mieszkań zamieszkałych w miastach odpowiednio w budynkach jednorodzinnych i wielomieszkaniowych na 1846,1 tys. i 6715,0 tys., natomiast na wsi na 3367,5 tys. i 545,7 tys. Równocześnie zamieszkałą ludność przyporządkowuje odpowiednio do domów jednorodzinnych w liczbie 6352,3 tys. i wielomieszkaniowych jako 16770,7 tys. osób w miastach, zaś odpowiednio 13122,4 tys. i 1760,3 tys. na wsi. Oznacza to, że na dom jednorodzinny przypada 3,44 osoby w

³⁴⁸ Opracowanie: Dział Badań i Analiz firmy Emmerson S.A. na podstawie danych Eurostat (EUSILC) dla obszaru Polski z 2013r., dostęp dn. 10.10.2015, <http://dom.money.pl/budownictwo/wiadomosci/artukul/wiecej-polakow-mieszka-w-mieszkaniach-czy-w-domach,0,0,1290496.html>

³⁴⁹ Op. cit. Matulska-Bachura, A.: 2011 ZAMIESZKANE BUDYNKI Narodowy Spis Powszechny Ludności i Mieszkań 2011, s. 18-19.

mieście i 3,89 na wsi, a na mieszkanie w budynku wielorodzinnym 2,49 osoby w miastach i 3,22 na wsi³⁵⁰. Analogiczne dane ze spisu powszechnego z 2011 roku dostępne są w skali powiatu. Odrobinię mniej szczegółowe informacje możliwe są do uzyskania w odniesieniu do powiatu i gminy dla poszczególnych lat w bazie danych lokalnych (BDL)³⁵¹, natomiast dostęp do zbiorów przedstawiających opracowania w mniejszej skali możliwy jest na wybranych obszarach z perspektywą ciągłego rozwoju i uszczegółowienia³⁵². Skuteczne przetwarzanie dostępnych w takiej formie materiałów stanowi zarówno podstawę do analiz niezbędnych w procedurze planistycznej, ale także ustalenia lokalnej charakterystyki zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej³⁵³. Pewnym problemem jest występujący przeważnie przy zestawieniach lub dostępnych metodach agregacji brak możliwości podziału na określone typy zabudowy, nawet w ujęciu tak podstawowym jak budynki wielorodzinne i jednorodzinne. Rozkład mieszkań w poszczególnych województwach ilustruje do pewnego stopnia zestawienie Eurostat NUTS3 z 2011 roku (Tab. 6)³⁵⁴. Jego trzystopniowa skala ujmuje zakres regionów, województw (zaznaczonych na zielono) oraz mniejszych obszarów zawierających kilka powiatów (Rys. 17). Ostatnia kolumna, która wskazuje ilość mieszkańców na metr kwadratowy, ilustruje, że Wielkopolska z gęstością zaludnienia na poziomie 16,89 jest nieznacznie poniżej średniej, która wynosi około 17,66 mieszkań na kilometr kwadratowy dla obszaru całej Polski. Ten wynik jest dość korzystny dla przeprowadzenia badania, gdyż w perspektywie ewentualnej adaptacji do zastosowania w pozostałych lokalizacjach punktem wyjścia byłby wynik zbliżony do średniej. Zaznaczone na niebiesko pozycje wskazują najmniejszą skalę pomiaru według klasyfikacji NUTS 3, gdzie obszar stołecznego dla danego województwa miasta został wykluczony z pomiaru. W tym przypadku gęstość zaludnienia jest prawie dwa razy mniejsza od obszarów o podobnym areale, krakowskiego, warszawskiego wschodniego oraz warszawskiego zachodniego i 2,58 razy większa od szczecińskiego. Opis ten wskazuje na dużą zmienność w gęstości zaludnienia na terytorium Polski w odniesieniu do różnych skali pomiaru, co stanowi przeszkodę dla bezpośredniej implementacji wyników w innych obszarach niż aglomeracja poznańska, natomiast w razie ewentualnych wdrożeń skłania do adaptacji wyników do tempa rozwoju innej lokalizacji lub w optymalnym ujęciu do rozwoju badania o porównanie wyników dla różnych obszarów Polski.

³⁵⁰ Ibidem, s. 20-21.

³⁵¹ Bank Danych Lokalnych: Narodowy Spis Ludności i Mieszkań 2011, dostęp dnia 2015-11-19, źródło: <https://geo.stat.gov.pl/bdl>

³⁵² Urbański, J., Jażdżewska, I.: GIS w nauce, 2013, *Acta Universitatis Lodzianensis. Folia Geographica Socio-Oeconomica*, 14, s. 11-14.

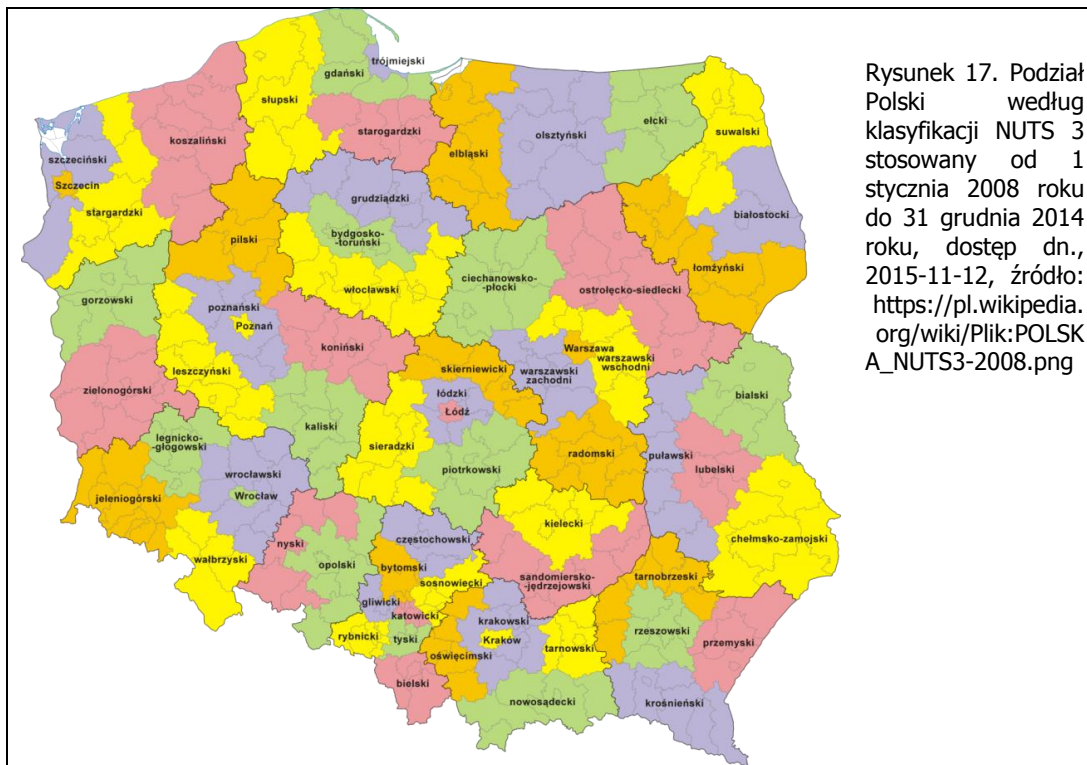
³⁵³ Fogel, P.: 2013, Wspomaganie procesu tworzenia polityki przestrzennej w gminie poprzez wykorzystanie prostych analiz gis, *Acta Universitatis Lodzianensis. Folia Geographica Socio-Oeconomica* 14, 46-48.

³⁵⁴ Dane Eurostat na temat ilości mieszkań, "Dwellings by type of housing, building and NUTS 3 regions", data dostępu: 08.01.2016, http://ec.europa.eu/eurostat/data/database?node_code=cens_01rdhh

4. Specyfika zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej: Podstawowe dane ilościowe na temat mieszkalnictwa: Zarys dystrybucji przestrzennej istniejących zasobów mieszkaniowych

	Łączna liczba mieszkań	Liczba mieszkań w budynkach jedno mieszkaniowych	Liczba mieszkań w budynkach dwumieszkaniowych	Liczba mieszkań w budynkach jednorodzinnych	Liczba mieszkań w budynkach wielorodzinnych	Obszar [km ²]	liczba mieszkań w domach jednostek na [km ²]
Polska	12 965 598	4 992 920	529 956	5 522 876	7 403 228	312 679	17,663
Łódzkie	937 603	363 066	30 402	393 468	542 133	18 219	21,597
Łódzki	139 773	64 800	8 185	72 985	66 379	2086	34,988
Mazowieckie	1 968 326	737 294	57 210	794 504	1 169 664	35 579	22,331
Warszawski wschodni	253 761	154 758	12 806	167 564	85 404	4816	34,793
Warszawski zachodni	273 326	151 151	10 732	161 883	111 016	4238	38,198
Małopolskie	1 034 276	533 237	39 506	572 743	457 280	15 108	37,910
Krakowski	196 524	156 385	10 660	167 045	28 714	3941	42,386
Śląskie	1 637 282	487 520	82 321	569 841	1 064 259	12 333	46,205
Lubelskie	706 568	403 007	18 616	421 623	282 717	25 155	16,761
Podkarpackie	600 342	382 913	11 733	394 646	204 004	17 844	22,116
Świętokrzyskie	408 044	235 643	15 588	251 231	155 930	11 672	21,524
Podlaskie	406 142	197 687	11 176	208 863	195 664	20 180	10,350
Wielkopolskie	1 072 703	455 342	48 557	503 899	565 642	29 826	16,895
Poznański	177 782	91 743	9 351	101 094	76 353	4568	22,131
Zachodnio pomorskie	595 334	132 894	36 756	169 650	422 851	22 896	7,410
Szczeciński	112 151	32 119	7 811	39 930	71 543	4666	8,558
Lubuskie	340 158	107 428	20 282	127 710	211 739	13 987	9,131
Dolnośląskie	1 031 353	249 293	48 537	297 830	729 789	19 946	14,932
Wrocławski	172 971	80 491	11 779	92 270	80 205	6493	14,211
Opolskie	330 237	140 176	13 837	154 013	174 593	9 412	16,363
Kujawsko-Pomorskie	676 826	222 490	31 608	254 098	419 850	17 969	14,141
Warmińsko-Mazurskie	466 215	132 249	30 121	162 370	302 398	24 191	6,712
Pomorskie	754 189	212 682	33 705	246 387	504 712	18 293	13,469
Obszar Polski	Obszar NUTS 2 – województwa			Wybrane Obszary NUTS3, w których miasto centralne zostało wykluczone z zakresu pomiaru dla aglomeracji.			

Tabela 6. Liczba mieszkań w określonym obszarze według NUTS Według danych na rok 2011, Źródło: Dane Eurostat na temat ilości mieszkań, Conventional dwellings by occupancy status, type of building and NUTS 3 region, Distribution of population by degree of urbanisation, data dostępu: 08.01.2016, http://ec.europa.eu/eurostat/data/database?node_code=cens_01rdhh



Warto nadmienić, że zestawienie GUS przyjmuje definicję domu jednorodzinnego na podstawie ustawy Prawo budowlane jako:

„Budynek wolno stojący albo budynek w zabudowie bliźniaczej, szeregowej lub grupowej, służący zaspokajaniu potrzeb mieszkaniowych, stanowiący konstrukcyjnie samodzielną całość, w którym dopuszcza się wydzielenie nie więcej niż dwóch lokali mieszkalnych albo jednego lokalu mieszkalnego i lokalu użytkowego o powierzchni całkowitej nieprzekraczającej 30% powierzchni całkowitej budynku”³⁵⁵.

Czytelne ustalenie takich z pozoru oczywistych pojęć stanowi ważny element pracy. Powyższa definicja precyzyjnie określa klasyfikację obiektu, jednak w ujęciu analizy nie można wykluczyć pewnych jej modyfikacji, głównie polegających na uproszczeniu i uogólnieniu. Z jednej strony metody pomiaru opisane szerzej w rozdziale 5 mogą uniemożliwiać tak dokładną ocenę, z drugiej natomiast warto przeanalizować potencjalny cel aplikacji badania. Określenie górnej granicy przeznaczenia budynku na funkcję usługową na 30% wydaje się niezwykle trudne do określenia przy dostępnych sposobach pomiaru liczby budynków.

4.2.2. Charakterystyka statystyczna nowo powstających obszarów mieszkalnych

Kolejne ujęcie danych statystycznych dotyczących struktury zabudowy mieszkaniowej przedstawia bieżącą tendencję związaną z cechami realizowanych budynków, z ich najogólniejszymi parametrami. Przedstawione informacje zasadniczo prezentowane są w różnych skalach, w zależności

³⁵⁵ Op. cit. Matulska-Bachura, A.: Zamieszkane Budynki, Narodowy Spis Powszechny Ludności i Mieszkań 2011, s. 10.

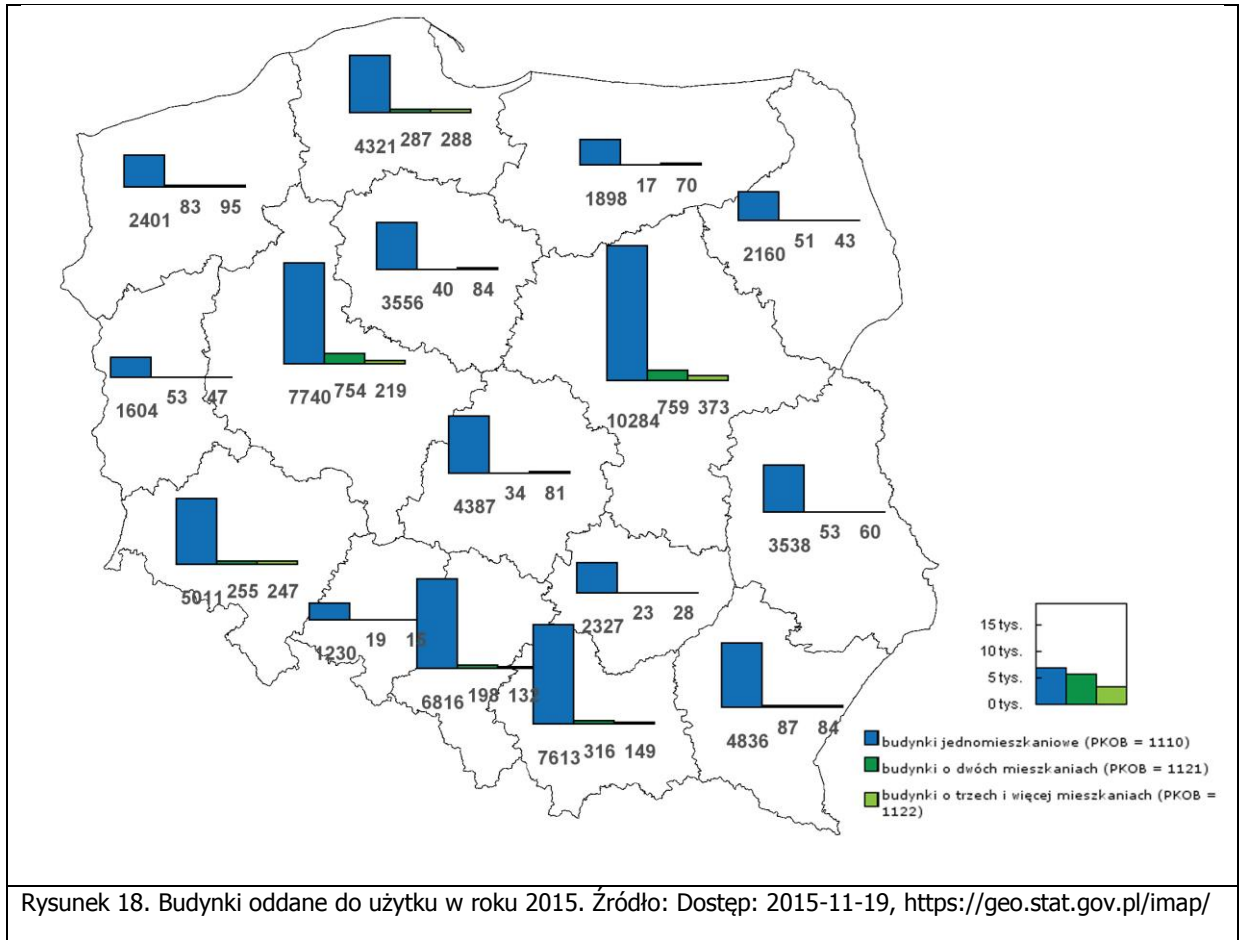
od dostępności źródeł. Pierwszym poziomem jest statystyka ogólnopolska, następnie wojewódzka, obszaru aglomeracji poznańskiej oraz ostatecznie powiatowa i gminna. Wszystkie tereny objęte MPZP służące jako próbki badawcze w analizie objaśniającej znajdują się na obszarze aglomeracji poznańskiej, jednakże dla porównania w tabelach znajdują się wybrane powiaty i gminy z innych aglomeracji. Takie zestawienie stanowi źródło ważnych wytycznych w procesie analitycznym oraz pewne ułatwienie przy kształtowaniu metody zbierania danych i pomiarów, co szczególnie czytelne jest w odniesieniu do orientacyjnego czasu realizacji budowy. Szczegółowe informacje na temat bieżących uwarunkowań zawiera raport *Budownictwo wyniki działalności w 2015 r.*³⁵⁶. Wskazuje on na wzrost liczby zrealizowanych budynków mieszkalnych w proporcji z poprzednim rokiem, przy czym wzrost ten wynosi 4,9% dla całego obszaru Polski. Dla województwa wielkopolskiego współczynnik ten równy jest 10,8%³⁵⁷, co stawia go na drugim miejscu w Polsce, za województwem mazowieckim. Dokładna zmienność tempa rozwoju rynku mieszkaniowego omówiony zostanie w kolejnych podrozdziałach.

Sposób realizacji inwestycji

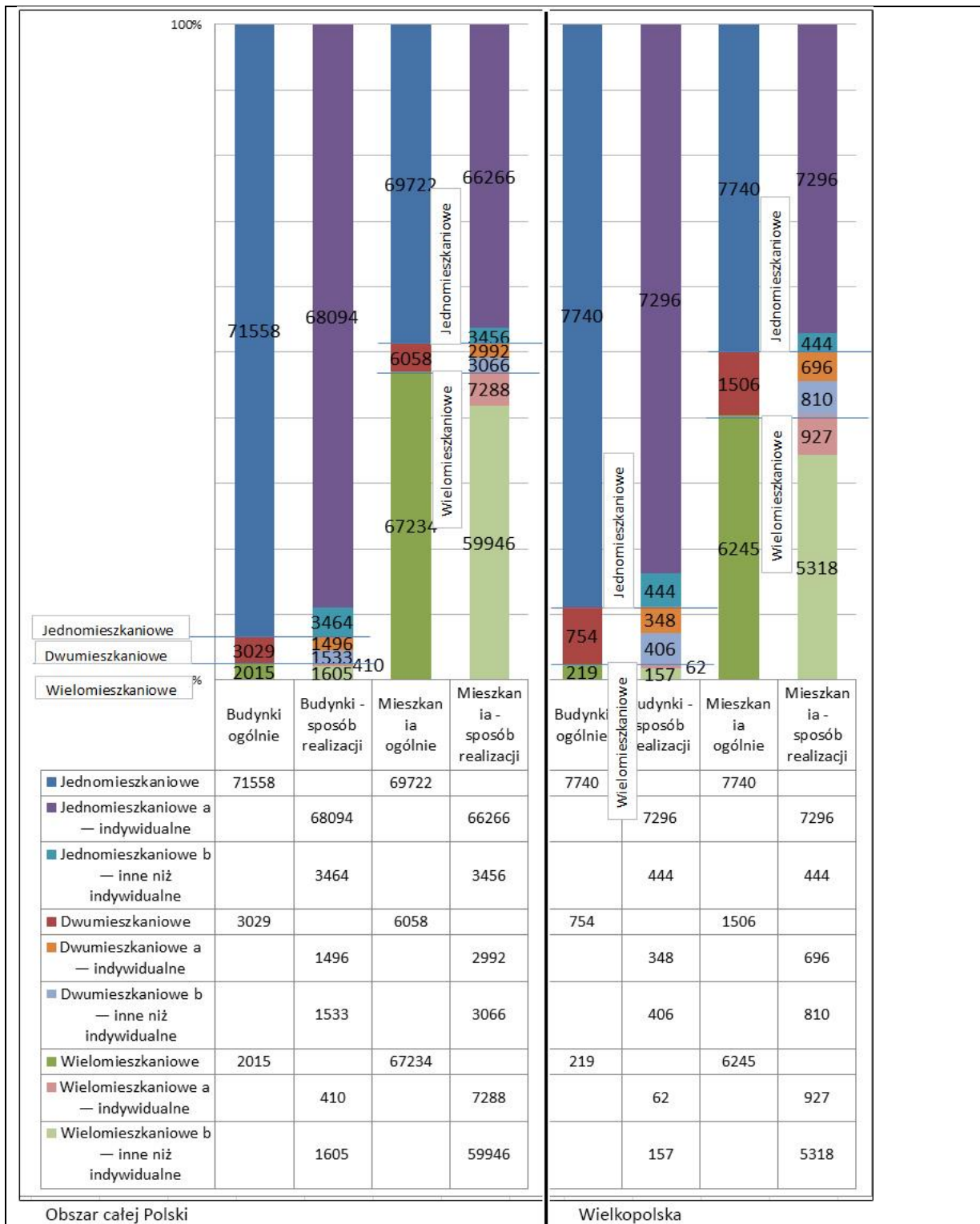
Za wartościową informację w opisie budownictwa jednorodzinnego uznać można, że wśród 76663 budynków mieszkalnych 2015 to budynki wielorodzinne. Dla ścisłości warto dodać, że 61 budynków to obiekty zamieszkania zbiorowego, natomiast 74587 to budynki jednorodzinne. Z tego natomiast w sposób indywidualny zostało zrealizowanych 67762 domów. Porównanie danych dla Wielkopolski przedstawia rysunek 18:

³⁵⁶ Kowalska, M.: 2016, *Budownictwo wyniki działalności w 2015 r.*, Główny Urząd Statystyczny, Warszawa, ISSN-1506-8048, s. 69.

³⁵⁷ Bank Danych Lokalnych, dostęp dnia 2015-11-19, źródło: <https://geo.stat.gov.pl/bdl>



Rysunek 18. Budynki oddane do użytku w roku 2015. Źródło: Dostęp: 2015-11-19, <https://geo.stat.gov.pl/imap/>



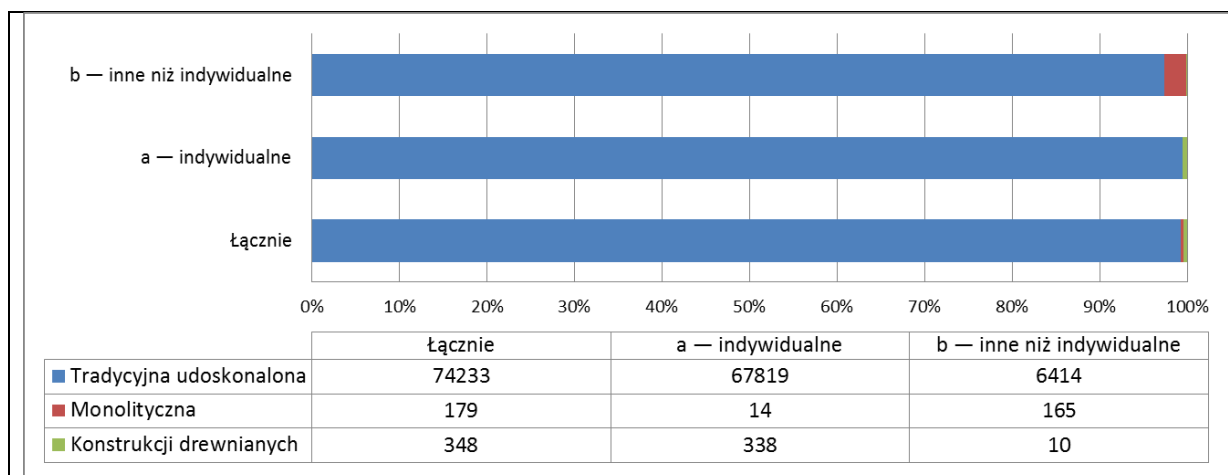
Rysunek 19. Wykres: Podział budynków mieszkalnych oddanych do użytku w roku 2015 ze względu na podstawową typologię. Źródło: Kowalska, M.: 2016, Budownictwo wyniki działalności w 2015 r., ISSN-1506-8048, Główny Urząd Statystyczny, Warszawa, Tabele 4(13).

W powyższym raporcie poprzez budownictwo indywidualne rozumiane jest jako:

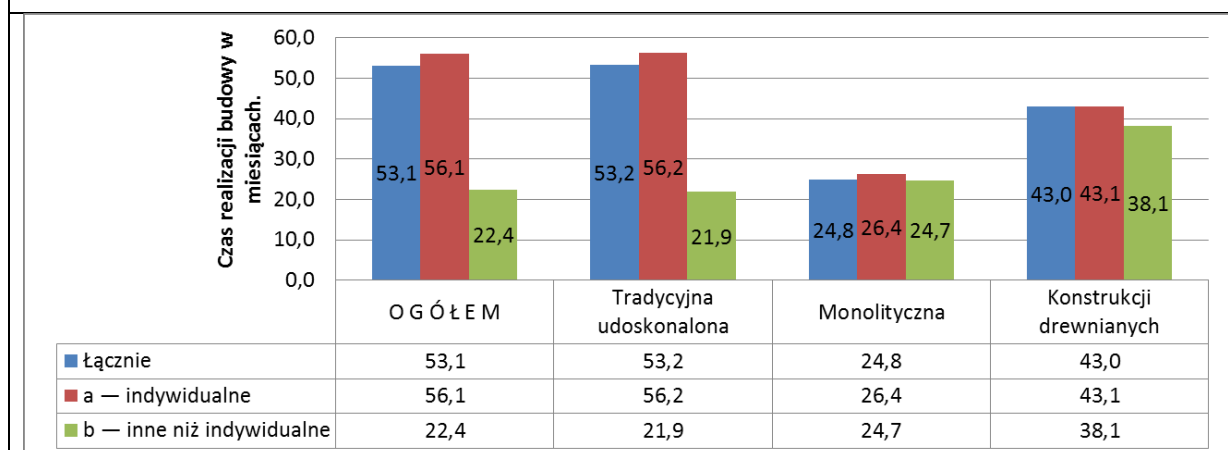
„realizowane przez osoby fizyczne (prowadzące i nie prowadzące działalność gospodarczą), fundacje, kościoły i związki wyznaniowe z przeznaczeniem na użytek własny inwestora lub na sprzedaż lub wynajem”³⁵⁸.

Pozostałe sposoby realizacji to budownictwo spółdzielcze, zakładowe, komunalne i budownictwo społeczne czynszowe oraz inne, sporadyczne formy realizacji o marginalnym wpływie. Przy uwzględnieniu informacji o celu inwestycji rysuje to podział określający liczbę budynków mieszkaniowych oraz w szczególności domów, które zostały zrealizowane na własne potrzeby inwestora oraz tych powstałych z zamiarem przekazania innym podmiotom. Podział ten jest szczególnie istotny, gdyż stwarza potencjał dla istotnej zmiennej w badaniu objaśniającym. Z raportu możliwe było wyprowadzenie wzmiankowanej powyżej liczby domów jednorodzinnych realizowanych przez inwestora w celu późniejszego zamieszkania w nim, która jest równa 67753, co stanowi 90,8%. Pozostałe 9,2% to odpowiednio 1336 budynki jednorodzinne realizowane indywidualnie w celu najmu lub sprzedaży. 6834 to budownictwo społeczne czynszowe, spółdzielcze, zakładowe i komunalne. Wspomniana powyżej proponowana zmienna objaśniająca, nazywana na potrzeby procesu analitycznego w skrócie i uproszczeniu „zabudowa zorganizowana”, odnosi się do odsetka budynków jednorodzinnych na danym obszarze, które były wykonywane przez podmiot, który buduje więcej niż dwa domy w określonej badaniem lokalizacji. Oczywiście opis tej zmiennej można rozwijać, dodając do niego kolejne cechy, jednak ten warunek można uznać za wystarczający do klasyfikacji. Możliwe jest zatem stwierdzenie, że w przeważającej większości definicja ta opisuje 9,2% owych budynków, chociaż oczywiście możliwe jest przypuszczenie, że jakiś inwestor z zamiarem sprzedaży realizuje pojedynczy budynek. Samo wstępne określenie proporcji na około 10% stanowi bazę do oczekiwań na temat częstotliwości występowania zmiennej. Szczegółowa analiza materiału badawczego pozwala zweryfikować, czy w lokalizacjach objętych MPZP dany parametr występuje częściej, czy rzadziej. Kolejną kwestia zawarta jest na powyższych rysunkach 20 i 21. Wskazują one na liczbę inwestycji realizowanych w danej technologii oraz orientacyjny czas budowy, a wzięwszy pod uwagę procent budynków wielorodzinnych wynoszący 2,63%, dane te odnieść można z pewnym przybliżeniem także do budownictwa jednorodzinnego.

³⁵⁸ Op. cit. Kowalska, M.: 2016, Budownictwo wyniki działalności w 2015 r., s.18.



Rysunek 20. Tabela: Podział budynków mieszkaniowych ze względu na technologię budowy. Źródło: Kowalska, M.: 2016, Budownictwo wyniki działalności w 2015 r., ISSN-1506-8048, Główny Urząd Statystyczny, Warszawa, Tabele 7-9.



Rysunek 21. Tabela: Podział budynków mieszkaniowych ze względu na czas budowy. Źródło: Kowalska, M.: 2016, Budownictwo wyniki działalności w 2015 r., ISSN-1506-8048, Główny Urząd Statystyczny, Warszawa, Tabele 7-9.

Zdecydowana dominacja technologii budowy o nazwie tradycyjna udoskonalona, szczególnie w budownictwie indywidualnym, wskazuje na dużą jednorodność technologiczną powstających domów jednorodzinnych, chociaż oczywiście parametry obiektów realizowanych w określonej ogólnej kategorii technologii tradycyjnej udoskonalonej mogą zasadniczo się różnić. Zarówno ta mnogość szczegółowych rozwiązań w obrębie ogólnej klasyfikacji, jak i niewielki odsetek innych konstrukcji skłaniają do wykluczenia z badania tej zmiennej. Z drugiej strony istotną kwestią jest czas budowy, który w budownictwie indywidualnym oszacowany został na średnio 53,1 miesięcy, co oznacza prawie 4,5 roku. Przy uwzględnieniu czasu koniecznego na wykonanie projektu i uzyskanie pozwolenia na budowę pozwala to przyjąć ramy zakresu czasowego analizy zmiennej objaśnianej „stopień rozwoju”. Dla przypomnienia rozumiana ona jest jako stosunek zrealizowanych w danym odstępie czasu od uchwały budynków do łącznej, potencjalnej liczby budynków na danym obszarze wynikającej z MPZP. Przyjęte podstawowe zakresy czasu to 5, 10 i 15 lat. Przytoczone powyżej dane opisujące formę i czas realizacji inwestycji budowlanej skłaniają do wniosku, że ocena rozwoju obszaru w okresie krótszym

niż pięć lat jest mniej zasadna. Wniosek ten znajduje wyraz w sposobie zbierania danych, gdzie informacje z okresu pierwszych pięciu lat traktowane są zdecydowanie mniej szczegółowo oraz w podstawowym ograniczeniu badania objaśniającego, które pomija ten początkowy okres.

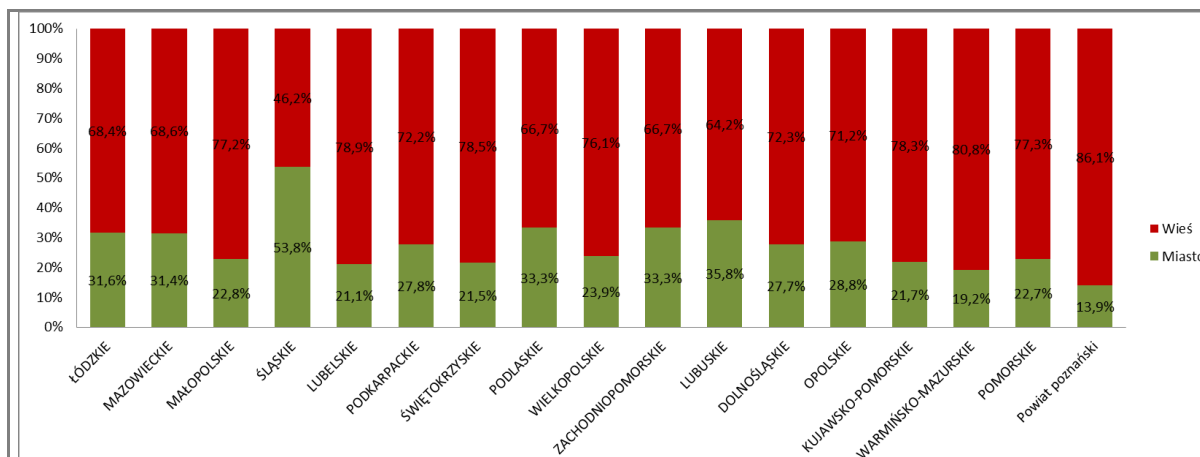
Preferencje względem lokalizacji w obszarze zurbanizowanym

Również proporcja budynków mieszkalnych powstających w miastach i poza obszarem miejskim (określanym w raporcie jako wieś) jest zastanawiająca. Aż 70,6% (49448) w roku 2015 powstało na wsi. Przy uwzględnieniu dodatkowej informacji, że tylko 39,67%³⁵⁹ ludności Polski mieszka poza granicami miast, wskazuje to na stosunkowo intensywny rozwój obszarów słabo do tej pory zurbanizowanych. Jest to bardzo istotne przy formułowaniu kolejnej zmiennej, mianowicie wpływu dostępu do strategicznych obiektów edukacji, kultury i usług, co powiązane jest ściśle z położeniem w strefie miejskiej lub poza nią.

Polska	71 558	Świętokrzyskie	2 358	WIELKOPOLSKIE	7 968
Polska - miasto	20 914	Świętokrzyskie - miasto	508	WIELKOPOLSKIE - MIASTO	1 903
Polska - wieś	50 644	Świętokrzyskie - wieś	1 850	WIELKOPOLSKIE - WIEŚ	6 065
Województwa:		Lubuskie	1 680	Powiaty i gminy:	
Łódzkie	4 477	Lubuskie - miasto	602	Powiat obornicki	125
Łódzkie - miasto	1 416	Lubuskie - wieś	1 078	Powiat obornicki - MIASTO	34
Łódzkie - wieś	3 061	Zachodniopomorskie	2 538	Powiat obornicki - WIEŚ	91
Mazowieckie	10 537	Zachodniopomorskie - m	845	Oborniki (3)	68
Mazowieckie - miasto	3 310	Zachodniopomorskie - w	1 693	Oborniki - miasto (4)	19
Mazowieckie - wieś	7 227	Dolnośląskie	5 039	Oborniki - obszar wiejski (5)	49
Małopolskie	7 664	Dolnośląskie - miasto	1 396	Powiat poznański	1 895
Małopolskie - miasto	1 748	Dolnośląskie - wieś	3 643	Powiat poznański - MIASTO	264
Małopolskie - wieś	5 916	Opolskie	1 253	Powiat poznański - WIEŚ	1 631
Śląskie	6 877	Opolskie - miasto	361	Czerwonak (2)	73
Śląskie - miasto	3 701	Opolskie - wieś	892	Murowana Goślina (3)	46
Śląskie - wieś	3 176	Kujawsko-pomorskie	3 726	Murowana Goślina - miasto	17
Lubelskie	3 633	Kujawsko-pomorskie - m	809	Murowana Goślina - w	29
Lubelskie - miasto	766	Kujawsko-pomorskie - w	2 917	Rokietnica (2)	135
Lubelskie - wieś	2 867	Pomorskie	4 570	Suchy Las (2)	85
Podkarpackie	4 909	Pomorskie - miasto	1 038	Tarnowo Podgórne (2)	150
Podkarpackie - miasto	1 364	Pomorskie - wieś	3 532	Powiat szamotulski	297
Podkarpackie - wieś	3 545	Warmińsko-mazurskie	2 100	Powiat szamotulski - m	52
Podlaskie	2 229	Warmińsko-mazurskie - miasto	404	Powiat szamotulski - WIEŚ	245
Podlaskie - miasto	743	Warmińsko-mazurskie - w	1 696	Szamotuły (3)	102
Podlaskie - wieś	1 486			Szamotuły - miasto (4)	24
				Szamotuły - obszar wiejski	78

Tabela 7. Liczba budynków jednorodzinnych (budynki jednomieszkaniowe i dwumieszkaniowe oraz budynki jednorodzinne nieprzystosowane do stałego zamieszkania) oddanych do użytku w roku 2015 według podziału na miasto i wieś. Dostęp dn.: 2015.04.29, Źródło: <https://bdl.stat.gov.pl/>.

³⁵⁹ Op. cit. Szałytyś, D.: 2015, Stan i Struktura ludności oraz ruch naturalny w przekroju terytorium w 2014 r. Stan w dniu 31 XII, s. 12.



Rysunek 22. Odsetek budynków jednorodzinnych (tj: budynki jednomieszkaniowe i dwumieszkaniowe oraz budynki jednorodzinne nieprzystosowane do stałego zamieszkania) oddanych do użytku w roku 2015 według podziału na miasto i wieś. Dostęp dn.: 2015.04.29, Źródło: <https://bdl.stat.gov.pl/>.

Szczegółowe zestawienie (rysunek 22) zamieszczone powyżej wskazuje, że województwo wielkopolskie, w którym zlokalizowane są próbki badawcze, ma relatywnie niski odsetek mieszkań zrealizowanych na terenie miast w porównaniu do innych województw. Co ciekawsze, powiat poznański zdaje się w tej kwestii jeszcze bardziej skrajny, gdyż omawiany odsetek jest w nim niższy niż średnia dla jakiegokolwiek województwa. Istotnym podsumowaniem jest opracowanie, które wskazuje, że na terenie aglomeracji poznańskiej w 2014 roku na każde 1000 osób oddanych zostało do użytkowania 7,3 mieszkania, podczas gdy średnia dla województwa wynosi 4,2, a dla kraju 3,7. Co więcej, po uwzględnieniu bieżącego zasobu mieszkaniowego możliwe jest określenie procentowego przyrostu (nieuwzględniającego oczywiście marginalnej kwestii mieszkań zlikwidowanych) w skali roku, który dla aglomeracji wynosi 1,85%, a dla województwa 1,25%, gdy w skali Polski zaledwie 1,02%³⁶⁰. Powyższe dane każą z pewną rezerwą podchodzić do kwestii dostępu do strategicznych obiektów usługowych, edukacyjnych i kulturowych. 41% osób pracujących w województwie zatrudnionych jest na terenie aglomeracji, a zajmuje ona jedynie 10,3% powierzchni i zamieszkuje ją 29,3% ludności³⁶¹. Oferta w zakresie różnorodnych funkcji zapewniana przez miasto Poznań jest jednym z aspektów, na które niewątpliwie należy zwrócić uwagę przy doborze zmiennych objaśniających. Z drugiej strony, znaczący rozwój obszarów wiejskich w powiecie poznańskim wskazuje, że duża liczba osób decyduje się na zamieszkanie w obszarze o gorszym dostępie do usług. Wnioski, które wyprowadzić można z powyższego studium, podsumować można jako konieczność poszukiwania zmiennej, która w bardziej kompleksowy sposób będzie opisywać dostępność potrzebnych funkcji, w przeciwieństwie do jednoznacznej definicji regulowanej administracyjnym położeniem w obszarze miejskim lub wiejskim. Druga kwestia dotyczy rozdzielenia zmiennych

³⁶⁰ Vademecum samorządowca, Aglomeracja Poznańska, dostęp dnia: 16.06.2016, http://poznan.stat.gov.pl/vademecum/vademecum_wielkopolskie/portret_województwa/województwo_wielkopolskie.pdf

³⁶¹ Op. cit. Vademecum samorządowca, Aglomeracja Poznańska, dostęp dnia: 16.06.2016, http://poznan.stat.gov.pl/vademecum/vademecum_wielkopolskie/portret_województwa/województwo_wielkopolskie.pdf

związanych z dystansem korzystania z funkcji, gdzie podział ten przebiegać będzie na osi komunikacji kołowej lub zbiorowej łączącej wybraną lokalizację ze stolicą województwa oraz bliskiego sąsiedztwa podstawowych funkcji, pozwalającego na codzienne użytkowanie, w tym poprzez komunikację pieszą.

Infrastruktura techniczna

Ważnym aspektem jest także wyposażenie w media, które potencjalnie ocenić można jako istotną zmienną w analizie. Według danych ze spisu powszechnego w 2011 roku na terytorium Polski było 5007514 domów jednorodzinnych z czego 8,63% budynków nie miało kanalizacji, 54,5% miało odpływ do urządzenia lokalnego, a 39,9% do sieci. W wodę bieżącą natomiast wyposażone było 96,62% obiektów, przy czym 81,26% zaopatrywane było z sieci, a 15,36% lokalnie. Dostęp do sieci gazowej miało natomiast 33,93% domów jednorodzinnych³⁶². Poniżej przedstawiono tabele ilustrującą procentową dostępność do kluczowych mediów w poszczególnych województwach.

		Dolnośląskie	Kujawsko-pomorskie	Lubelskie	Lubuskie	Łódzkie	Małopolskie	Mazowieckie	Opolskie	Podkarpackie	Podlaskie	Pomorskie	Śląskie	Świętokrzyskie	Warmińsko-maz.	Wielkopolskie	Zachodniopomorskie
wodociąg	sieciowy	89	89	77	86	87	68	75	92	72	85	91	90	81	84	91	91
	lokalny	10	9	16	13	8	29	21	7	25	11	9	9	12	13	7	8
kanalizację	sieciowy	53	44	29	45	34	33	35	36	40	37	63	45	33	47	47	60
	lokalny	44	51	53	50	54	61	54	62	50	48	34	53	52	44	48	37

Tabela 8: Zestawienie w procentach dostępu do kanalizacji i wodociągu wszystkich budynków mieszkalnych na terenie Polski, Źródło: wykonane na podstawie: Op. cit. Matulska-Bachura, A.: Zamieszkane Budynki, Narodowy Spis Powszechny Ludności i Mieszkań 2011, Załącznik: tabl. 5. budynki mieszkalne i mieszkania w budynkach według wyposażenia budynku w wodociąg i kanalizację w województwach (cd.)

Są to jednak dane przekrojowe odnoszące się zarówno do nowych, jak i znacznie starszych obiektów. Co więcej, dotyczy to także sytuacji, w których instalacja podłączana była do już istniejących obiektów na długo po ich wybudowaniu. W przypadku analizy zasadnicze podłoże informacyjne stanowią dane tuż przed momentu uchwały w sprawie miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego. W roku 2011 w trakcie budowy było 29 859 budynków mieszkaniowych z czego 10 296 w miastach, a 19 590 na wsi. Do kategorii domów jednorodzinnych zgodnie z przytoczoną wcześniej definicją zaliczone zostały budynki o jednym i dwóch mieszkaniach. Z danych zawartych w spisie wyprowadzić można, że w 2011 roku na wsiach zaledwie blisko jedna trzecia powstających domów podłączona miała być do sieci kanalizacyjnej, pozostałe wykorzystywać miały urządzenia lokalne. W miastach proporcja ta jest prawie odwrotna, co oznacza, że około 67% nowo powstających w 2011 roku budynków jednorodzinnych w mieście podłączone miało być do sieci

³⁶² Op. cit. Matulska-Bachura, A.: 2011, Zamieszkane Budynki, Narodowy Spis Powszechny Ludności i Mieszkań 2011, TABL. 19. Budynki mieszkalne według wyposażenia w kanalizację według liczby mieszkań.

kanalizacyjnej³⁶³. Sprawa zaopatrzenia w wodę również jest niepokojąca, jednakże w tym przypadku różnice między miastem a wsią nie są tak radykalne. Podłączone do sieci zostało 85% domów w mieście i 83,13% poza nim³⁶⁴. Ten wynik jednakże jest trochę trudniejszy do interpretacji, gdyż można założyć, że w warunkach dość trudnego, aczkolwiek możliwego przyłączenia do sieci wodociągowej część osób decydowała się na prywatne ujęcia, co wynika także z nieświadomości na temat zagrożeń związanych z jakością wody w prywatnych ujęciach³⁶⁵. Powyższe zestawienie mediów kończy zagadnienie centralnego ogrzewania. Otóż w miastach około 55% inwestycji będących w budowie w 2011 roku miało dostęp do sieci gazowej. W obszarach wiejskich odsetek ten wynosił 23,8%, co w średnio oznacza 34,7%. Sprawa podłączenia do sieci ciepłowniczej wydaje się marginalna, w obszarach miejskich wynosi około 3%, natomiast poza nimi poniżej 1%³⁶⁶. Zmienność w czasie dotyczącą wybranych mediów ilustruje tabela 9 oraz rysunek 23. Warto zwrócić uwagę, że odnosi on dane do liczby mieszkań zarówno w budownictwie jednorodzinym i wielorodzinnym, przez co wartości procentowe są odrobinę wyższe.

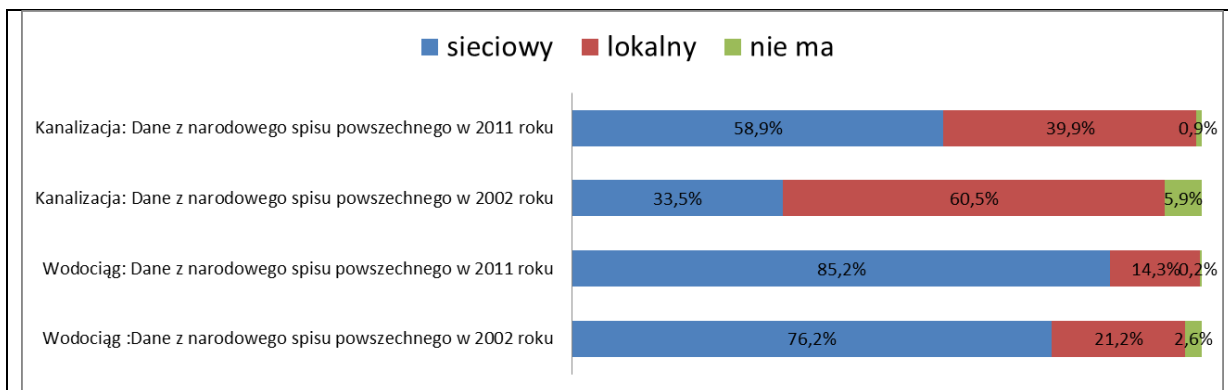
	Odsetek mieszkań będących w budowie wyposażonych w odpowiednie instalacje		Wodociąg				Ustęp splukiwany			
			jest			nie ma	jest z odprowadzeniem			nie ma
			razem	z sieci	lokalny		razem	do sieci	do urządz. lokalnego	
Dane z narodowego spisu powszechnego w 2002 roku										
Łącznie	Zamieszkane i niezamieszkane	85600	97,3%	76,2	21,2%	2,6	94,1	33,5%	60,5%	5,9
	Tylko zamieszkane	82719	97,5%	76,1	21,4%	2,5	94,3	33,4%	60,9%	5,7
Miasta	Zamieszkane i niezamieszkane	36432	98,7%	83,2	15,5%	1,2	97,3	55,3%	42,0%	2,6
	Tylko zamieszkane	35040	98,9%	83,2	15,6%	1,1	97,5	55,4%	42,2%	2,4
WIEŚ	Zamieszkane i niezamieszkane	49168	96,3%	70,9	25,4%	3,7	91,7	17,4%	74,3%	8,3
	Tylko zamieszkane	47679	96,5%	70,8	25,7%	3,5	91,9	17,2%	74,7%	8,1
źródło: Dytman, M.: 2003, <i>Mieszkania 2002, Narodowy Spis Powszechny 2002</i> , Główny Urząd Statystyczny Tabl.13(25). Mieszkania zamieszkane według wyposażenia w wodociąg i ustęp oraz okresu										
Dane z narodowego spisu powszechnego w 2011 roku										
Łącznie	Zamieszkane i niezamieszkane	42663	99,6%	85,2	14,3%	0,2	98,9	58,9%	39,9%	0,9
	Tylko zamieszkane	42600	99,6%	85,2	14,3%	0,2	98,9	58,9%	39,9%	0,9
Miasta	Zamieszkane i niezamieszkane	22001	99,6%	88,6	10,8%	0,2	99,0	82,1%	16,8%	0,7
	Tylko zamieszkane	21957	99,6%	88,6	10,8%	0,2	99,0	82,0%	16,8%	0,7
WIEŚ	Zamieszkane i niezamieszkane	20662	99,7%	81,5	18,1%	0,3	98,8	34,2%	64,6%	1,2
	Tylko zamieszkane	20643	99,7%	81,5	18,1%	0,3	98,8	34,2%	64,5%	1,2
źródło: Matulska-Bachura, A.: ZAMIESZKANE BUDYNKI Narodowy Spis Powszechny Ludności i Mieszkań 2011: Op. cit. Załącznik: TABL. 19. Budynki mieszkalne według wyposażenia w kanalizację według liczby mieszkań										
Tabela 9. Zestawienie wyposażenia w odpowiednie instalacje budynków będących w budowie w roku 2002 i 2011.										

³⁶³ Op. cit. Matulska-Bachura, A.: 2011, *Zamieszkałe Budynki, Narodowy Spis Powszechny Ludności i Mieszkań 2011*, Załącznik: TABL. 15. Budynki mieszkalne według wyposażenia w kanalizację oraz okresu budowy.

³⁶⁴ Ibidem, TABL. 14. Budynki mieszkalne według wyposażenia w wodociąg oraz okresu budowy.

³⁶⁵ Tomczak, E. 2011, Jakość wód studziennych w Starej Wsi w powiecie piotrkowskim, *Proceedings of ECOpole*, 2(5), s. 629—633.

³⁶⁶ Op. cit. Matulska-Bachura, A.: 2011, *Zamieszkałe Budynki, Narodowy Spis Powszechny Ludności i Mieszkań 2011*, Załącznik: TABL. 16. Budynki mieszkalne według wyposażenia w sieć gazową oraz okresu budowy.



Rysunek 23. Zestawienie wyposażenia w odpowiednie instalacje budynków będących w budowie w roku 2002 i 2011. Dane Według Narodowego Spisu Powszechnego. Źródło: Op. cit. Matulska-Bachura, A.: 2011, Zamieszkałe Budynki, Narodowy Spis Powszechny Ludności i Mieszkań 2011. Załącznik: TABL. 19. Budynki mieszkalne według wyposażenia w kanalizację według liczby mieszkań. Źródło: Dytman, M.: 2003, Mieszkania 2002, Narodowy Spis Powszechny 2002, Główny Urząd Statystyczny Tabl.13(25). Mieszkania zamieszkałe według wyposażenia w wodociąg i ustęp oraz okresu.

Porównanie danych na temat wyposażenia będących w trakcie budowy mieszkań w odpowiednią infrastrukturę z narodowych spisów powszechnych w roku 2011 i 2002 wskazuje na znaczącą poprawę średniego wyposażenia w odpowiednią infrastrukturę, w szczególności w odniesieniu do kanalizacji.

Wnioski, które kształtuje się w oparciu o powyższe zestawienie, odnoszą się przede wszystkim do przewidywanego wpływu na rozwój zabudowy mieszkaniowej, jaki wywiera dostęp do określonej infrastruktury. Przede wszystkim jest to kategoria, która ulega zmianie wraz z upływem czasu. Ogólny standard dostępności odpowiednich sieci uzbrojenia terenu uległ poprawie na przestrzeni lat i z dużą dozą prawdopodobieństwa założyć można utrzymanie się takiej tendencji. Oznacza to, że w przypadku wykorzystywania badania objaśniającego w prognostyce tę zmienną lub grupę zmiennych należy traktować ostrożnie, gdyż zmiana ogólnej dostępności wpłynąć może na oczekiwania osoby zainteresowanej realizacją inwestycji budowlanej w postaci domu jednorodzinnej. Pewne utrudnienie w badaniu wynikać może z faktu, że zmienna ta jest bardzo złożona. Przede wszystkim pojawia się tu problem mnogości instalacji użytkowanych w domach jednorodzinnych, wśród których jako istotne dla badania wymienione zostały dostęp do sieci elektrycznej, wodociągowej, kanalizacyjnej i ciepłowniczej. Dodatkowo ocenę komplikuje różnorodność warunków dostępu, gdyż pomiędzy stanem pełnego uzbrojenia całości obszaru a całkowitym brakiem sieci w odległości wielu kilometrów wyróżnić można całą pulę stanów pośrednich. Metody upraszczania tej grupy zmiennych do jednej wartości ciągłej występują w literaturze szczególnie w zakresie wyceny nieruchomości^{367,368,369}, co stanowić może wytyczną do dokonania syntezy dostępnych informacji do postaci optymalnej dla badania.

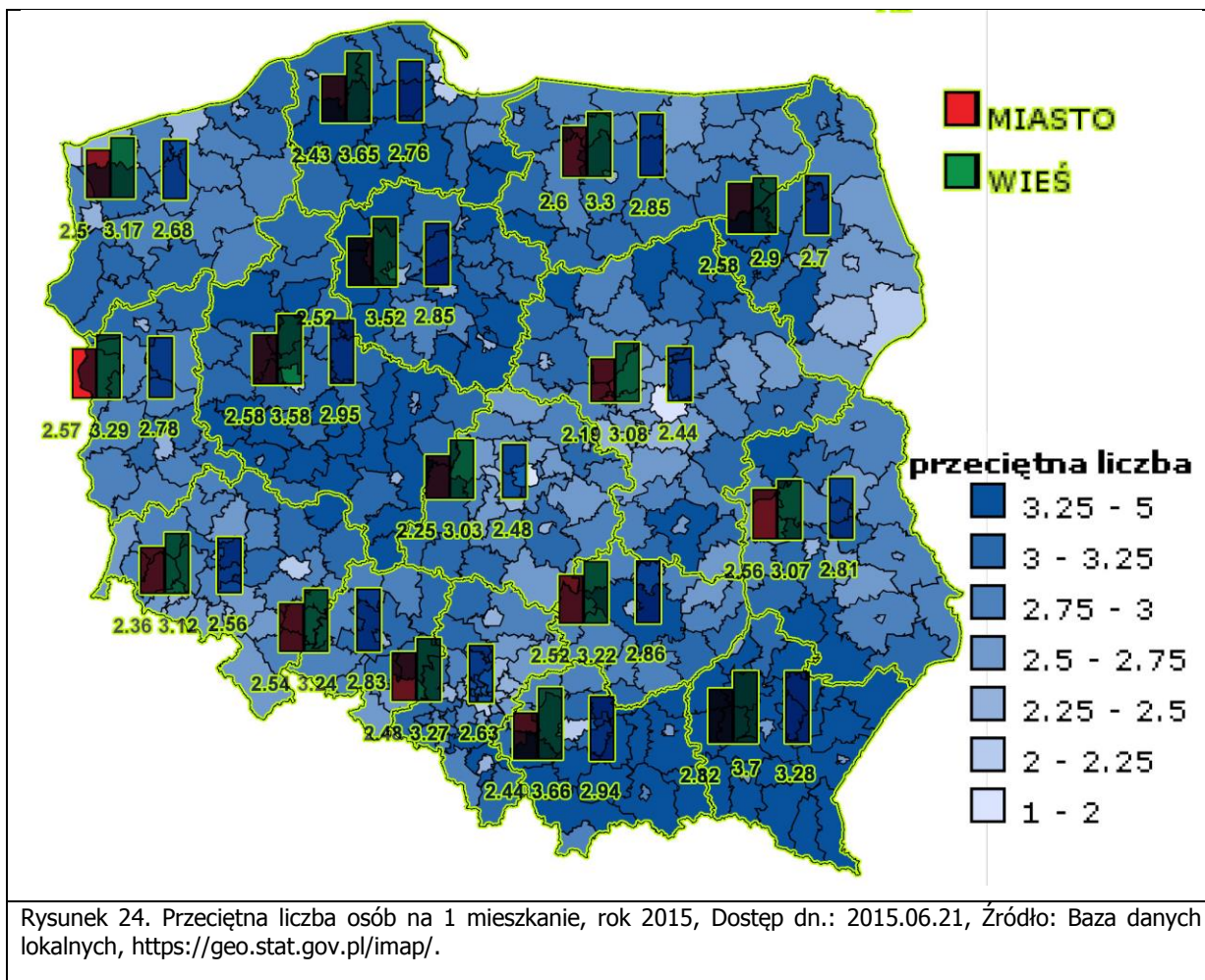
³⁶⁷ Sawiłow, E.: 2010, Problematyka określania wartości nieruchomości metodą analizy statystycznej rynku, *Studia i Materiały Towarzystwa Naukowego Nieruchomości*, 1(18), s. 26.

³⁶⁸ Sawiłow, E.: 2008, Metoda ustalania wartości katastralnych, *Studia i Materiały Towarzystwa Naukowego Nieruchomości*, 1(16), s. 97.

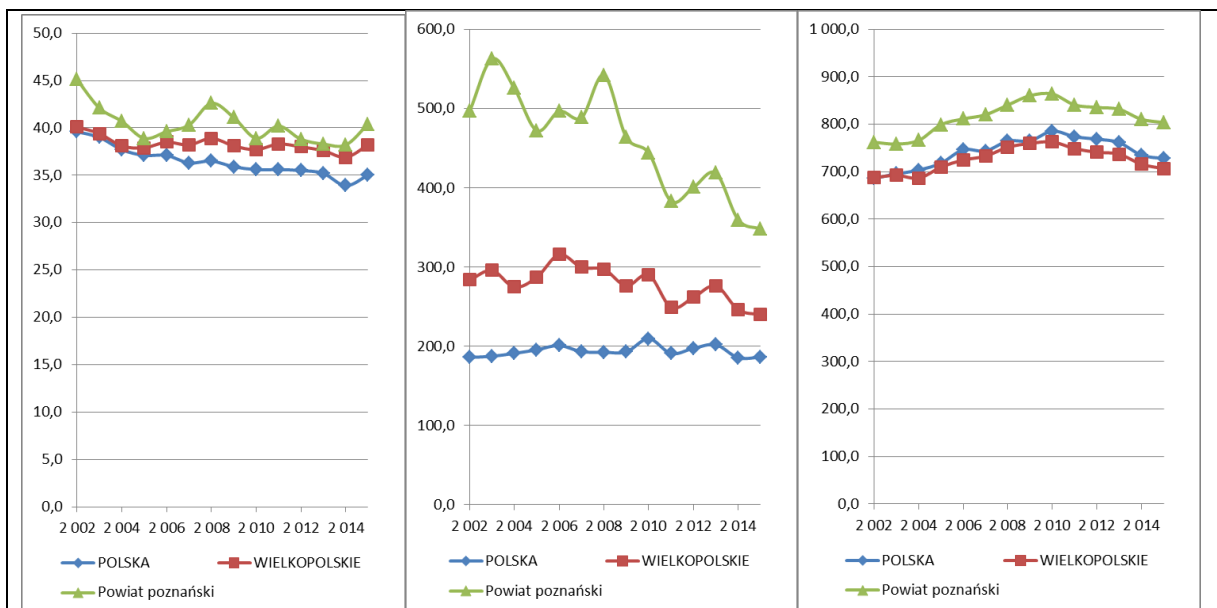
Liczba osób i zużycie mediów

Chociaż dane na temat liczby mieszkańców i potencjalnego zużycia mediów wydają się znajdować po stronie wyznaczanych parametrów, to przedstawienie tej kwestii może okazać się przydatne z perspektywy interpretacji wyników oraz zastosowania praktycznego, między innymi przy estymacji obciążenia infrastruktury, zarówno komunikacyjnej, jak i technicznej. W związku z tym poniższe zestawienie w mniejszym stopniu odnosi się wyłącznie do zabudowy jednorodzinnej, lecz bardziej do kwestii zasobów mieszkaniowych ogólnie. Takie podejście wynika również z faktu, że brak jest powszechnie dostępnej, ogólnopolskiej statystyki na temat średniej liczby mieszkańców w nowo powstałych budynkach jednorodzinnych i potencjalnie jest to temat dla osobnego badania. Dodatkowym celem jest także ukazanie, jak znaczącą kwestią z perspektywy zarządzania zasobami infrastruktury jest prognozyka. Na poniższej mapie (rysunek 24) przedstawiona została średnia liczba mieszkańców przypadająca na jedno mieszkanie z podziałem na budynki leżące w obrębie miast oraz te, które znajdują się poza nim. Wartości w poszczególnych województwach są relatywnie zbliżone. Zarysowuje się także wyraźna dysproporcja pomiędzy miastem i wsią, co po części wytłumaczyć można zdecydowaną przewagą zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej na obszarach wiejskich. Interesujący jest równocześnie kartogram porządkujący dane dla odpowiednich powiatów. Wskazuje on na mniejszą liczbę osób w mieszkaniu w obszarach aglomeracji, w szczególności w ich centrach.

³⁶⁹ Hajduk, A.: 2007, Weryfikacja modelu regresji wielorakiej na przykładzie nieruchomości rekreacyjnej gmin: Gródek nad Dunajcem i Lososina Dolna, *Geomatics and enviromental engineering*, 1(1), s. 59-60.



Kolejnym rozważanym elementem jest zużycie mediów w danym okresie i w danej lokalizacji. Koncepcja funkcjonowania narzędzia analitycznego opartego o badania zawarte w pracy zakłada postawienie planisty również w roli analityka, który świadomie opracuje szacunkowe dane na temat zużycia mediów w danym obszarze, jednak przybliżenie ogólnej zmienności i dystrybucji przestrzennej stanowić może bazę dla dalszych opracowań analitycznych. Zbiorcza tablica wykresów zamieszczona poniżej przedstawia zużycie podstawowych surowców w przeliczeniu na jedną osobę korzystającą z danego medium. Analiza pierwszego wykresu dotyczącego wody wskazuje na niewielki spadek zużycia wody, przy czym zmiany w poszczególnych latach są relatywnie małe. Pozwala to na przyjęcie w prognoście relatywnie zbliżonej wartości tej zmiennej na przestrzeni lat. Co więcej średnia wartość zużycia w województwie wielkopolskim oraz powiecie poznańskim, w którym zlokalizowane jest 47 z 58 analizowanych obszarów, jest zbliżona pod względem przebiegu zmienności w poszczególnych latach oraz średniej wartości do średniej krajowej.



Rysunek 25. Użycie mediów w przeliczeniu na jednego korzystającego na przestrzeni lat 2002-2015.

Wykres lewej strony: średnie zużycie wody wyrażone na jednego korzystającego w metrach sześciennych na rok [m^3/rok],

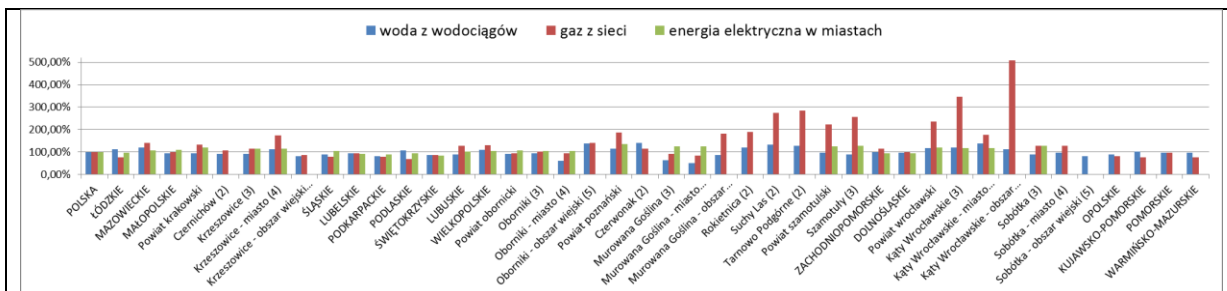
Wykres środkowy: zużycie gazu w [m^3/rok] również w metrach sześciennych na rok [m^3/rok],

Wykres po prawej: zużycie energii elektrycznej wyrażone w kilowatogodzinach na rok [kWh/rok],

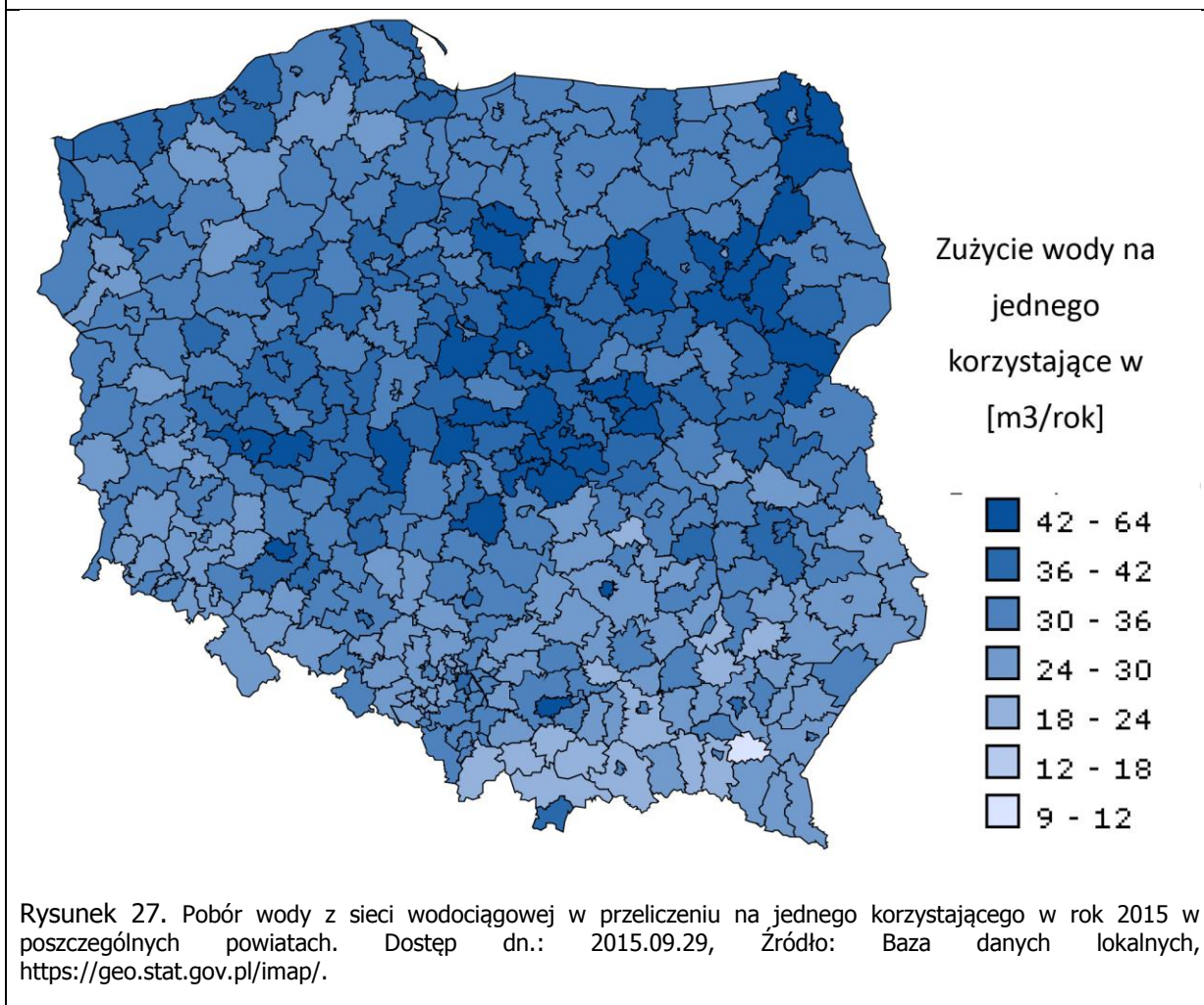
Dostęp dn.: 2015.04.29, Źródło: Baza danych lokalnych, <https://geo.stat.gov.pl/imap/>.

Inną kwestią jest dystrybucja przestrzenna na mapie Polski. Jak wskazuje (Rys. 25) oraz kartogram (Rys. 24) średnia ilość wody rocznie przypadająca na jednego korzystającego w poszczególnych powiatach jest mocno zróżnicowana, przy czym wydaje się wyższa w środkowym i północnym pasie Polski. Odbiór do sieci kanalizacyjnej ściśle związany jest z poborem wody, zatem przy uwzględnieniu wcześniejszych danych o ilości mieszkań z przyłączeniem do sieci można w dużej mierze szacować go na podstawie zużycie wody, co sprawia, że osobne omówienie jest zbędne. Ocena zużycia gazu, w przeciwieństwie do wody z wodociągów, wskazuje na dość dużą różnicę pomiędzy średnią wartością dla Wielkopolski, a w szczególności powiatu poznańskiego, a resztą kraju. W powiecie wartość ta na przestrzeni ostatnich 13 lat jest ponad dwa razy wyższa niż średnia dla Polski. Również analiza poniższego wykresu (Rys. 25) wskazuje na drastyczne różnice w poszczególnych lokalizacjach. Natomiast zmienność na przestrzeni lat we wszystkich województwach można ocenić jako niewielką, dążącą do asymptoty pionowej, co jest wartościową informacją we wszelkich przewidywaniach, jednakże w skali Wielkopolski i gminy otaczających miasto Poznań wartość ta uległa znacznemu zmniejszeniu, zatem jej przyszły przebieg nie jest jasny. Zasadniczo kwestia ta budzi wiele kontrowersji jako uzależniona od wielu czynników, w tym wykorzystania nowych technologii oraz alternatywnych sposobów ogrzewania, kształtowania się rynku ciepłownictwa, w tym cen samego gazu oraz ostatecznie temperatur w sezonie zimowym, na co nakłada się złożona problematyka globalnego ocieplenia. Co więcej, tendencja do ograniczania strat ciepła w budynkach, wynikająca również z aktów normatywnych, może wpłynąć na przyszły przebieg zużycia gazu, szczególnie w

nowo projektowanych budynkach. Stanowi to znowu interesujące pole do osobnego opracowania, szczególnie w ujęciu możliwości zapisów zawartych w MPZP.



Rysunek 26. Użycie mediów w przeliczeniu na jednego korzystającego w rok 2015 w poszczególnych lokalizacjach, wszystkich województwach oraz wybranych powiatach oraz gminach objętych zakresem opracowania. Dostęp dn.: 2015.09.29, Źródło: Baza danych lokalnych, <https://geo.stat.gov.pl/imap/>.



Rysunek 27. Pobór wody z sieci wodociągowej w przeliczeniu na jednego korzystającego w rok 2015 w poszczególnych powiatach. Dostęp dn.: 2015.09.29, Źródło: Baza danych lokalnych, <https://geo.stat.gov.pl/imap/>.

Pobór energii elektrycznej w przeliczeniu na jednego korzystającego ograniczony został wyłącznie do obszarów miejskich, bowiem na obszarach wiejskich w dużej mierze powiązany jest z prowadzeniem gospodarstw, a wydzielenie mieszkań niezwiązanych z tą funkcją mogłoby przysporzyć wielu trudności. Otóż wartość ta wydaje się wolna od znaczących odchyień w poszczególnych latach, przy czym zaobserwować można jej nieznaczny, stopniowy wzrost w środku ostatniej dekady, a

następnie spadek do zużycia zbliżonego do danych z 2002 roku. Również różnorodność dla odpowiednich lokalizacji w poszczególnych województwach jest niewielka. W kontekście potencjalnych zastosowań prognostycznych to ogólne studium stanowić może pewną podstawę do dalszych przybliżonych szacunków, jednak szczegółowa ocena wymaga znacznie dokładniejszej analizy, co ukazują także przedstawione wyżej informacje. Przede wszystkim zastanawia, jak wyglądają odpowiednie wartości w nowo powstających budynkach oraz w jakim stopniu ich odchylenie jest zależne od wielkości rozpatrywanego obszaru. Z pewnością jednak należy zwrócić szczególną uwagę na pojawienie się w planie produkcji rolnej, która może zawyżyć zużycie.

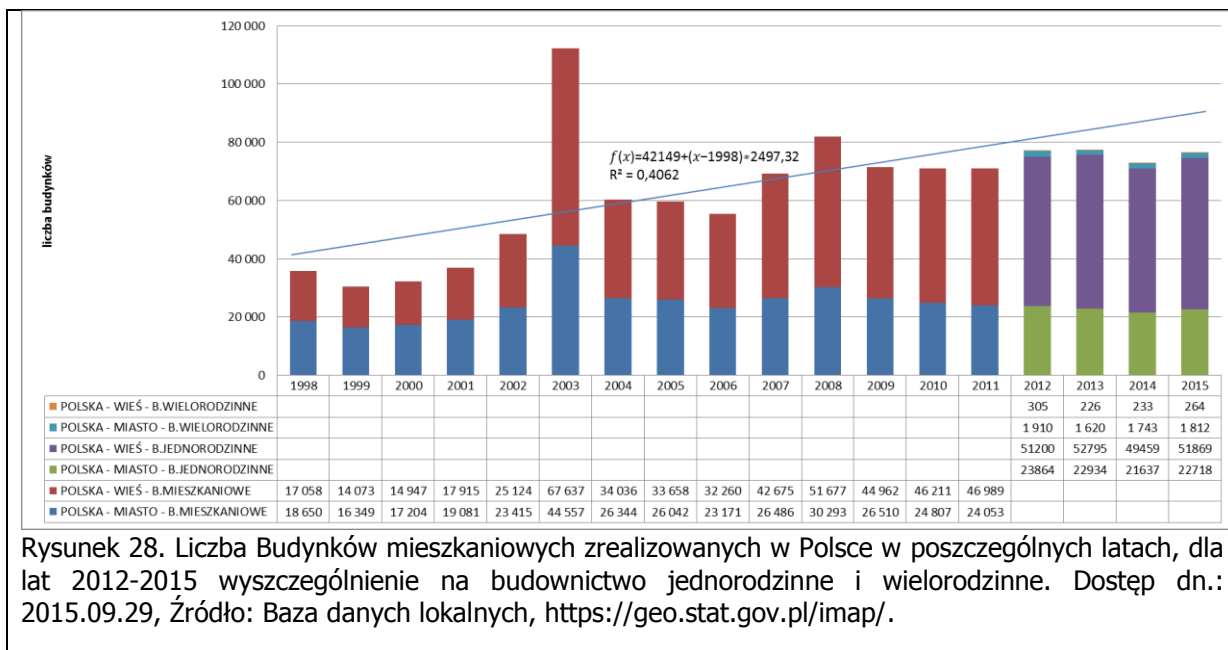
4.2.3. Zmienność tempa rozwoju zasobów mieszkaniowych

Tematem badania objaśniającego, które stanowi oś niniejszej pracy, jest tempo rozwoju obszarów mieszkaniowych jednorodzinnych objętych miejscowym planem zagospodarowania przestrzennego. Zarówno w ujęciu samego studium owej podstawowej wartości „stopnia rozwoju” warunkowanego przez odpowiednie czynniki oraz potencjalnych aplikacji niezwykle istotne jest zagadnienie zmienności samego rynku budownictwa mieszkaniowego jednorodzinnego oraz ogólnej zmienności zasobów mieszkaniowych. Rozważanie takie opisać można według dwóch podstawowych kryteriów. Pierwszy związany jest ze zmiennością w czasie, drugi natomiast z lokalizacją na mapie Polski. Przedstawienie liczby zrealizowanych w danych roku budynków jednorodzinnych (Rys. 28) rzuca pewne światło na zmienność tej funkcji. Na przestrzeni blisko dwóch dekad zauważyć można pewne zależności, choć bezpośrednio wnioskowanie o konkretnych liczbach dla przyszłych lat oczywiście nie jest pewne, na co wskazuje chociażby bardzo nietypowy rok 2003. Z drugiej strony w pewnym stopniu na liczbę budynków składają się także obiekty realizowane w ramach budownictwa komunalnego i ogólnie w sposobie realizacji innym niż indywidualny (spółdzielcze, zakładowe i budownictwo społeczne czynszowe), co wynika z planowanej agendy państwowej, więc jest to składowa niewarunkowana w sposób bezpośredni przez rynek, a jej przewidywanie zależne jest od polityki organów administracji publicznej. Ostatecznie nawet relatywnie dobre wyjaśnienie dotychczasowej zmienności nie gwarantuje, że w przyszłości zagadnienie to wyglądać będzie w taki sposób. Wystarczy zwrócić uwagę na fakt, że w ciągu ostatnich dwudziestu lat liczba ludzi w Polsce pozostaje prawie niezmienna, czego dowodzi fakt, że różnica między największą i najmniejszą wartością w tym okresie to około 550 000 osób, co stanowi zaledwie 1,4%, a różnica pomiędzy rokiem 1995 a 2015 wynosi około 170 000 osób, przy czym liczbę tę należałoby poprzedzić minusem, gdyż bilans jest ujemny. Przy wzrastającym z roku na rok zasobie mieszkaniowym z łatwością można skonstatować, że średnia liczba mieszkań przypadająca na 1000 osób musi wzrastać. Faktycznie, dane zawarte w tabeli 11 potwierdzają tę tezę. Trudno jednak założyć, że będzie to ciągły wzrost, gdyż na pewnym etapie spodziewać można się spadku popytu. Ten ogólny wywód oczywiście nie opisuje całej złożoności problematyki, pomijając chociażby zagadnienie migracji ludności bądź z obszarów wiejskich do miast, bądź właśnie na niezurbanizowane obrzeża (zgodnie z teorią suburbanizacji)³⁷⁰. Próba

³⁷⁰Gnat, S.: 2011, Suburbanizacja szczecina i jej demograficzne efekty w latach 1995-2010, *Studia i Materiały Towarzystwa Naukowego Nieruchomości*, 3(20), s. 129-130.

ujęcia zmienności w czasie jest zatem ściśle powiązana z lokalizacją i jej uwzględnienie warunkuje większą dokładność, jednakże stawiając za punkt wyjścia dane ponadlokalne, możliwe jest zauważenie ogólnych tendencji oraz proporcji, chociażby dotyczących składowych poszczególnych typów budynków oraz ich lokalizacji w mieście i poza nim, a następnie, przechodząc do specyfiki miejsca, zbudowanie pełniejszej diagnozy. Zarysowane powyżej rozważania teoretyczne stanowią niejako pole wyjścia i ramy interpretacyjne dla analiza statystycznej przedstawionej w dalszej części podrozdziału, która ma rzucić światło na ogólną charakterystykę materiału badawczego, którym jest zabudowa mieszkaniowa jednorodzinna.

Obszar opracowania na tle ogólnych tendencji



Rysunek 28. Liczba Budynków mieszkaniowych zrealizowanych w Polsce w poszczególnych latach, dla lat 2012-2015 wyszczególnienie na budownictwo jednorodzinne i wielorodzinne. Dostęp dn.: 2015.09.29, Źródło: Baza danych lokalnych, <https://geo.stat.gov.pl/imap/>.

Uproszczenie opisu funkcji liczby zrealizowanych budynków mieszkalnych przedstawionych na powyższym wykresie (Rys. 28) od jednej zmiennej, którą w tym wypadku jest czas, do formy liniowej można ustalić przy użyciu metody najmniejszych kwadratów zwaną w skrócie MNK. Ma ona postać:

$$f(x) = 42149 + (x - 1998) * 2497,32$$

x – dany rok, dla którego obliczany jest przyrost

Równanie 8. Równanie liniowe funkcji liczby zrealizowanych budynków mieszkalnych w zależności od lat.

Przy czym dopasowanie funkcji mierzone poprzez współczynnik determinacji R^2 równy 0,406 wskazuje, że niewielka część zmienności została objaśniona przez tę funkcję, a zatem opis ten jest niezadowolający, jednakże po usunięciu z modelu danych z 2003 roku, czyli skrajnego pomiaru, który znacząco odbiega od pozostałych, wartość R^2 wynosi 0,834653665, co świadczy o tym, że w polu obserwacji na przestrzeni lat 1998-2015, z wyłączeniem roku 2003 funkcja liniowa w dużym stopniu

tłumaczy owe zjawisko. Interpretacja modeli liniowych, pod względem parametrów i testów statystycznych szerzej opisane będzie w rozdziale poświęconym metodologii. Co ciekawe, wzrost dotyczy prawie wyłącznie obszarów wiejskich, gdyż w miastach utrzymuje się on na podobnym poziomie. Dane dla ostatnich lat wskazują, że budynki wielorodzinne stanowią niewielki odsetek, zatem w związku z brakiem informacji dla lat wcześniejszych, model ten odnieść można w dużym stopniu do budownictwa jednorodzinne. Równocześnie sama interpretacja geometryczna wskazuje, że nieznacznie lepsze dopasowanie generowane jest przez funkcję nieliniową, pierwiastkową, dla której R^2 wynosi 0,43. Przyjmuje ona następującą postać:

$$f(x) = 29376 + \sqrt{(x - 1998)} * 12594$$

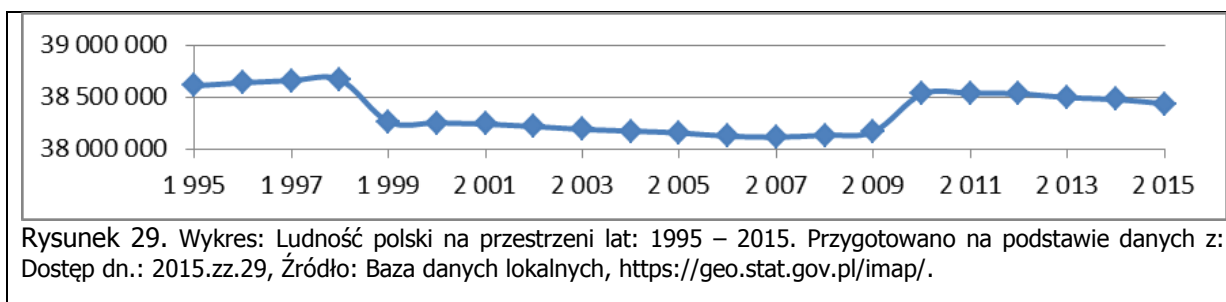
x – dany rok, dla którego obliczany jest przyrost

Równanie 9. Równanie pierwiastkowe funkcji liczby zrealizowanych budynków mieszkalnych w zależności od lat.

Podobne studium opisujące zmienność w liczbie budynków dla obszaru wielkopolski poprzez funkcję liniową wskazuje zasadniczo na lepsze dopasowanie modelu, gdyż R^2 wynosi 0,653915208, nawet bez usunięcia skrajnych wyników z 2003 roku. Sytuacja jest jeszcze wyraźniejsza dla powiatu poznańskiego, gdyż w tym wypadku funkcja ma bardzo stromy przebieg. Rzędna na początku osi jest blisko 5 razy niższa niż dla końca okresu przypadającego na rok 2015. Dla porównania w skali Polski jest to mnożnik równy 2,15. Co więcej, współczynnik determinacji to aż 0,77, co oznacza dobre dopasowanie. Wszystkie trzy omówione wyżej dopasowania funkcji liniowych spełniają testy istotności statystycznej t-Studenta i testu F na poziomie prawdopodobieństwa przynajmniej 0,1, a poza jednym przypadkiem, skali całego kraju, poniżej wartości 0,05. Zasadniczo opisuje to do pewnego stopnia dotychczasowy przebieg rynku budownictwa mieszkaniowego, jednakże, czy powyższe dane ekstrapolować można w przyszłość? Rozważania opisane na początku akapitu wskazują, że wiele aspektów każe mieć wątpliwości. Ponadto, samo uproszczone badanie objaśniające dla dynamiki budownictwa jednorodzinne skłania do sceptycyzmu, gdyż ostatnie 4 lata we wszystkich przypadkach znajdują się poniżej linii regresji, a w skali Polski jest to ostatnie 7 lat. Również dane demograficzne nie skłaniają do optymizmu w kwestii utrzymania wzrostu dynamiki na przestrzeni wielu lat, jednak dla szczegółowych badań umiejscowionych w konkretnej aglomeracji ma to mniejsze znaczenie. W kwestii faktycznej implementacji progностycznej konieczne jest bazowanie na wieloaspektowych prognozach, w tym przede wszystkim demograficznej i dotyczącej gospodarki mieszkaniowej, które według ustawodawcy stanowią fundament do sporządzania miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego oraz studiów uwarunkowań i kierunków rozwoju, a także wszystkich pozostałych poziomów gospodarki przestrzennej³⁷¹³⁷².

³⁷¹ Op. cit. Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym, Art. 17. 5.

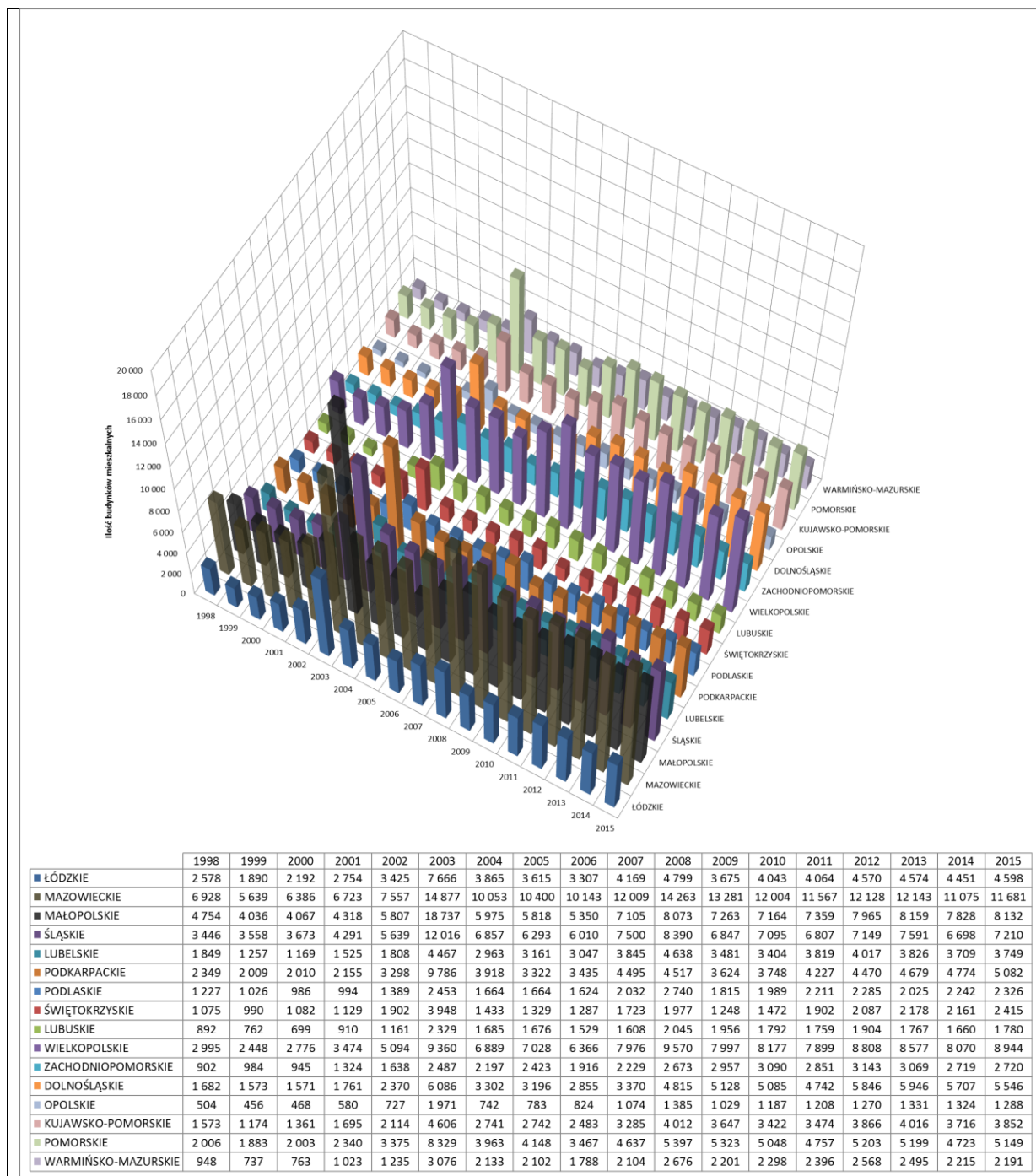
³⁷² Op. cit. Parysek, J.: 2016, Pytania o przyszłość gospodarki przestrzennej w Polsce, s. 40.



Powyżej przedstawiona została analiza danych ogólnopolskich, odnoszonych w określonej formie do wybranych informacji lokalnych. Teraz przejdziemy do studium porównawczego wybranych obszarów. Takie działanie ma na celu w pierwszej kolejności odniesienie do potencjalnych zastosowań modelu w innym obszarze. Opracowanie takie opiera się głównie o analizę ponadlokalną dotyczącą poszczególnych województw i powiatów. Kolejny etap, bardziej szczegółowy i istotny z punktu widzenia pracy, sprowadza się do próby oceny, czy tempo rozwoju na terenie objętym opracowaniem jest relatywnie jednolite pod względem lokalizacji i czasu (czy gminy rozwijają się w podobny sposób), a następnie w przypadku negatywnej weryfikacji tej hipotezy, próby sformułowania zmiennej możliwej do skutecznego wykorzystania w badaniu objaśniającym.

Analiza porównawcza – skala ponadlokalna

Przedstawiony poniżej wykres słupowy (Rys. 30) przedstawia liczbę zrealizowanych w poszczególnych latach budynków mieszkaniowych w określonych województwach. Wartości te są bardzo zróżnicowane, jednak przebieg w czasie zasadniczo jest podobny. Okresy wzrostu i spadku w aktywności w dużej mierze się pokrywają. Oczywiście taka interpretacja w oparciu o ogląd wykresu dla 16 województw nie jest jednoznaczna, więc poniżej zamieszczona została także analiza korelacji liniowej Pearsona, która jest miernikiem współliniowości.



Rysunek 30: Wykres: Liczba budynków mieszkalnych zrealizowanych w poszczególnych województwach na przestrzeni lat 1999 – 2015. Przygotowano na podstawie danych z: Dostęp dn.: 2015.09.11, Źródło: Baza danych lokalnych, <https://geo.stat.gov.pl/imap/>.

Przyjmuje ona wartości z przedziału $\langle -1;1 \rangle$, przy czym zero oznacza brak w korelacji. Badanie to przy analizie czynnikowej jest pierwszym krokiem do dalszego dokładnego studium, jednak ten przypadek ogranicza się wyłącznie do stwierdzenia ogólnej zależności³⁷³. Pozwala sformułować wniosek o dużej korelacji pomiędzy województwami pod względem przebiegu zmienności, jednakże konkretne dane zamieszczone w tabeli 10 znacząco różnią się pod względem skali, co jest sygnałem,

³⁷³ Laudański, Z. Mańkowski, D i Flaszka, M.: 2012, Eksploracyjna analiza czynnikowa w badaniach struktury zespołu zmiennych obserwowanych, *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, NR 263*, s. 79-81.

że przyjęcie jako zmiennej niezależnej liczby zrealizowanych na danym obszarze budynków nie jest odpowiednią metodą i należy znaleźć jakąś miarę odniesienia. Taki wniosek z resztą pokrywa się z intuicyjnym rozumieniem tej kwestii, gdzie liczba budynków silnie skorelowana jest z wielkością obszaru i liczbą mieszkańców na danym obszarze.

	Polska	łódzkie	Mazowieckie	Małopolskie	Śląskie	Lubelskie	Podkarpackie	Podlaskie	Świętokrzyskie	Lubuskie	Wielkopolskie	Zachodniopomorskie	Dolnośląskie	Opolskie	Kujawsko-pomorskie	Pomorskie	Warmińsko-mazurskie
Polska	1,00																
łódzkie	0,96	1,00															
Mazowieckie	0,95	0,85	1,00														
Małopolskie	0,88	0,95	0,73	1,00													
Śląskie	0,97	0,97	0,91	0,91	1,00												
Lubelskie	0,93	0,83	0,97	0,68	0,87	1,00											
Podkarpackie	0,92	0,98	0,77	0,98	0,94	0,75	1,00										
Podlaskie	0,92	0,83	0,92	0,67	0,84	0,97	0,75	1,00									
Świętokrzyskie	0,85	0,94	0,66	0,94	0,87	0,67	0,96	0,72	1,00								
Lubuskie	0,95	0,87	0,98	0,74	0,92	0,95	0,79	0,91	0,68	1,00							
Wielkopolskie	0,93	0,83	0,96	0,65	0,87	0,97	0,73	0,95	0,67	0,97	1,00						
Zachodniopomorskie	0,82	0,66	0,87	0,48	0,72	0,88	0,55	0,84	0,49	0,89	0,93	1,00					
Dolnośląskie	0,91	0,81	0,88	0,69	0,80	0,89	0,74	0,89	0,71	0,89	0,92	0,92	1,00				
Opolskie	0,98	0,95	0,90	0,88	0,93	0,90	0,91	0,91	0,89	0,89	0,89	0,78	0,91	1,00			
Kujawsko-pomorskie	0,97	0,88	0,96	0,75	0,90	0,96	0,81	0,95	0,76	0,96	0,98	0,91	0,96	0,95	1,00		
Pomorskie	0,99	0,96	0,94	0,90	0,98	0,89	0,92	0,87	0,85	0,95	0,91	0,80	0,89	0,96	0,95	1,00	
Warmińsko-mazurskie	0,96	0,88	0,97	0,74	0,92	0,97	0,80	0,93	0,71	0,98	0,97	0,90	0,91	0,91	0,97	0,94	1,00

Tabela 10. Macierz korelacji liniowej Pearsona dla zmiennej liczby budynków mieszkalnych zrealizowanych w poszczególnych latach. Przygotowano na podstawie danych z: Dostęp dn.: 2015.09.11, Źródło: Baza danych lokalnych, <https://geo.stat.gov.pl/imap/>

Jedną z metod zobiektywizowania wyników statystycznych i uniezależnienia ich od tak dużego wpływu wymienionych czynników (powierzchni obszaru i liczby osób) jest ujęcie procentowe opisujące odpowiednią zmienność w czasie realizowanej w danym roku liczby budynków, przy odniesieniu jej do wartości początkowej. Poniższy wykres (Rys. 31) pozwala określić iloraz liczby obiektów powstałych w danych roku do analogicznej liczby w roku 1998 wyrażony w procentach, który dalej nazywany będzie dynamiką rozwoju. Zależność tę opisać można prostym wzorem:

$$T = \frac{B_i}{B_0} \times 100\%$$

T – dynamika rozwoju (w stosunku do wartości),

B_i – liczba budynków mieszkaniowych oddanych w roku i na danym obszarze,

B_0

– liczba budynków mieszkaniowych oddanych w momencie początkowym (dla badania rok 1998),

Równanie 10. Propozycja opisu zmienności liczby oddanych budynków mieszkaniowych w poszczególnych latach.

Taka interpretacja pozwala stwierdzić, jak zmieniały się dynamiki rozwoju poszczególnych obszarów. Przede wszystkim zauważyć można bardzo zbliżone wartości dla różnych województw, co stwarza bardzo dobre perspektywy z zakresu potencjalnego wykorzystania badania, oczywiście poprzedzonego

adaptacją, w innych rejonach Polski. Jednakże już porównanie wykresów dla wyszczególnionych powiatów wskazuje na pewne tendencje. Przede wszystkim zauważyć można, że w ośrodkach mniejszych i znacznie mniej zaludnionych wzrost dynamiki rozwoju jest znacznie większy w kolejnych latach, a przy tym zdecydowanie mniej stabilny. Wynika to przede wszystkim z niskich wartości, które zaobserwować można w początkowych latach przedstawionej statystyki. W powiecie poznańskim skala wzrostu owej dynamiki rozwoju jest już znacznie większa, chociaż jego korelacja z przebiegiem zmienności dla województwa jest wysoka. Sytuacja jest jeszcze bardziej radykalna w skali gmin. Zasadniczo odpowiednie pola wykresu przyporządkowane gminom wskazują, że przede wszystkim w gminach bardzo słabo zaludnionych na przestrzeni lat 1999-2015 zauważyć można wielokrotny wzrost oraz kompletne zaburzenie korelacji (bardzo niską wartość korelacji) z wartościami dla całego obszaru Polski. Analiza wykresu także stwierdzić także wielokrotnie wyższe wartości dla obszarów pozamiejskich w gminach. Ponadto w wybranych gminach leżących na obszarze aglomeracji poznańskiej, zarówno w obszarach wiejskich, jak i miejskich, zauważyć można, że największy wzrost liczby oddawanych rocznie budynków mieszkalnych miał miejsce w okolicach roku 2003, a uściślając, tuż po nim. Posumowanie zawartych w omawianym wykresie informacji pozwala na zbudowanie pewnych wniosków, lecz wymaga także komentarza wyprzedzającego niejako opis pracy z materiałem badawczym. Weryfikacja danych uzyskanych z PODGIK w oparciu o stan faktyczny oraz zdjęcia satelitarne dla obszarów objętych badaniem wypadła negatywnie. Nie wszystkie budynki znajdowały się w bazie EGiB. Weryfikacja ta opisana zostanie szerzej w podrozdziale poświęconym procesowi zbierania informacji na odpowiednich przykładach. Podobny stopień nieufności odnieść można dla wybranych przykładów gmin. Oczywiście w większej skali – województwa, powiatu lub chociaż w znacznym stopniu zaludnionej gminy – błąd taki nie uniemożliwia wyciągania wniosków, jednak kiedy dane liczbowe są niskie, a w przypadku wielu gmin wynoszą poniżej 10 budynków rocznie, błędy odnalezione na etapie weryfikacji mogłyby znacząco zmienić wynik. Z komentarza tego wynika, że jasna ocena dla tych gmin nie jest możliwa, jednak zasadniczo wyniki odnieść można w sposób uśredniony i na podstawie tego sformułować pewne wnioski. Pierwszy z nich sprowadza się do stwierdzenia, że znacząca przewaga obszarów wiejskich w wartości wzrostu dynamiki rozwoju także wykluczyć tę zmienną jako możliwą do bezpośredniego wykorzystania w badaniu objaśniającym. Wśród kolejnych wymienić można bardzo zmienną wartość dla gmin w poszczególnych latach, co związane może być z operacjami na bardzo niewielkich liczbach, co wyklucza znaczenie statystyczne takiej zmiennej i wszystkich innych bazujących na liczbie budynków oddanych do użytku w danym roku. Oczywiście nie wyklucza to poszukiwań związku pomiędzy liczbą zakończonych inwestycji budowlanych, lecz wartość ta wymagałaby pewnego uśrednienia dla dłuższego okresu.

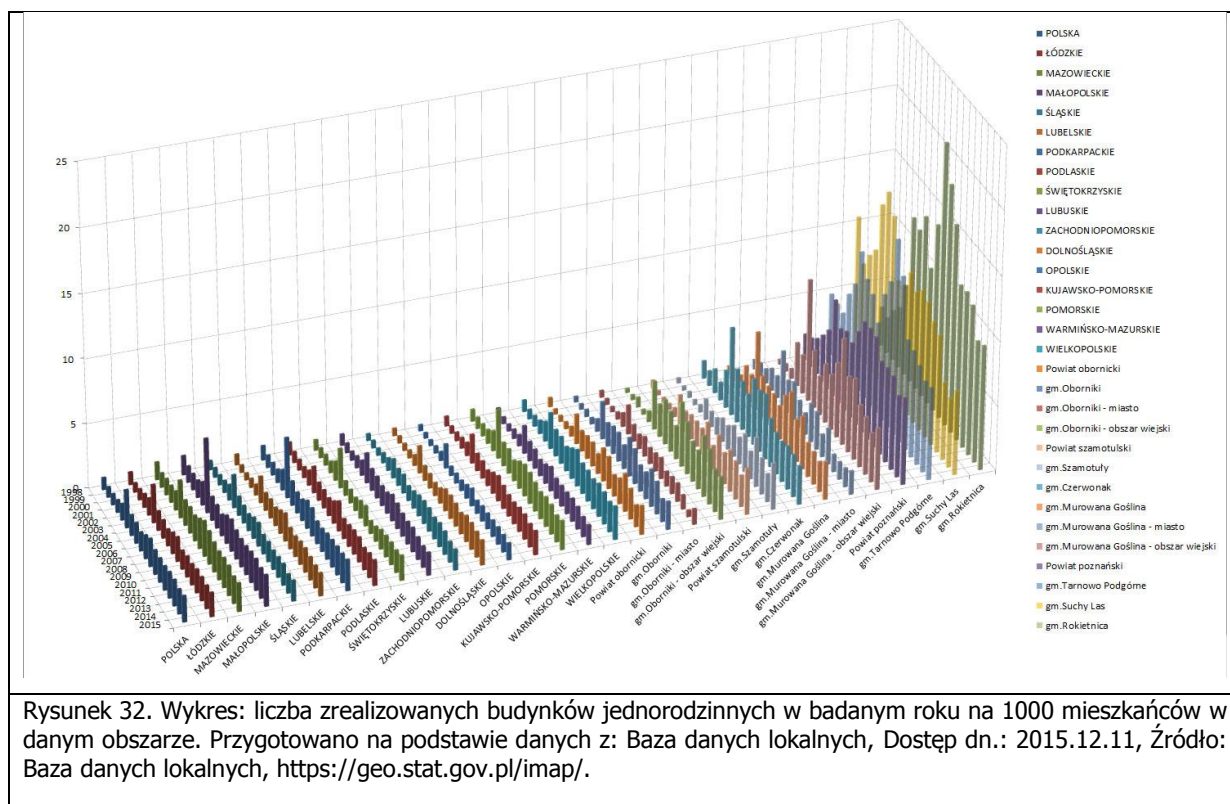
Stosunek ilości oddanych bud. miesz. w wybranym roku w porównaniu z rokiem 1998



	2015	2014	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002	2001	2000	1999	1998
POLSKA	215%	205%	217%	216%	199%	199%	200%	230%	194%	155%	167%	169%	314%	136%	104%	90%	85%	
ŁÓDZKIE	178%	173%	177%	177%	158%	157%	143%	186%	162%	128%	140%	150%	297%	133%	107%	85%	73%	
MAZOWIECKIE	169%	160%	175%	167%	167%	173%	192%	206%	173%	146%	150%	145%	215%	109%	97%	92%	81%	
MAŁOPOLSKIE	171%	165%	172%	168%	155%	151%	153%	170%	149%	113%	122%	126%	394%	122%	91%	86%	85%	
ŚLĄSKIE	209%	194%	220%	207%	198%	206%	199%	243%	218%	174%	183%	199%	349%	164%	125%	107%	103%	
LUBELSKIE	203%	201%	207%	217%	207%	184%	188%	251%	208%	165%	171%	160%	242%	98%	82%	63%	68%	
PODKARPACKIE	216%	203%	199%	190%	180%	160%	154%	192%	191%	146%	141%	167%	417%	140%	92%	86%	86%	
PODLASKIE	190%	183%	165%	186%	180%	162%	148%	223%	166%	132%	136%	136%	200%	113%	81%	80%	84%	
ŚWIĘTOKRZYSKIE	225%	201%	203%	194%	177%	137%	116%	184%	160%	120%	124%	133%	967%	177%	105%	101%	92%	
LUBUSKIE	200%	186%	198%	213%	197%	201%	219%	229%	180%	171%	188%	189%	261%	130%	102%	78%	85%	
ZACHODNIOPOMORSKIE	302%	301%	340%	348%	316%	343%	328%	296%	247%	212%	269%	244%	276%	182%	147%	105%	109%	
DOLNOŚLĄSKIE	330%	339%	354%	348%	282%	302%	305%	286%	200%	170%	190%	196%	362%	141%	105%	93%	94%	
OPOLSKIE	256%	263%	264%	252%	240%	236%	204%	275%	218%	163%	155%	147%	391%	144%	115%	93%	90%	
KUJAWSKO-POMORSKIE	245%	236%	255%	246%	221%	218%	232%	255%	209%	158%	174%	174%	293%	134%	108%	87%	75%	
POMORSKIE	257%	235%	259%	237%	252%	265%	269%	231%	173%	207%	198%	415%	168%	117%	100%	94%		
WARMIŃSKO-MAZURSKIE - WIEŚ	542%	552%	607%	598%	559%	542%	482%	562%	423%	341%	380%	372%	541%	209%	150%	102%	88%	
WIELKOPOLSKIE	299%	269%	286%	294%	264%	273%	267%	320%	266%	213%	235%	230%	313%	170%	116%	93%	82%	
Powiat obornicki	338%	254%	356%	441%	297%	246%	362%	372%	218%	264%	251%	223%	326%	108%	77%	64%	54%	
gm.Oborniki	562%	454%	646%	738%	523%	508%	669%	738%	446%	538%	515%	438%	692%	231%	115%	131%	100%	
gm.Oborniki - miasto	244%	100%	222%	289%	267%	233%	322%	278%	244%	300%	222%	256%	444%	211%	111%	78%	89%	
gm.Oborniki - obszar wiejski	1275%	1250%	1600%	1750%	1100%	1125%	1450%	1775%	900%	1075%	1175%	850%	1250%	275%	125%	250%	125%	
Powiat poznański	496%	456%	514%	508%	494%	569%	557%	539%	444%	346%	357%	328%	414%	247%	192%	145%	115%	
gm.Czerwonak	289%	314%	321%	296%	304%	346%	461%	429%	446%	286%	314%	339%	550%	229%	107%	143%	86%	
gm.Murawańska Goślina	544%	433%	467%	489%	756%	600%	878%	722%	467%	522%	522%	556%	1044%	367%	389%	167%	144%	
gm.Murawańska Goślina - miasto	271%	214%	200%	200%	414%	257%	429%	443%	243%	300%	429%	357%	600%	243%	243%	157%	143%	
gm.Murawańska Goślina - obszar wiejski	1500%	1200%	1400%	1500%	1950%	1800%	2450%	1700%	1250%	1300%	850%	1250%	2600%	800%	900%	200%	150%	
gm.Rokietnica	686%	645%	768%	764%	727%	918%	991%	1059%	677%	464%	586%	491%	486%	255%	168%	136%	95%	
gm.Suchy Las	118%	96%	105%	156%	160%	171%	176%	160%	169%	142%	133%	185%	195%	167%	111%	96%	79%	
gm.Tarnowo Podgórne	267%	256%	273%	285%	288%	423%	483%	350%	292%	202%	242%	250%	283%	198%	161%	108%	109%	
Powiat szamotulski	659%	447%	537%	584%	439%	578%	320%	539%	351%	345%	329%	273%	400%	124%	80%	63%	59%	
gm.Szamotuly	973%	582%	755%	1027%	573%	773%	545%	627%	473%	473%	327%	309%	409%	145%	100%	118%	82%	
gm.Szamotuly - miasto	450%	450%	550%	833%	450%	450%	567%	600%	417%	433%	367%	383%	483%	200%	150%	167%	67%	
gm.Szamotuly - obszar wiejski	1600%	740%	1000%	1260%	720%	1160%	520%	660%	540%	520%	280%	220%	320%	80%	40%	60%	100%	

Rysunek 31. Wykres: Stosunek liczby oddanych budynków mieszkaniowych w wybranym roku w porównaniu z rokiem 1998, Przygotowano na podstawie danych z: Dostęp dn.: 2015.10.11, Źródło: Baza danych lokalnych, <https://geo.stat.gov.pl/imap/>.

Wnioski płynące z analizy powyższych danych otwierają problematykę odpowiedniego odniesienia liczby oddanych do realizacji budynków w danym roku lub na przestrzeni jakiegoś czasu do specyfiki danej lokalizacji. Takie działanie ma na celu zbudowanie miary pozwalającej na weryfikację, czy zasoby mieszkaniowe, w szczególności domów jednorodzinnych, w poszczególnych gminach na terenie aglomeracji poznańskiej rozwijają się z różną prędkością. Przy ewentualnym stwierdzeniu, że rozbieżności te są znaczące, kolejny krok polegałby na wyjaśnieniu tych dysproporcji w odniesieniu do ogólnej specyfiki danej gminy, w szczególności zarysowanych wcześniej potencjalnych zmiennych objaśniających w tym odległości od centrum aglomeracji, walorów przyrodniczych, dostępności strategicznych usług oraz obsługi infrastrukturalnej. Szczególne istotne jest także porównanie obszarów o zbliżonej specyfice celem ogólnej weryfikacji skali zmienności nie wynikającej z powyższych parametrów jednostki administracyjnej. Ostatecznie, zmienna zbudowana poprzez odniesienie liczby budynków do przyjętej miary, oprócz pomocy w poszukiwaniu wpływu poszczególnych czynników lokalizacyjnych, bezpośrednio wykorzystana może być w badaniu objaśniającym lub posłużyć jako wyznacznik dla ewentualnych działań progностycznych, gdyż szacowana liczba budynków mieszkalnych oddanych do użytkowania w danej gminie jest jednym z podstawowych aspektów długofalowej prognozy³⁷⁴.



	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
POLSKA	0,9	0,8	0,8	1,0	1,3	2,9	1,6	1,6	1,5	1,8	2,1	1,9	1,8	1,8	2,0	2,0	1,9	2,0
ŁÓDZKIE	1,0	0,7	0,8	1,1	1,3	3,0	1,5	1,4	1,3	1,6	1,9	1,4	1,6	1,6	1,8	1,8	1,8	1,8

³⁷⁴ Op. cit. Dz.U. 2003 nr 80 poz. 717, min. s.,13,42.

MAZOWIECKIE	1,4	1,1	1,2	1,3	1,5	2,9	2,0	2,0	2,0	2,3	2,7	2,5	2,3	2,2	2,3	2,3	2,1	2,2
MAŁOPOLSKIE	1,5	1,3	1,3	1,3	1,8	5,8	1,8	1,8	1,6	2,2	2,5	2,2	2,1	2,2	2,4	2,4	2,3	2,4
ŚLĄSKIE	0,7	0,7	0,8	0,9	1,2	2,5	1,5	1,3	1,3	1,6	1,8	1,5	1,5	1,5	1,5	1,7	1,5	1,6
LUBELSKIE	0,8	0,6	0,5	0,7	0,8	2,0	1,4	1,5	1,4	1,8	2,1	1,6	1,6	1,8	1,9	1,8	1,7	1,8
PODKARPACKIE	1,1	1,0	1,0	1,0	1,6	4,7	1,9	1,6	1,6	2,1	2,2	1,7	1,8	2,0	2,1	2,2	2,2	2,4
PODLASKIE	1,0	0,8	0,8	0,8	1,2	2,0	1,4	1,4	1,4	1,7	2,3	1,5	1,7	1,8	1,9	1,7	1,9	2,0
ŚWIĘTOKRZYSKIE	0,8	0,8	0,8	0,9	1,5	3,1	1,1	1,0	1,0	1,4	1,6	1,0	1,1	1,5	1,6	1,7	1,7	1,9
LUBUSKIE	0,9	0,8	0,7	0,9	1,2	2,3	1,7	1,7	1,5	1,6	2,0	1,9	1,8	1,7	1,9	1,7	1,6	1,7
ZACHODNIOPOMORSKIE	0,5	0,6	0,6	0,8	1,0	1,5	1,3	1,4	1,1	1,3	1,6	1,7	1,8	1,7	1,8	1,8	1,6	1,6
DOLNOŚLĄSKIE	0,6	0,5	0,5	0,6	0,8	2,1	1,1	1,1	1,0	1,2	1,7	1,8	1,7	1,6	2,0	2,0	2,0	1,9
OPOLSKIE	0,5	0,4	0,4	0,5	0,7	1,9	0,7	0,7	0,8	1,0	1,3	1,0	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3	1,3
KUJAWSKO-POMORSKIE	0,7	0,6	0,7	0,8	1,0	2,2	1,3	1,3	1,2	1,6	1,9	1,8	1,6	1,7	1,8	1,9	1,8	1,8
POMORSKIE	0,9	0,9	0,9	1,1	1,5	3,8	1,8	1,9	1,6	2,1	2,4	2,4	2,2	2,1	2,3	2,3	2,1	2,2
WARMIŃSKO-MAZURSKIE	0,6	0,5	0,5	0,7	0,9	2,2	1,5	1,5	1,3	1,5	1,9	1,5	1,6	1,6	1,8	1,7	1,5	1,5
WIELKOPOLSKIE	0,9	0,7	0,8	1,0	1,5	2,8	2,0	2,1	1,9	2,4	2,8	2,3	2,4	2,3	2,5	2,5	2,3	2,6
Powiat obornicki	0,7	0,4	0,5	0,5	0,8	2,3	1,6	1,8	1,8	1,5	2,6	2,5	1,6	2,0	2,9	2,4	1,7	2,2
gm.Oborniki	0,4	0,4	0,5	0,5	1,0	2,9	1,8	2,1	2,2	1,8	3,0	2,7	2,0	2,1	2,9	2,5	1,8	2,2
gm.Oborniki - miasto	0,5	0,5	0,4	0,6	1,1	2,2	1,3	1,1	1,5	1,2	1,4	1,6	1,1	1,3	1,4	1,1	0,5	1,2
gm.Oborniki – o. wiejski	0,3	0,4	0,8	0,4	0,8	3,8	2,5	3,4	3,1	2,6	5,0	4,0	3,1	3,0	4,7	4,3	3,3	3,3
Powiat poznański	2,0	2,2	2,8	3,6	4,6	7,5	5,8	6,2	5,8	7,3	8,6	8,7	8,6	7,3	7,3	7,3	6,3	6,7
gm.Czerwonak	1,4	1,1	1,9	1,4	2,9	6,8	4,1	3,7	3,3	5,1	4,8	5,1	3,7	3,2	3,1	3,4	3,3	3,0
gm.Murowana Goślina	0,6	0,9	1,0	2,3	2,2	6,1	3,2	3,0	3,0	2,6	4,0	4,9	3,3	4,1	2,6	2,5	2,3	2,9
gm.Mur Goślina - miasto	0,7	1,0	1,1	1,7	1,7	4,2	2,5	3,0	2,1	1,7	3,0	2,9	1,7	2,8	1,3	1,3	1,4	1,8
gm.Mur Goślina- o. wiejski	0,4	0,6	0,8	3,4	3,0	9,4	4,5	3,0	4,6	4,3	5,8	8,3	5,9	6,3	4,8	4,5	3,8	4,8
gm.Rokietnica	3,0	2,7	3,9	4,7	7,0	12,8	12,4	14,0	10,5	14,5	21,3	18,6	16,1	12,0	12,1	11,6	9,4	9,6
gm.Suchy Las	10,5	7,4	8,6	9,5	13,6	15,2	13,8	9,4	9,6	11,1	10,2	10,9	10,5	9,6	9,1	6,0	5,4	6,5
gm.Tarnowo Podgórne	4,8	4,6	4,4	6,5	7,8	10,9	9,3	8,7	7,0	9,8	11,4	15,2	12,9	8,5	8,3	7,7	7,0	7,1
Powiat szamotulski	0,6	0,3	0,4	0,5	0,7	2,3	1,6	1,9	2,0	2,0	3,0	1,8	3,2	2,4	3,2	2,9	2,4	3,6
gm.Szamotuły	0,4	0,3	0,5	0,4	0,6	1,6	1,2	1,3	1,8	1,8	2,4	2,1	2,9	2,1	3,8	2,8	2,2	3,6

Tabela 11. Liczba zrealizowanych budynków jednorodzinnych w badanym roku na 1000 mieszkańców w danym obszarze. Przygotowano na podstawie danych z: Baza danych lokalnych, Dostęp dn.: 2015.12.11, Źródło: Baza danych lokalnych, <https://geo.stat.gov.pl/imap/>.

Wśród rozpatrywanych miar odniesienia dla liczby zrealizowanych budynków mieszkalnych jako jedna z propozycji wybrana została liczba mieszkańców w danej gminie, gdyż odzwierciedla ona w pewnym stopniu rozwój danego obszaru, a ponadto liczba osób pozwala w przybliżeniu określić łączną wielkość siedlisk rozumianych w tym wypadku jako przestrzeń zamieszkała. Co więcej, jest to także wartość liczbowa, którą z dużą dokładnością można określić w danym roku. W poniższych rozważaniach wartość ta będzie nazywana w uproszczeniu „liczbą realizacji na 1000 mieszkańców”, którą to wartość zdefiniować można wzorem.

$$T = \frac{B_i}{M_i}$$

T – liczbą realizacji na 1000 mieszkańców (budynków mieszkaniowych,

brak danych o domach jednorodzinnych, ale ogólny ich udział to ponad 97%, więc powyżej granicy istotności stat.),

B_i – liczba budynków mieszkaniowych oddanych w roku i na danym obszarze,

M_i – liczba mieszkańców w roku i na danym obszarze.

Równanie 11. Liczba budynków mieszkalnych zrealizowanych w danym roku na 1000 mieszkańców na danym przyjętym obszarze.

Pewnym problemem tego ujęcia jest zaniżony współczynnik dla gmin o dużym zaludnieniu, w którym nawet stosunkowo duża liczba inwestycji znacząco nie zmienia proporcji, co sprawia znaczący

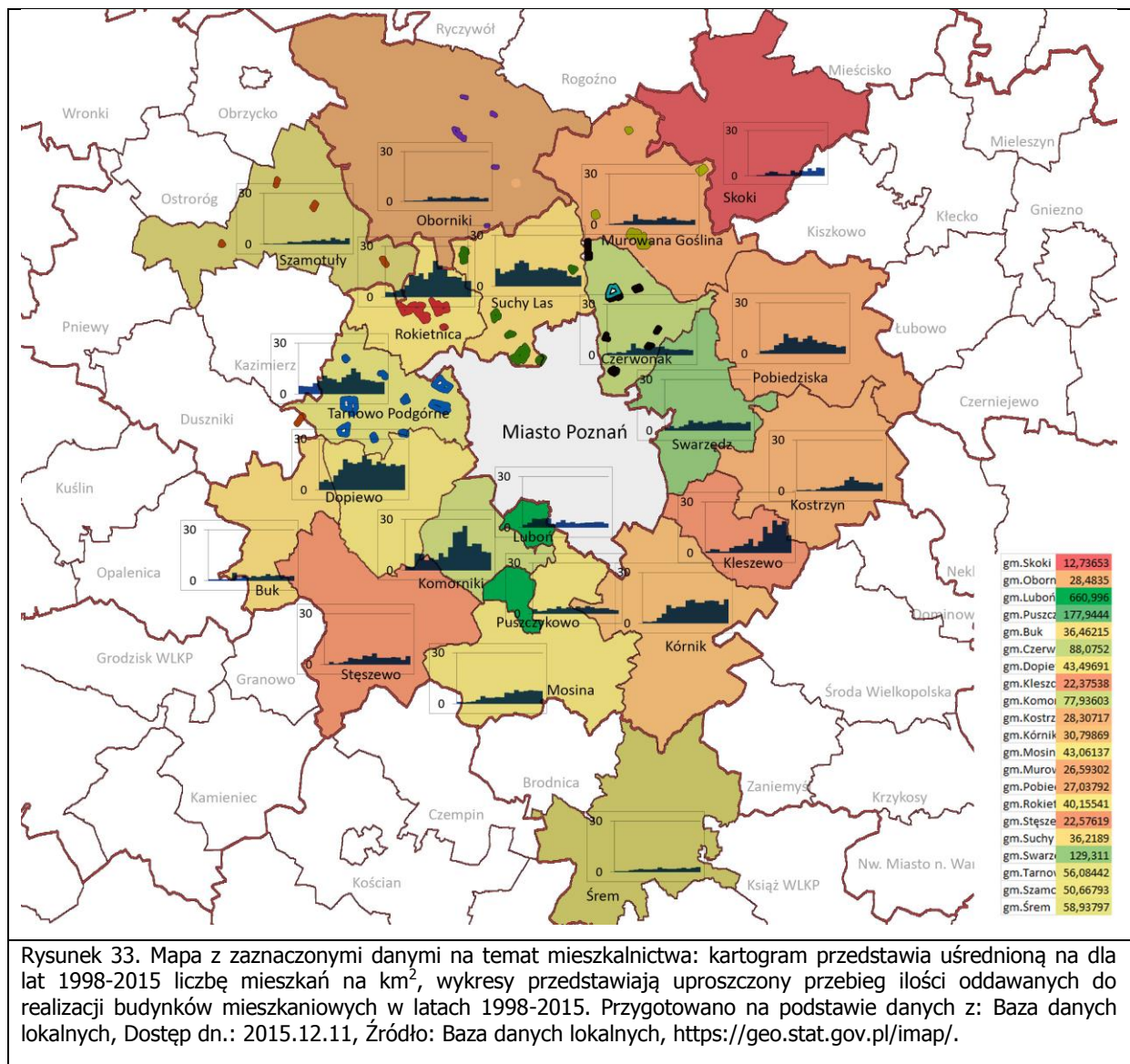
problem przy bezpośrednim jej umieszczeniu w docelowym badaniu objaśniającym, jednakże określenie tego parametru może stanowić istotną ramę porównawczą dla poszczególnych województw. Zamieszczony powyżej wykres (Rys. 32) pozwala stwierdzić, że także w przeliczeniu na 1000 mieszkańców rozwój poszczególnych województw jest skorelowany, chociaż bezwzględne wartości różnią się znacząco. Średnio na przestrzeni tych osiemnastu lat liczba realizacji na 1000 mieszkańców wyniosła w skali Polski 1,65, przy czym najwięcej w roku 2003, tj. 2,9, a najmniej w roku 1999, gdyż zaledwie 0,8. Zasadniczo na przestrzeni lat zaobserwować można wzrost tej wartości, przy czym jej opis przy pomocy funkcji liniowej gwarantuje niski współczynnik dopasowania, wspomniany wcześniej R^2 równy około 0,4, natomiast nieznacznie lepiej opisuje ją funkcja logarymiczna, dla której wartość R^2 wynosi 0,48. Oczywiście po usunięciu skrajnego pomiaru w roku 2003 parametry te są zdecydowanie wyższe i wynoszą odpowiednio dla liniowej 0,8, a dla logarymicznej 0,83. Porównanie poszczególnych województw pozwala na podzielenie ich na 3 podstawowe kategorie. Najgorzej rozwijający się według przyjętych zasad pierwszy zbiór ma tylko jeden element, województwo opolskie ze średnią liczbą realizacji na 1000 mieszkańców w latach 1998-2015 równą 0,98. Kolejna grupa mieści się w przedziale nieznacznie poniżej średniej krajowej $<1,35; 1,53>$ i składa się z największej liczby, bo aż 10. Ostatnia natomiast, do której należy Wielkopolska, to pięć najszybciej rozwijających się (w tym ujęciu) województw, dla których omawiana wartość mieści się w przedziale $<1,89; 2,16>$. Według tych danych obszarowi opracowania najbliższe do województw: małopolskiego, mazowieckiego, podkarpackiego i pomorskiego. Zastanawiająca jest tak duża przepaść pomiędzy poszczególnymi grupami, większa niż zakres ich przedziałów. Ta konkluzja stanowi pewną podstawę do odnoszenia wyników badania objaśniającego do obszarów w innych rejonach Polski. Kolejny etap rozważań dotyczy już bezpośrednio obszaru aglomeracji poznańskiej. W proporcji do województwa powiat poznański charakteryzuje 3 razy większą liczbą realizacji na 1000 mieszkańców. Można z tego wyprowadzić wniosek, zgodny z intuicyjnym osądem, że aglomeracje rozwijają się znacznie szybciej niż pozostałe obszary. Pozostaje natomiast do ustalenia, czy i w jakim stopniu tempo to jest uzależnione od położenia względem centrum aglomeracji oraz innych możliwych do ogólnego zdiagnozowania czynników takich jak między innymi aktualne zagęszczenie ludności oraz ilości zasobów mieszkaniowych w gminie.

Analiza porównawcza – skala lokalna

- liczba oddanych do użytkowania budynków mieszkalnych w przeliczeniu na 1000 osób

Zamieszczona poniżej mapa (Rys. 33) z podziałem na odpowiednie gminy w aglomeracji przedstawia dwie podstawowe informacje. W jaki sposób zmieniała się na osi czasu liczba realizacji na 1000 mieszkańców oraz ogólną liczbę mieszkań przypadających na kilometr kwadratowy w danej gminie, przy czym wartość ta uśredniona jest dla lat 1998-2015 (ogólny opis zasobów mieszkaniowych). Dodatkowa informacja wynikająca z mapy to odległość od aglomeracji. Oczywiście warunki dojazdu oraz różne wielkości jednostek terytorialnych komplikują problematykę połączenia z

centrum Poznania, jednak na potrzeby poszukiwania zmiennych do zastosowania w późniejszym badaniu ogólny opis jest wystarczający. W tym kontekście gminy podzielić można zasadniczo na bezpośrednio sąsiadujące oraz pozostałe, które oddalone są od stolicy województwa. Jedyne przypadki, które można wyróżnić to Skoki, które oddalone są o znaczną odległość i dotarcie do centrum aglomeracji wymaga przejazdu aż przez dwie gminy. Zaznaczone wykresy wskazujące liczbę budynków oddanych do realizacji na każde 1000 mieszkańców gminy. Pozwalają one zauważyć, że bezpośrednie sąsiedztwo miasta Poznania nie gwarantuje szybkiego rozwoju w ujęciu liczby budynków mieszkalnych oddanych do użytku na tysiąc mieszkańców, ale równocześnie zauważyć można, że żaden z obszarów, który nie graniczy z Poznaniem, nie może być zaliczony do najszybciej rozwijających się. Domniemywać można także istnienie negatywnej korelacji wysokiego rozwoju zasobów mieszkaniowych w danym obszarze z tempem rozwoju według tej miary.

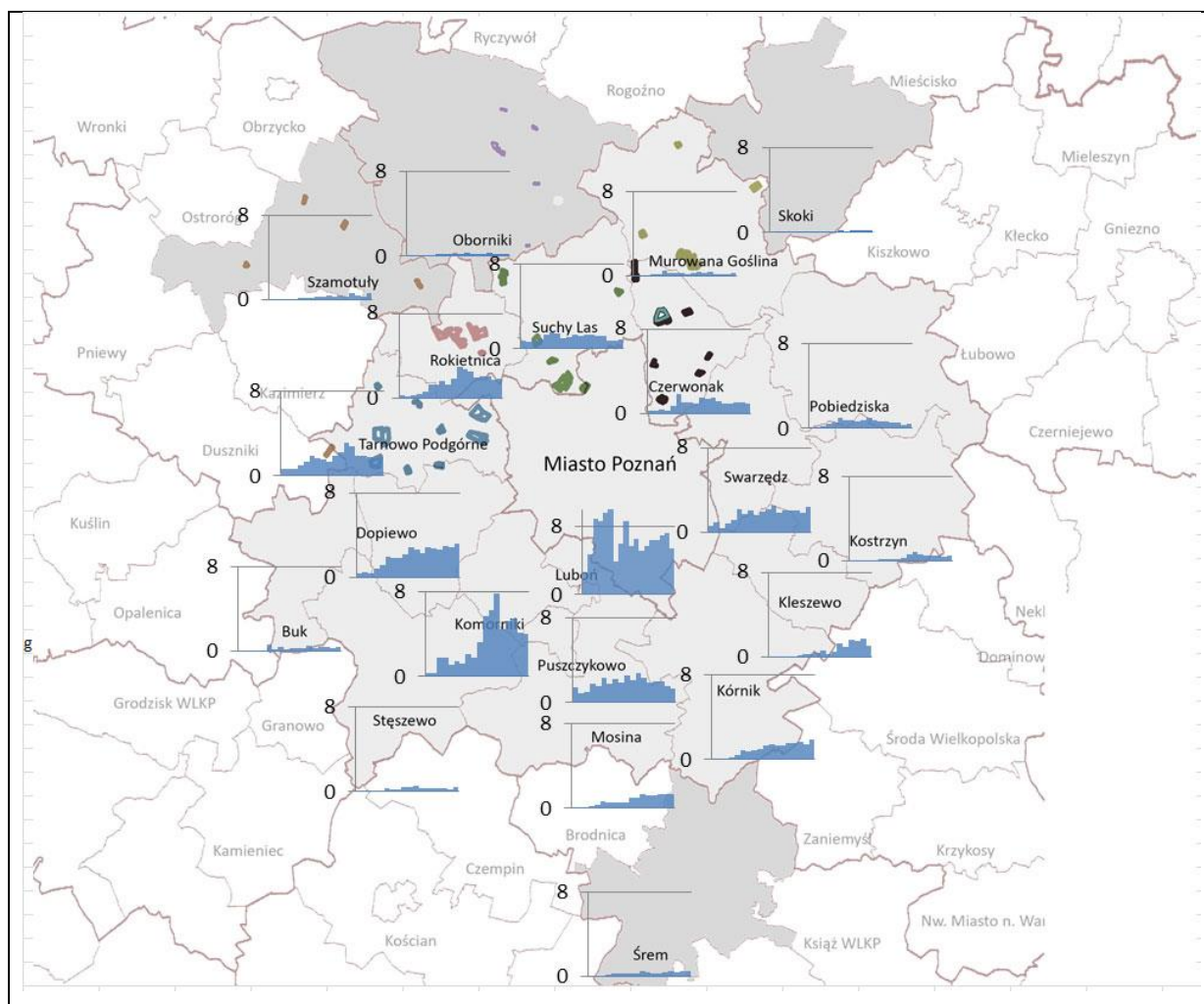


Weryfikacja tego założenia przy wykorzystaniu analizy statystycznej potwierdza przyjętą hipotezę związku pomiędzy sąsiedztwem z miastem Poznań oraz stanem rozwoju zasobów mieszkaniowych a liczbą realizacji na 1000 mieszkańców. Badanie to polegało na dopasowaniu przy pomocy metody MNK funkcji liniowej dwóch zmiennych. Pierwsza to sąsiedztwo Poznania, które opisane zostało w uproszczeniu jako zmienna dyskretna. Zasadniczo sąsiedztwo potraktowane miało być jako pomiar dychotomiczny, jednak gmina Mosina widoczna na powyższej mapie okazała się dość problematyczna w tym względzie, gdyż jej sąsiedztwo z Poznaniem trudno uznać za „pełne”. W związku z tym zastosowana została skala porządkowa wyróżniająca sąsiedztwo pełne, częściowe i brak sąsiedztwa. Drugim czynnikiem jest dostępność zasobów mieszkaniowych mierzona poprzez liczbę mieszkań na 1000 osób, uśredniona dla ostatnich 18 lat. Dane te widoczne są na mapie powyżej. Wyniki wskazują na ujemną korelację według tej miary (budynków mieszkalnych na 1000 osób) zmiennej stopnia rozwoju zasobów mieszkaniowych oraz naturalnie duży pozytywny związek występowania granicy z Poznaniem. Testy istotności statystycznej F i t są na poziomie powyżej 95% ufności, dopasowanie takiego modelu do danych rzeczywistych według omawianego wcześniej R^2 wynosi około 0,62 zarówno przy uwzględnieniu wszystkich danych, jak i odrzuceniu próbk skrajnej. Nie można w tym wypadku mówić o świetnym dopasowaniu modelu, jednak biorąc pod uwagę niezwykle złożone zagadnienie gospodarki przestrzennej jest to potwierdzenie hipotezy działania tego opisu.

- **liczba oddanych do użytkowania budynków mieszkalnych w przeliczeniu na kilometr kwadratowy**

Chociaż jako sposób określania tempa rozwoju dla województw wcześniejsza metoda przeliczania liczby powstałych budynków na liczbę mieszkańców rzuca pewne światło na tempo rozwoju, to w mniejszej skali obraz ten może nie odzwierciedlać tempa rozwoju wybranych, pojedynczych obszarów, szczególnie ze względu na charakter docelowego badania objaśniającego. Warto zatem zaproponować dodatkową skalę, która pozwoli przygotować badania objaśniające pod względem potencjalnych zmiennych objaśniających. Propozycja ta sprowadza się do przeliczenia liczby budynków oddanych do użytkowania w danym roku do całkowitej powierzchni gminy mierzonej w kilometrach kwadratowych. Pewnym problemem takiej miary jest ryzyko generowania gorszych wyników dla lokalizacji ze znaczącym udziałem obszarów chronionych, w których zabudowa skoncentrowana jest w wybranych punktach. Jeżeli jednak badania statystyczne przy ujęciu powierzchni całkowitej okażą się nie wytwarzać pełnego obrazu struktury rozwoju, to zawsze możliwe są inne warianty takie jak chociażby odniesienie do wymiaru powierzchni zurbanizowanej, co jednak jest problematyczne ze względu na wcześniejsze studia wskazujące na przewagę rozwoju terenów wiejskich pod względem liczby realizowanych domów jednorodzinnych nad obszarami miejskimi. Również uwzględnianie powierzchni wyłączonej z zabudowy stwarza pewne problemy, gdyż sprowadza diagnozę do oceny danych jakościowych. Trzeba w takim ujęciu ocenić, jakie obszary są trwale wyłączone z zabudowy. Za pierwszą kategorię można uznać tereny cenne przyrodniczo, jednak

zdefiniowanie ścisłego ograniczenia zabudowy w tym kontekście jest niezwykle trudne. Można zasadniczo wyłączyć z powierzchni całkowitej obszary objęte ochroną, jednak nie daje to pełnego obrazu. Pełniejsza ocena gruntów leśnych, zadrzewionych i zakrzewionych, wód i terenów podmokłych oraz pozostałych elementów podlegających ochronie opisane jest w pracy Ciszewskiej³⁷⁵, przy czym autorka zaznacza duże rozproszenie aktów prawnych i ich nieprecyzyjne, uznaniowe definicje. Nakłada się na to także ewentualne wykluczenie w długotrwałej prognozie, przeważnie dłuższej niż czas, jaki obowiązuje studium uwarunkowań i kierunków rozwoju w związku z uchwaleniem nowego dokumentu, pozostałych terenów, w tym gruntów rolnych, których ochrona znowu otwiera bogatą problematykę³⁷⁶. Warto na tym etapie zauważyć, że niniejsza rozprawa zasadniczo nie jest skoncentrowana na rozwoju gmin w całości, lecz na znacznie mniejszej skali, związanej ze sporządzaniem planów miejscowych, a studium gmin traktuje jako pewien kontekst i pole poszukiwania potencjalnych zmiennych w badaniu.



Rysunek 34. Kartogram z zaznaczonymi danymi na temat mieszkalnictwa: przedstawienie uśrednionej dla lat

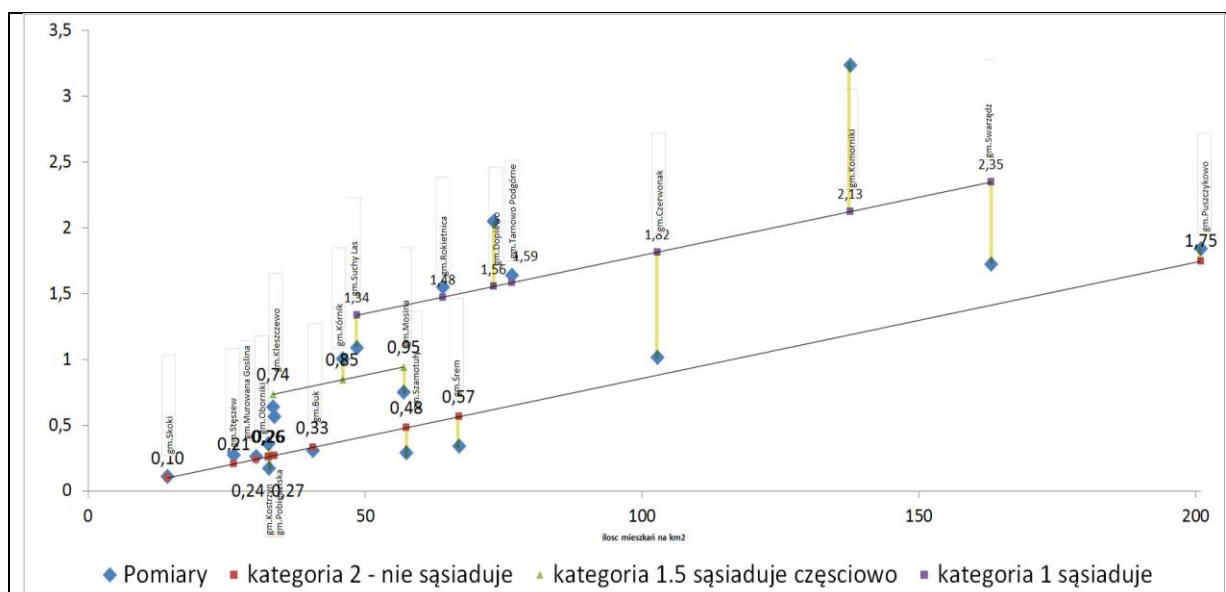
³⁷⁵ Ciszewska, A.: 2008, Zachowanie terenów cenny przyrodniczo w kształtowaniu struktury krajobrazu na poziomie miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego, *Problemy Ekologii Krajobrazu*, Tom 21, s. 239-250.

³⁷⁶ Bielska, A., Turek, A., Maciejewska, A. i Bożym, K.: 2015, Problematyka ochrony gruntów rolnych w procesie suburbanizacji, infrastruktura i ekologia terenów wiejskich, *Nr IV/1/2015, Polska Akademia Nauk, Oddział w Krakowie*, s. 1035–1045.

1998-2015 ilość mieszkań na km², wykresy przedstawiają uproszczony przebieg ilości oddawanych do realizacji budynków mieszkaniowych w latach 1998-2015.

Przygotowano na podstawie danych z: Baza danych lokalnych, Dostęp dn.: 2015.12.11, Źródło: Baza danych lokalnych, <https://geo.stat.gov.pl/imap/>.

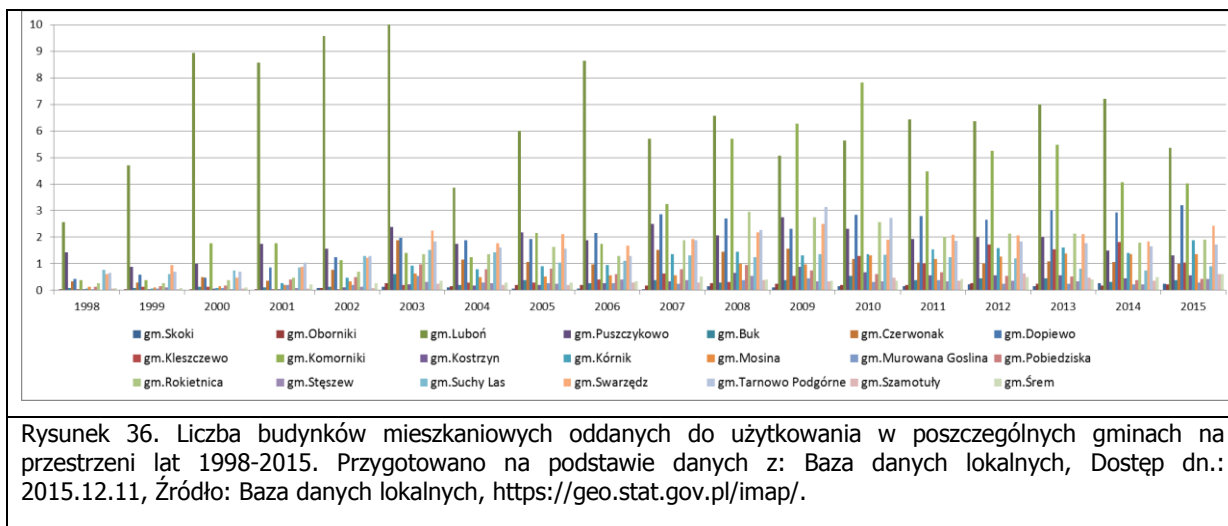
Na powyższej mapie silnie zarysowuje się związek pomiędzy odległością od miasta Poznania a liczbą zrealizowanych rocznie budynków na każdy kilometr kwadratowy. Potwierdza to również analiza statystyczna, gdyż funkcja liniowa, w której zmienną niezależną jest odległość centrum gminy od centrum Poznania, uzyskała skalę dopasowania R^2 równą 0,52, natomiast przy funkcji potęgowej wartość ta wynosi 0,65, co wskazuje na bardzo silny związek pomiędzy odległością od centrum a tempem rozwoju według przyjętej miary. Według wcześniejszej miary – liczby budynków mieszkalnych na 1000 osób – sama odległość nie pozwalała na zbudowanie modelu opisującego zmienność, gdyż współczynnik dopasowania R^2 nie przekraczał 0,2. Analiza wymagała wykluczenia gminy Luboń, gdyż wartości z nią związane były skrajnie różne od pozostałych. Pozostaje jeszcze kwestia uzależnienia tempa rozwoju od drugiego z czynników, aktualnego rozwoju zasobów mieszkaniowych. W związku z przyjęciem omówionej wcześniej trójstopniowej skali porządkowej dla kategorii sąsiedowania z miastem Poznań, wyniki przedstawia poniższy wykres (Rys. 35). Druga zastosowana zmienna to liczba mieszkań na km².



Rysunek 35. Weryfikacja modelu funkcji liniowej opisującej średnią liczbę budynków mieszkaniowych na 1000 osób oddanych do użytku w latach 1999-2015. Model oparty o dwie zmienne: ilość mieszkań na km² (średniej dla danego okresu) oraz kategorię sąsiedztwa z miastem Poznań. Przygotowano na podstawie danych z: Baza danych lokalnych, Dostęp dn.: 2015.12.11, Źródło: Baza danych lokalnych, <https://geo.stat.gov.pl/imap/>.

Dopasowanie R^2 tego modelu wyniosło aż 0,77, co jest relatywnie dobrym wynikiem, biorąc pod uwagę materiał badawczy. Stwierdzić można dodatnie korelacje obu czynników: warunku sąsiedowania z miastem i liczby mieszkań na km². Przedstawiony powyżej wykres (Rys. 35) ukazuje

oczywiście rozbieżności pomiędzy modelem a rzeczywistością. Jest to nieuniknione, gdyż przedstawione równanie funkcji liniowej pomija mnóstwo aspektów, w tym chociażby zasoby przyrodnicze lub uwarunkowanie historyczne. Równocześnie w tak złożonym systemie jak rozwój przestrzenny, nawet przy dużej liczbie zmiennych spodziewać się można pewnych odchyień.



Wnioski i wytyczne

Studium zawarte w powyższych akapitach wskazuje na zależność pomiędzy odległością od centrum aglomeracji a ogólnym tempem rozwoju zabudowy mieszkaniowej, ze szczególnym uwzględnieniem jednorodzinnej. Jest to konkluzją zasadniczo pokrywająca się z powszechną opinią, która jednak zdecydowanie wymagała sprawdzenia, a przede wszystkim określenia konkretnej miary. Niewątpliwie odległość ta jest jedną ze zmiennych, której wpływ zostanie zweryfikowany w badaniu objaśniającym. Druga istotna zależność zarysowana została poprzez wpływ dostępnych zasobów mieszkaniowych, który okazał się w powyższym badaniu dodatni. Bezpośrednio w ścisłym odniesieniu do obszarów objętych miejscowym planem zagospodarowania przestrzennego, nie pozwala to na wyprowadzenie określonych wniosków, jednak skłania to do poszukiwania związku pomiędzy ogólnym rozwojem obszaru a popytem na działki budowlane pod zabudowę jednorodziną. Liczba mieszkań przypadających na km² w danej gminie nie musi być wprost zinterpretowana jako jedna ze zmiennych, szczególnie że jest to wartość silnie skorelowana z innymi, w tym odległością od centrum metropolii, a użycie tak ściśle skorelowanych parametrów we właściwym badaniu jest problematyczne z perspektywy sformułowania tezy i właściwej oceny wpływu poszczególnych uwarunkowań. Jednakże interpretacja zilustrowanej na wykresie (Rys. 35) zależności sprowadzona może być do próby eksploracji poszczególnych aspektów rozwoju szacowanego poprzez liczbę mieszkań na kilometr kwadratowy. Oczywiście na podstawie wspomnianego wykresu nie można jednoznacznie stwierdzić, które z aspektów związanych z zagęszczeniem zabudowy jednorodzinnej warunkuje rozwój, jednak pozostawia to pole do poszukiwań w tym obszarze dla właściwego badania objaśniającego, wszak w gminie o dużym zagęszczeniu domniemywać można lepszy dostęp do obiektów usługowych, oświaty, kultury i rekreacji, a także lepiej rozwiniętą infrastrukturę komunikacyjną i techniczną. Oczywiście

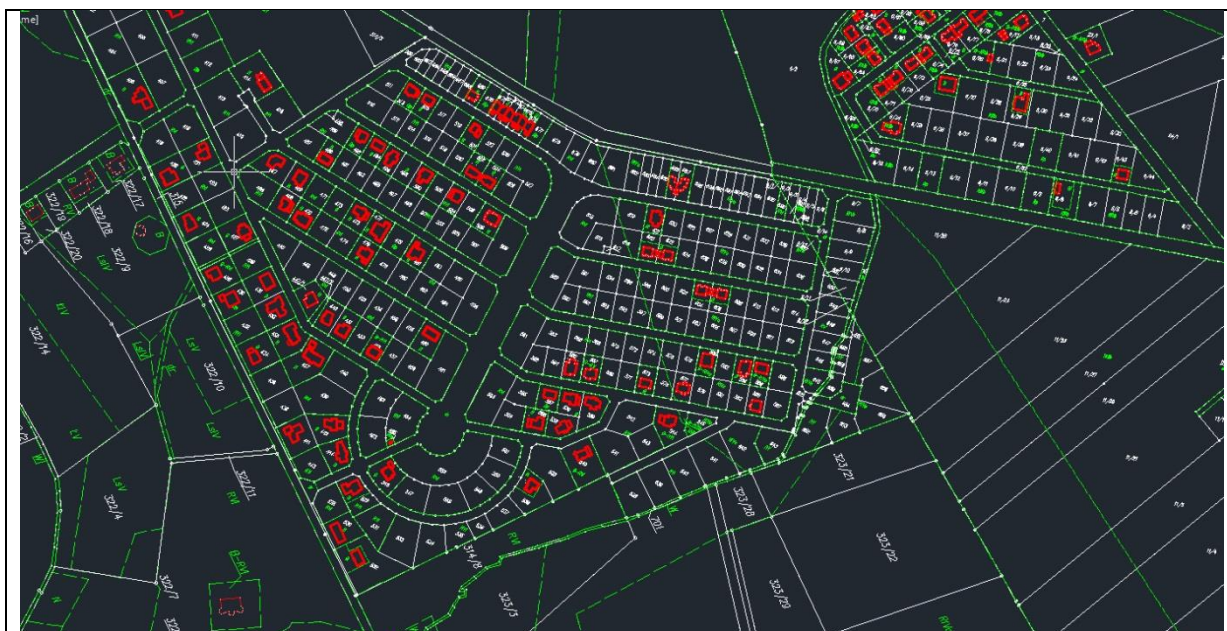
prócz takiego domniemania możliwy jest bezpośredni pomiar, jednak dokonany on zostanie w odniesieniu do podstawowego tematu badania, konkretnych obszarów objętych MPZP, zamiast dla całości gmin. Kolejna kwestia dotyczy bezpośredniego wykorzystania danych o rozwoju gminy w badaniu objaśniającym. Duże zróżnicowanie w tempie rozwoju poszczególnych obszarów skłania do uznania tej koncepcji za perspektywiczną, co więcej pozwala ono do pewnego stopnia na przeniesienie wyników badań na inne obszary, a przynajmniej to ułatwia. Co więcej, odnoszą się do gminy, jako do jednostki terytorialnej inne dokumenty planistyczne i działania analityczne, które stanowią ramę dla budowania efektywnej prognozy. Pewnym problemem jest relatywnie duża powierzchnia, w stosunku do miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego i jego bezpośredniego sąsiedztwa. Przypuścić można, że poszczególne obszary w jednej gminie rozwijać się mogą z różną prędkością. Dodatkowo pojawia się problematyka korelacji pomiędzy odległością od centrum a tempem rozwoju gminy, która mogłaby narzucić rezygnację z jednej z tych zmiennych w poszczególnych analizach, ewentualnie traktowanie ich jako alternatywy. Możliwe jest także bazowanie na danych EGiB i przyjęcie innych obszarów, np. obrębów ewidencyjnych, jednak wymagałoby to każdorazowego korzystania do zastosowań prognostycznych z zasobów licencjonowanych oraz odrywałoby analizę od dostępnych dla gminy opracowań prognostycznych. Co więcej weryfikacja udostępnionych danych z zasobu EGiB przeprowadzona w pracy w podrozdziale poświęconym opisowi materiału badawczego skłania do ostrożnego traktowania tych informacji, jeśli odnoszone są do mniejszego obszaru niż gmina. Co się tyczy danych porównawczych dla województwa Wielkopolskiego, a w szczególności aglomeracji poznańskiej i pozostałych województw, korelacja przebiegu zmienności tempa rozwoju w odniesieniu do 1000 mieszkańców wskazuje, że rynek budownictwa mieszkaniowego podlega analogicznym procesom. Generalnie zauważyć można, że w tym ujęciu wielkopolska należy do grupy najdynamiczniej rozwijających się województw i poszukiwanie podobieństw w innych lokalizacjach byłoby łatwiejsze właśnie w odniesieniu do tej grupy. Zestawione powyżej dane pozostawiają pytanie o przyszłość rynku mieszkaniowego oraz kształtującego się na nim uwarunkowań dotyczących wyboru odpowiedniej formy budownictwa jednorodzinnego lub wielorodzinnego oraz wpływu poszczególnych uwarunkowań na tempo rozwoju danego obszaru. Foryś³⁷⁷ w swoim opracowaniu oprócz zmian ilościowych wynikających z demografii, wskazuje przede wszystkim na zmiany jakościowe dotyczące mieszkalnictwa. Dowodzi także, że struktura demograficzna oraz preferencje osób w wieku okołoemerytalnym powodują utrzymanie się zjawiska suburbanizacji i związany z tym ciągły rozwój budownictwa jednorodzinnego w zewnętrznych częściach aglomeracji. Niezwykle ważne w tym kontekście są studia wskazujące na zagrożenia związane z tym procesem oraz poszukujące analogii w zjawiskach na przykładach wybranych miast ze Stanów Zjednoczonych Ameryki Północnej, w tym Detroit, oraz zachodniej Europy, gdzie przebieg podobnych tendencji, według danych statystycznych rozpoczął się odpowiednio wcześniej, a dzisiaj

³⁷⁷ Foryś, I.: 2010, Przesłanki demograficzne potrzeb mieszkaniowych i ich wpływ na przyszłość rynku mieszkaniowego w Polsce, *Świat Nieruchomości*, 2(72), s. 28-35.

obserwować można jego skutki³⁷⁸. Dodatkowym czynnikiem przesłaniającym obraz przyszłości jest znaczący wpływ określonej agencji państwowej (bądź jej braku) na rynek mieszkaniowy i gospodarkę wraz z demografią ogólnie^{379,380}.

4.3. Typologia i kształtowanie układu zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej

Cechy związane z organizacją układu przestrzennego osiedla, z którego wynika podział obszaru na działki, ogólny bilans poszczególnych powierzchni i przewidywana liczba budynków, są istotnym elementem badania i potencjalnych zastosowań, gdyż podstawową wartością objaśnianą w badaniu jest opisany we wstępie „stopień rozwoju”. Zasadniczo określa on wyrażony w procentach stosunek zagospodarowania obszaru, co oznacza zrealizowaną liczbę budynków do przewidzianej w miejscowym planie zagospodarowania przestrzennego liczby budynków.



Rysunek 37. Przykład nietypowego podziału na działki obszaru zabudowy mieszkaniowej w gminie Rokietnica, na obszarze podlegającym wdrożeniu. Źródło: opracowanie własne.

Działanie takie ma na celu stworzenie wspólnej miary dla różnych typów i układów zabudowy, a także występujących w planach skrajnie różnych arealów działek. Naturalnie w oparciu o ten procent wyprowadzić można określoną liczbę budynków, a w oparciu o przedstawione w powyższym podrozdziale dane statystyczne przewidywane parametry zabudowy, w tym zużycie mediów. Oczywiście samo rozwiązanie układu ulic może być różne i zależne od czynników lokalnych, jednak w praktyce różnica ta zależy od indywidualnych decyzji na etapie projektu szczegółowego, zatem z punktu widzenia konstruowania analizy istotne jest ustalenie wariantu, który pozwala na ustalenie,

³⁷⁸ Czarnecki, B.: 2011, Przejawy i konsekwencje depopulacji polskich miast. Zarys problemu, *ARCHITECTURAE et ARTIBUS* - 4/2011, s. 17-19.

³⁷⁹ Nykiel, L.: 2008, Kierunki rozwoju i przekształceń rynku mieszkaniowego w Polsce, *Studia i Materiały Towarzystwa Naukowego Nieruchomości*, 2(16), s. 82-84.

³⁸⁰ Kucharska-Stasiak, E.: 2008, Ewolucja modelu polityki mieszkaniowej w Polsce, *Studia i Materiały Towarzystwa Naukowego Nieruchomości*, 1(16), s. 22-26.

jaka jest możliwość maksymalnego wysycenia obszaru. Niezależnie od wyboru samej typologii budownictwa jednorodzinnego, obiektu wolnostojącego, w zabudowie bliźniaczej, szeregowej lub atrialnej, oraz określenia wielkości działki według parametrów skrajnych lub uśrednionych, możliwe jest przeprowadzenie analizy geometrycznej proponującej podział działek i rozplanowanie ulic, co dzięki wykorzystaniu narzędzi komputerowych może być całkowicie zautomatyzowane i nastawione zadaniowo na rozkład standardowy lub zapewniający wartość maksymalną lub minimalną danej cechy, na przykład powierzchni ulic lub liczby obiektów. Dokonanie takiej analizy geometrycznej uzasadnione jest dociekaniem możliwymi do odnalezienia w literaturze naukowej dotyczącymi szacunków wykorzystania terenu i mierników oraz wzorów matematycznych z nimi związanych, czego koronnym przykładem jest zastosowanie współczynnika „wartości” figury³⁸¹, a także komputerowych metod symulacji zagospodarowania przestrzennego i podziału na działki^{382 383}. Wspomniane metody są istotne w kontekście wykorzystanego w podrozdziale 6.1., a wcześniej opisanego w podrozdziale poświęconym wybranym metodom pracy z materiałem badawczym 5.3. algorytmu szacującego liczbę działek budowlanych w zabudowie jednorodzinnej na danym obszarze według regulacji MPZP. Na tym etapie warto zwrócić uwagę na uzasadnienie poszukiwania modelu symulacyjnego dla podziału działek. Otóż badanie objaśniające dotyczy obszarów objętych MPZP, na których przewidziana jest lokalizacja zwartego układu zabudowy jednorodzinnej. Uchwały, poza nielicznymi wyjątkami zwykle procedowanymi przed wejściem w życie ustawy z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym, zawierają projekt osiedla z zaznaczonymi podziałami na działki i wrysowanymi budynkami. Stanowi to pewne pole wyjścia do oszacowania, jaka liczba budynków przewidziana jest w planie do zrealizowania na danym terenie, jednak w pewnych przypadkach podział ten warto poddać weryfikacji, szczególnie jeśli dokument dopuszcza różne warianty podziału, a konkretny przykład będący załącznikiem zakłada podział na działki znacząco większe niż wynikające z ograniczeń planu. W owym badaniu, opartym o sprecyzowane wytyczne i udokumentowane stany rozwoju w poszczególnych latach, jest to zadanie możliwe do zrealizowania poprzez modyfikację projektu, ewentualnie stworzenie alternatywnego, a narzędzia automatyzujące taką pracę mogłyby stać się przede wszystkim pomocą w określeniu, czy zagospodarowanie należy modyfikować. Kluczowe zastosowanie algorytmów podziału odnosi się do symulacji wariantów przy sporządzaniu przyszłych planów miejscowych lub badań analitycznych poprzedzających je, szczególnie przy dużych arealach. Przyjęcie określonej wielkości i wymiarów działki oraz typologii obiektu są to decyzje, które zasadniczo zmieniają formę zagospodarowania, a równocześnie stwarzają wiele możliwości decyzyjne, więc rozwiązanie poszczególnych wariantów lub nawet ich rozważenie jest niezwykle czasochłonne.

³⁸¹ Bitner, A.: 2011, Charakterystyczny kształt działek ewidencyjnych na terenach zurbanizowanych – analiza struktury morfologicznej miast, *Acta Sci. Pol., Geodesia et Descriptio Terrarum*, 1(10), s. 23-32.

³⁸² Janssen, P. i Kaushik, V.: 2014, Plot packing, A procedure for generating well-formed street networks, red. N. Gu, S. Watanabe, H. Erhan, M. Hank Haeusler, W. Huang, R. Sosa, *Rethinking Comprehensive Design: Speculative Counterculture, Proceedings of the 19th International Conference on ComputerAided Architectural Design Research in Asia CAADRIA 2014*, s. 533–542.

³⁸³ Wickramasuriya, R., Chisholm, L. A., Puotinen, M., Nicholas Gill, N. i Klepeis, P.: 2011, An automated land subdivision tool for urban and regional planning: concepts, implementation and testing. *Environmental Modelling & Software*, 12(26), s. 1675–1684.

Wykorzystanie wyników badania objaśniającego w prognostyce wymaga jednak oszacowania liczby budynków, która wynika z przyjętego rozwiązania. Przy założeniu mniejszej dokładności można by podzielić obszar przez planowaną wielkość działek powiększoną o adekwatną wielkość pasa drogowego z ewentualną korektą powiązaną ze zwartością figury terenu. Taka aproksymacja nie uwzględniałaby jednak w żadnym stopniu warunków lokalnych (pod pojęciem tym rozumieć można zarówno kształt terenu, dostęp do dróg oraz stan prawny podziałów własnościowych i administracyjnych). Niedokładność jest jeszcze większa, jeśli chodzi o bilans powierzchni i długość odcinków koniecznych do wykonania infrastruktury. Co więcej, zastosowanie metody symulacyjnej ma dodatkową wartość badawczą, gdyż pozwoli na automatyczne określenie różnicy pomiędzy prostym ilorazem, a wygenerowanym wariantem podziału. W założeniu pracy funkcję zabudowy jednorodzinnej uznać można za podstawową oś, co wynika bezpośrednio z jej specyfiki. Jednym z elementów na to wskazujących jest zarysowany powyżej aspekt generycznej, w dużym stopniu powtarzalnej dyspozycji przestrzennej, w której w zależności od regulacji planistycznych spodziewać się można określonej puli budynków i związanej z nimi infrastruktury. Sprawia to, że w przeciwieństwie do większych inwestycji w postaci wielokondygnacyjnych obiektów efekt jest długofalowo łatwiejszy do oszacowania, a z drugiej strony pozwala na zastosowanie analizy geometrycznej, w przeciwieństwie do zabudowy wielorodzinnej, która pozwala na diametralnie różną liczbę mieszkań na jednym obszarze w zależności od uwarunkowań planistycznych, które mogą być ściśle lub zostawiać duże pole do wariantowania. Dodatkowo w ujęciu prognostycznym bardzo istotny jest charakter modelu podejmowania decyzji. W przypadku domów jednorodzinnych zdecydowaną większość stanowią inwestorzy indywidualni. Dane z pierwszego kwartału 2015 roku wskazują, że dotyczyło to 94,02% z łącznej puli 52203 oddanych do użytku budynków mieszczących mniej niż trzy mieszkania³⁸⁴. Wcześniejszy podrozdział zawiera bardziej kompleksowe studium, które jednoznacznie wskazuje, że procent domów jednorodzinnych realizowanych przez inwestora w celu późniejszego zamieszkania w nim stanowi 90,8%. W przypadku większej liczby podmiotów podejmujących decyzję na danym obszarze, a co za tym idzie, większej liczby operacji, możliwe jest zarówno skuteczniejsze wykorzystanie metod analizy danych do przygotowania zmiennych wykorzystywanych w prognostyce, jak również uzyskanie większej dokładności, więc zredukowanie błędu poprzez odniesienie do większej liczby operacji³⁸⁵.

4.4. Podsumowanie

Podsumowanie to jest syntetycznym przeniesieniem ustaleń poczynionych dotychczas w pracy na pole strategii badania. Powyższy rozdział oraz studium zawarte w poprzednich dwóch rozdziałach pozwala na dopełnienie tej strategii, której pierwszym etapem jest diagnoza problemów oraz wybór

³⁸⁴ Kobylarz, J.: 2015, Budownictwo mieszkaniowe I-III KWARTAŁ 2015 R., *Główny Urząd Statystyczny*, ISSN-0239-2178, s. 10-18.

³⁸⁵ Gajzler, M., Dziadosz, A. i Szymański, P.: 2010, Problemy wyboru metody wspomagającej podejmowanie decyzji w budownictwie, *Czasopismo techniczne, Wydawnictwo politechniki Krakowskiej*, 1-B, zeszyt 2, Rok 107, s. 72-77.

jednego z nich, który zostaje uznany za oś problemową rozprawy. Z powyższych opisów poszczególnych problemów za kluczowy uznany został poniższy: **realizowanie na dużym obszarze aglomeracji zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej o bardzo niskiej gęstości zabudowy, złym stanie infrastruktury i niskim poziomie ładu przestrzennego**. Szkodliwość i występowanie tego zjawiska przedstawiona była szerzej w rozdziale 2 i 3. Podsumować można ten negatywny wpływ takimi hasłami jak „rozlewanie się miast”, degradacja krajobrazu i środowiska naturalnego, zwiększone koszty inwestycji publicznych, niska jakość infrastruktury wpływająca na jakość zamieszkania, zwiększony ruch drogowy, degradacja obszarów wiejskich i wiele innych, wśród których niestety występuje sprzężenie zwrotne dodatnie, bowiem niedrożność komunikacji kołowej oraz dalekie dojazdy zwiększają emisję spalin, zwiększone koszty infrastruktury wpływają na olbrzymią liczbę domów niepodłączonych do sieci kanalizacyjnej, co ostatecznie wpływa na środowisko. Problem ten w cytowanej literaturze interpretowany i uzasadniany był na wiele sposobów, począwszy od poszukiwań motywacji inwestorów do przenoszenia się na obrzeża, poprzez rozwiązania prawne, a kończąc na rozwiązaniach ekonomicznych. Z uwagi na kluczowe znaczenie projektowania urbanistycznego i koncentracje na planach miejscowych za podstawową przyczynę wyszczególnionego problemu wybrany został: **Powolny rozwój obszarów objętych MPZP z przeznaczeniem terenu na funkcję mieszkaniową jednorodziną, realizacja planów miejscowych w lokalizacjach niesprzyjających wysokiej jakości zamieszkania, projekty planów niezapewniające dostatecznie wysokiej jakości zamieszkania**.

W przytoczonej literaturze wymienione zostało więcej przyczyn problemu rozpatrywanych na różnych płaszczyznach, w tym ekonomicznej, społecznej, ekologicznej i prawnej. W rozprawie wybrana za podstawową została powyższa przyczyna, gdyż jest ściśle związana z projektem urbanistycznym i zdaniem autora można jej skutecznie przeciwdziałać. Świadczą o tym przypadki uwzględnione w próbie badawczej, które rozwinęły się w bardzo wysokim stopniu. Pozostaje zatem zbadać, co uwarunkowało ten rozwój, szczególnie zwracając uwagę na cechy lokalizacji, politykę przestrzenną i projekt urbanistyczny. Oczywiście ocenę wpływu tych czynników należy poszerzyć o obraz wszystkich celów i zasad planowania przestrzennego opisanych w rozdziale 2.

Jednakże przed zaprojektowaniem odpowiedniego badania konieczny jest przynajmniej jeszcze jeden istotny krok, który sprowadza się do pytania, w jaki sposób badania naukowe mogą pomóc w przeciwdziałaniu wymienionej przyczynie problemu? We wstępie, w podrozdziale [1.2] przedstawiona została pula celów ogólnych i cel podstawowy. Obie te grupy polegają przede wszystkim na dostarczeniu informacji na podstawie badań oraz stworzeniu narzędzi analitycznych wspomagających projektowanie urbanistyczne i planowanie przestrzenne. Dla utrzymania porządku wyszczególnić można dwa podstawowe sposoby, w jakie badania zawarte w rozprawie mogłyby przeciwdziałać przyczynie problemu: (1) **objaśnienie procesów i dostarczenie wiedzy**. (2) **Stworzenie analiz i narzędzi analitycznych do wykorzystania w procesie projektowym**.

Dalsza część rozprawy opisuje proces realizacji tych postulatów poprzez przeprowadzenie badania, a następnie odniesienie go do tkanki przestrzennej, by ostatecznie zaproponować koncepcję

wspomagania procesu projektowego w oparciu o autorski model regresji i dokonać walidacji na trzech projektach.

5. Struktura metodyczna badania

5.1. Kontekst metodologiczny – ujęcie problemu w badaniu

W poniższym rozdziale połączone są dwa porządki opisu. Pierwszy, nadrzędny zakłada uszeregowania działań w formie chronologicznej na poszczególne etapy badania. W ramach tych etapów zastosowany jest drugi porządek, wewnętrzny. Polega on na opisaniu wykorzystanych metod, technik i narzędzi, tam gdzie jest to możliwe, wychodząc od charakterystyki metod, następnie wykorzystanych technik, a kończąc zestawieniem użytych narzędzi.

5.2. Metoda pracy z materiałem badawczym

5.2.1. Pozyskiwanie i przetwarzanie danych

Założeniem rozprawy jest nacisk na dane i analizy ilościowe, zatem problematyka pozyskiwania i przetwarzania danych jest niezwykle istotna. Podstawowe badanie objaśniające według przytoczonej wcześniej powyżej klasyfikacji badań określane jest jako korelacyjne. Bazuje ono na różnych rodzajach danych, które są odpowiednio przetwarzane do potrzebnych w analizie regresji informacji. Projektowanie i realizacja badania to procesy, które podlegają weryfikacji wraz z kolejnymi etapami, a niektóre pomniejsze założenia hipotetyczne zostają odrzucone. Podobnie nie wszystkie pomiary zostały wykorzystane w analizie. Część została wykluczona podczas badania regresji, inne natomiast były odrzucane już we wcześniejszych etapach. Wynikało to z założeń sformułowanych w oparciu o badania jakościowe, argumentacji logicznej i studiów przypadku, które znajdują się w pierwszych czterech rozdziałach, w których zasadniczo przeprowadzony był proces formowania i wyboru zmiennych. Dokładne kryteria wykluczenia opisane są poniżej. Przedstawione wcześniej studia literatury oraz pozostałe rozważania zawarte w rozprawie każą zwrócić uwagę na zasady pozyskiwania danych. Jest to szczególnie istotne w kontekście zjawiska zależności przestrzennych, w szczególności autokorelacji i heterogeniczności przestrzennej³⁸⁶.

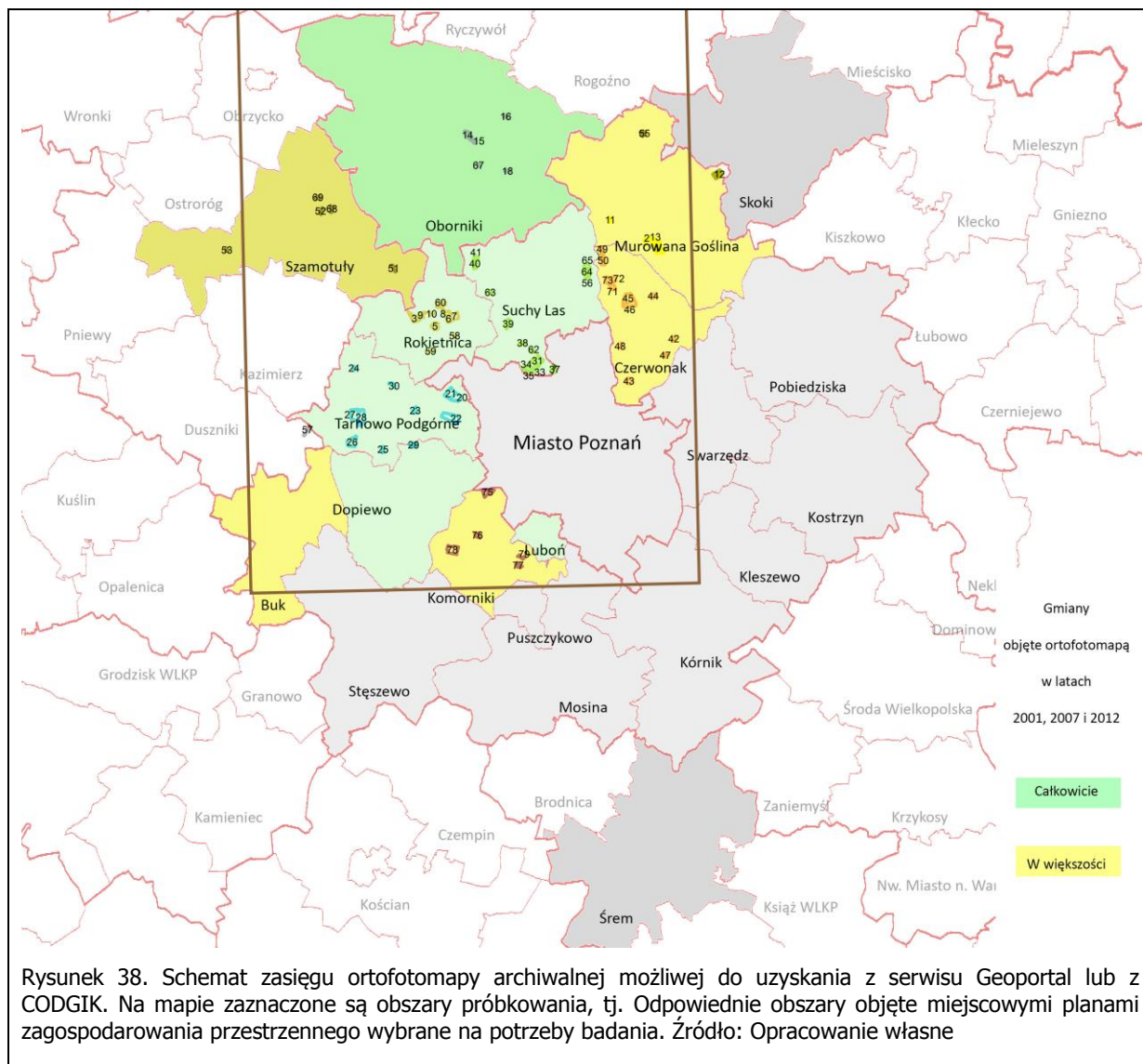
Wybór obszarów

Wybór przypadków rozumianych w tym wypadku jako obszary objęte miejscowym planem zagospodarowania przestrzennego w odpowiednich latach podlegał wstępnym ograniczeniom. Ograniczenia te miały na celu wyeliminowanie negatywnych zjawisk, które mogłyby zaburzyć tworzony model poprzez zwiększenie błędu. Poniżej przedstawione są wprowadzone założenia. Jeżeli jakiś obszar nie spełniał tych założeń, był wykluczany z materiału badawczego:

- Dostępność danych

³⁸⁶ Janc, K.: 2006: Zjawisko autokorelacji przestrzennej na przykładzie statystyki Morana oraz lokalnych wskaźników zależności przestrzennej (LISA) – wybrane zagadnienia metodyczne, red. Komornicki T., Podgórski Z., *Idee i praktyczny uniwersalizm geografii, Dokumentacja Geograficzna nr 33*, s. 76-83.

Podstawowe ograniczenie dotyczyło jakości pomiaru i miało charakter praktyczny, gdyż sprowadzało się do dostępności materiałów. Negatywna weryfikacja jakości baz danych, w szczególności EGiB, sprawiła, że informacje w nich zawarte nie mogły być jedynym źródłem wskazującym na liczbę domów oddanych do użytku w danej lokalizacji. Sam proces weryfikacji omówiony zostanie szczegółowo i na przykładzie w kolejnym podrozdziale wraz z opisem technik pomiaru zmiennej zależnej. Wykazał on, że jedynym pewnym źródłem informacji na temat budynków w danych latach były właśnie ortofotomapy. Sprawilo to konieczność włączenia innych źródeł pomiaru, w przeważającej mierze zdjęć satelitarnych. Oznaczało to wykluczenie gmin, w których dokumentacja tego typu była zbyt mała i nie sięgała dość daleko wstecz. Wśród wymienionych poniżej źródeł najistotniejszym była ortofotomapa – archiwalna udostępniona w serwisie Geoportal jako usługa przeglądania WMS, którą można wykorzystać w wielu programach, co szerzej zostanie opisane w kolejnym rozdziale. Na łączną liczbę 24 gmin w aglomeracji poznańskiej zaledwie 11 było objętych zakresem ortofotomapy z tego źródła w latach 2001, 2007 i 2011, z czego w całości tylko sześć, pozostałe wyłącznie w roku 2003, w odcieniach szarości i niższej rozdzielczości.



Gminy, w których zlokalizowane są próbki badawcze, to Oborniki, Szamotuły, Murowana Goślina, Suchy Las, Rokietnica, Czerwonak i Tarnowo Podgórne, a także gmina Komorniki. Ostatnia z wymienionych włączona została w związku z brakiem w pozostałych wymienionych gminach satysfakcjonującej liczby miejscowych planów zrealizowanych w oparciu o ustawę o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym z 2003 roku³⁸⁷. Dokumentacja sprzed 2005 roku faktycznie jest w tej gminie niepełna, jednakże wybrane z gminy Komorniki obszary objęte były planem już po tym roku. Kwestia wyboru ze względu na datę opisana jest w kolejnym akapicie. Kolejna z rozważanych gmin o nazwie Luboń znacząco odbiega wielkością i specyfiką od pozostałych gmin, co widoczne jest w zestawieniach (Rys. 34, 35) w podrozdziale 4.2.3, więc przy tej liczbie próbek została wykluczona z badania. Wybór lub odrzucenie pozostałych oparte były w większości na dostępności pozostałych materiałów takich jak baza danych GESUT. Gmina Buk bardzo słabo udokumentowana była zdjęciami w pozostałych serwisach, właściwie brakowało dla niej innych zdjęć archiwalnych sprzed 2011 roku niż wymieniony Geoportal. Przy wyborze znaczenie miało też zróżnicowanie ich charakteru, co skłaniało do odrzucenia nadmiaru gmin o podobnym charakterze, na przykład sąsiadujących bezpośrednio z Poznaniem, co oznacza, że ujęto 5 gmin sąsiadujących bezpośrednio z miastem Poznań i 3 niesąsiadujące. Decyzja taka umotywowana jest istotnością zróżnicowanie grup, z których pochodzą próbki w badaniach korelacyjnych³⁸⁸. Co więcej, w gminie Dopiewo, która wchodziła w grę jako gmina z dobrą dokumentacją, brakowało planów zrealizowanych w latach 2004-2007. Taki deficyt niekorzystnie wpływałby na ogólną proporcję planów realizowanych w oparciu o ustawę z 2003 oraz wcześniejszą.

- Minimalna wielkość obszaru

Kolejny warunek dotyczący wyboru obszarów odnosił się do minimalnej wielkości funkcji mieszkaniowej jednorodzinnej. Kategorycznie odrzucone zostały wszystkie plany miejscowe z arealem mieszkaniowym poniżej 2 ha, a te poniżej czterech włączane były w sytuacji deficytu w danej lokalizacji lub w istotnym okresie, w szczególności po roku 2004. Obszary o areale 2-4 ha nie były uwzględniane, gdy w danym obszarze i danym roku dostępne były inne plany miejscowe. Dążenie takie związane było z chęcią wyeliminowania wpływu heterogeniczności przestrzennej i czasowej. Samo wyłączenie niewielkich obszarów z badania wynika z obserwowanej zależności między wielkością próbki a jej jakością, co widoczne jest w odchyleniu reszt regresji we wnioskach badania. W zebranej próbie małe obszary rozwijały się w sposób niejednolity, gdyż w kolejnych latach liczba realizowanych budynków bywała zdecydowanie różna. Taka próbka zwyczajnie nie jest reprezentatywna, bo zrealizowane w niej zostało zbyt mało domów. W planach mniejszych niż 2 ha zbyt wiele zależało od przypadku. Przy uwzględnieniu tych warunków liczba dostępnych planów została radykalnie zmniejszona. Równocześnie bardzo duże plany, które miały powyżej 17 ha

³⁸⁷ Op. cit. Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym, Rozdział 2, Art. 14 - 37.

³⁸⁸ Op. cit. Groat, L. i Wang, D.: 2002, *Architectural Research Methods*, s. 218-219.

przeznaczonych na funkcję mieszkaniową, zostały podzielone. Dotyczyło to 6 planów i odbywało się pod warunkiem przestrzennego rozdziału odpowiednich obszarów oraz występowania na nich różnych czynników przestrzennych generujących zdecydowanie inne zmienne.

- Zmiana przeznaczenia terenu w badanym okresie

Dość częstą sytuacją jest zmiana miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego na danym obszarze. Równocześnie charakter tych modyfikacji bywał różny, dlatego ocena postępowania w takim przypadku także była zróżnicowana. Decyzja przyjęta w sprawie wykluczania takich planów była jednoznaczna i dzieliła je na dwie grupy. Jeśli dotychczasowe zasadnicze przeznaczenie terenu zostało zmienione w kolejnej uchwale, to obszar taki był wykluczany. Jeśli jednak nowe zapisy regulowały tylko kwestie drugorzędne, a obszar pozostawał dalej przeznaczony na zabudowę jednorodziną o podobnych parametrach i wielkości, to plan taki nie był wykluczany. Wynika to z aplikacyjnych aspiracji opracowania w praktyce projektowej. W momencie podejmowania uchwały nie można wykluczyć, że określone kwestie w przyszłości będą regulowane. Aż w 18 przypadkach badawczych, czyli ponad jednej piątej, wprowadzane były nowe uchwały, przy czym regulowały one pomniejsze kwestie, czego przykładem jest zmiana planu z 2001³⁸⁹ w 2004³⁹⁰ roku w obrębie ewidencyjnym Mściszewo, w gminie Murowana Goślina, gdzie postanowienia dotyczą wyłącznie usytuowania kalenicy i posadowienia parteru. Plany miejscowe, gdzie późniejsza uchwała, np. po 7 latach zmieniała przeznaczenie terenu, były wykluczane, gdyż niemożliwa dla nich była obserwacja po 5, 10 i, dla starszych MPZP, 15 latach.

- Wysoki stopień rozwoju w momencie wprowadzenia planu miejscowego

W badaniu pomijane były także próbki, w których stopień rozwoju w momencie wprowadzenia pierwszego miejscowego planu zagospodarowania był bardzo wysoki, a obszar praktycznie był już wypełniony zabudową. Wynikało to z założenia, że uchwała taka nie stanowi impulsu do rozwoju, lecz ma inne cele, na przykład zabezpieczenie przed realizacją budynków uciążliwych. Zasadniczo w takich sytuacjach zabudowa przez wiele lat kształtowana była przez inne regulacje, w tym warunki zabudowy, więc nie jest to przypadek odpowiadający tematyce pracy, która dotyczy między innymi wpływu właśnie miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego na rzeczywistość przestrzenną i jej rozwój. W ramach bardziej obrazowego opisu tego założenia i jego argumentacji przywołać można teoretyczny przykład osiedla, które jest prawie w całości zabudowane i tylko jedna dziesiąta działek rozproszonych na całym obszarze pozostała pusta. Siatka ulic jest już kompletna, większość działek wydzielona, sformułowane są wszystkie elementy kształtujące układ urbanistyczny. Wprowadzenie MPZP w takiej sytuacji nie ukształtuje struktury osiedla, gdyż ona już

³⁸⁹ Uchwała Nr 272/XXX/2001 Rady Miejskiej w Murowanej Goslinie z dnia 21 maja 2001 r.

³⁹⁰ Uchwała Nr XII/163/2004 Rady Miejskiej w Murowanej Goslinie z dnia 23 Lutego 2004 r.

jest ukształtowana, a dalsza budowa domów jednorodzinnych byłaby możliwa bez uchwały. Taka sytuacja nie stanowi przedmiotu rozprawy.

- Rok uchwały

Ostatni z warunków, niezwykle istotny, dotyczył czasu wprowadzenia planu. Początkowym celem było, aby większość próbek pochodziła z lat 2000 i 2001, co stwarzałoby możliwość obserwacji wynoszącej około 15 lat. Taki okres stwarzałby stosunkowo rozległą perspektywę obserwacji, a z drugiej strony nie odnosiłby się do zbyt odległej przeszłości. Pozostałe roczniki miały pojawiać się w coraz mniejszej liczbie wraz z oddaleniem na osi czasu od lat 2000 i 2001. Liczba planów możliwych do pozyskania w oparciu o taką zasadę była bardzo duża. Wraz z procesem badawczym, w szczególności studiów literatury, kryterium czasu zostało zmienione. Doniosłe znaczenie wprowadzenia nowej ustawy regulującej faktyczne funkcjonowanie podstawowego dla pracy instrumentu (MPZP) przypada na rok 2003. Waga tej regulacji w kształtowaniu rozwoju przestrzennego jest dowodzona w literaturze³⁹¹³⁹²³⁹³, zatem jest elementem, którego nie sposób pominąć w pracy. Równocześnie przepisy przejściowe zawarte w tej ustawie, w artykule 85 określał, że:

„Do spraw wszczętych i niezakończonych decyzją ostateczną przed dniem wejścia w życie ustawy stosuje się przepisy dotychczasowe. 2. Do miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego oraz planów zagospodarowania przestrzennego województw, w stosunku do których podjęto uchwałę o przystąpieniu do sporządzania lub zmiany planu oraz zawiadomiono o terminie wyłożenia tych planów do publicznego wglądu, ale postępowanie nie zostało zakończone przed dniem wejścia w życie ustawy, stosuje się przepisy dotychczasowe.”³⁹⁴

W badanych gminach oznaczało to, że wszystkie plany do końca 2003 roku odwoływały się do tego artykułu. Dotyczyło to również większość planów z 2004 roku, a także część z 2005. Później natomiast zauważyć można znaczący zastój w uchwalaniu nowych planów, szczególnie dotyczących zabudowy mieszkaniowej. Świadczy o tym chociażby fakt, że w Tarnowie Podgórnym, w którym powstawało wcześniej wiele planów, w latach 2004-2007 powstały tylko dwa plany dotyczące zabudowy mieszkaniowej, z czego oba obejmowały obszar znacznie poniżej 2 ha. Autor podjął zatem decyzję o włączeniu **wszystkich planów w wymienionych wcześniej gminach** Oborniki, Szamotuły, Murowana Goślina, Suchy Las, Rokietnica, Czerwonak, Tarnowo Podgórne i Komorniki, które spełniają podstawowe warunki opisane powyżej. Próba badawcza obejmuje zatem całą

³⁹¹ Mrozik, K. i Wiśniewska, A.: 2013, Miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego jako instrument zarządzania procesem suburbanizacji na terenach wiejskich na przykładzie obrębu geodezyjnego Skórzewo, *Rocznik Ochrona Środowiska*, 15, s. 2126–2141.

³⁹² Op. cit. Parysek, J.: 2016, Pytania o przyszłość gospodarki przestrzennej w Polsce, s. 39-41

³⁹³ Op. cit. Hełdak, M.: 2006, Miejskowy plan zagospodarowania Przestrzennego jako stymulator rozwoju Gospodarczego gminy na przykładzie MPZP Oława przemysł, s. 26-35.

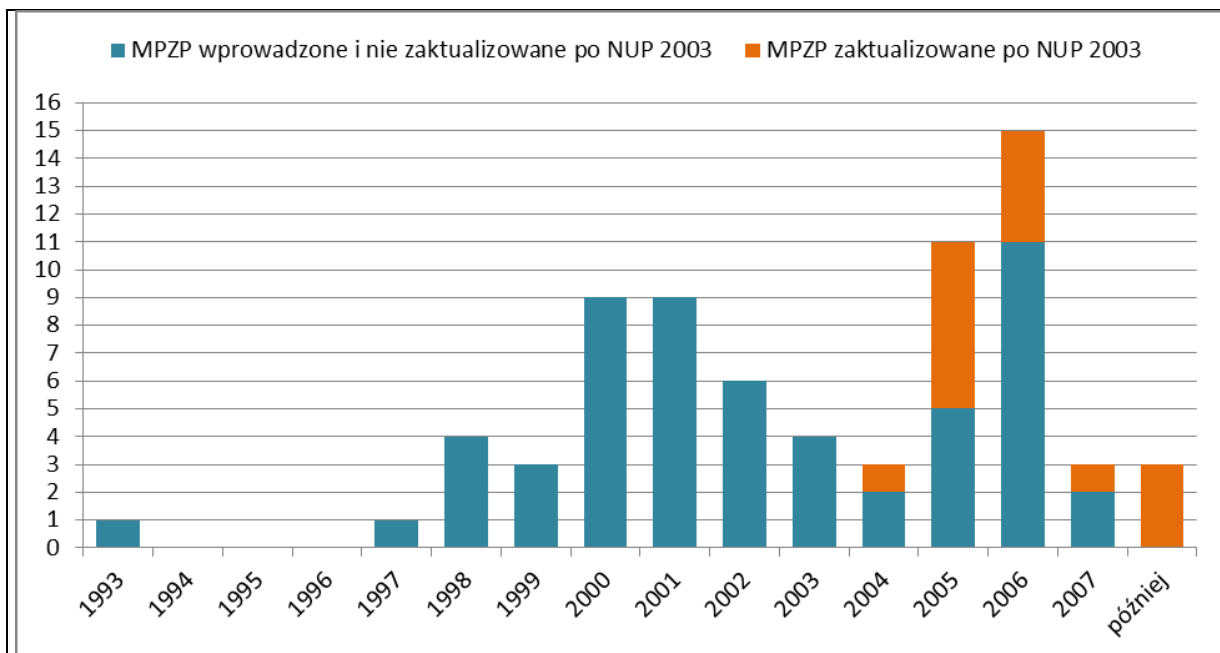
³⁹⁴ Op. cit. Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym, Art. 85.

dostępna pulę miejscowych planów realizowanych w oparciu o przepisy nowej ustawy przed rokiem 2007, co wiąże się z koniecznością zachowania chociaż 10 letniego okresu pomiaru. Wykluczone zostały wyłącznie w całości niewymienione gminy, gdzie brakowało materiałów, obszary poniżej 2 ha oraz plany, które były wyłącznie zmianą w obszarach wcześniej objętych MPZP. W pracy ograniczona została liczba obszarów we wcześniejszych latach objętych MPZP, żeby uzyskany obraz odnosił się w większym stopniu do aktualnej sytuacji prawnej. Oczywiście pozwala to na wykonanie badania porównawczego pomiędzy tymi dwoma grupami, które zawarte jest w pracy.

Omówienie owej proporcji uchwał wykonanych w oparciu o aktualną ustawę z 2003 roku oraz ustawę poprzednią wymaga równocześnie wzmianki o pewnym istotnym zjawisku. Otóż część planów sporządzonych przed rokiem 2003 była kilka lat później aktualizowana, przy czym zasadnicze ustalenia planów pozostawały bez zmian, jednakże uchwała sporządzana była już w oparciu o nową ustawę. W takiej sytuacji przez większość rozpatrywanego okresu rozwoju takie obszary kształtowane były poprzez nową ustawę. W związku ze znaczącym brakiem planów sporządzanych w latach 2004-2007, dla których dostępne byłyby materiały pozwalające na pomiar zdefiniowanej zmiennej stopnia rozwoju, podjęta została decyzja o zachowaniu w miarę równej proporcji obszarów objętych MPZP sporządzonym według regulacji ustawy z 1994³⁹⁵ oraz tych objętych nową ustawą, zarówno w pierwszej kolejności, jak w formie aktualizacji dostosowującej plan do nowych regulacji prawnych. W takim kontekście proporcja ta wynosi 37 do 35 obszarów. Duża liczba dostępnych wcześniejszych planów skłaniała do przyjęcia ostrzejszych kryteriów wyboru. Przyjętym celem było zatem, prócz uwzględnienia wcześniej opisanych wytycznych dotyczących wielkości obszarów, zawarcie MPZP wprowadzanych w różnych latach. Miało to na celu z jednej strony zwiększenie próby, a z drugiej zniwelowanie wpływu heterogeniczności serii czasowych, którą dodatkowo redukuje długi okres obserwacji, do 15 lat. Najwcześniejszy plan wprowadzony został w roku 1993, natomiast najnowszy w roku 2007, co oczywiście na dzień dzisiejszy uniemożliwia bezpośredni pomiar dla okresu 15 lat, pozwalając wyłącznie na 10 letni okres pomiaru, co zresztą dotyczy znacznej części próby. Wybrany obszar z 1993 roku jest swoistym ewenementem, gdyż zasadniczo był on wprowadzany jeszcze za czasów obowiązywania wcześniejszej ustawy z roku 1984, jednakże później została podjęta uchwała do dzisiaj utrzymująca jego obowiązywanie.

Na poniższym wykresie zilustrowany jest histogram pokazujący rozkład liczby próbek z poszczególnych lat.

³⁹⁵ Op. cit. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. o zagospodarowaniu przestrzennym, Rozdział 2.



Rysunek 39. Histogram ukazujący liczbę uwzględnionych planów uchwalonych oraz informacja o planach zaktualizowanych po 2003 roku w oparciu o nową ustawę.. Źródło: opracowanie własne.

Podsumowując, przy uwzględnieniu wszystkich powyższych ograniczeń, w tym różnorodnych braków w źródłach danych, nie pozostało przestrzeni na losowanie próby badawczej. Oznacza to, że żaden mechanizm losujący nie został wprowadzony. W tym wypadku dążenie do uzyskania reprezentatywnej próby, nie oznacza próby probabilistycznej, a zamiast tego w wyborze wprowadzony został zespół założeń. Dalszy wybór prób, bo choć została uwzględniona większość, to nie zostały uwzględnione wszystkie MPZP, oparty był na kryterium redukcji heterogeniczności i nadreprezentatywność danego rocznika. Podsumować to można jako świadome rozproszenia próbek, zamiast ich losowania³⁹⁶. W założeniach tych przeważa podejście opisywane przez Anselin³⁹⁷ jako „kierowane przez model” (ang. *model-driven*), które jest alternatywą dla „kierowanego przez dane” (ang. *data-driven*). Łącznie po wykluczeniach badaniem regresji objęto 72 obszary o średniej wielkości areалу mieszkaniowego 12,3 ha, łącznie około 958,3 hektarów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej.

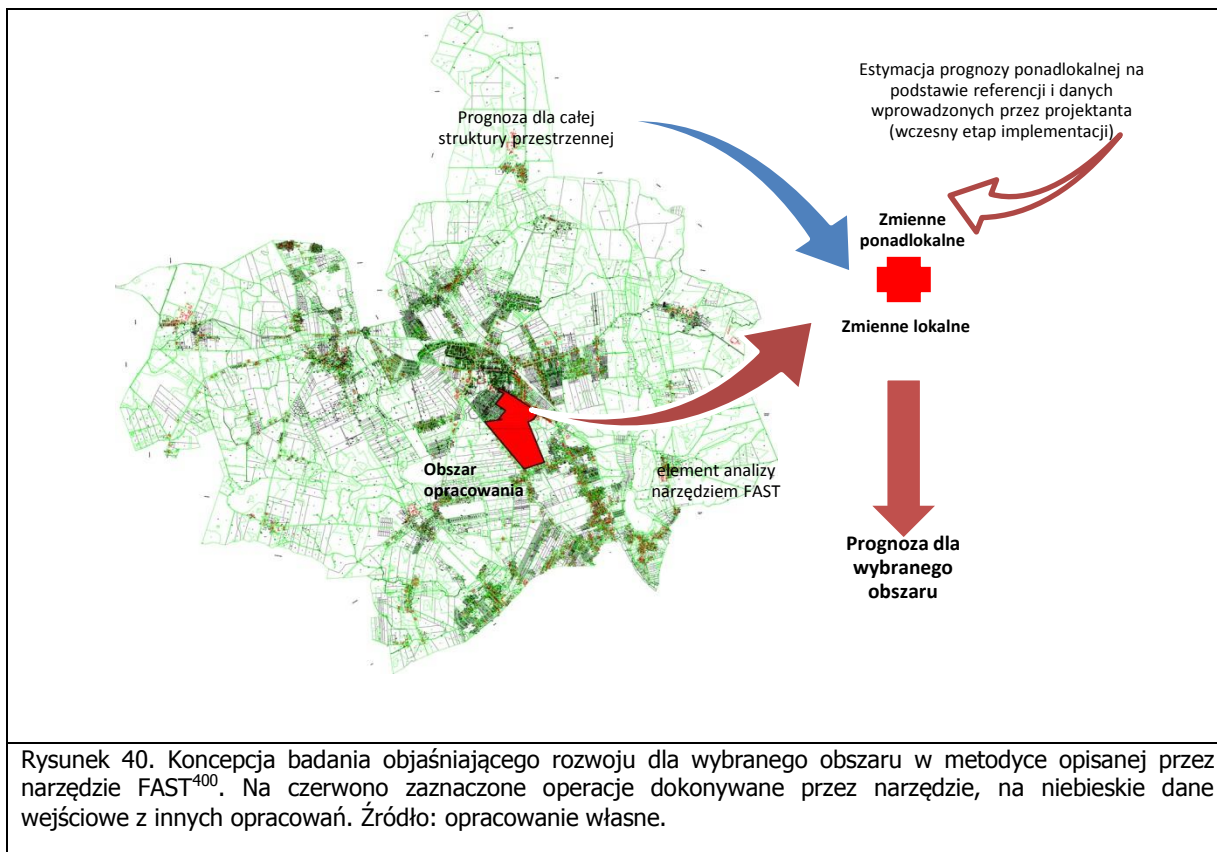
Taksonomia informacji

Kolejnym etapem po wyborze odpowiedniego materiału badawczego jest zwrócenie uwagi, jakie jego elementy będą podlegać pomiarowi i jaki charakter będzie miał ten pomiar. W związku z ujęciem w badaniu zjawisk złożonych konieczny jest wcześniejszy opis badanego zjawiska poprzez

³⁹⁶ Op. cit. Groat, L. i Wang, D.: 2002, *Architectural Research Methods*, s. 218-222.

³⁹⁷ Anselin, L.: 1989, *What is special about spatial data? Alternative perspectives on spatial data analysis*, Symposium on Spatial Statistics, Past, Present and Future, NCGIA, Montecito, CA, s. 1-9.

pewne konceptualne formy i zmienne odzwierciedlające rzeczywistość³⁹⁸. W zawartej w rozprawie analizie poszukiwane są cechy, uwarunkowania i relacje wpływające na rozwój osiedli mieszkaniowych. Pojawia się zatem konieczność uporządkowania powyższych w celu ich pomiaru w materiale badawczym. Oznacza to symulację wyidealizowanych, uproszczonych zdarzeń jakościowych w celu ich ilościowego opisu³⁹⁹.



Powyższa ilustracja dzieli zmienne przestrzenne na dwie podstawowe kategorie. Ponadlokalne, których przykładem może być ogólny popyt na dany typ nieruchomości w danym regionie, tempo rozwoju poszczególnych stref lub, szerzej, uwarunkowania prawne. Zbiorczo zmienne te składają się na opis rozwoju, który jednakże jest wizją bardzo ogólną, która tylko w określonym stopniu dotyczy wybranego obszaru, gdyż pomija całkowicie zagadnienie zjawisk lokalnych. O ile wprowadzenie ilościowych danych na temat regionu, w tym opisowych, statystycznych i geostatystycznych, jest zadaniem stosunkowo łatwym do wykonania, to gwarantuje ono wyłącznie określone przybliżenie i stanowi raczej domenę planowania przestrzennego niż projektowania

³⁹⁸ Balcerak, K.: 2003, Walidacja modeli symulacyjnych - źródła postaw badawczych, *Prace Naukowe Instytutu Organizacji i Zarządzania Politechniki Wrocławskiej* Wyd. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, s. 30-31.

³⁹⁹ Kwaśnicki, W.: 2000, Określenie zasadności modeli w naukach społecznych, *Symulacja Systemów Gospodarczych. Prace Szkoły Antałówka. Wyd. WSPiZ i Politechnika Wroclawska*, s. 130-138.

⁴⁰⁰ Barełkowska, K., Barełkowski, R., Chlasta, L., Janusz, J. i Wardęski, Ł.: 2016, Czasoprzestrzeń miasta. Fast: rozpoznanie i planowanie dla zrównoważonego rozwoju, *Time-space of the city. Fast: analysis and planning for sustainable development, Przestrzeń i Forma* 25, s. 153-186.

urbanistycznego. Drugą kwestią są uwarunkowania lokalne. To uwzględnienie miejscowych analiz przestrzennych jest procesem uzupełniającym studium, przy czym jest ono procesem długotrwałym, wymagającym bogatej puli danych, a co najważniejsze ukierunkowanym lokalnie. Studia takie w dużej mierze bazują na obserwacji przemian przestrzennych w oparciu o dostępne zasoby: inwentaryzacje, dane archiwalne, pomiary, przetwarzanie zdjęć satelitarnych, a także zbieranie i analizę opinii użytkowników przestrzeni⁴⁰¹. Oznacza to, że z perspektywy badania objaśniającego bardziej istotne są cechy i relacje lokalne, gdyż stanowią podstawę do wnioskowania także w innych obszarach i okresach. Dane ponadlokalne istotne są jako element uzupełniający obraz, korygujący go i osadzający w danej przestrzeni. Wynika stąd potrzeba zebrania danych ilościowych pozwalających na porównanie poszczególnych cech budownictwa, co może być użyteczne w badaniu, a przede wszystkim stanowi podstawę do wnioskowania.

5.2.2. Metody, techniki, narzędzia i źródła pozyskiwania danych według obszarów tematycznych zmiennych

Zarys ogólnych zasad dotyczących metod pozyskiwania i przetwarzania informacji w planowaniu przestrzennym na cele badania objaśniającego oraz budowania ogólnej narracji rozprawy został przedstawiony w poprzednim podrozdziale. Pozyskiwanie danych na potrzeby badania korelacyjnego opiera się głównie na metodzie eksploracji archiwów i baz danych. Proces badawczy był także wspomagany metodami obserwacji oraz ankiety i wywiadu. W celu zachowania przejrzystości opisu poniżej przedstawiona zostanie charakterystyka metod, natomiast dokładne wyszczególnienie technik i narzędzi przyporządkowane zostanie do odpowiednich obszarów tematycznych reprezentujących odpowiednie zmienne. Jak zostało wspomniane powyżej, największe znaczenie przy pozyskiwaniu danych, miała eksploracja archiwów i baz danych. Metoda ankiety i wywiadu miała charakter pomocniczy i była elementem najmniej rozbudowanym. Sprowadzała się do uzupełnienia karty obszaru na podstawie pytań zadawanych mieszkańcom podczas inwentaryzacji obszarów na temat informacji niezawartych w innych bazach, ewentualnie informacji niepewnych, zatem nie zmierzała do ustalenia opinii, tylko faktów na temat cech przestrzennych. Przedstawione powyżej metody szerzej opisane zostaną w odpowiednich obszarach tematycznych, na podstawie których budowane były odpowiednie zmienne w badaniu objaśniającym.

Dotychczasowa narracja pracy poprzez wykorzystanie badań jakościowych, studiów literatury, analiz korelacyjnych i statystycznych, argumentacji logicznej oraz szczególnie istotnych studiów przypadku przedstawiała proces poszukiwania zmiennych w badaniu objaśniającym. Oczywiście nie był to proces jednoetapowy ani jednokierunkowy. Właściwe wyabstrahowanie cech przestrzennych jest zagadnieniem niezwykle istotnym w analityce oraz pozwalającym na olbrzymią liczbę różnych

⁴⁰¹ Gonga, J., Chen, W., Li, Y. i Wang, J.: 2014, The intensity change of urban development land: Implications for the city master plan of Guangzhou, China, *Land Use Policy* 40, s. 91–100.

koncepcji formalizacji i syntetycznych ujęć zjawisk⁴⁰². Projektowanie badania na tym etapie wymaga olbrzymiego wkładu autorskiego, który warunkuje otrzymane rezultaty. Jest to proces badawczy, w którym występuje wielostopniowa procedura poszukiwania w oparciu o kryteria ewaluacji. W dużym uproszczeniu, w pierwszej kolejności określany były całe obszary tematyczne, dla których autor dokonywał różnych pomiarów, i na podstawie weryfikacji hipotez roboczych na temat wpływu określonych zjawisk odrzucane lub przyjmowane były określone kierunki. Następnie formowane były zmienne, które poprzez opisane w późniejszych podrozdziałach metodologii testy i mechanizmy oceny istotności, prawdopodobieństw i znaczenia, były wielokrotnie modyfikowane przed ostatecznym przeprowadzeniem badania i sformułowaniem tezy pracy.

5.3. Obszary klasyfikacji i metodyka pozyskiwania danych

Omawiane obszary tematyczne, na podstawie których sformułowano zostały zmienne niezależne, to odległość od centrum aglomeracji, stan rozwoju w momencie wprowadzenia planu, ilość i stan zasobów mieszkaniowych w danej lokalizacji, typologia zabudowy, sposób organizacji zabudowy oraz odpowiednie wskaźniki zasobów przyrodniczych, uciążliwości, dostępu do strategicznych usług i obiektów, a także infrastruktura techniczna dotycząca głównie uzbrojenia terenu. Jednakże najistotniejszy w pracy pomiar odnosi się do zmiennej zależnej. Jej charakterystyka została ogólnie przedstawiona we wstępie w celu usystematyzowania wyводу, jednakże jej pełniejszy opis dotyczący metod, technik, narzędzi i źródeł pomiaru znajduje się poniżej. Podstawowe zmienne to: zależna o charakterze ciągłym, liczbowym, której pomiar mieści się w zakresie od zera do stu procent oraz niezależne, które dzielą się na dwa typy nazwane w pracy jako proste i złożone. Wszystkie jednak są liczbowe, wyrażone w formie liczb rzeczywistych o skończonych zakresach. Pierwsze z nich pochodzą bezpośrednio z pomiaru i mają wtedy skalę ciągłą. Drugie, noszące miano złożonych, dotyczą tych cech przestrzennych, których pomiar w bezpośredniej formie byłby niemożliwy, zatem przyjmują formę wskaźników wyprowadzanych z danych przestrzennych, jakościowych i ilościowych dotyczących danego aspektu. Są one następnie przetwarzane w celu wyprowadzenia łącznej zmiennej opisującej owe zagadnienie. Te pomiary poszczególnych elementów przestrzeni z danej grupy zapisywane były w skalach dychotomicznej, nominalnej, porządkowej, interwałowej i ciągłej. Takie podejście reprezentowane było w wielu cytowanych przypadkach w podrozdziale 3.2.

5.3.1. Zmienna zależna: stopień rozwoju w danym czasie od momentu wprowadzenia MPZP

Studia literatury przedstawione w rozdziale 3.2 dotyczące problematyki rozwoju terenów mieszkaniowych poza centralnym miastem aglomeracji proponowały różne sposoby i skale do

⁴⁰² Op. cit. Anselin, L.: 1989, What is special about spatial data? Alternative perspectives on spatial data analysis, s. 1-9.

pomiaru wypełnienia zabudową określonego obszaru. W studium obszaru metropolitalnego Maryland przedstawiono rozbudowaną propozycję różnych sposobów pomiaru tej podstawowej cechy, która w pracy tej określana była jako „fragmentacja zabudowy”⁴⁰³. Warto zwrócić uwagę, że nie jest ona tożsama ze zmienną zależną w autorskim badaniu, lecz niektóre jej wskaźniki opisują podobny aspekt, przy czym fragmentacja jest zasadniczo ujemnie skorelowana ze stopniem rozwoju. Kombinacje pomiarów zawartych w cytowanej pracy służyły autorom do stworzenia wzorów szacunkowych opisujących omawiany poziom fragmentacji. Bazowały przy tym na liczbie działek, ich średniej wielkości, obwodzie, długości wspólnego obwodu z odpowiednimi funkcjami, długości fragmentu obwodu graniczącego z działkami niewykorzystanymi oraz liczby sąsiednich działek o określonej funkcji⁴⁰⁴. Na tej podstawie budowane były wskaźniki estymacyjne. Taki stopień komplikacji metod pomiaru wynika ze skali obszaru oraz związanych z tym doбором technik i narzędzi, które zasadniczo zakładają duży stopień automatyzacji przy przetwarzaniu grafiki wektorowej zbudowanej w oparciu o różne zbiory danych, w tym zdjęć satelitarnych⁴⁰⁵. Problem czytelny jest także w innych pracach, gdzie badanie dotyczy całych obszarów aglomeracji lub znacznych jej fragmentów. Nie są to zatem odniesienia, które bezpośrednio można wprowadzić w autorskim badaniu, dlatego definicja zmiennej zaproponowana w pracy różni się od tych przedstawionych w analizowanych przykładach ze studium literatury. Proces jej poszukiwania oparty był o cztery podstawowe założenia przedstawione poniżej:

a. Równy zakres pomiaru dla wszystkich obszarów

Pierwsze założenie dotyczy unifikacji różnych sytuacji przestrzennych i stworzenia dla nich jednolitej miary oraz jej zapisu na skończonej skali, której dolną granicę stanowi brak jakiegokolwiek nowej zabudowy. Górna natomiast oparta jest o wykorzystanie całego potencjału inwestycyjnego przewidzianego w miejscowym planie zagospodarowania przestrzennego. Optymalne w tym kontekście okazało się ujęcie procentowe. Chociaż zaproponować można różne zakresy, za najbardziej przejrzysty uznany został od zera do stu procent.

b. Obrazowanie rozwoju w sposób liniowy

Założenie to wynika z dążenia do czytelności pomiarów. Wartość zmiennej jest wprost proporcjonalna do liczby zrealizowanych budynków. W danym MPZP wzrost w zakresie 0 do 30% zmiennej zależnej oznacza tyle samo budynków, co wzrost w zakresie 70% do 100%.

c. Liczba budynków jako podstawa pomiaru

Na wstępie zaznaczyć można, że istnieje wiele alternatyw, w tym pomiar powierzchni działek zabudowanych i niezabudowanych, pomiar ich obwodów, liczba mieszkańców itp. Elementem w

⁴⁰³ Op. cit. Irwin, E., G. I Bockstael, N., E.: 2007, The evolution of urban sprawl: Evidence of spatial heterogeneity and increasing land fragmentation, s. 20673.

⁴⁰⁴ Ibidem, s. 20675.

⁴⁰⁵ Ibidem, s. 20676.

znaczący sposób rzutującym na ten wybór jest analiza problematyki suburbanizacji. Procesy te mierzone mogą być na wiele sposobów, z których niektóre przedstawione zostały powyżej, lecz najprostsze formy bazują na pomiarze wykorzystanej przestrzeni, liczby osób oraz liczby budynków. W proponowanym badaniu liczbę osób oszacować można właśnie przy pomocy liczby budynków, zatem pozostają dwa podstawowe warianty. Jeden to wykorzystana przestrzeń, drugi natomiast liczba zrealizowanych budynków. W perspektywie problematyki rozlewania się miast obie te kwestie są ważne, jednak proponowane badanie bazuje na obszarach, które zostały już przeznaczone w MPZP na funkcję mieszkaniową, więc za bardziej istotną została uznana liczba budynków, gdyż zagospodarowany obszar odzwierciedlony jest właśnie przez tę uchwałę. W tak drobnej skali liczba budynków wydaje się lepiej obrazować oddziaływanie związane ze zmianą użytkowania terenu. Ilustruje to przykład, w którym na dziesięciohektarowym obszarze (liczonym po odjęciu powierzchni dróg) w planie miejscowym przewidziane jest pięć hektarów pod gęstą zabudowę szeregową, w liczbie dwustu budynków, a pozostała połowa to zabudowa jednorodzinna rezydencyjna o wielkości działek 2000 m², czyli łącznie dwadzieścia pięć domów. Obciążenie infrastruktury technicznej i komunikacyjnej w oczywisty sposób nie jest równe dla realizacji jednej i drugiej części, choć teoretycznie zajmują one podobny obszar. Przekłada się to bezpośrednio na decyzję o uznaniu za podstawową jednostkę pomiaru pojedynczego budynku.

d. Odniesienie do symulacji kompletnej realizacji MPZP

Ostatecznie wpływ na formułę zmiennej miała także standardowa wielkość próbek badawczych, która pozwalała na dokładny pomiar, w którym automatyzacja przy pomocy technik komputerowych nie jest koniecznością. W kontekście wcześniejszych założeń zmienna ma mieć równy zakres dla wszystkich obszarów pomiędzy brakiem nowych budynków a realizacją wszystkich przewidzianych w MPZP. Tutaj objawia się trudność wyboru budynków jako podstawowego elementu pomiaru, gdyż konieczne jest oszacowanie ich przewidzianej liczby w dokumencie uchwały. W studium obejmującym całe miasto takie niezautomatyzowane, szczegółowe oszacowanie wykonywane przez analityka jest praktycznie niemożliwe.

e. Definicja

Po przedstawieniu, jakie wytyczne motywowały zbudowanie takiej formuły zmiennej, przystąpić można do przedstawienia definicji oraz sposobu pomiaru. W rozprawie zaproponowane zostały dwie zmienne testowane w badaniu. Są to „stopień rozwoju” i „relatywny stopień rozwoju” (którego definicja różni się od definicji stopnia rozwoju jednym słowem).

Definicja 1: „Stopień rozwoju” oznacza wyrażony w procentach stosunek różnicy liczby budynków o danej funkcji w wybranym punkcie na osi czasu od momentu uchwalenia MPZP do łącznej liczby odpowiednich budynków wynikającej z MPZP.

Definicja 2: „Relatywny stopień rozwoju” oznacza wyrażony w procentach stosunek różnicy w liczbie budynków o danej funkcji w wybranym punkcie na osi czasu od momentu uchwalenia MPZP do liczby **nowych** (powstałych po MPZP), odpowiednich budynków wynikającej z MPZP.

Termin „stopień rozwoju” przyjęty w pracy ilustruje poniższy hipotetyczny przykład. Na danym obszarze w momencie uchwały w sprawie MPZP było 10 budynków mieszkalnych jednorodzinnych, a projekt zagospodarowania obszaru obejmujący podział na działki i lokalizacje obiektów, na który pozwalają zapisy uchwały i który zakłada wykorzystanie całego obszaru, przewiduje łącznie 100 budynków (istniejących i nowo projektowanych). Jeśli w określonym pomiarze (np. po pięciu latach) liczba budynków wzrosła do 20, to oznacza, że pojawiło się 10 nowych obiektów. Odniesienie tej wartości to łącznej liczby i przedstawienie jej w procentach pozwala określić stopień rozwoju w odstępie 5 lat na poziomie 10%, natomiast relatywny stopień rozwoju równy jest 11,(1)%.

Definicje te należy uzupełnić o odpowiednie założenia. Przede wszystkim pojęcie liczby budynków wynikających z MPZP oznacza hipotetyczną sytuację wykorzystania wszystkich działek budowlanych przeznaczonych na zabudowę jednorodziną zgodnie z zapisami planu. Szczegółowo sposoby symulacji tej liczby opisane zostaną w dalszej części podrozdziału. Druga kwestia dotyczy enigmatycznego zapisu „liczby budynków o danej funkcji”. Funkcja ta nie została tutaj określona jednoznacznie jako zabudowa jednorodzinna z dwóch powodów. Po pierwsze, pozwala to na wykorzystanie tej zmiennej w innych badaniach także do pozostałych funkcji. Równocześnie elementy takich działań były już realizowane przez autora⁴⁰⁶⁴⁰⁷, a także perspektywy tej pracy zakładają późniejsze przeprowadzenie badania dla innych funkcji. Deklarowanie zmiennej lokalnie wyłącznie dla danej pracy w sytuacji, kiedy w innych przyjmuje ona taką samą formę, mogłoby wprowadzać zamęt. Zamiast wprowadzania bezpośrednio w definicji funkcji mieszkaniowej jednorodzinnej określić można, co w danym badaniu określa „dana funkcja”. Drugie uzasadnienie wynika z przyczyn praktycznych. Mianowicie w wielu przypadkach analizowanych w pracy na obszarze zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej dopuszczona była funkcja uzupełniająca. Dopuszczana była ona między innymi jako maksymalny udział procentowy budynków o innej funkcji. W MPZP zlokalizowanym w gminie Czerwonak w obrębie Bolechówko⁴⁰⁸ dla obszarów „MJ” (zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej) nie został nawet określony maksymalny odsetek, lecz wprowadzony został warunek minimalnej wielkości działki i dostępu do określonych dróg. Teoretycznie mogła powstać duża liczba takich obiektów, jednak w praktyce na 207 wolnostojących budynków tylko jeden ma funkcję usługową. Przy założeniu pomiaru wyłącznie domów powodowałoby to niemożliwość określenia przewidzianej w planie maksymalnej liczby budynków odpowiedniej funkcji na danym obszarze. W odpowiedzi na takie

⁴⁰⁶ Janusz, J. i Wardęski, Ł.: 2014, FAST: instant verification of the results of planning decisions, *The Sustainable City IX*, red: N. Marchettini, C.A. Brebbia, R. Pulselli, S. Bastianoni, Wessex Institute, UK, ISBN: 978-1-84564-820-6, s. 691-700.

⁴⁰⁷ Janusz, J.: 2016, Fast simulation tool: SDSS for housing development and more, *International Journal of Sustainable Development and Planning*, 1(11), s. 46-57.

⁴⁰⁸ Uchwała Nr 370/LXI/2002 Rady Gminy Czerwonak z dnia 17 lipca 2002 r.

sytuacje zabudowa uzupełniająca została uznana za integralną część obszaru i uwzględniana jest w badaniu na etapie symulacji całkowitego wypełnienia obszaru, jak również w pomiarach, gdyż w wielu przypadkach niemożliwe było określenie odsetka takich budynków. Co więcej, zdarzały się także sytuacje zmiany funkcji budynku jednorodzinny na usługową. Zgodnie z przytoczoną definicją opartą o prawo budowlane klasyfikacja budynku jako innego niż jednorodzinny nie wyklucza znajdowania się w nim lokalu mieszkalnego, wystarczy, że lokal o dodatkowej funkcji przekroczy 30% powierzchni⁴⁰⁹. Wyróżnianie małych budynków usługowych z lokalem mieszkaniowym i bez niego byłoby bardzo problematyczne, a wykluczenie ich byłoby nieuczciwie w kategorii oceny rozwoju obszaru. Ostatecznie z punktu widzenia oceny zjawiska rozlewania się miast oraz aplikacyjności badania związanego z prognozą i szacowaniem obciążenia infrastruktury realizacja funkcji uzupełniającej jest równie istotna. Podsumowując, oznacza to przyjęcia w badaniu za budynek „danej funkcji” budynków mieszkaniowych jednorodzinny zgodnie z definicją zawartą w Prawie budowlanym⁴¹⁰ oraz innych budynków, które realizowane są w ramach funkcji uzupełniającej i pod względem kubatury zbliżone do podstawowej zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej przewidzianej na danym obszarze. Podobnie jak w przytoczonej definicji budynki nie muszą być wolnostojące, gdyż mogą należeć do zabudowy bliźniaczej, szeregowej lub zgrupowanej. Muszą natomiast stanowić samodzielną całość o nie więcej niż dwóch lokalach, przy czym liczba lokali nie podlega pomiarowi. Garaże, budynki pomocnicze, gospodarcze i służące produkcji rolnej są pomijane. Trzecia istotna komponenta definicji, którą warto doprecyzować, to punkty na osi czasu. Przedstawiony zapis pozwala na wybranie dowolnego momentu, jednak w pracy badanie przeprowadzone jest dla pięciu, dziesięciu i piętnastu lat. Wybór trzech punktów na osi czasu jest kompromisem pomiędzy zachowaniem czytelności opracowania a możliwością porównania dokładności i jakości modelu szacunkowego zbudowanego dla danego okresu. Zgodnie z hipotezą, która zakłada wzrost dokładności wraz z upływem lat oraz ilością inwestycji na danym obszarze zasięg piętnastu lat uznany został za najistotniejszy w badaniu. Ostatnia kwestia, którą warto wyjaśnić, to ów moment początkowy rozwoju. Dokładność pomiaru powstawania budynków w większości źródeł, na których bazuje praca, nie wyróżnia dziennej daty, a nawet odpowiedniego miesiąca. Oznacza to, że liczba lat do określonego punktu jest liczona od roku uchwały w sprawie miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego, który na osi czasu jest rokiem zerowym, a stopień rozwoju i relatywny stopień rozwoju w tych latach zawsze równy jest 0, gdyż budynki zrealizowane wcześniej nie są uwzględniane. Uwzględnienie istniejących budynków zostało nazwane w rozprawie „stanem rozwoju”, a wyznaczenie go dla roku zero to „stan rozwoju w roku zero”. Pomiar ten ma charakter orientacyjny i nie jest uwzględniany w modelu. W pomiarze zmiennej zależnej jednostką czasu są lata wyrażane w liczbach naturalnych. Z definicji zmiennej zależnej (definicja 1 i 2) nie wynika jednoznacznie, że wybrany miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego musi być pierwszym wprowadzonym na

⁴⁰⁹ Op. cit. Matulska-Bachura, A.: 2011, Zamieszkane Budynki, Narodowy Spis Powszechny Ludności i Mieszkań 2011, s. 10.

⁴¹⁰ Prawo budowlane, Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. - Prawo budowlane, (Tekst jednolity: Dz.U. 1994 nr 89 poz. 414), Art. 3, punkt 2a.

danym obszarze. Zasadniczo prócz jednego reszta MPZP została wprowadzona po roku 1994, a zatem pod obowiązywaniem ustaw z 1994⁴¹¹, a następnie 2003⁴¹² roku. Ten wyjątek został wprowadzony do badania jako ciekawe studium przypadku, gdyż pozwalał na porównanie dwóch sąsiadujących ze sobą obszarów objętych planami w latach 1993 i 2000. Znajduje się on w gminie Tarnowo Podgórne, w obrębie ewidencyjnym Chyby⁴¹³. Był on równocześnie wprowadzany według wytycznej nowej ustawy i nie tracił ważności po przewidzianym w przepisach przejściowym okresie 8 lat.

Intuicyjne ujęcie badanego zjawiska w definicji zmiennej nazwanej „stopień rozwoju” w toku pracy natrafiło na pewne ograniczenia praktyczne. Ów intuicyjny charakter zawiera się w relacji, którą w uproszczeniu opisać można jako iloraz zrealizowanych w danym okresie budynków do łącznej puli przewidzianej w MPZP. Zrealizowanie na danym obszarze 10 budynków w latach 2005-2010 powoduje taki sam wzrost jak stopnia rozwoju, co 10 budynków w latach 2010-2015. Problem natury praktycznej pojawił się jednak w związku z potrzebą porównania różnych obszarów. Według tej definicji możliwy zakres zmiennej zależnej nie jest równy dla wszystkich obszarów, gdyż jeżeli na danym obszarze znajdowała się już zabudowa w roku wprowadzenia planu, to właśnie o ten odsetek mniejszy jest zakres rozpatrywanej zmiennej, co widoczne jest na poniższym przykładzie wynikającym ze wzoru na zmienną zależną „stopień rozwoju”:

$$R_n = \frac{B_n - B_0}{B_i} \times 100\%, \text{ gdzie}$$

R_n – stopień rozwoju (zmienna objaśniana),

B_n – liczba budynków powstałych w okresie n lat na danym obszarze,

n – liczba lat od momentu uchwalenia MPZP,

B_0 – liczba budynków istniejących na danym obszarze w momencie uchwalenia MPZP,

B_i – liczba budynków wynikająca z regulacji MPZP przy wykorzystaniu wszystkich działek budowlanych przeznaczonych na zabudowę jednorodziną.

Równanie 12. Zmienna zależna „stopień rozwoju”. Źródło: opracowanie własne.

Gdy liczba budynków w momencie uchwalenia MPZP na danym obszarze (B_0) wynosiła 30, a liczba budynków wynikająca z MPZP przy wykorzystaniu wszystkich działek (B_i) wynosiła 100, to maksymalny możliwy przyrost zmiennej stopnia rozwoju (R) równa się 70%. Równocześnie w przypadku, gdy B_0 równe jest 0, to możliwa wartość R sięga 100%. Wynikają z tego dwie zasadnicze kwestie. Pierwsza sprowadza się do problemu z porównaniem poszczególnych pomiarów, gdy ich stopień rozwoju w roku zerowym jest różny, a drugi wiąże się z koniecznością uwzględnienia owego stopnia rozwoju w momencie wprowadzenia MPZP jako osobnej zmiennej. Łącznie oba te czynniki skłoniły do wykonania drobnego przekształcenia, które zaowocowało sformułowaniem drugiej definicji możliwej do wykorzystania w obliczeniach.

⁴¹¹ Op. cit. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. o zagospodarowaniu przestrzennym, Rozdział 2.

⁴¹² Op. cit. Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym, Rozdział 2, Art. 14 - 37.

⁴¹³ Uchwała Nr XXXIX/195/93 Rady Gminy Tarnowo Podgórne z dnia 19 października 1993r.

$$Rr_n = \frac{B_n - B_0}{B_i - B_0} \times 100\%, \text{ gdzie}$$

Rr_n – relatywny stopień rozwoju (zmienna objaśniana),

B_n – liczba budynków w okresie n lat na danym obszarze,

n – liczba lat od momentu uchwalenia MPZP,

B_0 – liczba budynków w momencie uchwalenia MPZP na danym obszarze,

B_i – liczba budynków wynikająca z zapisów MPZP przy wykorzystaniu wszystkich działek

budowlanych przeznaczonych na zabudowę jednorodziną.

Równanie 13. Zmienna zależna „relatywny stopień rozwoju”. Źródło: opracowanie własne.

Jest to jednak wyłącznie drobne przekształcenie, a pomiędzy zmiennymi zachodzi równość:

$$Rr_n = \frac{R_n}{100\% - \frac{B_0}{B_i}}$$

$$Rr_n = \frac{R_n}{100\% - R_0}, \text{ gdzie } R_0 \text{ to zmienna stopień rozwoju w roku wprowadzenia MPZP}$$

Równanie 14. Relacja pomiędzy zmienną „stopień rozwoju”, a zmienną „relatywny stopień rozwoju”. Źródło: opracowanie własne.

Ta prosta zależność pozwala na utrzymanie w opisie odniesień do zmiennej zależnej stopień rozwoju i potraktowanie jej alternatywy wyłącznie jako przekształcenia służącego lepszemu oszacowaniu modelu regresji.

Powyżej wyjaśniono, jaka korzyść płynie z wprowadzenia nowej zmiennej zależnej poprzez tę drobną modyfikację. Odpowiedź na pytanie, dlaczego w rozprawie przedstawione zostają obie zmienne, związana jest z szeregiem kwestii. Po pierwsze, pomiędzy zmiennymi zachodzi bardzo prosta relacji oparta ściśle o element ich pomiaru, zatem po dostrzeżeniu tego związku opis ten staje się całkowicie czytelny. Swobodnie przekształcać można jedną wartość w drugą. Druga kwestia dotyczy zachowanie autentycznego obrazu procesu badawczego, w którym badane były obie zmienne. Ostatecznie bowiem przed przeprowadzeniem badania nie sposób było stwierdzić, w oparciu o który wariant możliwe będzie oszacowanie optymalnego modelu regresji. Niezwykle istotna jest tu sprawa potencjalnego predyktora związanego ze stanem rozwoju w momencie wprowadzenia MPZP.

Z powyższych opisów wynika, że wyznaczenie zmiennej oraz jej alternatywnego zapisu wymaga dwóch pomiarów: liczby budynków w określonych punktach na osi czasu oraz tej wynikającej z MPZP. Oba są czasochłonne i angażujące, zatem mogą być przy obecnym stanie baz danych wykonywane w lokalnej skali analogicznej do zakresów MPZP. Pomiaru te jednak nie wymagają żadnych elementów ewaluacji charakterystycznej dla formowania wskaźników. Mają charakter ilościowy. Klasyfikacja metod pomiaru wykorzystywanych przy ich obliczaniu to eksploracja archiwów i baz danych (w tym GIS), obserwacja oraz symulacja (w tym zautomatyzowana).

Wykonanie pomiaru wymagało w pierwszej kolejności określenia odpowiednich obszarów oraz uzyskania dostępu do baz danych, ze szczególnym uwzględnieniem EGiB. Na podstawie ustawy o prawie geodezyjnym i kartograficznym z dnia 5 czerwca 2014 r. oraz ustawy o postępowaniu egzekucyjnym w administracji⁴¹⁴ w celu prowadzenia badań naukowych oraz prac rozwojowych dostęp taki jest nieodpłatny. Organizacja zasobów informacji geograficznej na terytorium Polski zakłada, że owa baza może zostać udostępniona przez PODGIK. Po złożeniu wniosków, które ściśle określały objęte badaniem obszary, ze strony PODGIK przekazane zostały odpowiednie materiały w ciągu kilku dni. Obsługa, zarówno pod względem czasu oczekiwania, jak i merytorycznej komunikacji była na bardzo wysokim poziomie. Autor został poinformowany o układach współrzędnych, formatach plików z oznaczonymi obszarami, w jakich ma przekazać zakresy obszarów. Materiały zostały dostarczone w ciągu 48 godzin. Niestety dla powiatu poznańskiego zaznaczenie odpowiednich obszarów w tej bazie danych było niemożliwe, zatem przekazane zostały całe obręby ewidencyjne. W porozumieniu z autorem rozprawy dane zapisane zostały w formacie CSV, który pozwalał na ich łatwą organizację w formie tabeli, która zawierała informację o numerze działki katastralnej. Udostępnione zostały także licencje według załącznika Załącznik 2: Licencje^{415,416}. Przy wykorzystaniu narzędzi takich jak wspomniane wcześniej ArcMap oraz Qgis zostało wykonane automatyczne przeszukiwanie baz danych w oparciu o numery działek katastralnych w celu określenia ściślejszej liczby budynków zrealizowanych na danym obszarze oraz daty ich powstania. Równocześnie autor otrzymał informację, że bazy danych nie są kompletne dla wszystkich gmin w obrębie aglomeracji poznańskiej, został jednak zapewniony, że jest to najlepsze źródło danych na temat dat powstania budynków. Niezależnie od tej informacji autor podjął decyzję o weryfikacji jakości danych poprzez porównanie różnych źródeł. Niestety pojawiały się znaczące rozbieżności ze stanem faktycznym, co autor ilustruje na przykładzie obszaru w gminie Murowana Goślina, w obrębie Mściszewo⁴¹⁷. Pierwszym polem weryfikacji było porównanie zdjęć satelitarnych z otrzymanymi bazami EGiB. Na poniższym rysunku-41 przedstawiono zestawienie informacji o zrealizowanych budynkach mieszkaniowych uzyskane z bazy EGiB oraz pomiar z ortofotomap z omawianych źródeł: ortofotomap archiwalnych dla obszaru Polski oraz udostępnionych w aplikacji Google Earth Pro^{418,419}. Według pomiarów do roku 2015 włącznie zrealizowano 31 budynków mieszkaniowych jednorodzinnych. Również osobista inwentaryzacja obszaru w roku 2016 pozwoliła stwierdzić, że ponad 31 domów jest zamieszkałych. Równocześnie przekazane przez PODGIK materiały wskazują, że liczba ta wynosi zaledwie 21. Oznacza to, że w rzeczywistości znajduje się tam o około 47% więcej domów, niż wskazuje na to przekazana baza EGiB, przy czym niezgodności nie dotyczą wyłącznie najnowszych budynków.

⁴¹⁴ Ustawa z dnia 5 czerwca 2014 r. o zmianie ustawy – Prawo geodezyjne i kartograficzne oraz ustawy o postępowaniu egzekucyjnym w administracji, (Tekst jednolity: Dz.U. 2014 poz. 897, 28), art. 40a.

⁴¹⁵ Licencja numer GKG.4012.13299.2016_3021_N.

⁴¹⁶ Licencja numer GK.6621.1625.2016.

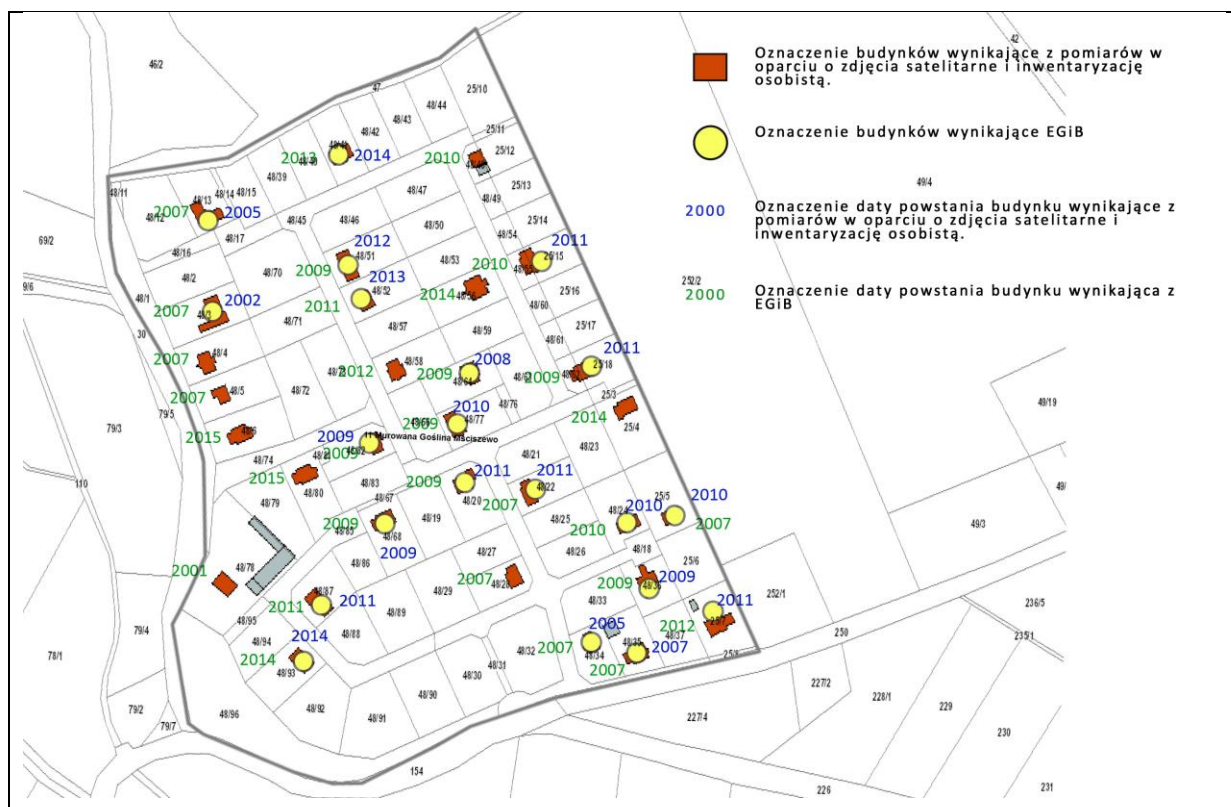
⁴¹⁷ Uchwała Nr 272/XXX/2001 Rady Miejskiej w Murowanej Goślinie z dnia 21 maja 2001 r.

⁴¹⁸ Ortofotomapa Archiwalna latach 2011, 2007 i 2001. Źródło: Usługa przeglądania (WMS) ortofotomap archiwalnych dla obszaru Polski,

http://mapy.geoportal.gov.pl/wss/service/img/guest/ORTO_TIME/MapServer/WMSserver?

⁴¹⁹ Aplikacja Google Earth Pro, zdjęcia satelitarne.

Również nieruchomości z 2001, 2007, 2010 i 2014 roku nie zostały zawarte w przekazanych materiałach. Tak znacząca niezgodność ze stanem faktycznym występująca w wielu przypadkach, a klarownie wykazana na jednym przypadku, każe odrzucić owo źródło informacji jako podstawę oszacowania liczby budynków i traktować je jako materiały pomocnicze. Dalsza praca z tym źródłem informacji pokazała, że bliżej miasta Poznania baza jest bardziej zgodna z rzeczywistością, jednakże autor wyszedł z założenia, że wykazanie znaczącej niezgodności na chociażby jednym obszarze nie pozwala na ograniczenie się wyłącznie do EGIB. Konsekwencją tego było niestety olbrzymie zwiększenie czasu pracy potrzebnego do pozyskania pomiarów z kilku dni do kilku lat pracy. Gdyby podstawą badania mogła być owa baza danych, to badaniem można byłoby objąć większość, a może i wszystkie gminy w aglomeracji poznańskiej. W zaistniałej jednak sytuacji autor musiał ograniczyć zakres w zależności od dostępnych innych źródeł informacji.



- Obrys czerwony: pomiar satelitarny i oparty o inwentaryzację, opracowanie własne.

Rysunek 41. Rysunek 42: Ilustracja porównawcza informacji o zrealizowanych budynkach mieszkaniowych uzyskanych z bazy EGIB oraz zmierzonych na podstawie zdjęć satelitarnych ze źródeł: ortofotomap archiwalnych dla obszaru Polski, udostępnionych w aplikacji Google Earth Pro oraz bazy EGIB uzyskanej na licencji: Licencja numer GKG.4012.13299.2016_3021_N.

LP	Nr Działki ewid.	Ulica	Nr dw-ob.	Identyfikacja	funkcja	Rok Budowy
1	25/15	ROLNA 6 1	65	302111_5.0010	m	2011
2	25/18	PSZENNA 5 1	81	302111_5.0010	m	2011

3	25/5	KB.16G.16	JĘCZMIENNA1	63	302111_5.0010	m	2010
4	25/7	KB.19G.19	MŁCISZEWO 1	82	302111_5.0010	m	2011
5	48/13	KB.17G.17	ŻNIWNA 18 1	19	302111_5.0010	m	2005
6	48/20	KB.18G.18	PSZENNA 6 1	69	302111_5.0010	m	2011
7	48/22	KB.20G.20	ŻYTANIA 10 1	70	302111_5.0010	m	2011
8	48/24	KB.18G.18	JĘCZMIENNA1	61	302111_5.0010	m	2010
9	48/3	KB.13G.13		1	302111_5.0010	m	2002
10	48/34	KB.16G.16	ŻYTANIA 1	9	302111_5.0010	m	2005
11	48/35	KB.20G.20	29f 1	27	302111_5.0010	m	2007
12	48/36	KB.17G.17	JĘCZMIENNA1	55	302111_5.0010	m	2009
13	48/41	KB.23G.23	ŻNIWNA 10 1	104	302111_5.0010	m	2014
14	48/51	KB.27G.27	ZBOŻOWA 8 1	86	302111_5.0010	m	2012
15	48/52	KB.23G.23	ZBOŻOWA 6 1	96	302111_5.0010	m	2013
16	48/64	KB.24G.24	PSZENNA 3 1	43	302111_5.0010	m	2008
17	48/68	KB.25G.25	PSZENNA 2 1	49	302111_5.0010	m	2009
18	48/77	KB.26G.26	PSZENNA 1 1	59	302111_5.0010	m	2010
19	48/82	KB.28G.28	ZBOŻOWA 3 1	54	302111_5.0010	m	2009
20	48/87	KB.30G.30	JĘCZMIENNA1	80	302111_5.0010	m	2011
21	48/93	KB.32G.32	JĘCZMIENNA1	102	302111_5.0010	m	2014

Tabela 12. Zestawienie informacji o zrealizowanych budynkach mieszkaniowych uzyskanych z bazy EGiB. Źródło, opracowanie własne na podstawie bazy EGiB uzyskanej na licencji numer GKG.4012.13299.2016_3021_N.

Przyjęty sposób pomiaru

Wykazana niedokładność baz danych, która jest znacząco większa niż spodziewany błąd modelu, zmusiła autora do przyjęcia alternatywnej metody obliczania liczby budynków. Przyjęta metoda bazuje na ortofotomapach, których wykorzystywane były także w pracach cytowanych w rozdziale 3.2.4. Zdjęcia satelitarne oraz lotnicze nie obejmują obszarów w pozwalającej na pomiar rozdzielczości w każdym roku, zatem pozostałe materiały i bazy danych, w tym EGiB, oraz materiały zamieszczone w serwisie PODGIK Poznań⁴²⁰ (szczególnie istotne źródło informacji) oraz BDOT 10K posłużyć mogą do uzupełnienia i korygowania odpowiednich pomiarów na temat roku oddania do użytku budynków mieszkaniowych ich funkcji oraz podziału zabudowy. Ta ostatnia kwestia jest szczególnie istotna w przypadku typologii szeregowej, gdyż na podstawie zdjęć satelitarnych nie zawsze jest to możliwe do określenia. W celu uzupełnienia materiałów oraz uzyskania licencji autor skierował odpowiednie wnioski do Centralnego Ośrodka Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej (CODGIK). Wyszczególnione zostały ortofotomapy archiwalne oraz bazy BDOT 10K⁴²¹. Te same

⁴²⁰ System GIS PODGIK powiat poznański, dostęp dnia: 05-05-2016, <http://poznan.podgik.pl/iGeoMap/Data/Poznan>

⁴²¹ Ortofotomapy Archiwalne dla lat 2001, 2007, 2010, 2011 i 2012, Dane katastralne, Baza BDOT 10K, z CODGIK udostępnione na licencji nr DIO.7211.736.2016_PL_N

materiały udostępniane są w serwisach WMS⁴²²⁴²³. Oprócz tych źródeł, w tym zdjęć satelitarnych z aplikacji Google Earth Pro, autor wspomagał się także osobistą obserwacją i inwentaryzacją oraz zdjęciami lotniczymi dostępnymi dla wybranych obszarów. Tak zasadniczo podsumować można źródła informacji. W oparciu o ich ocenę autor przyjął metodę określenia liczby budynków mieszkaniowych składającą się z technik odczytu różnych źródeł przy pomocy odpowiednich narzędzi informatycznych według schematu chronologicznie opisanego poniżej.

Do wyświetlenia wymienionych wyżej serwisów WMS autor wykorzystywał takie narzędzia informatyczne jak Qgis 2.12.0 oraz wspomniany wcześniej ArcMap 10.2.2, w których zaznaczone zostały wybrane do badania obszary objęte MPZP. Do pewnego stopnia było to zadanie zautomatyzowane, gdyż większość gmin udostępniała MPZP w serwisach GIS. Wybór dwóch narzędzi wynikał z ułatwień, które w różnych kwestiach oferowały różne narzędzia (automatyzacja, odczyt serwisów WFS itp.), chociaż zasadniczo każdy z tych programów z osobna był wystarczający w podstawowym celu, którym było wyświetlenie i zapis do plików rastrowych kolejnych warstw przedstawiających ortofotomapy oraz bazę BDOT 10K. Warstwy te w formacie rastrowym otwarte zostały w programie do obróbki grafiki rastrowej Adobe Photoshop CS5, który jest w kolejnym narzędziem wykorzystanym do obróbki materiału badawczego. Alternatywnie możliwe było użycie programów darmowych, chociażby aplikacji GIMP, jednak wybór Adobe Photoshop motywowany był możliwością automatycznego obliczania narysowanych budynków dzięki panelowi „dziennik pomiarów”. Następnie projekt był uzupełniany o odpowiednie warstwy graficzne, w tym serwis PODGIK. Procedura postępowania polegała kolejno na zaznaczeniu na ortofotomapach z poszczególnych lat powstających budynków, przy czym przy szacowaniu zakończenia budowy i oddania do użytkowania oceniany był sam obiekt oraz zagospodarowanie terenu. Następnym krokiem było uściślenie kategorii, funkcji, podziałów i typologii obiektów w oparciu o EGiB, BDOT 10K oraz serwis PODGIK Poznań. Późniejszy etap polegał na wtórnej weryfikacji dat powstania budynków w oparciu o dane EGiB oraz daty zawarte w serwisie PODGIK Poznań, a w niektórych przypadkach także osobistą inwentaryzacją. Liczba budynków w momencie wejścia w życie uchwały możliwa była do odczytania z treści MPZP oraz załącznika rysunkowego. Zdarzały się często sytuacje, gdy pewna pula budynków nie figurowała w żadnej bazie danych lub rok oddania był w widoczny sposób błędny, co można stwierdzić, gdy na przykład baza wskazywała na oddanie w 2014, a zdjęcia satelitarne pokazywały skończony z zewnątrz budynek, pełne zagospodarowanie ogrodu oraz parkujące na działce samochody już w 2007 roku. W rocznikach, dla których niedostępne były zdjęcia satelitarne, autor szacował liczbę zrealizowanych budynków w oparciu o interpolację liniową pomiędzy dwoma najbliższymi rocznikami, dla których dostępne były zdjęcia. Uzasadnieniem dla takiego działania jest

⁴²² Usługa przeglądania danych Bazy Danych Obiektów Topograficznych BDOT10k, http://mapy.geoportal.gov.pl/wss/service/pub/guest/kompozycja_BDOT10k_WMS/MapServer/WMServer?

⁴²³ Ortofotomapa Archiwalna w latach 2011, 2007, 2003 i 2001. Źródło: Usługa przeglądania (WMS) ortofotomap archiwalnych dla obszaru Polski, źródło: http://mapy.geoportal.gov.pl/wss/service/img/guest/ORTO_TIME/MapServer/WMServer?

obserwacja, że w wybranych obszarach możliwe było bardzo dobre szacowanie pomiarów w poszczególnych latach przy pomocy linii trendu o funkcji liniowej:

$$y = xa + b, \text{ gdzie } a, b \text{ stałe, } x - \text{rok po wprowadzeniu planu, } y \text{ liczba budynków}$$

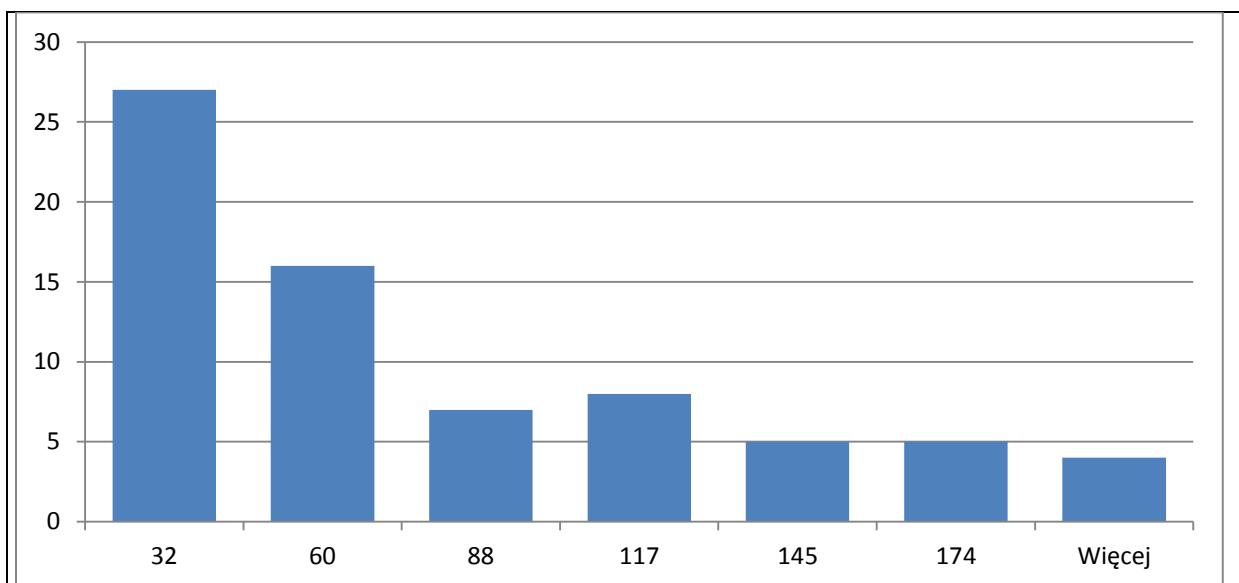
Równanie 15. Zmienne w funkcji liniowej ilustrującej szacowanej na podstawie danych z pomiaru.

lub wielomianu drugiego stopnia:

$$y = ax^2 + xb + c, \text{ gdzie } a, b, c \text{ stałe, } x - \text{rok po wprowadzeniu planu, } y \text{ liczba budynków}$$

Równanie 16. Zmienne w wielomianu drugiego stopnia ilustrującej szacowanej na podstawie danych z pomiaru.

Współczynnik dopasowania R^2 w żadnym przypadku nie był niższy niż 0,917, natomiast średnia wartość wynosiła 0,979. Oznacza to, że w polu obserwacji przyrost liczby domów w poszczególnych latach dokonuje się bez znaczących odchyłeń. Co więcej, wyłącznie w obszarach, gdzie liczba punktów pomiarowych w różnych latach z ortofotomapy była nie mniejsza niż 10 (rozwój badany jest w zakresie 15 lat), których w badaniu jest 21, średni współczynnik R^2 wynosi 0,981, natomiast minimalna wartość R^2 to 0,936. Powyższe zestawienie nie jest uzasadnieniem, dlaczego autor zastosował metodę interpolacji liniowej, lecz uświadomieniem potencjalnej, niewielkiej skali błędu takiego działania. Warto nadmienić, że średnia liczba bezpośrednich pomiarów z ortofotomapy lub innych bezpośrednich źródeł, takich jak np. zdjęcie lotnicze, w różnych latach dla wszystkich obszarów jest równa 8,429, przy czym najmniejsza liczba to 5, a największa to aż 12, a braki zdjęć dotyczą głównie pierwszych lat po wprowadzeniu planu i wraz z biegiem czasu i rozwojem technologii materiałów jest coraz więcej. Ostatnią istotną kwestią jest brak dokonywania interpolacji oraz pomiarów przed piątym rokiem od wprowadzenia planu. W tym okresie autor dokonywał dokładnych pomiarów, tylko jeśli wymagała tego interpolacja pomiaru w roku piątym oraz zapisywany był stan w momencie wprowadzenia planu. Planowane badanie realizowane jest w punktach 5, 10 i 15 lat, a z tej perspektywy liczba budynków przed i po tym okresie, choć może być wartościową informacją, to nie jest wykorzystywana w badaniu objaśniającym. Przy określaniu dokładnej daty powstania danego budynku z próby badawczej szczególny nacisk był kładziony na ścisłe określenie w odstępie 5, 10 i 15 lat od uchwały, natomiast informacja, czy budynek powstał w roku 12, czy 13, była drugorzędna. Przedstawiona powyżej wieloetapowa procedura była bardzo czasochłonna, jednak jej podstawowym założeniem było oparcie się na możliwie największej liczbie archiwów i baz danych, a także autorskiej inwentaryzacji w celu możliwie największej redukcji błędu. Łącznie pomiar objął 4704 domów jednorodzinnych, z czego w momentach wprowadzania planów istniało 1116, zatem zrealizowane zostało 3588. Każda z tych inwestycji podlegała przypadkowi, jednak na podstawie takiej liczby zdarzeń możliwe jest wyciąganie pewnych ogólnych wniosków.

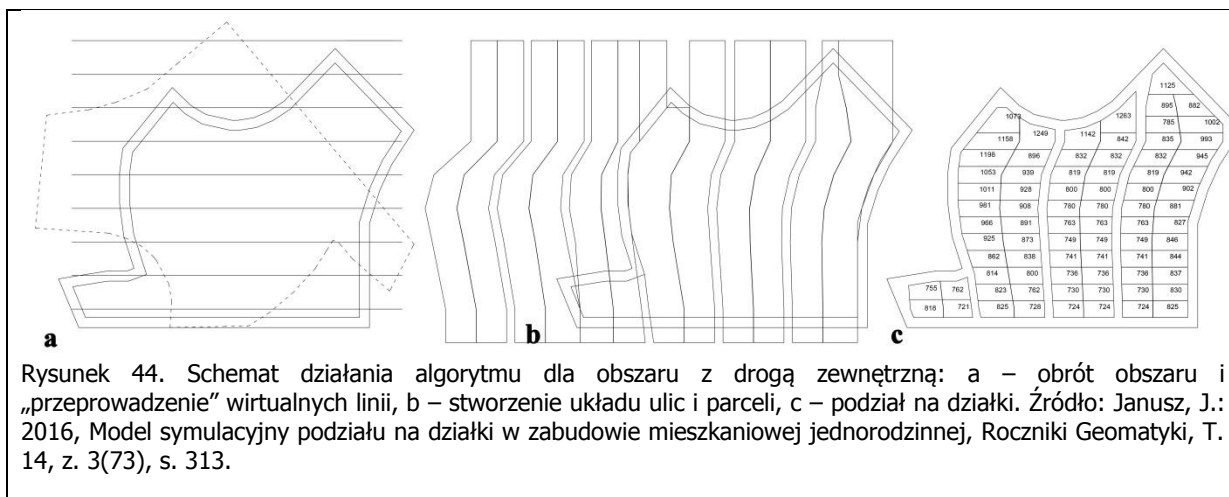


Rysunek 43. Liczba badanych obszarów zawierających odpowiedni zakres liczbowy budynków [0;34], [35,60], [61,88], [89,117], [118,145], [146,174], 175+, Źródło: opracowanie własne.

Drugi istotny pomiar to liczba budynków przewidziana w MPZP. Wyznaczanie tej liczby bazuje zasadniczo na metodzie symulacyjnej, bądź zautomatyzowanej, bądź wykonywanej poprzez przeniesienie regulacji zapisanych w uchwale na badany obszar. W zdecydowanej większości miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego integralną część stanowi rysunek planu, stanowiący wartościową podstawę do oceny symulacyjnej. Oczywiście projekt ten może przewidywać znacznie mniej budynków, niż wynika to bezpośrednio z zapisów uchwały i przepisów odrębnych. Oznacza to, że konieczna jest weryfikacja każdego z projektów oraz ewentualna korekta tego planu, która przedstawiałaby wariant wynikający bezpośrednio z regulacji. Projekt taki uwzględniać musi strukturę własności terenu oraz związaną z nią możliwość podziału działek. Dla każdego z obszarów wykonana została taka analiza symulacyjna, która stanowiła drugą wartość budującą zmienną „stopień rozwoju”. Zestawienie liczb dla poszczególnych obszarów odnaleźć można pod pozycją: Załącznik 1., który przedstawia zestawienie zbiorcze obszarów, a rysunki przedstawiające oznaczone budynki według na podstawie zdjęć satelitarnych skorygowane, między innymi w oparciu o EGIB przedstawia **Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania..** Przy przyjętej metodzie symulacji szacującej przewidywany podział na działki pod realizację budynków podstawowym źródłem danych były uchwały miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego oraz ich załączniki graficzne, a także dane katastralne⁴²⁴. Narzędziem wykorzystanym do symulacji był program ArcMap oraz AutoCad. Podstawowy problem związany z wyznaczaniem liczby budynków przewidzianych w planie polega na tym, że jej określenie w zrealizowanym planie jest zadaniem stosunkowo prostym, choć w zależności od decyzji projektowych wartość ta może się nieznacznie wahać, natomiast jakiegokolwiek aspiracje aplikacyjne badania w obszarach, gdzie MPZP dopiero jest kształtowane, jest znacznie

⁴²⁴ Usługa przeglądania (WMS) danych o charakterze katastralnym, http://mapy.geoportal.gov.pl/wss/service/pub/guest/G2_GO_WMS/MapServer/WMSServer?

trudniejsze. Wynika to z faktu, że wiele z przyjętych wariantowych decyzji kształtujących MPZP zmienia liczbę budynków wynikających z planu. Oznacza to, że wykorzystanie badania jako systemu wspierania decyzji przestrzennych tworzyłoby sprzężenie zwrotne i bardzo utrudniałoby analizę, gdyż każdy wariant musiałby być osobno szacowany lub symulowany. W tym celu autor opracował metodę automatycznego podziału obszaru na działki, która była stosowana w niektórych elementach planów, gdzie załącznik graficzny nie przedstawiał odpowiedniego projektu podziału na działki. Referencyjne opracowania, stan badań oraz znaczenie takiego modelu zawarte jest w podrozdziale 4.3 zatytułowanym Typologia i kształtowanie układu zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej. Sam model opisany i zamieszczony został w formie algorytmu obliczeniowego w artykule z 2016 roku⁴²⁵. Dostępny jest *online* nieodpłatnie na licencji Creative Commons z uznaniem autorstwa w wersji 3.0 Unported⁴²⁶, zatem szczegółowe opisywanie go w tym podrozdziale jest bezzasadne. Zarys działania przedstawia poniższa grafika (Rys. 44).



Łączna liczba budynków mieszkaniowych wynikająca z szacunków we wszystkich obszarach objętych badaniem to 7238.

Po obliczeniu obu komponent zmiennej według przedstawionych powyżej metod, technik i narzędzi możliwe jest wyznaczenie zmiennej zależnej w badaniu, a następnie porównywanie jej do wartości oszacowanych przez model. Wzory pozwalający na wyznaczenie obu zmiennych zależnych znajduje się na początku podrozdziału (Równanie 12 i Równanie 13). W badaniu konieczne jest przygotowanie 3 zestawów zmiennych odpowiednio dla pięciu, dziesięciu i piętnastu lat oraz określenie uprzednio „stanu rozwoju w roku zerowym”. Poniższa tabela 13 przedstawia najważniejsze dane na temat pomiaru zmiennej występujące w badaniu. Parametry zmiennej przedstawione zostaną w kolejnym rozdziale.

⁴²⁵ Janusz, J.: 2016, Model symulacyjny podziału na działki w zabudowie mieszkaniowej jednorodzinnej, *Roczniki Geomatyki*, T. 14, z. 3(73), s. 305 - 318.

⁴²⁶ <https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/>

Czas od MPZP (lata)	Liczba pomiarów	Liczba gmin	Liczba budynków zrealizowanych do roku 2016 włącznie	Liczba budynków przewidzianych w MPZP	Łączny obszar mieszkaniowy (ha)
5	72	8	3588	8774	958,3
10	72	8	3588	8774	958,3
15	52	7	3010	7132	783,9

Tabela 13. Elementy statystyki opisowej zmiennej objaśnianej stopień rozwoju. Źródło: opracowanie własne.

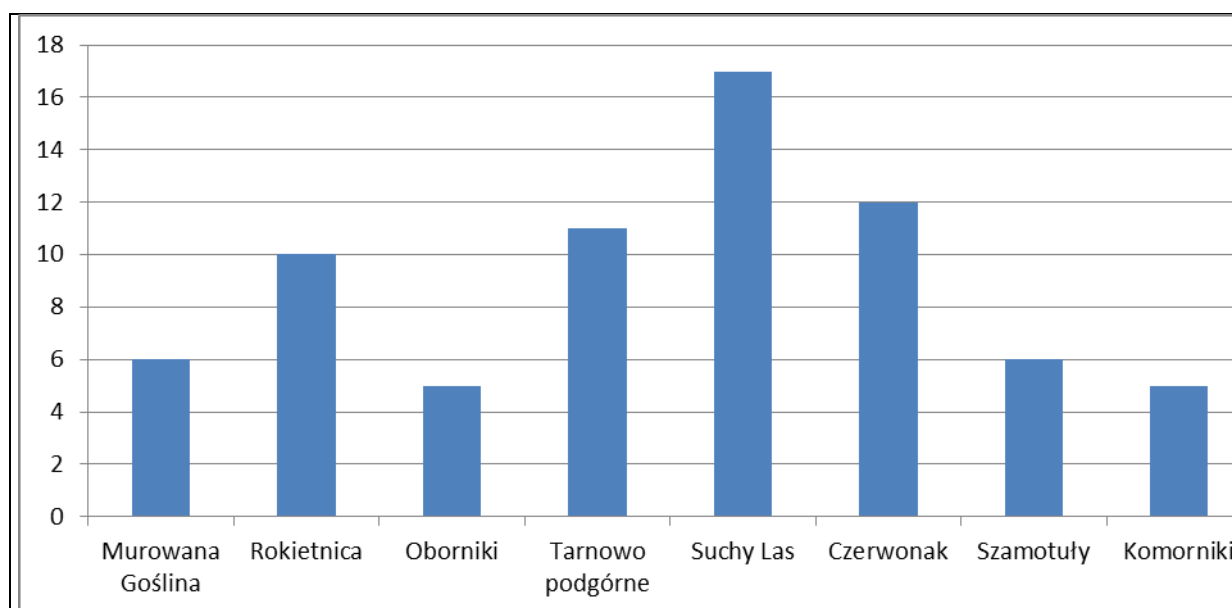


Tabela 14. Liczba obszarów w określonej gminie na obszarze aglomeracji poznańskiej. Źródło: opracowanie własne.

W rozdziale poświęconym badaniu zmienna ta, jako najistotniejsza, zostanie zbadana pod względem rozkładu i parametrów zawartych w statystyce opisowej.

5.3.2. Odległość od centrum aglomeracji

Zmienna ta występowała w większości przedstawionych badań przedstawionych w podrozdziale 3.2, w tym metodach parametrycznych oraz sztucznych sieci neuronowych, także w opracowaniu Beima dotyczącym aglomeracji poznańskiej. Także studium przypadku autorstwa Irwina i Bockstaela dowodziło zwiększania się fragmentacji, a zatem zmniejszenia intensywności zabudowy wraz ze wzrostem odległości od środka metropolii⁴²⁷. Co więcej, potencjalne znaczenie tej zmiennej zostało wykazane w podrozdziale 4.2 opisującym zmienność tempa rozwoju zasobów mieszkaniowych

⁴²⁷ Op. cit. Irwin, E., G. I Bockstael, N., E.: 2007, The evolution of urban sprawl: Evidence of spatial heterogeneity and increasing land fragmentation, s. 20672–20677

w aglomeracji poznańskiej, gdzie badanie korelacyjne wykazało czytelną zależność pomiędzy odległością a liczbą budynków mieszkalnych oddanych do użytku na 1000 mieszkańców gminy. Za centrum został przyjęty Stary Rynek w Poznaniu. W literaturze odnaleźć można różne koncepcje wyznaczania centrum, począwszy od geometrycznego centrum wyznaczonego między ulicami Święcickiego i Roosevelta, poprzez umowne centrum na ulicy Św. Marcina⁴²⁸. Wybór Starego Rynku miał zapewnić relatywnie zbliżone warunki dojazdu z różnych gmin otaczających Poznań. Pomiar tej zmiennej miał charakter bezpośredni i polegał na określeniu długości krzywej, mierzonej w kilometrach z dokładnością do jednego miejsca po przecinku, prowadzonej po drogach dojazdowych ze środka badanego obszaru do obwiedni Starego Rynku w Poznaniu. Narzędziem wykorzystanym w tym celu była aplikacja Google Earth Pro. Zakres wynikający z pomiarów mieścił się w granicach 9,4 do 44,5 km, co jest istotne przy określaniu interpretacji, gdyż oznacza, że na podstawie uzyskanego modelu nie sposób bezpośrednio wnioskować o tempie rozwoju obszarów oddalonych na przykład dwa kilometry od centrum. W analizie nazwa ta skracana jest to hasła „odległość [km]”.

5.3.3. Stan rozwoju w roku zerowym

Potrzeba poszukiwania tej zmiennej wynika z badań studiów przypadku zamieszczonych w podrozdziale [3.2]. Zarówno w badaniach Irwin i Bockstael⁴²⁹, jak i w innych pracach wykorzystujących metody regresji⁴³⁰ zauważona została przewaga tempa rozwoju w obszarach wczesnych stadiach rozwoju oraz ciągłe pojawianie się nowych miejsc przeznaczonych na osiedla jednorodzinne przy jednoczesnym braku wypełniania istniejących struktur o średnim lub wysokim stopniu rozwoju. Pomiar tej zmiennej był identyczny z technikami i metodami wykorzystywanymi przy zmiennej zależnej „stopnia rozwoju”, tylko że wartość przedstawiała pomiar w momencie wprowadzenia miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego. Jako ciekawostkę można dodać, że jest to ostatnia zmienna wprowadzona do badania, w momencie, kiedy budowany był już model regresji z pozostałymi danymi, przy czym wprowadzenie tej zmiennej do modelu testowane było w oparciu o różne funkcje, podobnie zresztą jak przy wszystkich prostych zmiennych niezależnych. Wartość ta była wyrażana w formie procentowej. Miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego z wysoką wartością tej zmiennej były odrzucane zgodnie z przyjętymi założeniami. Tutaj też przyjęta została skrócona nazwa „Stan w momencie wprowadzenia MPZP”.

⁴²⁸ May, J., Stelmasiak, S., Kurek, L., Ludwiczak, I. i Niezborąła, M.: 1996, *Środowisko Naturalne Miasta Poznania, Wydział. Ochrony Środowiska Urzędu Miejskiego w Poznaniu, Poznań*, ISBN 8390666510, s. 5 - 8.

⁴²⁹ Op. cit. Irwin, E., G. I Bockstael, N., E.: 2007, The evolution of urban sprawl: Evidence of spatial heterogeneity and increasing land fragmentation, 20672–20677.

⁴³⁰ Op cit. Meentemeyer, R., K., Tang, W., Dorning, M., A., Vogler, J. B., Cunniffe, N., J., Shoemaker, D., A.: 2013, FUTURES: Multilevel Simulations of Emerging Urban–Rural Landscape Structure Using a Stochastic Patch-Growing Algorithm, s. 785-807.

5.3.4. Ilość i stan zasobów mieszkaniowych

Omawiany aspekt był znacznie trudniejszy do ujęcia w formie zmiennej niż dwa poprzednie. Jego problematyka wywodzi się bezpośrednio z omawianego w podrozdziale 3.2.4 zjawiska autokorelacji, która to problematyka stanowiła oś wielu studiów przypadku. Wskazują one, że jest to zjawisko tak złożone, że pełne ujęcie go wymagałoby niezwykle rozbudowanego zasobu danych, przetworzonego do zaawansowanej struktury informacji. Z pewnością mógłby to być temat osobnego opracowania, jednak duży problem w jego realizacji stanowiłyby ograniczone bazy danych. Autokorelacja w rozważanym badaniu generowana jest przez inne obszary zabudowy jednorodzinnej będące w pobliżu wybranej próbki, które na nią wpływają. Tę ogólną hipotezę w uproszczony sposób opisać można stwierdzeniem: sąsiedni obszar zabudowy mieszkaniowej wpływa na rozwój wybranego obszaru zabudowy mieszkaniowej. Jednakże nie wystarczy stwierdzić występowania takiego sąsiedztwa i wykonać ogólnego pomiaru, by mieć pełen obraz występowania autokorelacji. Charakter jej związany jest z kompleksową charakterystyką tego sąsiedniego obszaru mieszkaniowego, jednakże chęć wykorzystania badań we wspomaganii projektowania oraz dążenie do przejrzystości wyników implikują ograniczenia co do złożoności pomiaru i opisu tej charakterystyki sąsiedniej zabudowy. Aspiracja do pełnego opisu wpływu sąsiedztwa otwierałaby zbyt złożoną problematykę w stosunku do możliwości powtarzalnego wykonania analizy regresji. Ta zbyt duża złożoność, skłaniającą do wykorzystania uproszczonego syntetycznego pomiaru, ukazana jest poniżej. Już samo pojęcie sąsiedztwa jest pewnym uproszczeniem, gdyż autokorelacja odnosi się do struktury przestrzennej występowania danego zjawiska, nie zaś wyłącznie do bezpośredniego sąsiedztwa. Co więcej, należy pamiętać, że wpływ taki nie ogranicza się do istniejącej zabudowy, lecz dotyczy także obszarów wyznaczonych pod zabudowę mieszkaniową jednorodziną, na której jeszcze zabudowy nie ma. Wymaga to w pierwszej kolejności pytania o to, jakie obszary uznać za potencjalnie możliwe do zamieszkania; tylko te objęte MPZP, objęte warunkami zabudowy, potencjalnie objęte WZ, możliwe do objęcia WZ, zaopatrzone w media? W celu zbudowania kompletnego obrazu autokorelacji konieczne jest także uwzględnienie zjawiska „jakości sąsiedztwa”⁴³¹, które to pojęcie z zakresu ekonometrii otwiera problematykę oceny potencjalnego wpływu kształtującego się według zasad popytu i podaży gruntów pod zabudowę mieszkaniową. Na tej podstawie można przypuszczać, że sąsiedztwo bardzo atrakcyjnego obszaru wywierałoby inny wpływ niż takiego o podobnym standardzie lub tym bardziej nieatrakcyjnego. Nie tylko taka ocena miałaby znaczenie, lecz także specyfika sąsiedniej zabudowy. Należałoby także zbadać, czy sąsiedztwo o zupełnie innej typologii, na przykład domów szeregowych z jednorodzinnymi o minimalnej wielkości działki 1600 m², wpływa w takim samym, czy innym stopniu. Co więcej, sytuacja sąsiedztwa, szczególnie dalekiego (powyżej kilometra), może się bardzo dynamicznie zmienić. Wystarczy, że w kolejnym roku uchwalone zostanie kilka planów, co w materiale badawczym często miało miejsce, a omawiana zmienna musiałaby się zmienić o rzędy wielkości. W obliczu tak złożonej, niepewnej zależności, która skłaniałaby do

⁴³¹ Dubin, R., A: 1992, Spatial autocorrelation and neighborhood quality, *Regional Science and Urban Economics*, 22, 433-452.

poszukiwania zmiennej w obszarze danych „miękkich”, a także z wymienionych powyżej przyczyn praktycznych, praca nie odnosi się bezpośrednio do dalekiego sąsiedztwa, jednak zwraca uwagę na inną, bardzo istotną kwestię związaną z bliskim sąsiedztwem, której poszukiwania przedstawione zostaną na drodze argumentacji logicznej. Hipotetycznie przyjęta została ujemna korelacja bliskiego sąsiedztwa, jednak nie tylko w zakresie sąsiednich planów miejscowych, ale także wewnątrz odpowiedniego obszaru opracowania według areału przeznaczonego na funkcję mieszkaniową. Ta argumentacja wyprowadzona jest z założenia, że zwiększona lokalnie podaż negatywnie wpływa na tempo rozwoju, gdyż osób zainteresowanych kupnem mieszkania w danej lokalizacji jest ograniczona liczba⁴³². Co więcej, małe osiedla mogą wydawać się bardziej atrakcyjne. Są to wyłącznie przypuszczenia, na podstawie których można sformułować hipotezy, które weryfikuje badanie. Poszukiwanie przyczyn takiego zjawiska nie jest elementem tej rozprawy, a jedynie stwierdzenie jego zaistnienia i jego pomiar. Wskazują one tylko obszar poszukiwań zależności między zmiennymi, który został potwierdzony w analizie regresji. Przy ustalaniu zasad pomiaru i oszacowania zmiennej reprezentującej lokalną dostępność obszarów mieszkaniowych konieczne jest uwzględnienie zjawiska sąsiedowania ze sobą MPZP ustalających funkcję mieszkaniową. Co więcej, często uchwały takie pochodzą z tego samego roku. Dla przykładu, zgodnie z prawem ten sam dziesięciohektarowy obszar może zostać objęty planem miejscowym lub zostać podzielony na trzy fragmenty i zostać objęty różnymi MPZP, które jednak przewidywałyby taką samą funkcję. Warto tylko zwrócić uwagę, że w obu scenariuszach efekt byłby bardzo podobny, a powierzchnia zabudowy liczona w poszczególnych planach z osobna przyjmowałaby trzykrotnie mniejszą wartość. Zjawiska takie mają miejsce, czego przykładem jest obręb ewidencyjny Bytkowo w gminie Rokietnica, gdzie w podobnym czasie powstały trzy sąsiadujące ze sobą plany, które przewidywały jako podstawową funkcję zabudowę mieszkaniową jednorodziną. Różne motywacje stoją za takim działaniem, w tym strach przed ryzykiem zablokowania całej inwestycji, jednak rozważanie tego nie jest celem opracowania. Łącznie na tych trzech sąsiadujących obszarach wyznaczone jest około 61 ha. Inna wartość zmiennej, a sytuacja przestrzenna ta sama, zatem taki pomiar jest nie dopuszczalny. Przykłady te pokazują, że pomiar powierzchni funkcji zabudowy mieszkaniowej wyłącznie w granicach wybranego planu miejscowego jest mylący, gdyż przy podobnej sytuacji przestrzennej wartość pomiaru byłaby różna. Do takiej sytuacji nie można dopuścić w badaniu regresji, dlatego rozważając wszystkie wymienionej powyżej kwestie, zaproponowane zostało poniższe rozwiązanie.

Jako kompromis zaproponowana została technika pomiaru zmiennej polegająca na narysowaniu okręgu o promieniu 600 metrów, w taki sposób by objąć jak największy obszar analizowanego obszaru, a gdy zawiera całość to ze środkiem okręgu w geometrycznym środku analizowanego obszaru. Następnym krokiem jest zliczenie wszystkich powierzchni działek mieszkaniowych (bez dróg i pozostałych terenów) znajdujących się wewnątrz okręgu. Tak uzyskany rezultat nie mógł przekroczyć 113,1 ha, która to wartość stanowi pole okręgu. Jednakże ze względu na konieczność doprowadzenia dróg należałoby przyjąć największą teoretyczną wartość, teoretyczne

⁴³² Ibidem, s. 445.

maksimum, szacowaną na około 90 ha. W badaniu największa uzyskana wartość to 66,1 ha. Taka zmienna to pewien kompromis między zauważoną zależnością przestrzenną a trudnością oraz obiektywnym charakterem pomiaru. Narzędzia wykorzystane w tym celu to ArcMap, który jest podstawową komponentą programu ArcGIS firmy Esri. Dla niektórych gmin dostępne były serwisy WMS zawierające miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego (zarówno rysunki, jak i opisy). Oczywiście dane te porównane zostały z kompletem dostępnych miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego. W formie wspomnianych serwisów MPZP były dostępne dla gmin: Szamotuły⁴³³, Czerwonak⁴³⁴, Rokietnica⁴³⁵ i Oborniki⁴³⁶, natomiast Suchy Las⁴³⁷ udostępniał w czasie prowadzenia badania tylko niektóre plany w serwisie WMS, a Tarnowo Podgórze⁴³⁸ wybrane informacje na temat planów, przy czym udostępnione były zakresy, co było pomocne w badaniu. Wyłącznie gmina Murowana Goślina nie udostępniała w czasie badania rysunków planu w żadnym serwisie GIS, zatem konieczne było manualne wprowadzenie odpowiednich danych. Po stworzeniu lub pobraniu odpowiednich obrysów funkcji mieszkaniowych dokonanie pomiaru było prostą analizą przestrzenną, przy czym przy występującym zakresie do 64,1 ha niewielkie zaokrąglenie nieznacznie wpływałoby na wynik. W analizie dla tej zmiennej przyjęta została nazwa „lokalny areał mieszkalny” lub bardziej opisowo „Obszar Skorygowany o sąsiednie MPZP: 600m”.

5.3.5. Cechy zabudowy

W tym obszarze autor poszukiwał więcej niż jednej zmiennej, jednak hipotezy dotyczące wpływu wielu z domniemyanych cech typologicznych zostały odrzucone, bądź to w badaniu objaśniającym, bądź we wcześniejszych etapach pozostałych badań. Wśród rozmaitych cech i podziałów, jakimi można opisać budownictwo jednorodzinne w zestawieniach statystycznych przedstawionych w podrozdziale 4.2, wyszczególnione i potencjalnie istotne były technologia budowy, podział na wolnostojące, bliźniacze i szeregowe, metraż, liczba mieszkań, liczba osób, powierzchnia zabudowy oraz powierzchnia działki budowlanej. Inne cechy typologiczne takie jak rodzaj dachu czy liczba kondygnacji bywają wyszczególniane w odpowiednich zapisach planów, jednak pominięte zostały w rozważaniach. Dane z 2015 roku⁴³⁹ wskazują, że prawie wszystkie budynki zostały wykonane w technologii tradycyjnej udoskonalonej, która to nazwa bezpośrednio występuje w cytowanym dokumencie. W uchwałach także nie znajdowały się regulacje w zakresie technologii, zatem w oparciu o tę kwestię nie była formułowana żadna zmienna. Klasyfikacja uznana za

⁴³³ Dostęp dnia 03.08.2016, <http://wms.e-mapa.net/cgi-bin/mapserv?map=/home/www/egmina/implementation/szamotuly/pln/wms/mpzp.map&>

⁴³⁴ Dostęp dnia 03.08.2016, <http://wms.e-mapa.net/cgi-bin/mapserv?map=/home/www/egmina/implementation/czerwonak/pln/wms/mpzp.map&>

⁴³⁵ Dostęp dnia 03.08.2016, http://portal.gison.pl/rokielnica_poznanski/

⁴³⁶ Dostęp dnia 03.08.2016, http://mpzp.igeomap.pl/cgi-bin/mapserv?map=/home/webgis/oborniki/mpzp_oborniki.map&feature_count=5&

⁴³⁷ Dostęp dnia 03.08.2016, <http://wms.e-mapa.net/cgi-bin/mapserv?map=/home/www/egmina/implementation/suchylas/pln/wms/mpzp.map&>

⁴³⁸ Dostęp dnia 03.08.2016, http://mapa.inspire-hub.pl/ows/gmina_tarnowo_podgorne?

⁴³⁹ Op. cit. Kowalska, M.: 2016, Budownictwo wyniki działalności w 2015 r., Tabele 7-9

potencjalnie ważną w badaniu dotyczy podziału na budynki wolnostojące, bliźniacze i szeregowe. Pierwsze z nich stanowią zdecydowaną większość, gdyż według cytowanego opracowania budynków bliźniaczych w roku 2015 wybudowano około dziesięć razy mniej⁴⁴⁰. Małą grupę stanowi także zabudowa szeregowa, przy czym występuje ona częściej w większych miastach⁴⁴¹. Zagadnienie to jest ważne w badaniu, gdyż w większości MPZP możliwa była do odnalezienia jasna regulacja dotycząca rodzaju zabudowy, przy czym w niektórych przypadkach możliwy był wybór między zabudową bliźniaczą i wolnostojącą. Co więcej, możliwe do odnalezienia są sytuacje, gdzie na działkach przeznaczonych jednoznacznie na zabudowę wolnostojącą powstawała bliźniacza, co możliwe do odnalezienia jest chociażby w MPZP w gminie Tarnowo Podgórne w obrębie Przeźmierowo⁴⁴². Niemniej jednak zabudowa szeregowa i wolnostojąca tworzy zupełnie inną formę zamieszkania, co zostanie uwzględnione w badaniu. Kolejne cechy, które potencjalnie wpływać mogą na rozwój to metraż, liczba mieszkań w domu, liczba osób i powierzchnia zabudowy. Ich domeną wspólną jest warunkowana przez nie jakość zamieszkania oraz ewentualny koszt. Niestety trzy pierwsze z tych wartości nie są dostępne dla wszystkich wybranych obszarów (między innymi w bazie EGiB, która nie obejmuje wszystkich obszarów), a co więcej w większości przypadków dane te nie są regulowane zapisami planów lub regulowane są jednostronnie (wyłącznie maksymalna wartość), zatem informacje te będą pomijane w badaniu.

Za rzecz potencjalnie bardzo istotną natomiast można uznać wielkość działek. Zmienna ta pojawia się także w opracowaniu dla obszaru aglomeracyjnego Maryland, lecz zapisana jest w skali interwałowej, czyli wyróżnione są odpowiednie zakresy. W cytowanej pracy przedstawia ją wprowadzone pojęcie, które można przetłumaczyć jako „zagęszczenie aktualnego zagospodarowania terenu”⁴⁴³. Zostanie ono poniżej przedstawione jako przykład standardów w pracach badawczych, chociaż nie zostało przyjęte w rozprawie. Opisuje ono liczbę działek przypadających na jeden ar, przy czym nie jest wyrażone w liczbach, lecz w pięciu zakresach. Zapis ten jest bardzo wymowny w kontekście wykazania odsetka lasów i pól uprawnych przekształconych na cele zabudowy jednorodzinnej, gdyż reprezentuje, ile powierzchni trzeba było poświęcić na zrealizowanie jednego budynku. Opis tych zakresów przedstawiony jest poniżej przy zmianie jednostek na metry kwadratowe. Są to odpowiednio: wysokie zagęszczenie (poniżej 505,9 m² na jedną działkę), średnie zagęszczenie (od 505,9 do 2023,4), niskie zagęszczenie (2023,4 do 20234,3) oraz bardzo niskie zagęszczenie (poniżej 20234,3). Opis taki adekwatny jest dla dużych opracowań, które obejmują całą aglomerację, jednakże w prezentowanym badaniu możliwy był pomiar średniej wielkości działki. Z planów można wyprowadzić w wielu przypadkach bezpośrednią wielkość działek, w innych określenia graniczne pozwalają na estymację tej wartości, która czasem jest zaburzana poprzez możliwość łączenia i podziału odpowiednich działek. Wciąż jednak z dużą dozą prawdopodobieństwa oszacować

⁴⁴⁰ Ibidem, Tabele 4(13).

⁴⁴¹ Op. cit. Opracowanie: Dział Badań i Analiz firmy Emmerson S.A. na podstawie danych Eurostat (EUSILC) dla obszaru Polski z 2013r.

⁴⁴² Uchwała Nr XXXVI/277/2000 Rady Gminy Tarnowo Podgórne z dnia 27 czerwca 2000 r.

⁴⁴³ Op. cit. Irwin, E., G. I Bockstael, N., E.: 2007, The evolution of urban sprawl: Evidence of spatial heterogeneity and increasing land fragmentation, s. 20674.

można podział, który zostanie zrealizowany. Estymacja ta jest konieczna przy określaniu podstawowej zmiennej zależnej „stopnia rozwoju”, zatem dla każdego obszaru podział taki był dokonany. Powyższe rozważania pozwoliły wyprowadzić dwa rodzaje zmiennych. Pierwszy rodzaj dotyczy typologii, drugi natomiast wielkości działek. Taka decyzja uwarunkowała pomiary opisane poniżej.

Sposób pomiaru

Wyznaczenie dwóch wybranych grup zmiennych oparte jest o badanie symulacyjne bazujące na informacjach zawartych w miejscowym planie zagospodarowania przestrzennego. W opisie dotyczącym zmiennej zależnej przedstawiony został sposób symulacji podziału obszaru na działki, także przy wykorzystaniu metody automatycznej, która stosowana może być we fragmentach i w całości planu. Oznacza to, że badane zmienne wynikają ze stworzonego na potrzeby wyznaczania wyszczególnionej w rozdziale jako pierwszej zmiennej zależnej, zatem opis tego działania został zawarty w akapicie dotyczącym metod obliczania „stopnia rozwoju”. Kontynuacja opisu wymaga jednak zaznaczenia nowego zjawiska wprowadzanego przez tę zmienną dotyczącą cech zabudowy, którą jest jej wariantowość. Obie cechy zabudowy ująć można w różny sposób i nie da się wcześniej przewidzieć, które warianty zmiennej wprowadzone do badania będą poprawiać dopasowanie modelu, spełniając równocześnie wszystkie założenia istotności statystycznej. Oznacza to potrzebę przygotowania wielu alternatywnych zmiennych, a następnie ich walidację w formie badania regresji. Przekłada się to na następującą procedurę działania. W oparciu o sporządzony projekt zagospodarowania zmierzone zostały odpowiednie wartości. Dla grupy związanej z wielkością działki są to średnia wielkość działki w wersji standardowej oraz po odrzuceniu działek wydzielonych na terenach zabudowy zagrodowej lub innej związanej z rolnictwem, które zwykle znacząco zwyżają badaną wartość (jeśli występuje), a także średnią wielkość wyłącznie dla obszarów jeszcze niezagospodarowanych. Druga grupa dotycząca typologii zabudowy zakładała prosty pomiar typów budynków. W tym wypadku problem polega jednak na wydzieleniu więcej niż dwóch kategorii budynków, gdyż zabudowa może wystąpić w formie wolnostojącej, bliźniaczej lub szeregowej (traktowana jest na równi ze zgrupowaną na potrzeby badania). Ponadto jako osobna grupa zostało wymienione budownictwo mieszkaniowe związane z produkcją rolną, zwane w większości przypadków zabudową zagrodową⁴⁴⁴ i tak właśnie oznaczone w pracy. Koncepcja wprowadzania tych danych do modelu regresji polegała w tym wypadku na ujęciu najpierw każdego z tych odsetków zabudowy z osobna, najpierw szeregowej, później bliźniaczej, a następnie zagrodowej. W przypadku wykazania istotności więcej niż jednej z tych zmiennych dalszym krokiem byłoby oszacowanie jednej zmiennej złożonej na podstawie ich wpływu lub pozostawienie 3 zmiennych. Utrzymana została zasada wprowadzania procenta danej zabudowy zamiast liczby budynków. Co do samej struktury występowania zmiennych dotyczących cech zabudowy, to średnia arytmetyczna wielkość działki w badanych obszarach wynosi 1140 m², przy czym najniższa zanotowana średnia dla wybranego

⁴⁴⁴ Świderski, K.: 2013, Pojęcie zabudowy zagrodowej na tle przepisów o zagospodarowaniu przestrzennym, *Przegląd Prawa Rolnego*, 1(12), s. 101-117.

obszaru to 530 m², a największa równa jest aż 2270 m². W przypadku cech typologicznych obraz jest bardziej złożony. Przede wszystkim zmienne udziały procentowe zabudowy szeregowej i bliźniaczej dla mnóstwa obszarów przyjmują wartość 0. Zasadniczo zabudowa szeregowa występuje w 16 obszarach, bliźniacza w 18, a zagrodowa w 23 spośród uwzględnionych w badaniu 72 próbek, co stwarza ograniczone perspektywy oszacowania wpływu. Ich udział także jest stosunkowo niewielki, co pokazuje poniższa tabela:

Liczba przewidzianych w planach	Przewidziana w MPZP liczba budynków w badaniu	Liczba planów z występowaniem danej zabudowy	Procent ogółu budynków	Maksymalna liczba budynków w planie	Maksymalny udział procentowy w zabudowie
budynków bliźniaczych	440	18	5%	104	42,98%
budynków szeregowych	653	16	7,4%	112	98,70%
budynków zagrodowych	84	24	1%	14	14,67%
budynków wolnostojących	7597	72	86,6%	406	100%

Tabela 15. Informacje o odsetku budynków według odpowiednich typologii w badanych obszarach. Źródło: opracowanie własne.

5.3.6. Sposób organizacji inwestycji

W podrozdziale 4.2 przedstawiony jest statystyczny udział poszczególnych rodzajów sposobu organizacji inwestycji. Zmienna ta została już wstępnie objaśniona w tym podrozdziale [4.2], gdzie także wykazane zostało, że zabudowa inna niż indywidualna realizowana na własne potrzeby mieszkaniowe dotyczy mniej niż 10% wszystkich budynków. Zasadniczo rozległe hasło organizacji zabudowy sprowadza się do dwóch kwestii. Przede wszystkim celu, w jakim realizowana jest inwestycja, oraz rodzaju podmiotu, który jest inwestorem. Autor wyszedł z założenia, że wzrost stopnia rozwoju może być uzależniony od wzmiankowanej organizacji inwestycji. Zależność ta do pewnego stopnia została zasugerowana w podrozdziale 4.2.2, chociażby faktem, że czas trwania budowy dla technologii tradycyjnej udoskonalonej jest prawie dwa razy dłuższy przy inwestorze indywidualnym. Propozycją uproszczonego zbadania wpływu na tempo rozwoju jest określenie podstawowego podziału na budownictwo organizowane przez osoby prywatne na własne cele mieszkaniowe oraz pozostałe formy budownictwa. Ujęcie badanego zjawiska polega zatem na sformułowaniu zmiennej „Zabudowa zorganizowana”, która odnosi się do odsetka budynków jednorodzinnych na danym obszarze, w których inwestorem był jeden podmiot, który realizuje więcej niż dwa domy w określonej badaniem lokalizacji, tylko w sytuacji, gdy było to wiadome w momencie wprowadzania planu (taki inwestor znajdował się w posiadaniu działek). W teorii podział ten ujmuje w

tej kategorii wiele sposobów organizacji, w tym wymienić można 6: inwestycje publiczne, osiedla deweloperskie, budownictwo spółdzielcze, zakładowe, komunalne i budownictwo społeczne czynszowe oraz inne⁴⁴⁵. W praktyce wszystkie plany miejscowe, w których występował inny sposób organizacji zabudowy niż indywidualna na własne cele mieszkaniowe, polegał na sygnalizowanej w MPZP intencji dewelopera do wybudowania osiedla mieszkaniowego z domami na sprzedaż lub wynajem.

Pomiar zmiennej

Określenie udziału procentowego tego typu budownictwa oparte było przede wszystkim o metodę eksploracji archiwów. W pierwszej kolejności studiowana była uchwała, następnie inne dokumenty publikowane przez gminę. Dzięki temu autor mógł bezpośrednio stwierdzić sposób organizacji inwestycji oraz określić, które obiekty w jaki sposób zostały wybudowane. Dodatkowym źródłem danych, które wykorzystane zostało do potwierdzenia informacji, były ogłoszenia internetowe. Co ciekawe, sposób organizacji był także w każdym przypadku czytelny na zdjęciach satelitarnych, jednak nie można tego uznać za wiarygodne źródło informacji. We wszystkich analizowanych przypadkach odsetek „zabudowy zorganizowanej” realizowany był przez firmę deweloperską w celu sprzedaży bądź wynajmu. Wszystkie podmioty określone zostały z nazwy. Podobnie jak w rozdziale 4.2 niewielka część inwestycji realizowanych była w ten sposób. Zaledwie na 7 obszarach wystąpiło to zjawisko, przy czym na 3 dotyczyło wszystkich obiektów. Łącznie w taki sposób powstało 427 budynków jednorodzinnych, zatem około 14%.

5.3.7. Zasoby przyrodnicze

Ocena zasobów przyrodniczych jest pierwszą ze zmiennych złożonych, zatem opisany poniżej pomiar dotyczyć będzie wielu elementów, a ostateczna zmienna zostanie zaproponowana i zweryfikowana już w samym badaniu. Zgodnie z metodologią zawartą w opracowaniach przedstawionych w rozdziale 3.2 ta zmienna niezależna została zaproponowana w rozprawie jako dyskretna oceniająca zasoby przyrodnicze w formie wskaźnika wyznaczanego poprzez wzór uwzględniający pomiary poszczególnych cech przyrodniczych. Elementy uwzględnione w pomiarze to dostęp do zieleni publicznej, do lasu otwartego, do jeziora, małych akwenów, bliskość rzeki oraz jakość zieleni na obszarze opracowania. Pomiar części zmiennych przyjmował skalę dychotomiczną, pozostałe zasadniczo przedstawiane były w skali porządkowej. W dalszej części analizy w celu utworzenia wskaźnika przypisano im odpowiednie wartości. W wymienionych wyżej aspektach oceniana była nie tylko odległość od obiektu z danej grupy, ale także jakość samego zasobu przyrodniczego według przyjętej skali. Ten aspekt wyróżnia proponowaną metodę od przedstawionych w opracowaniach ze studium literatury. W skali całego obszaru aglomeracyjnego ocena jakości zasobu, nawet według zwięzłego opisu kategorii, jest bardzo ogromnym zadaniem, jednakże dla obszaru zawartego w miejscowych planach zagospodarowania przestrzennego było to

⁴⁴⁵ Op. cit. Kowalska, M.: 2016, Budownictwo wyniki działalności w 2015 r., s. 18.

możliwe. Sama zasada stosowania wskaźników jest powszechna przy badaniu regresji szczególnie w naukach społecznych i interdyscyplinarnych. Bitner odnosi się do tej kwestii w następujący sposób:

„Redukcji liczby zmiennych możemy dokonać przez grupowanie cech. Dobrym przykładem jest „uzbrojenie techniczne”. Obejmuje ono cztery atrybuty: wodę (W), kanalizację (K), gaz (G), energię elektryczną (E).”⁴⁴⁶

Metody, techniki, narzędzia i źródła pomiaru oraz formowania zmiennej

Sama metoda bazuje na formowaniu wskaźnika w oparciu o elementarne pomiary lub ewentualnie ocenę i klasyfikację danej cechy przyrodniczej. Konstruowanie takiej skali założone zostało na potrzeby badania. Jak zostało wspomniane wcześniej, badanie nie jest procesem jednokierunkowym. Również skale oraz metody oceny pomiarów cech przyrodniczych były weryfikowane i modyfikowane w celu uzyskania lepszego dopasowania modelu, aż ostatecznie zaproponowane zostało autorskie rozwiązanie. Poszukiwanie dobrego rozwiązania związane było z wyznaczaniem licznych próbnych modeli regresji, ich udoskonalaniu i wprowadzaniu zmian. Ostateczny efekt zakładał 6 wymienionych powyżej aspektów. Zmienne te co do zasady przynależne są do skali porządkowej, czyli opisującej dane według kategorii uwzględniających wzrost określonej cechy, na przykład zieleń niska, średnia i wysoka. W uproszczeniu dane te opisane zostały w skali o równych interwałach pomiędzy poszczególnymi uporządkowanymi kategoriami. Niektóre z nich opisywane były przez dwie skale, odległość dostępu oraz jakości zasobu, które były ze sobą sumowane. Poniżej przedstawiony zostanie opis każdej z nich.

a. Dostęp do zieleni publicznej

Zasięg pomiaru zmiennej został ograniczony do pięciuset metrów. Ta zmienna elementarna opisana została na pięciostopniowej skali, w której pierwszy stopień o wartości zerowej oznaczał brak zasobów zieleni rekreacyjnej, publicznej. W takiej sytuacji wartość tej składowej równa jest 0. W pozostałych czterech stopniach występują przeważnie dwa warianty formy dostępu w każdej z uporządkowanych kategorii. Pomiar zatem opisany może być łącznie przez pięć wartości: 0, 0,25, 0,5, 0,75 i 1. Opis i instrukcja przyporządkowania do danej grupy zamieszczone są w tabeli 16. Przy wykonywaniu analizy należy określić, które ze zdań w tabeli opisuje najlepiej sytuację przestrzenną. Oznacza to, że pierwszym etapem wykorzystania modelu jest zapoznanie się z poniższą tabelą oraz analogicznymi tabelami dla innych zmiennych złożonych i stałe jej stosowanie przy ocenie danego obszaru. Takie podejście ma na celu zapewnienie powtarzalności wyników i przejrzystość wyników badania. Same kategorie porządkowe sformułowane zostały w oparciu o opisane poniżej formy dostępu: brak dostępu, dostęp częściowy, który oznacza, że tylko fragment obszaru mieszkaniowego znajduje się w odległości 500 metrów, oraz dostęp całkowity, który oznacza, że z całego obszaru

⁴⁴⁶ Bitner, A.: 2007, Konstrukcja modelu regresji wielorakiej przy wycenie nieruchomości, *Acta Sci, Pol., Administratio Locutum*, 4(6), s. 62.

mieszkańcowego odległość do danej zieleni publicznej jest mniejsza niż 500 metrów. W kwestii jakości samej zieleni wyróżnione zostały według kolejności od najniżej wartościowych: dostęp do niezorganizowanej, niewielkiej zieleni publicznej, do zieleni rekreacyjnej, do wysoce zorganizowanej zieleni publicznej. Ostatecznie najwyższy punktowany był dostęp do atrakcyjnych parków.

b. Las otwarty

Zmienna dotycząca lasów mierzona była w zasięgu jednego kilometra, a opisywana była na dwóch skalach. Pierwsza dotyczyła formy sąsiedztwa i wyróżniała pięć grup:

- Brak dostępu: 0% obszaru znajduje się w odległości 1000 metrów od jakiegokolwiek lasu. Innymi słowy, w odległości kilometra od jakiegokolwiek punktu na obszarze mieszkaniowym nie ma lasu.
- Częściowa dostępność: mniej niż połowa obszaru mieszkaniowego znajduje się bliżej lasu niż jeden kilometr. 0 do 50% funkcji mieszkaniowej leży bliżej lasu niż 1000 metrów.
- Dostępność z przeważającą częścią obszaru: w odległości 1000 metrów od lasu znajduje się większość obszaru, może to być nawet cały obszar mieszkaniowy, jednakże nie sąsiaduje on bezpośrednio z lasem. Oznacza to zakres <50;100%>.
- Bezpośrednie sąsiedztwo: krzywa wyznaczająca obszar mieszkaniowy znajduje się w odległości bliższej niż 50 metrów od lasu otwartego na odcinku dłuższym niż 50 metrów.
- Osiedle okalane przez las: więcej niż 40% zewnętrznego obwodu projektowanego obszaru mieszkaniowego sąsiaduje z lasem w odległości mniejszej niż 50 metrów.

Ocena samej jakości lasu sprowadzała się zasadniczo do jego areału i wyróżniała: pojedynczy, wyspowy fragment (poniżej 15 ha), duży, lecz wydzielony obszar, las połączony z większą strukturą zieleni oraz wielkoobszarowe formy ochrony przyrody (głównie parki krajobrazowe).

c. Dostęp do jeziora

Ponownie opis przedstawiony został przy pomocy dwóch skali, jakości zasobu oraz formy dostępu. W tym drugim opisie wyróżnione zostały dwa zasięgi, poniżej kilometra oraz poniżej dwóch kilometrów. Ocena jakości sprowadzała się do czterostopniowej skali, przy czym oceniane były takie aspekty jak: czystość wody, dostępność plaż, powierzchnia jeziora, warunki przyrodnicze i infrastruktura turystyczna.

d. Bliskość rzeki

Występowanie rzeki badane było w zasięgu 500 metrów i opisywane wyłącznie na jednej czterostopniowej skali, która wyróżniała analogicznie do podpunktu „c”: brak dostępu, częściowy dostęp, dostępność z przeważającą częścią obszaru oraz bezpośrednie sąsiedztwo.

e. Jakość zieleni na obszarze

Jakość przyrody na obszarze opracowania jest zmienną pomocniczą, w związku z jej uznaniowym charakterem z założenia nie odpowiada za większą część zmiennej niż 15% łącznej wartości. Opisana jest na czterostopniowej skali od braku zieleni lub zieleni szczątkowej bardzo niezorganizowanej i nieatrakcyjnej, poprzez przeciętną, atrakcyjną zorganizowaną zielenią wysoką oraz ostatecznie wyróżniającą się, niezwykle wartościową. Klasyfikacja do ostatniej grupy zakłada kompletny układ kompozycyjny projektowanej zieleni i jest to wyróżniająca się, niezwykle wartościowa zielenią. Opis ten dotyczy stanu projektowanego.

f. Dostęp do małych akwenów

Ostatnim aspektem jest określenie, czy w odległości 500 metrów znajdują się małe akweny takie jak cieki wodne lub stawy. Zmienna ta przyjmuje dwie wartości, ma zatem charakter dychotomiczny.

Poniżej przedstawiona została tabela zawierająca odpowiednie sposoby pomiaru i oznaczeń cech przestrzennych. Pomiary w niej zostały określone w równych wartościach liczbowych, w celu wprowadzenia ich do modelu obliczeniowego, jednak samo określenie odpowiednich wag wspomaganym jest wspomnianym wcześniej badaniem regresji, w którym oprócz pozostałych zmiennych wymienionych w tym rozdziale poszczególne wartości z poniższej tabeli zostają wprowadzane, a ich wpływ osobno oceniany. Ponadto tworzenie poszczególnych skali oraz wag oparte jest o studium literatury, w szczególności opracowań dotyczących macierzy FAST dotyczącej wielokryterialnej oceny i prognozy czynników warunkujących rozwój⁴⁴⁷⁴⁴⁸⁴⁴⁹.

		Opis przyjętych skali.				
Cecha:	Dostęp do zieleni publicznej	Brak (0)	Dostęp do niezorganizowanej, niewielkiej zieleni publicznej lub częściowy dostęp do zieleni rekreacyjnej (0,25)	Dostęp do zieleni rekreacyjnej lub częściowy dostęp do wysoko zorganizowanej zieleni publicznej (0,5)	Dostęp do wysoko zorganizowanej zieleni publicznej lub częściowy dostęp do atrakcyjnych założeń parkowych (0,75)	Dostęp do atrakcyjnych założeń parkowych (1)
Dystans pomiaru:	500 m					
Skala pomiaru:	Porządkowa (5 stopni)					

⁴⁴⁷ Op. cit. Barełkowski, R.: 2015, FAST Matrix: depicting the time-related aspect of urban development, *The Sustainable City X: Urban Regeneration and Sustainability*, WIT Press, red: C.A. Brebbia, W. F. Flores-Escobar, s. 3-10.

⁴⁴⁸ Op. cit. Barełkowska, K., Barełkowski, R., Chlasta, L., Janusz, J. i Wardęski, Ł.: 2016, Czasoprzestrzeń miasta. Fast: rozpoznanie i planowanie dla zrównoważonego rozwoju, *Time-space of the city. Fast: analysis and planning for sustainable development*, s. 153-186.

⁴⁴⁹ Barełkowski, R.: 2014, Strategies for identity of sustainable suburbs, red. N. Marchettini, C. A. Brebbia, R. Pulselli and S. Bastianoni, *The Sustainable City IX. Urban Regeneration and Sustainability*, WIT Transactions on Ecology and the Environment, Wessex Institute of Technology, WIT Press, Southampton & Boston, s. 667-679.

Cecha:	Las otwarty	Brak (0)	Częściowy dostęp (0,125)	Dostępność z przeważającej części obszaru w odległości 1000 m (0,25)	Bezpośrednie sąsiedztwo (0,375)	Obszar okalany przez las (w lesie) (0,5)
Dystans pomiaru:	1000 m					
Skale pomiaru:	Porządkowa (5 stopni), forma dostępu	Brak (0)	Wyspowy fragment (poniżej 15 ha) (0,125)	Duży, lecz wydzielony obszar (0,25)	Las połączony z większą strukturą zieleni (0,375)	Wielkoobszarowe formy ochrony przyrody (0,5)
	Porządkowa (5 stopni), obszar lasu					
Cecha:	Dostęp do jeziora	Brak (0)	2000 m (0,25)		1000 m (0,5)	
Dystans pomiaru:	1000 m i 2000 m					
Skale pomiaru:	Porządkowa (3 stopniowa), odległość					
	Interwałowa (5 interwałów), Jakość	Elementy oceny: Czystość wody, dostępność plaż, obszar jeziora, warunki przyrodnicze i infrastruktura turystyczna (0-0,5)				
Cecha:	Bliskość rzeki	Brak (0)	Częściowy dostęp (0.(3))	Dostępność z przeważającej części obszaru (0.(6))	Bezpośrednie sąsiedztwo (1)	
Dystans pomiaru:	500 m					
Skale pomiaru:	Porządkowa (3 stopniowa), forma dostępu					
Cecha:	Jakość zieleni na obszarze	Brak lub Zieleń niezorganizowana, nieatrakcyjna (0)	Przeciętna jakość zieleni (0.(3))	Atrakcyjna, zorganizowana zieleń wysoka (0.(6))	Kompletny układ kompozycyjny projektowanej zieleni, Wyróżniającą się, niezwykle wartościowa zieleń, pomniki przyrody (1)	
Dystans pomiaru:	Zakres obszaru					
Skale pomiaru:	Porządkowa (3 stopniowa), forma dostępu					
Cecha:	Dostęp do małych akwenów	Brak			Występują ciekły wodne lub stawy.	
Dystans pomiaru:	500 m					
Skale pomiaru:	Dychotomiczna (jest lub nie ma)					
<p>Uwagi:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Dystans pomiaru oznacza zakres odległości od granicy obszaru. Warunkuje on odpowiednią formę dostępu. 2. Każda z cech mieści się w zakresie wartości pomiaru 0-1, poszczególne stopnie skali porządkowej w równy sposób wpływają na tę wartość. 						

3. W nawiasach podane proponowane wartości interpretacji pomiarów pozwalające na jej ujęcie liczbową w skali 0-1 przy wprowadzaniu do modelu.
4. Późniejsze konstruowanie zmiennej na podstawie jej elementów pomiaru w powyższej tabeli wynika z badania regresji, zatem uzyskane wartości interpretacji w zakresie 0-1 nie są bezpośrednio sumowane, lecz ich waga jest określana w badaniu.

Tabela 16. Zestawienie zaproponowanego sposobu pomiaru i oznaczeń cech przestrzennych zasobów przyrodniczych. Źródło: opracowanie własne.

Pomiar poszczególnych elementów na przedstawionych powyżej skalach oparty był o dwie metody. Pierwsza to obserwacja bezpośrednia, druga to eksploracja baz danych i archiwów, głównie przestrzennych. Druga z wymienionych dokonana została przy pomocy narzędzia ArcMap w oparciu o takie źródła informacji jak ortofotomapy archiwalne oraz baza BDOT 10K.

5.3.8. Bilans uciążliwości

Jest to obszar pod wieloma względami zbliżony do poprzedniej zmiennej, jednak dotyczący zupełnie innej kwestii przestrzennej. Podobnie jak w przypadku zasobów przyrodniczych ostatecznie do modelu wprowadzana jest jedna zmienna w formie wskaźnika. Pomiar zasadniczo także jest bardzo zbliżony, z tą różnicą, że większe znaczenie ma metoda obserwacji oraz wywiadu z mieszkańcami na danych obszarach. W celu sporządzenia wielokryterialnej oceny autor zaproponował następujące cechy podlegające pomiarowi: tory kolejowe, oczyszczalnie ścieków i analogicznie uciążliwe obiekty, sąsiedztwo uciążliwych obiektów przemysłowych, uciążliwą infrastrukturę rolniczą, drogi różnych kategorii, sąsiedztwo zabudowy jednorodzinnej oraz linię wysokiego napięcia. Sposób określania i opisu jest bardzo zbliżony dla różnych cech. Jest przy tym znacznie prostszy niż ten dla zasobów przyrodniczych. Zasadniczo odpowiednie cechy (elementy oceny) przyjmują po jednej skali, odpowiednio dychotomicznej lub porządkowej, zatem poszczególne elementy przedstawione zostaną w tabeli poniżej. W celu jej skutecznego odczytania należy wspomnieć o zakresach częściowych. Skale pomiaru oznaczone gwiazdą i opisem „uwzględnia zakresy częściowe” odnoszą się do ilorazu powierzchni funkcji mieszkaniowej jednorodzinnej podlegającej oddziaływaniu do całego arealu funkcji mieszkaniowej jednorodzinnej, zatem mieszczą się w przedziale zamkniętym od 0 do 1.

		Opis przyjętych skali				
Cecha:	Tory kolejowe	Jeśli oddziaływanie występuje na całości obszaru, to wartość równa jest 1, natomiast w przypadku oddziaływania na fragment wartość jest równa ilorazowi arealu mieszkaniowego objętego oddziaływaniem i całości obszaru mieszkaniowego.				
Dystans pomiaru:	400 m					
Skale pomiaru:	Dychotomiczna, uwzględniająca zakresy częściowe*					
Cecha:	Przemysł	Brak (0)	Niewielkie obiekty usługowe lub produkcyjn	Występowani e (lub założenie w planie) usług i obiektów	Przemysł wielkopowie rzchniowy w bezpośredni m	Przemysł o dużej uciążliwości, emisja hałasów i
Dystans pomiaru:	Do 500 m					
Skale pomiaru:	Porządkowa (5 stopniowa)					

		e na obszarze opracowania, w sąsiedztwie funkcji mieszkaniowej (0,0417)	produkcji w sąsiedztwie funkcji mieszkaniowej, Przemysł wielkopowierzchniowy w pobliżu – nie w sąsiedztwie (0,083)	sąsiedztwie (0,167) 500 m	zapachów (0,25-0,5), np. pieczarkarnia, olejarnia 500 m
Cecha:	Przemysł cd.	Ponad 1500 metrów w (0)	Spalarnie, wysypiska, oczyszczalnie – od 750 do 1500 m. Jeśli oddziaływanie występuje na całości obszaru, to wartość jest 0,5, natomiast w przypadku oddziaływania na fragment wartość jest równa ilorazowi areału mieszkaniowego objętego oddziaływaniem i całości obszaru mieszkaniowego pomnożonemu przez 0,5 (0-0,5).	Spalarnie, wysypiska, oczyszczalnie – do 750 m. Jeśli oddziaływanie występuje na całości obszaru, to wartość jest 1, natomiast w przypadku oddziaływania na fragment wartość jest równa ilorazowi areału mieszkaniowego objętego oddziaływaniem i całości obszaru mieszkaniowego (0-1).	
Dystans pomiaru:	750 m i 1500 m				
Cecha:	Uciążliwe obiekty rolnicze	Jeśli oddziaływanie występuje na całości obszaru, to wartość równa jest 1, natomiast w przypadku oddziaływania na fragment wartość jest równa ilorazowi areału mieszkaniowego objętego oddziaływaniem i całości obszaru mieszkaniowego.			
Dystans pomiaru:	500 m				
Skale pomiaru:	Dychotomiczna, uwzględniająca zakresy częściowe*				
Cecha:	Droga	droga główna (150 m), uwzględniająca zakresy częściowe *	droga ekspresowa (250 m), uwzględniająca zakresy częściowe*	autostrada (400 m), uwzględniająca zakresy częściowe*	
Dystans pomiaru:	150, 250, 400 m				
Skale pomiaru:	Porządkowa (3 stopniowa), uwzględniająca zakresy częściowe*				
Cecha:	Zabudowa wielorodzinna	Bezpośrednie sąsiedztwo (0,25)	Na obszarze opracowania w małej ilości (0,5)	Na obszarze opracowania w przeważającej ilości (1)	
Dystans pomiaru:	Na obszarze opracowania				
Skale pomiaru:	Porządkowa (3 stopniowa), uwzględniająca zakresy częściowe				
Cecha:	Linia wysokiego napięcia	Odsetek obszaru mieszkaniowego objęty oddziaływaniem w odległości 150 metrów (1)			
Dystans pomiaru:	150 metrów				
Skala pomiaru:	zakresy częściowe*				

Uwagi:

1. Dystans pomiaru oznacza zakres odległości od granicy obszaru. Warunkuje on odpowiednią formę dostępu.
2. Każda z cech mieści się w zakresie wartości pomiaru 0-1, poszczególne stopnie skali porządkowej w równy sposób wpływają na tę wartość.
3. W nawiasach podane proponowane wartości interpretacji pomiarów pozwalające na jej ujęcie liczbową w skali 0-1 przy wprowadzaniu do modelu.
4. Późniejsze konstruowanie zmiennej na podstawie jej elementów pomiaru w powyższej tabeli wynika z badania regresji, zatem uzyskane wartości interpretacji w zakresie 0-1 nie są bezpośrednio sumowane, lecz ich waga jest określana w badaniu.

* Jeśli oddziaływanie występuje na całości obszaru to wartość równa jest 1, natomiast w przypadku oddziaływania na fragment, to wartość jest równa ilorazowi areału mieszkaniowego objętego oddziaływaniem i całości obszaru mieszkaniowego

Tabela 17: Zestawienie zaproponowanego sposobu pomiaru i oznaczeń bilansu uciążliwości. Źródło: opracowanie własne.

Sposób pomiaru

Należy podkreślić, że określanie występowania odpowiednich uciążliwości dotyczy momentu wprowadzenia miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego. Oznacza to, że dla każdej odnalezionej uciążliwości konieczne było stwierdzenie, czy występowała ona w roku wprowadzenia planu. W przeciwnym razie z pewnością wpływała na rozwój, jednak z aplikacyjnego punktu widzenia zdarzenia niewiadome w momencie wprowadzania planu nie mogą być uwzględnione w analizie. Równocześnie określona pula zdarzeń losowych zmieniająca nieznacznie warunki przestrzenne jest naturalnym zjawiskiem, które może się wydarzyć po wprowadzeniu planu i wpływa także na możliwość oszacowania skali potencjalnego błędu. Bardzo istotna zmiana warunków przestrzennych w trakcie obowiązywania planu mogłaby stanowić podstawę do odrzucenia takiego przypadku z próby badawczej, jednak w wybranej puli nie znalazł się żaden przypadek oceniony w ten sposób. Co do metod pomiaru, to niezwykle istotną kwestią był wywiad z mieszkańcami, który od razu objawiał wszystkie możliwe występujące na danym obszarze uciążliwości, nawet niewymienione w tabeli 17. Równocześnie bezpośrednia obserwacja także ukazywała wybrane negatywne zjawiska. Podobnie jak w przypadku zasobów przyrodniczych wykorzystane zostały także metody eksploracji archiwów i baz danych przestrzennych. Przy pomocy narzędzia ArcMap przeanalizowany został zakres oddziaływań w oparciu o bazę BDOT10K oraz ortofotomapę archiwalną. Procedura pomiaru zakładała w pierwszej kolejności obserwację i wywiad, a następnie pracę w oparciu o bazy danych GIS, w celu uzupełnienia informacji, pomiaru dokładnych odległości i zasięgów oddziaływań oraz stwierdzeniu daty powstania danej uciążliwości.

5.3.9. Dostęp do strategicznych usług i obiektów

Aplikacyjny charakter badania skłania do przyjęcia możliwie prostego rozwiązania w kwestii pomiaru i następnie oceny wpływu dostępności strategicznych usług i obiektów. Jedną z możliwości bardzo znaczącego uproszczenia była zmienna dychotomiczna określająca, czy dany obszar znajduje

się na terenie miasta, jednakże dane na temat budownictwa w 2015⁴⁵⁰ zamieszczone w rozdziale 4.2.2, przedstawione na wykresie (Rys. 22) nie wskazywały na przewagę rozwoju obszarów miejskich. Za zmienną mogącą mieć potencjalne znaczenie w determinacji tempa wzrostu rozwoju uznany został dostęp do określonych usług i obiektów definiujących niejako jak rozwinięty jest obszar pobliski wybranemu miejscowemu planowi zagospodarowania przestrzennego. Koncepcja uproszczenia zakłada zatem przyjęcie dla każdej zmiennej skali przedziałowej (interwałowej) o trzech przedziałach określających zasięg. Pierwszą kategorią jest bliska dostępność bezpośrednia (w zależności od funkcji 500 lub 1000 metrów), dostępność (w zależności od funkcji 1000 lub 2500 metrów) oraz brak dostępności, który zawsze oznaczał wartość równą zero. W związku z faktem, że w przestrzeni określić można wiele obiektów, koncepcja wprowadzania wartości do modelu opiera się na wyróżnieniu jako najważniejszego obiektu szkoły podstawowej oraz drugiego istotnego, stacji kolejowej, natomiast założone zostało, że kolejne obiekty w równy, niewielki sposób wpływają na zmienną „dostęp do strategicznych usług i obiektów”. W ocenie wpływu poszczególnych czynników autor bazował na studium literatury, głównie wymienionych opracowań dotyczących matrycy FAST⁴⁵¹⁴⁵²⁴⁵³ oraz analizie jakościowej.

		Opis przyjętych skali		
Cecha:	Szkoła podstawowa	Ponad 2500 m (0)	500-2500 m. Uwzględniająca zakresy częściowe *	Do 500 i do 1000 m. Uwzględniając a zakresy częściowe *
Dystans pomiaru:	500 m i 2500 m			
Skale pomiaru:	Interwałowa, 4 podziały, uwzględniające zakresy częściowe*			
Cecha:	Liceum lub technikum	Ponad 2500 m (0)	1000- 2500 m. Uwzględniająca zakresy częściowe *	Do 1000 m. Uwzględniając a zakresy częściowe *
Dystans pomiaru:	1000-2500 m			
Skale pomiaru:	Interwałowa, 3 podziały, uwzględniające zakresy częściowe*			
Cecha:	Przychodnia, gabinety lekarskie lub szpital	Ponad 1000 m (0)	500-1000 m. Uwzględniająca zakresy częściowe *	Do 500 m. Uwzględniając a zakresy częściowe *
Dystans pomiaru:	500-1000 m			
Skale pomiaru:	Interwałowa, 3 podziały, uwzględniające zakresy częściowe*			
Cecha:	Boisko sportowe ogólnodostępne	Ponad 1000 m (0)	500-1000 m. Uwzględniająca zakresy częściowe *	Do 500 m. Uwzględniając a zakresy częściowe *
Dystans pomiaru:	500-1000 m			
Skale pomiaru:	Interwałowa, 3 podziały, uwzględniające zakresy częściowe*			

⁴⁵⁰ Op. cit. Kowalska, M.: 2016, Budownictwo wyniki działalności w 2015 r., s.18.

⁴⁵¹ Op. cit. Barełkowski, R.: 2015, FAST Matrix: depicting the time-related aspect of urban development, s. 3-10.

⁴⁵² Op. cit. Barełkowska, K., Barełkowski, R., Chlasta, L., Janusz, J. i Wardęski, Ł.: 2016, Czasoprzestrzeń miasta.Fast: rozpoznanie i planowanie dla zrównoważonego rozwoju, Time-space of the city. Fast: analysis and planning for susrainable development, s. 153-186.

⁴⁵³ Op. cit. Barełkowski, R.: 2014, Strategies for identity of sustainable suburbs, s. 667-679.

Cecha:	Kościół w odległości	Ponad 1000 m (0)	500- 1000 m. Uwzględniająca zakresy częściowe *	Do 500 m. Uwzględniając a zakresy częściowe *
Dystans pomiaru:	500-1000 m			
Skale pomiaru:	Interwałowa, 3 podziały, uwzględniające zakresy częściowe*			
Cecha:	Przedszkole w odległości	Ponad 1000 m (0)	500-1000 m. Uwzględniająca zakresy częściowe *	Do 500 m. Uwzględniając a zakresy częściowe *
Dystans pomiaru:	500-1000 m			
Skale pomiaru:	Interwałowa, 3 podziały, uwzględniające zakresy częściowe*			
Cecha:	Sala sportowa	Ponad 2500 m (0)	1000- 2500 m. Uwzględniająca zakresy częściowe *	Do 1000 m. Uwzględniając a zakresy częściowe *
Dystans pomiaru:	1000-2500 m			
Skale pomiaru:	Interwałowa, 3 podziały, uwzględniające zakresy częściowe*			
Cecha:	Ośrodek kultury	Ponad 2500 m (0)	1000-2500 m. Uwzględniająca zakresy częściowe *	Do 1000 m. Uwzględniając a zakresy częściowe *
Dystans pomiaru:	1000 m do 2500 m			
Skale pomiaru:	Interwałowa, 3 podziały, uwzględniające zakresy częściowe*			
Cecha:	Biblioteka	Ponad 2500 m (0)	Od 1000- 2500 m. Uwzględniająca zakresy częściowe *	Do 1000 m. Uwzględniając a zakresy częściowe *
Dystans pomiaru:	1000-2500 m			
Skale pomiaru:	Interwałowa, 3 podziały, uwzględniające zakresy częściowe*			
Cecha:	Urząd pocztowy	Ponad 2500 m (0)	1000-2500 m. Uwzględniająca zakresy częściowe *	Do 1000 m. Uwzględniając a zakresy częściowe *
Dystans pomiaru:	1000-2500 m			
Skale pomiaru:	Interwałowa, 3 podziały, uwzględniające zakresy częściowe*			
Cecha:	Stacja PKP	Ponad 2500 m (0)	1500- 2500 m. Uwzględniająca zakresy częściowe *	Do 1500 m. Uwzględniając a zakresy częściowe *
Dystans pomiaru:	1500-2500 m			
Skale pomiaru:	Interwałowa, 3 podziały, uwzględniające zakresy częściowe*			
Cecha:	Uczelnia wyższa	Ponad 2500 m (0)	Do 2500 m. Uwzględniająca zakresy częściowe *	
Dystans pomiaru:	do 2500 m			
Skale pomiaru:	Dychotomiczna, uwzględniające zakresy częściowe*			

Uwagi:

1. Dystans pomiaru oznacza zakres odległości od granicy obszaru. Warunkuje on odpowiednią formę dostępu.
2. Każda z cech mieści się w zakresie wartości pomiaru 0-1, poszczególne stopnie skali porządkowej w równy sposób wpływają na tę wartość.
3. W nawiasach podane proponowane wartości interpretacji pomiarów pozwalające na jej ujęcie liczbowe w skali 0-1 przy wprowadzaniu do modelu.
4. Późniejsze konstruowanie zmiennej na podstawie jej elementów pomiaru w powyższej tabeli wynika z badania regresji, zatem uzyskane wartości interpretacji w zakresie 0-1 nie są bezpośrednio sumowane, lecz ich waga jest określana w badaniu.

* Jeśli oddziaływanie występuje na całości obszaru, to wartość jest równa określonej wartości maksymalnej (zwykle 1), natomiast w przypadku oddziaływania na fragment wartość jest równa ilorazowi areału mieszkaniowego objętego oddziaływaniem i całości obszaru mieszkaniowego pomnożona przez określoną wartość (zwykle 1).

Tabela 18. Zestawienie zaproponowanego sposobu pomiaru i oznaczeń dostępu do strategicznych obiektów i usług. Źródło: opracowanie własne.

Sposób pomiaru

Weryfikacja występowania określonych w powyższej tabeli obiektów w odpowiedniej odległości od obszaru opracowania dokonywana była w oparciu o metodę obserwacji, wywiadu oraz eksploracji baz danych. Procedura zakładała w pierwszej kolejności wywiad i obserwację, a następnie poszukiwanie obiektu w bazach danych. W tym wypadku technika ta opierała się na dwóch narzędziach. Pierwszym był program Google Earth Pro, drugim natomiast ArcMap, gdzie źródła wykorzystanych danych to ortofotomapa archiwalna oraz baza BDOT 10K. Przy pomocy tego narzędzia dokonywany był pomiar odległości. Weryfikacja roku powstania oparta była o ortofotomapy archiwalne, wywiad telefoniczny z odpowiednią placówką lub dane udostępnione na ich stronach internetowych.

5.3.10. Infrastruktura podziemna i komunikacyjna

Zmienna określająca stan infrastruktury w badanym obszarze oraz w jego pobliżu to aspekt uwzględniany między innymi w pracy dotyczącej aplikacji regresji przy wykorzystaniu narzędzia FUTURE⁴⁵⁴. Przedstawione w podrozdziale 4.2 dane statystyczne na temat zaopatrzenia budynków w media wskazują, że wciąż duży odsetek mieszkań nie ma dostępu do sieci kanalizacyjnej, a ścieki odprowadza do urządzenia lokalnego⁴⁵⁵. Dostęp do sieci wodociągowej jest już znacznie bardziej powszechny, gdyż ponad 85% ogółu zamieszkanym budynków ma wodę z sieci, natomiast niemal wszystkie są zelektryfikowane. Statystyka ta dotyczy obiektów już istniejących. Równocześnie konieczność zaopatrzenia działki budowlanej w przyłącza sieci wodociągowej, kanalizacyjnej, elektroenergetycznej i ciepłowniczej lub odpowiednich alternatyw regulowana jest rozporządzeniem w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie⁴⁵⁶. Badane obszary objęte są miejscowymi planami zagospodarowania przestrzennego, które po pierwsze ogólnie opisują aktualną sytuację dostępu do sieci, a po drugie określają ewentualną możliwość zaopatrzenia z indywidualnego ujęcia wody i zastosowania zbiornika bezodpływowego lub przydomowej oczyszczalni ścieków. Definiują one także sposób ogrzewania budynków, wprowadzając mniej lub bardziej restrykcyjne regulacje związane między innymi z ochroną środowiska. W rozumieniu tej zmiennej znowu istotny jest pomiar odnoszący się do stanu na rok wprowadzenia miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego, co do pewnego stopnia utrudnia pomiar. Równocześnie znaczna złożoność owego stanu i stopnia rozwoju infrastruktury technicznej skłania do wprowadzania skali porządkowej, która w odpowiedni sposób wartościować może niezwykle złożone sytuacje. W celu ostatecznego skonstruowania zbiorczej zmiennej w pierwszej kolejności zaproponowany został podział na odpowiednie uzbrojenie terenu oraz infrastrukturę komunikacyjną, głównie dotyczącą utwardzenia

⁴⁵⁴ Op. Cit, Meentemeyer, R., K., Tang, W., Dorning, M., A., Vogler, J. B., Cunniffe, N., J., Shoemaker, D., A.: 2013, FUTURE: Multilevel Simulations of Emerging Urban–Rural Landscape Structure Using a Stochastic Patch-Growing Algorithm, s. 785-807.

⁴⁵⁵ Op. cit. Matulska-Bachura, A.: 2011, Zamieszkane Budynki, Narodowy Spis Powszechny Ludności i Mieszkań Załącznik: TABL. 19. Budynki mieszkalne według wyposażenia w kanalizację według liczby mieszkań.

⁴⁵⁶ Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r., w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, (Tekst jednolity: Dz.U.02.75.690) Art. 26., 1, 2, 3.

dróg na obszarze. Pierwsza grupa zawiera w sobie wiele elementów pomiaru, wśród których wyróżnić można między innymi instalację centralnego ogrzewania, zaopatrzenia w wodę, odprowadzania ścieków oraz instalację elektroenergetyczną, które zostaną opisane poniżej. Wyróżnić można także inne takie jak sieć teletechniczną lub optoelektroniczną, które nie podlegały pomiarowi. Dostęp do przyłączy mediów jest aspektem pojawiającym się w wielu opracowaniach analitycznych^{457,458}. Opracowanie Juchniewicz⁴⁵⁹ dowodzi dużego znaczenia dostępu do sieci kanalizacyjnej w kształtowaniu popytu na daną działkę. O wadze dostępu do infrastruktury podziemnej piszą także Bieda i Brzozowski⁴⁶⁰, którzy wskazują także na niewielkie znaczenie lokalnej komunikacji miejskiej. Ostatecznie wyszczególnione zostały następujące obszary składające się na obraz infrastruktury podziemnej oraz komunikacyjnej, w których opracowane zostały skale pomiarów:

a. Infrastruktura komunikacyjna

Kwestia utwardzenia dróg jest potencjalnie istotna w szacowaniu popytu na daną nieruchomość, jednakże już na etapie pomiaru zauważona została zależność polegająca na braku przypadku wykonania dróg asfaltowych przed rozpoczęciem realizacji zabudowy na obszarach objętych miejscowym planem zagospodarowania przestrzennego. Utwardzenie występowało jedynie w obszarach o wysokim stanie rozwoju w momencie wprowadzenia planu, zatem wartość ta jako silnie skorelowana oraz sporadycznie występująca nie została wprowadzona do modelu. Drugi pomiar dotyczył planowanego utwardzenia drogi, które zostało zrealizowane w ciągu 3 pierwszych lat po wprowadzeniu MPZP. Sytuacje takie nie były częste, jednakże występowały w obszarze badań. Stwierdzenie występowania takiego zjawiska oraz pomiar oparte były na metodzie eksploracji archiwów i baz danych, w tym przestrzennych, przy pomocy narzędzia ArcMap w zakresie podstawowego źródła ortofotomap archiwalnych. Pomiar ten mógł mieć wartość od zera do jeden, w zależności od procenta długości dróg, które utwardzono. Samo stwierdzenie występowania planu utwardzenia drogi oparte było o dokument uchwały lub inną odnalezioną dokumentację dotyczącą obszaru.

b. Infrastruktura podziemna – uzbrojenie terenu

Problematyka uzbrojenia terenu jest niezwykle złożona z perspektywy rozwoju gminy, gdyż jest to kwestia ściśle związana z suburbanizacją. Jako jedno z zadań gminy generuje znaczne koszty, w związku z dużym areałem przeznaczanym poprzez uchwały MPZP na budownictwo mieszkaniowe.

⁴⁵⁷ Sawiłow, E.: 2011, Ocena algorytmów wyceny nieruchomości w podejściu porównawczym, *Studia i Materiały Towarzystwa Naukowego Nieruchomości*, 3(19), s. 28.

⁴⁵⁸ Op. cit. Hajduk, A.: 2007, Weryfikacja modelu regresji wielorakiej na przykładzie nieruchomości rekreacyjnej gmin: Gródek nad Dunajcem i Lososina Dolna, s. 59-60.

⁴⁵⁹ Juchniewicz, K.: 2011, Wzrost wartości nieruchomości na skutek podziałów nieruchomości lub budowy urządzeń infrastruktury technicznej na przykładzie gminy Kwidzyn, *Studia i Materiały Towarzystwa Naukowego Nieruchomości*, 3(19), s. 133-140.

⁴⁶⁰ Bieda, A. i Brzozowski, Ł.: 2007, Analiza krakowskiego rynku nieruchomości gruntowych. *Geomatics and Environmental Engineering*, 1(4), s. 21-30.

Powstawanie osiedli o niskiej gęstości zabudowy w Polsce i za granicą sprawia, że w wielu obszarach niezbędna infrastruktura techniczna jest niewystarczająca, nawet w zakresie przyłączy energetycznych oraz wodociągowych. Równocześnie docelowo w każdym planie miejscowym te dwa przyłącza mają być zrealizowane według odpowiednich projektów, przy czym sieć wodociągowa bywa doraźnie zastępowana ujęciem lokalnym. Do pewnego stopnia inaczej wygląda kwestia sieci kanalizacyjnej. W opracowaniu pojawia się wiele obszarów, w których doraźnie taka infrastruktura nie została przewidziana, a zrealizowana nie została nigdy lub wiele lat po uchwale. Wynika z tego, że brak sieci kanalizacyjnej jest aspektem, który trwale i znacząco wpływa na dany obszar. Podobnie wygląda sprawa źródła centralnego ogrzewania. W tym zakresie przyjęty został podział na dostęp do sieci gazowej oraz ciepłowniczej w momencie wprowadzenia planu. Ostatecznie na podstawie obserwacji wprowadzone zostały następujące kategorie i skale pomiarów, które należy stosować w celu przeprowadzenia analizy (Tab. 19).

		Opis przyjętych skali				
Cecha:	Sieć kanalizacyjna	Brak (0)	Odprowadza nie ścieków do zbiorników, planuje się w przyszłości instalację (0,1)	Aktualnie brak sieci, w pobliżu kanalizacja, podłączenie zaprojektowana i przewidziane w MPZP (0,5)	System zbiorowej kanalizacji sanitarnej do istniejącej oczyszczalni ścieków, konieczność wykonania sieci lokalnej (0,75)	System zbiorowej kanalizacji sanitarnej do istniejącej oczyszczalni i ścieków (1)
Dystans pomiaru:	Obszar opracowania oraz sąsiedztwo					
Skale pomiaru:	Porządkowa (5 stopni)					
Możliwe inne warianty: opisy sytuacji w załączniku						
Cecha:	Sieć elektryczna	Brak (0)	stacje transformatorowe w planie – Linia w odległości od obszaru (0,25)	stacje transformatorowe w planie - linia dochodzi do obszaru. (0,5)	Stacje transformatorowe w planie – istniejąca i nowo projektowana sieć, zelektryfikowany sąsiedni obszar, istniejąca sieć napowietrzna wymaga przełożenia i skablowania. (0,75)	Pełna obsługa obszaru, doprowadz ona do działek (1)
Dystans pomiaru:	Obszar opracowania oraz sąsiedztwo					
Skale pomiaru:	Porządkowa (5 stopni)					
Możliwe inne warianty: opisy sytuacji w załączniku						
Cecha:	Sieć gazowa	Indywidualne ogrzewanie (0)	Planowane doprowadzenie gazu, w nieokreślonym terminie lub w zależności od powstania stosownych warunków realizacji (0,25)	Zaopatrzenie w gaz z pobliskiej sieci (0,5) lub gazyfikacja przewidziana w najbliższym czasie	Zaopatrzenie w gaz z pobliskiej sieci, linia przy obszarze (0,75)	Zaopatrzenie z istniejącej sieci (1)
Dystans pomiaru:	Obszar opracowania oraz sąsiedztwo					
Skale pomiaru:	Porządkowa (5 stopni)					

Możliwe inne warianty: Opisy sytuacji w załączniku						
Cecha:	Sieć wodociągowa	Brak (0)	Linia w znacznej odległości od obszaru (0,25)	Linia przebiega w pobliżu/przy granicy obszaru (0,5)	Istniejący częściowy układ sieci wodociągowej, niewystarczający (0,75)	Istniejący układ sieci wodociągowej, wystarczający (1)
Dystans pomiaru:	Obszar opracowania oraz sąsiedztwo					
Skale pomiaru:	brak					
Możliwe inne warianty: opisy sytuacji w załączniku						
Cecha:	Planowane utwardzenie drogi, zrealizowane w ciągu 3 lat	Brak (0)			Iloraz utwardzonej długości dróg do łącznej długości dróg	
Dystans pomiaru:	Obszar opracowania					
Skale pomiaru:	Ilorazowa					
Możliwe inne warianty: opisy sytuacji w załączniku						
Uwagi:						
<ol style="list-style-type: none"> 1. Dystans pomiaru oznacza zakres odległości od granicy obszaru. Warunkuje on odpowiednią formę dostępu. 2. Każda z cech mieści się w zakresie wartości pomiaru 0-1, poszczególne stopnie skali porządkowej w równy sposób wpływają na tę wartość. 3. W nawiasach podane proponowane wartości interpretacji pomiarów pozwalające na jej ujęcie liczbowe w skali 0-1 przy wprowadzaniu do modelu. 4. Późniejsze konstruowanie zmiennej na podstawie jej elementów pomiaru w powyższej tabeli wynika z badania regresji, zatem uzyskane wartości interpretacji w zakresie 0-1 nie są bezpośrednio sumowane, lecz ich waga jest określana w badaniu. 						
Tabela 19. Zestawienie zaproponowanego sposobu pomiaru i oznaczeń dostępu do infrastruktury technicznej i podziemnej. Źródło: opracowanie własne.						

Sposób pomiaru

Przedstawiona powyżej skala pomiaru ma charakter mocno uproszczony. Można by zaproponować formę pomiaru ilościowego, ciągłego lub ilorazowego, jednakże skomplikowałyby to pomiar, a ponadto kolejnym aspektem ograniczającym szczegółowy pomiar na skali ilościowej jest dostępność materiałów. Zbieranie danych oparte było na metodzie wywiadu bezpośredniego z mieszkańcami oraz eksplorację baz danych. Niestety baza BDOT10K nie zawiera informacji o dacie realizacji odpowiednich sieci infrastruktury. Pomocniczo była one wykorzystywana przy pomocy narzędzia ArcMap i Qgis do wstępnej oceny, czy na danym obszarze w ogóle występuje dana sieć. W celu uzyskania bardziej rozbudowanej bazy danych autor wystąpił z odpowiednim wnioskiem do PODGIK o wydanie pełnego zbioru danych GESUT dla wybranych obszarów. Po merytorycznej rozmowie z bardzo profesjonalną obsługą uzgodniony został sposób przekazania plików w standardzie Shapefile, który z łatwością przetwarzany może być w narzędziach takich jak ArcMap i Qgis. Pliki wraz

z licencją przekazane zostały w ciągu paru dni⁴⁶¹. Zasób ten pozwolił oszacować ogólny obraz stanu uzbrojenia terenu w momencie wprowadzenia planu oraz skali koniecznych inwestycji. Ponadto nieocenionym źródłem informacji były same miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego, które uzupełniły i uwiarygodniły dane z GESUT. Ostatecznie dane zweryfikowane zostały w bezpośrednim wywiadzie z mieszkańcami. Odnalezienie osób, które dostatecznie długo mieszkają na danym obszarze, nie było trudne, gdyż wcześniej określone zostały daty powstania odpowiednich domów, co także posłużyło kontrolnej weryfikacji pomiaru zmiennej zależnej.

5.3.11. Konkluzja

Pozostałe informacje wykorzystane w elementach badania wynikają ze wcześniejszych rozdziałów, głównie z podrozdziału 4.2, w którym przedstawione zostały dane statystyczne dla wybranych gmin na obszarze aglomeracji poznańskiej. Ich wykorzystanie stwarza podstawę do częściowego wnioskowania oraz do wyprowadzania wniosków na podstawie badania regresji, jednakże nie są to dane lokalne, lecz dotyczące całej gminy. Szczególnie istotną kwestią jest liczba zrealizowanych budynków jednorodzinnych w badanym roku na 1000 mieszkańców w danej gminie oraz roczny procentowy wzrost liczby mieszkańców.

Proces pomiaru odpowiednich danych, z których następnie formowane były zmienne wprowadzane do modelu, był niezwykle czasochłonną częścią samego procesu badawczego, co rzutuje w pewien sposób na potencjał przeprowadzenia podobnych studiów w innych miejscach. Równocześnie zachowanie możliwie wysokiego stopnia dokładności było sprawą niezwyklej wagi w badaniu wykorzystującym metody ilościowe, analizy regresji. Zasadniczo wśród metod pomiaru bardzo duże znaczenie miała eksploracja baz danych i archiwów, w tym także baz przestrzennych. Odniesienie w rozprawie do zmian zapisanych w czasie sprawiło, że ortofotomapy archiwalne stały się źródłem wykorzystywanym niemal w każdym pomiarze. Materiały udostępnione przez CODGIK i ośrodki PODGIK, w tym także wzmiankowane wyżej zdjęcia satelitarne, stanowiły podstawę materiału badawczego. Wiele z nich zorganizowanych było geograficznie, zatem niezbędne było wykorzystanie narzędzi pozwalających na pracę z GIS, w tym Qgis oraz ArcMap. Oczywiście część danych wymagała obróbki graficznej, do czego posłużył Photoshop CS5, oraz przetwarzania arkuszy kalkulacyjnych, a także wybranych analiz statystycznych, w tym wypadku z użyciem programu Microsoft Excel 2010. Nieoceniona była także obserwacja bezpośrednia, przy okazji której wykonana została dokumentacja fotograficzna oraz wywiad z mieszkańcami, w celu ustalenia wybranych zjawisk, cech i zależności przestrzennych.

⁴⁶¹ Starosta Poznański, Pełny zbiór danych GESUT, Licencja numer GKG.4142.4339.2016_3021_N.

5.4. Badanie objaśniające

Podobnie jak w poprzednim podrozdziale opis poszczególnych etapów uporządkowany jest według wykorzystanych metod, technik i narzędzi. Już we wstępie zarysowane zostały odpowiednie metody. Najważniejszą i najbardziej podstawową w kontekście pracy jest regresja liniowa wieloraka. W podrozdziale 3.2.4 w studium literatury przedstawiona została zasada funkcjonowania tej metody oraz jej pokrewnych. Pozwala ona, dzięki różnym algorytmom takim jak na przykład metoda najmniejszych kwadratów, na estymację modelu pozwalającego na podstawie zmiennych niezależnych oszacować badane zjawisko przestrzenne w ujęciu ilościowym. Różnica pomiędzy wartością wynikającą z modelu a rzeczywistym pomiarem nosi nazwę błędu modelu, który może być zapisany w pewnym uproszczeniu dla regresji wielorakiej w formie wektora reszt dla poszczególnych przypadków. Jego rozkład jest jednym z aspektów pozwalających na ocenę badania⁴⁶². Oczywiście metodologia tego badania zawiera znacznie więcej metod ewaluacji, odpowiednich testów i założeń. Jak wzmiankował podrozdział 3.2.4 ta grupa analiz w znaczącym stopniu rozwinięta została na początku XIX wieku, a od pierwszej połowy wieku XX wraz z odkryciami Ronalda A. Fishera oraz George'a W. Snedecora⁴⁶³ mówić można o jej pełnym rozkwicie owocującym mnóstwem zastosowań w większości dyscyplin naukowych. Związane jest to z niezwykle rozbudowaną metodologią, która w poniższym podrozdziale przedstawiona zostanie przede wszystkim w elementach potrzebnych w badaniu. Warto nadmienić, że oprócz odpowiednich testów parametrycznych niezwykle istotna jest także reprezentacja graficzna i ocena wyników, czego dowodzi między innymi Kwartet Anscombe'a⁴⁶⁴.

Poza podstawowym badaniem regresji wielorakiej autor posiłkuje się także dla porównania innymi badaniami w tym z wykorzystaniem sztucznych sieci neuronowych. Te metody zaprezentowane zostały na studiach przypadku badań rozwoju obszarów miejskich w podrozdziale 3.2.3. Jako techniki służące za weryfikację, porównanie, uzupełnienie lub potwierdzenie wyników podstawowego badania objaśniającego ich metodologia również zostanie przedstawiona w poniższym podrozdziale w sposób potrzebny do ich wykorzystania w pracy, jednak mniej szczegółowy niż w przypadku regresji wielorakiej. SSN są o tyle istotne, że wykorzystywane są w pracy także do oszacowania sposobu ustalania zmiennych złożonych w oparciu o poszczególne pomiary.

5.4.1. Ocena zmiennych w badaniu

Poprzedni podrozdział opisywał metody zbierania oraz przetwarzania danych w celu zbudowania zmiennych wprowadzanych do odpowiednich modeli regresji dla 5, 10 i 15 lat. Poniższy fragment dotyczy natomiast oceny oraz ewentualnych przekształceń owej puli danych, a w szczególności docelowych zmiennych w celu weryfikacji założeń związanych z wyborem sposobu analizy statystycznej. Nie wszystkie przeprowadzone testy i badania opisujące materiał badawczy przed

⁴⁶² Jiang, J. 2007, *Linear and Generalized Linear Mixed Models and Their Applications*, Springer Science +Business Media, LLC, ISBN-10: 0-387-47941-4, s. 1-5.

⁴⁶³ Op. cit. Gorroochurn, P.: 2016, *The History of Modern Mathematical Statistics*, s. 428-430.

⁴⁶⁴ Weisberg, S.: 2005, *Applied Linear Regression*, wyd. 3, Wiley & Sons, Minneapolis, Minnesota, s. 12-14.

właściwym badaniem objaśniającym wynikają z konieczności weryfikacji opisanych w literaturze założeń modelu liniowej regresji wielu zmiennych. Założenia te są jednak kwestią podstawową i związana z nimi metodologia konieczna jest w poniższym opisie. Wśród założeń opisanych przez Welfego, opartych o twierdzenie Gaussa-Markowa, które w całości przedstawione zostaną w kolejnym podrozdziale warto na tym etapie przytoczyć w całości dwa odnoszące się ściśle do zmiennych zależnych, a zatem do oceny materiału badawczego. Pierwsze, wymienione w cytowanej pracy jako czwarte, warto zacytować w całości:

„Założenie 4. Żadnej z kolumn macierzy X (zmiennych niezależnych, objaśniających) nie można przedstawić jako kombinacji liniowej kolumn pozostałych; zmienne objaśniające nie są (dokładnie) współliniowe”⁴⁶⁵.

W odpowiedzi na powyższe stwierdzenie w pierwszej kolejności zostanie przeprowadzone badanie korelacji Pearsona pomiędzy poszczególnymi zmiennymi, które mierzy współliniowość. W zestawieniu zawarte zostaną także odpowiednie testy istotności korelacji.

Kolejne z wymienionych w cytowanej pracy założeń odnoszących się bezpośrednio do zmiennych to założenie drugie:

„Założenie 2. Model jest liniowy względem parametrów α (parametrów zmiennych niezależnych)”⁴⁶⁶.

Istotną kwestią w powyższym zapisie jest liniowość względem parametrów, która nie oznacza liniowości względem zmiennych. Możliwe jest stosowanie funkcji nieliniowych dzięki przekształceniom zmiennych w oparciu o przyjęte założenia. W ten sposób do modelu wprowadzić można zmienną przekształconą do postaci, w której jest liniowa względem parametrów. Przykłady takich rozwiązań opisane zostały w podrozdziale 3.2. Również autor cytowanej pracy przedstawia odpowiednią metodologię dla takiego działania wraz z przykładami odpowiednich przekształceń i związanymi z nimi koniecznymi warunkami⁴⁶⁷. Poszukiwanie korelacji liniowej pomiędzy zmiennymi niezależnymi i zależnymi przedstawione zostanie w oparciu o korelację Pearsona z uwzględnieniem współczynnika korelacji oraz jej istotności. Ocena korelacji dokonywana jest poprzez miary jej współczynników zawartych w przedziale od -1 do 1, gdzie 0 oznacza brak korelacji, wartość mniejsza od zera ujemną, zaś większa od zera dodatnią korelację, a także ocenę istotności, gdzie wartość mniejsza niż 0,01 oznacza wysoce istotny, zaś poniżej 0,05 istotny. Narzędzia wykorzystane do tych działań to IMB SPSS, który pozwala na wszechstronne, zaawansowane analizy statystyczne i matematyczne, oraz Excel z dodatkiem The Data Analysis ToolPak, w którym możliwe jest wykonywanie wybranych analiz.

Oprócz powyższych procedur badawczych związanych bezpośrednio z weryfikacją założeń zebrane dane zostały zbadane pod kątem możliwości opisu statystycznego i budowania wniosków. Zbadany został rozkład wszystkich trzech zestawów zmiennych zależnych dla 5, 10 i 15 lat. Weryfikacja hipotezy o rozkładzie normalnym oparta została na teście Shapiro-Wilka, a także o ocenę

⁴⁶⁵ Welfe, A.: 2003, *Ekonometria, Metody i ich zastosowanie, Wydanie III zmienione, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa*, ISBN 83-208-1444-8, s. 64-65.

⁴⁶⁶ Ibidem, s. 64.

⁴⁶⁷ Ibidem, s. 30-31.

wykresów. Ocenie podlegały także proste przekształcenia funkcji. Analizy te przeprowadzane były w programie IMB SPSS 21. Ponadto dla wszystkich zmiennych zależnych i niezależnych określone są podstawowe parametry statystyczne, w tym przynajmniej: średnia arytmetyczna, odchylenie standardowe, minimum i maksimum. Ostatecznie wszystkie zmienne zostają także poddane standaryzacji zmiennej, w tym przede wszystkim standaryzacji Z według wzoru:

$$z = \frac{x - \mu}{\sigma}, \text{ gdzie}$$

z – zmienna po standaryzacji Z,
(w badaniu regresji tak przekształcone predykatory noszą nazwę Beta),
 x – zmienna niestandardyzowana,
 μ – średnia z populacji,
 σ – odchylenie standardowe populacji.

Równanie 17. Wzór standaryzacji Z wykorzystywanej w pracy do szacowania wpływu poszczególnych zmiennych., źródło: Op. cit. Welfe, A.: 2003, *Ekonometria, Metody i ich zastosowanie*, s. 64-65.

Działanie takie ma na celu częściowe oszacowanie wpływu poszczególnych parametrów na zmienność modelu. Podejście takie odnaleźć można między innymi w pracy Branny, Madeja, Będkowskiego, Serdenia, Sosińskiego i Luca⁴⁶⁸, która zawiera porównanie regresji liniowej wielorakiej oraz regresji ważonej geograficznie przy szacowaniu cen nieruchomości. Pozostałe metody normalizacji wykorzystywane są wyłącznie na potrzeby badania korelacyjnego przy pomocy sztucznych sieci neuronowych.

Podsumowując, powyżej opisane zostały przewidziane w badaniu procedury oceny danych wejściowych. Część z nich, w szczególności ocena współliniowości, wynika bezpośrednio z założeń wybranej metody. Pozostałe, w tym statystyka opisowa i porównanie z rozkładem normalnym, związane są z oszacowaniem potencjału wykorzystania danych w prognostyce oraz ewaluacji. Dodatkowo przewidziana standaryzacja służy bardziej czytelnemu przedstawieniu wyników badania.

5.4.2. Założenia modelu regresji wielorakiej

W wybranym podstawowym badaniu korelacyjnym regresji wielorakiej wyróżnić można szereg założeń. Dwa z nich zostały wymienione powyżej w związku z opisem procesu wstępnego przetwarzania danych. W celu zachowania porządku omówienie założeń warto rozpocząć od przytoczenia ich zestawienia z cytowanej już pracy Welfe, z której pochodzą owe dwa wymienione założenia:

Założenie 1. Model jest niezmienniczy ze względu na obserwację (...)

Założenie 2. Model jest liniowy względem parametrów α_k (wprowadzonych do modelu reprezentujących zmienne objaśniające)(...)

⁴⁶⁸ Branny, J., Madeja, K., Będkowskiego, M., Serdenia, M., Sosińskiego, P i Luc, M.: 2012, Analiza zależności pomiędzy ceną a lokalizacją nieruchomości na przykładzie Krakowa, *Roczniki Geomatyki, Polskie Towarzystwo Informatyki Przestrzennej*, 2012 M Tom X M Zeszyt 4(54), s. 35.

Założenie 3. Elementy macierzy X (zmiennych niezależnych) są nielosowe; są ustalane w powtarzalnych próbach (...)

Założenie 4. Rząd macierzy X równy jest liczbie szacowanych parametrów (...)

Założenie 5. Składnik losowy ξ ma I-wymiarowy rozkład normalny (...).

Założenie 6. Nadzieja matematyczna składnika losowego jest równa zeru (...)

Założenie 7. Składnik losowy jest sferyczny (...)

Założenie 8. Informacje zawarte w próbie są jedynymi, na podstawie których estymuje się parametry strukturalne modelu (...)⁴⁶⁹.

Dwa z tych założeń zostały omówione w poprzednim podrozdziale. Większość wymaga dokładniejszego omówienia, szczególnie w kontekście wykorzystania w zakresie rozwoju przestrzennego obszarów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej. Punkt pierwszy określany jest także jako stabilność relacji, co ściśle wiąże go z omawianym w podrozdziale 3.2.4 zjawiskiem heterogeniczności przestrzennej⁴⁷⁰. Oznacza to, że w różnych grupach pomiarów, w przypadku rozprawy zgrupowanych według lokalizacji, występuje inna relacja pomiędzy zmiennymi niezależnymi i zmienną zależną, która warunkuje opis poprzez inny model. Stwarza to konieczność analizy reszt z modelu regresji w celu weryfikacji, czy w określonej grupie nie odbiegają one znacząco od całości modelu. Wykrycie takiego zjawiska skłaniałoby do zastosowania jednej z metod opisanej w podrozdziale 3.2, na przykład regresji przełącznikowej lub ważonej geograficznie. Podstawowe porównanie dotyczyć będzie różnych gmin oraz lokalizacji w obszarach zabudowanych i poza nimi.

Sposób odniesienia się do drugiego punktu został opisany w poprzednim podrozdziale, natomiast trzeci wyczerpany został w opisie metodologii pracy z materiałem badawczym, w podrozdziale 5.2.

Kolejne, czwarte założenie, chociaż częściowo zostało opisane powyżej, w tym akapicie zostanie doprecyzowane. Autor cytowanych założeń dodaje bowiem, że z takiego założenia wynikają dwa istotne warunki. Pierwszy z nich oznacza, że liczba obserwacji ma być większa od liczby szacowanych parametrów. Takie stwierdzenie zarysowuje pewne absolutne minimum, jednakże w literaturze spotkać się można ze stwierdzeniami, że liczba ta ma być znacząco większa, przy czym jest to zależne od dyscypliny i charakteru badań. Oznacza to, że taką analizę statystyczną można wykonać w sytuacji, gdy liczba obserwacji jest chociaż o jedną większa od liczby zmiennych niezależnych wprowadzonych do modelu, jednakże skuteczne wnioskowanie, które aspiruje do przedstawienia pewnej zależności, musi bazować na znacznie większej próbie. W związku z nieodnalezieniem pracy zbliżonej, która bazowałaby na określonej liczbie miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego, referencji w zakresie doboru puli obserwacji szukać można jedynie w innych opracowaniach związanych z budownictwem mieszkaniowym jednorodzinym. Większość przedstawionych w rozdziale 4 prac poświęconych rozwojowi przestrzennemu co do zasady bazuje na

⁴⁶⁹ Op. cit. Welfe, A.: 2003, *Ekonometria, Metody i ich zastosowanie*, s. 64-65.

⁴⁷⁰ Op. cit. Bazyl, M., Gruszczyński, M., Książek, M., Owczarczuk, M., Szulc, A., Wiśniowski, A. i Witkowski, B.: 2012, *Makroekonometria, Modele i metody analizy danych indywidualnych*, s. 38-39.

całym dostępnym materiale odpowiednim dla danej aglomeracji. Podobne podejście zostało wykorzystane w niniejszej pracy, przy czym zasady doboru materiału badawczego, przyjęte kryteria, założenia i strategie opisane zostały w podrozdziale 5.2. Równocześnie w pracach tych nie udało się odnaleźć żadnych wytycznych co do tego, jaką pulę obserwacji można by było uznać za wystarczającą przy odpowiedniej liczbie zmiennych, ani nawet tego, w jaki sposób ją obliczyć, bowiem właściwym zdarzeniem warunkowanym czynnikami badanymi oraz pozostałymi interpretowanymi w modelu jako składnik losowy w przypadku badania rozwoju jest inwestycja budowlana, a sposób przestrzennej organizacji tej informacji, jej agregacji i grupowania warunkuje różną liczbę przypadków wprowadzanych do modelu. Przykładem tego może być sposób organizacji pomiarów oparty o ortogonalną siatkę, w której dwukrotne zmniejszenie boku kwadratu powoduje około czterokrotny wzrost prób wprowadzanych do modelu (niedokładność wyniku z nieregularnego kształtu opracowań), chociaż oba podziały opisują tę samą rzeczywistość przestrzenną, tylko w mniej uśredniony sposób. Warto zaznaczyć, że podejście polegające na wykorzystaniu całej puli informacji z danego obszaru nie powinno zwalniać z konieczności rozważenia omawianej zasady wprowadzania wielokrotnie większej liczby obserwacji w celu skutecznego wnioskowania. Odwraca to natomiast pytanie i nakazuje postawić je w nowej formie: jaką liczbę zmiennych objaśniających należy wprowadzić do modelu szacowanego w oparciu o określoną liczbę przypadków?

Brak jednoznacznego opisu metodologicznego w tej kwestii, w przytoczonych opracowaniach w rozdziale 4, każe szukać źródeł w innych dyscyplinach. Pewnym odniesieniem są studia dotyczące szacowania cen nieruchomości, w których przeczytać można bardzo bogaty opis metodologiczny w tym zakresie. W pracy Wang i Wolvertona⁴⁷¹ zagadnienie liczby predyktorów w modelu, także w odniesieniu do wielkości próby badawczej, jest szeroko opisane. Autorzy przedstawiają wiele studiów przypadku ulokowanych na osi, gdzie po jednej stronie znajdują się studia zawierające zaledwie parę zmiennych, z drugiej natomiast bardzo dużą liczbę, właściwie wszystkie, potencjalnie wpływające na model predyktory. Warto przy tym zaznaczyć, że studia wieloaspektowe liczą nawet 98 parametrów⁴⁷², a za proste uznać można modele poniżej dziesięciu, w skrajnych przypadkach uwzględniające wyłącznie dwie lub trzy cechy. Reprezentuje to dwa skrajne podejścia, które w cytowanej pracy podsumowane są konkluzją, że większa liczba zmiennych warunkuje lepsze dopasowanie, natomiast proste równania regresji stwarzają lepsze pole do ekstrapolacji wyników, przy czym autorzy zaznaczają, że wiele predyktorów potęguje problem korelacji zmiennych niezależnych⁴⁷³. Ostatecznie dobrą odpowiedzią na ten problem mogą być techniki selekcji predyktorów, w tym regresja krokowa, która ogranicza liczbę zmiennych w modelu podług ich istotności statystycznej lub innego założonego kryterium (np. kryterium informacyjne Akaikego). Technika ta zostanie wykorzystana w pracy w celu przedstawienia modeli o różnej liczbie zmiennych niezależnych. Jak zostało przedstawione w podrozdziale 5.2 badaniem regresji objęto 72 obszary o

⁴⁷¹ Wang, K. i Wolverton, M. L.: 2002, *Real estate valuation theory*, Springer Science+Business Media New York, ISBN 978-1-4613-5299-0, s. 30-45.

⁴⁷² Ibidem, s. 33.

⁴⁷³ Op. cit. Weisberg, S.: 2005, *Applied Linear Regression*, s. 180-203.

średniej wielkości areалу mieszkaniowego 12,3 ha. Taka liczba prób zostanie zatem wprowadzona do modelu, jednakże na wspomnianych obszarach znajdowało się w momencie pomiaru 4704 budynków, z czego w chwili wprowadzania planów istniało 1116, natomiast od tej pory powstało 3588. Równocześnie w planach przewidziane zostało 8774 budynków do zrealizowania na określonych obszarach od momentu wprowadzenia owych MPZP. Stwarza to pewien obraz dostępnej puli, w której liczba pojedynczych zdarzeń, którymi są realizacje inwestycji budowlanej pozwala uchwycić pewną ogólną tendencję, redukując wpływ zdarzeń losowych na wynik. Równocześnie nie jest to zbiór na tyle duży, by móc przy jego pomocy tworzyć modele o bardzo dużej liczbie predyktorów. Ostatecznie w oparciu o przytoczone powyżej opracowania oraz ocenę materiału badawczego zaproponowana została zasada, by do podstawowego modelu regresji w badaniu objaśniającym nie wprowadzać więcej niż 9 zmiennych niezależnych, a następnie przeprowadzić regresję krokową, usuwając te zmienne, które wykazują najmniejszą istotność. Ostatecznie poprzez porównanie modelu początkowego i końcowego możliwe jest wyprowadzenie wniosków o znaczeniu odpowiednich zmiennych oraz ogólnej zależności.

Następne trzy założenia sprowadzają się do analizy rozkładu reszt, które w modelu regresji sprowadzić można w uproszczeniu do różnic pomiędzy wartością pomiaru, a wynikiem równania regresji. Pierwsze z nich związane jest z postulowanym rozkładem normalnym. W związku z liczbą prób jej weryfikacja w badaniu będzie odbywała się przy wykorzystaniu testu Shapiro-Wilka z modyfikacją Roystona rekomendowanego i opisywanego przez Weisberga⁴⁷⁴. Przyjęty poziom prawdopodobieństwa dla testu to 0,05, co pozwala na porównanie wyniku z odpowiednimi tablicami w celu odrzucenia albo potwierdzenia hipotezy. Narzędziem wykorzystanym do jego przeprowadzenia będzie IBM SPSS 21, zatem określony zostanie zwrotnie także poziom prawdopodobieństwa podstaw do odrzucenia hipotezy o rozkładzie normalnym. Stosowany będzie także test Kołmogorowa-Smirnowa z wykorzystaniem poprawki Lillieforsa przy użyciu tego samego narzędzia SPSS. Ponadto analizie podlegać będą także odpowiednie wykresy porównujące wartości reszt z idealnym rozkładem normalnym, w tym histogram oraz tak zwany wykres P-P (prawdopodobieństwo-prawdopodobieństwo)⁴⁷⁵⁴⁷⁶. Szóste założenie dotyczy tendencji do wzajemnej redukcji składnika losowego. Określone jest ono przez cytowanego autora jako dążenie *nadziej matematycznej*, zwana również mianem przeciętnej, do zera. Założenie to zweryfikowane zostanie poprzez analizę statystyczną wektora reszt, zarówno poprzez podstawowe parametry opisowe, w tym porównanie estymatora; średniej arytmetycznej, do odchylenia standardowego oraz zakresu, a także poprzez ocenę wykresów. Ostatnie z wyróżnionej grupy trzech założeń związanych bezpośrednio z rozkładem reszt odnosi się do weryfikacji, czy *składnik losowy jest sferyczny*, którą to własność cytowany autor sprowadza do weryfikacji homoskedastyczności oraz występowania autokorelacji⁴⁷⁷. W badaniu objaśniającym do potwierdzenia lub odrzucenia, ewentualnie braku jednoznacznej konkluzji na temat

⁴⁷⁴ Ibidem, s., 205.

⁴⁷⁵ Ibidem, s. 165-169

⁴⁷⁶ Op. cit. Wang, K i Wolverson, M., L.: 2002, Real estate valuation theory, s 166.

⁴⁷⁷ Op. cit. Welfe, A.: 2003, Ekonometria, s. 30-34, 64-65.

tych hipotez, posłużą testy statystyczne oraz analiza wykresów. Wnioskowanie o autokorelacji oparte będzie przede wszystkim o test Durбина-Watsona⁴⁷⁸. Ta technika zasadniczo pozwala na serię rozstrzygnięć, począwszy od możliwości wyprowadzenia konkluzji o występowaniu autokorelacji pierwszego stopnia dodatniej lub ujemnej, poprzez położenie w zakresie niepozwalającym na wyprowadzenie konkluzji (obszar niekonkluzywności), aż po sytuację braku podstaw do odrzucenia hipotezy o braku autokorelacji pierwszego rzędu⁴⁷⁹. Uściślając, wynik takiego testu mieści się w przedziale od zera do czterech. Pierwszym etapem jest porównanie wyniku testu ze środkiem tego zakresu, czyli z liczbą dwa. Pozostaje jeszcze scenariusz równości z liczbą dwa, która pozwala na przyjęcie hipotezy zerowej i wnioskowanie o braku autokorelacji pierwszego stopnia. Dalsza procedura w badaniu oparta jest o stabelaryzowane zakresy dla określonej liczby pomiarów i predyktorów w badaniu. Skrajne wartości zakresów oznaczyć można d_L i d_U od angielskich słów „lower” i „upper”. Interpretacja wyniku testu ma następującą formę:

$$4 > d > 4 - d_L$$

Nierówność 1. Wnioskowanie na podstawie testu Durбина-Watsona: wnioskowanie o ujemnej autokorelacji. Źródło: Op. Cit. Welfe, A.: 2003, *Ekonometria, Metody i ich zastosowanie*, s. 64-65.

Powyższa nierówność oznacza możliwość odrzucenia hipotezy zerowej oraz wnioskowanie o ujemnej autokorelacji.

$$d_L > d > 0$$

Nierówność 2. Wnioskowanie na podstawie testu Durбина-Watsona: wnioskowanie o dodatniej autokorelacji. Źródło: Op. Cit. Welfe, A.: 2003, *Ekonometria, Metody i ich zastosowanie*, s. 64-65.

Przypadek tej nierówności oznacza natomiast możliwość odrzucenia hipotezy zerowej oraz wnioskowanie o dodatniej autokorelacji.

$$4 - d_L > d > 4 - d_U \text{ lub } d_U > d > d_L$$

Nierówność 3. Wnioskowanie na podstawie testu Durбина-Watsona: Obszar niekonkluzyjny. Źródło: Op. Cit. Welfe, A.: 2003, *Ekonometria, Metody i ich zastosowanie*, s. 64-65.

W dwóch przypadkach w nierówności 3 nie można wyprowadzić jednoznacznej konkluzji o występowaniu autokorelacji.

$$4 - d_U > d > d_U$$

Nierówność 4. Wnioskowanie na podstawie testu Durбина-Watsona: Brak podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej o braku autokorelacji pierwszego rzędu. Źródło: Op. Cit. Welfe, A.: 2003, *Ekonometria, Metody i ich zastosowanie*, s. 64-65.

Ostatnia nierówność, ta najbardziej pożądana, oznacza, że nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej o braku autokorelacji pierwszego rzędu⁴⁸⁰. W każdej sytuacji należy jednak przeanalizować rozkład reszt na wzmiankowanych powyżej wykresach. Równocześnie w niektórych przypadkach zasadne jest przeprowadzenie innych testów.

⁴⁷⁸ Op. cit. Dobson, A, J.: 1990, *An Introduction to Generalized Linear Models*, s. 78

⁴⁷⁹ Op. cit. Welfe, A.: 2003, *Ekonometria*, s. 99-105.

⁴⁸⁰ Ibidem, s. 101.

Kolejnym istotnym założeniem jest homoskedastyczność reszt, które to zjawisko oznacza jednorodność wariancji. Występowanie heteroskedastyczności reszt może wskazywać na wiele zjawisk obciążających jakość modelu regresji, w tym na nieuwzględnienie istotnej cechy egzogenicznej lub w przypadku analiz przestrzennych na występowanie heterogeniczności przestrzennej. Pierwszym etapem działania w celu określenia, czy reszty wykazują własność homoskedastyczności, jest weryfikacja, czy żadna z reszt nie wykracza poza obszar 3 odchyłeń standardowych. Ponadto przeprowadzony zostanie test Breusch-Pagana, który jest rekomendowany przez cytowanego Woelfe'a⁴⁸¹ dla małych prób. W związku z jego dużą wrażliwością na niespełnienie założenia o normalności rozkładu, chociaż rozkład ten jest weryfikowany, dodatkowo przeprowadzony zostanie test Koentera. Oba testy wykonane zostały przy użyciu narzędzia IBM SPSS 21 z makrem autorstwa Garcii-Granero w oparciu o artykuł Gwilyma⁴⁸² z 2002 roku. Oczywiście dodatkowo analizie podlegać będą odpowiednie wykresy reszt wzmiankowane wcześniej.

Powyżej przedstawiony jest nieco szerszy opis założeń, które podlegają procesowi złożonej weryfikacji. Oczywiście charakterystyka ta uproszczona jest na potrzeby pracy i pomija pewne szczegółowe kwestie, odsyłając równocześnie do cytowanych źródeł jako opracowań poświęconych tej rozległej metodzie, której nie sposób w pełni opisać w jednym rozdziale. Przykładem tego jest niejako automatyczne przejście od założeń dotyczących składnika losowego do analizy reszt, wynikające z założenia, że reszty z modelu traktowane są jako przybliżona realizacja własności składnika losowego⁴⁸³. Innym zagadnieniem szczegółowym, które z racji rozległej metodologii nie jest opisane w pracy, a jedynie przedstawiona jest odpowiednia literatura, są techniki interpretacji wykresów. Spełnienie wszystkich założeń w niektórych przypadkach wymagać będzie wykluczenia pewnych zmiennych z modelu, co w danym przypadku oznacza nieudowodnienie korelacji pomiędzy daną cechą lokalną a rozwojem. Jednym z celów pracy jest wykazanie różnego stopnia możliwości oszacowania zmienności dla 5, 10 i 15 lat, zatem naruszenie określonych założeń może niejako wyjaśniać tę kwestię, służąc za narzędzie do oceny modeli.

5.4.3. Analiza regresji opis parametrów i współczynników

W badaniu korelacyjnym z wykorzystaniem metod regresji, w tym wypadku wielorakiej liniowej ze wszystkimi predyktorami oraz krokowej, wykorzystywanych jest wiele technik, przy czym autor w przedstawionym poniżej opisie skoncentruje się na technikach oceny modelu pod względem jego dopasowania, istotności statystycznej oraz ewentualnych innych cech określanych mianem „weryfikacji merytorycznej”⁴⁸⁴, a także bardziej opisowych cech modelu, takich jak między innymi wpływ obserwacji nietypowych i odstających przy wykorzystaniu oceny odległości Cooka. Równocześnie przed tym opisem parametrów warto określić jaką metodą i według jakiego kryterium

⁴⁸¹ Ibidem, s. 123-124.

⁴⁸² Pryce, G.: 2002, Heteroscedasticity: Testing and correcting in SPSS. *University of Glasgow*. Dostęp dnia: 18.07.2017, <https://www.docdroid.net/B1kZTpJ/heteroscedasticity-testing-and-correcting-in-spss.pdf>,

⁴⁸³ Kucharski, A.: 2014, Wykłady z Ekonometrii, Uniwersytet Łódzki, *Skrypt dla studentów, wydanie 2*, s. 5-6.

⁴⁸⁴ Ibidem, s. 1

wyznaczane zostają w modelu odpowiednie współczynniki. Autor wykorzystał, opisywaną już wcześniej w rozdziale [3], metodę najmniejszych kwadratów zwaną w skrócie MNK. Dokładny sposób wyznaczania współczynników predyktorów odnaleźć można między innymi w pracach Woelfe'a⁴⁸⁵, Dobsona⁴⁸⁶ i Weisberg⁴⁸⁷. Autor rozważał także metodę największej wiarygodności, w sytuacji stwierdzenia znaczącego wpływu obserwacji odstających, jednakże ostatecznie nie zostały stwierdzone istotne przesłanki do jej wykorzystania. Jej opis również odnaleźć można w przytoczonych powyżej książkach, wraz z innymi metodami, w tym modelem cząstkowych najmniejszych kwadratów (PLS). Wracając jednak do meritum, to znaczy do MNK, w rozdziale poświęconym metodologii istotniejszy niż cytowanie sposobu wyznaczania jest zapis jej ogólnej zasady. Streścić ją można jako poszukiwanie takiego równania regresji wielorakiej, w którym suma kwadratów różnicy pomiędzy pomiarem zmiennej w danej obserwacji, a wartością wyznaczaną przez model ze wszystkich prób była jak najmniejsza. Zapisać to można następująco:

$$\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 = \min, \text{ gdzie}$$

y_i – pomiar zmiennej niezależnej dla obserwacji i ,

\hat{y}_i – wynik równania regresji dla obserwacji i , nazywany wartością teoretyczną,

n – liczba pomiarów.

Równanie 18. Schemat funkcjonowania metody najmniejszych kwadratów. Źródło, opracowanie własne na podstawie: Op. cit. Dobson, A, J.: 1990, *An Introduction to Generalized Linear Models*, s. 19-21.

W praktyce oznacza to sformułowanie takiego równania regresji dla przyjętej funkcji, które byłoby najlepiej dopasowane do całej próby badawczej. Model taki może służyć jako narzędzie szacowania nieznannej wartości w innym podobnym przypadku spoza aktualnej próby, zatem ma zastosowania m.in. prognostyczne i ewaluacyjne. Co więcej, dzięki uprzedniej standaryzacji zmiennych stanowi podstawę do szacowania wpływu poszczególnych elementów na zmienną objaśnianą.

Miara dopasowania modelu

Fundamentalnym zagadnieniem w badaniu regresji jest określenie, w jakim stopniu model oparty o zmienne egzogeniczne wyjaśnia w wybranej puli prób badawczych mierzoną wartość zmiennej zależnej. W prezentowanej rozprawie określane jest to przede wszystkim za pomocą „współczynnika determinacji” oznaczanego R^2 oraz „skorygowanego współczynnika determinacji” \bar{R}^2 . Współczynniki te są powszechnie przyjęte w literaturze, dzięki ich relacji możliwe jest pełniejsze opisanie dopasowania⁴⁸⁸. Praca odwołuje się także do innych sposobów oceny miary dopasowania, w tym współczynnika korelacji R , szczególnie przy porównaniach modelu liniowego ze sztucznymi sieciami neuronowymi. Dodatkową miarą określającą, w jakim stopniu model teoretyczny opisuje

⁴⁸⁵ Op. cit. Welfe, A.: 2003, *Ekonometria*, s. 70-74.

⁴⁸⁶ Op. cit. Dobson, A, J.: 1990, *An Introduction to Generalized Linear Models*, s. 19-21.

⁴⁸⁷ Op. cit. Weisberg, S.: 2005, *Applied Linear Regression*, s. 56.

⁴⁸⁸ Op. cit. Welfe, A.: 2003, *Ekonometria*, s. 74-75.

rzeczywistą wartość, jest błąd standardowy estymacji oznaczany jako S_e . Wartość ta jest często stosowana w wycenie nieruchomości, przy czym jest ona zależna od zakresu zmiennej zależnej. W projektowanym badaniu dla zmiennej „względny stopień rozwoju” możliwy zakres dla każdego z pomiarów mieści się w przedziale od zera do jeden lub w ujęciu procentowym od zera do stu procent. Sprawia to, że błąd standardowy niejako automatycznie unika problemu skali zmiennej zależnej. Równocześnie dla porównania z innymi badaniami, gdzie skala ta jest zupełnie inna, na przykład rynkiem nieruchomości, zastosować można współczynnik zmienności losowej. Ujęcie to jest o tyle istotne, że odnosi się do średniej wartości zmiennej zależnej. Miary te opisują następujące wzory⁴⁸⁹:

$$S_e = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{n-k-1}}, \quad W = \frac{S_e}{\bar{y}}, \quad \text{gdzie}$$

$(y_i - \hat{y}_i)^2 = e_i^2$ – kwadrat reszt dla danej obserwacji i ,

S_e – błąd standardowy estymacji,

W – współczynnik zmienności losowej,

n – liczba obserwacji,

k – liczba zmiennych,

W – współczynnik zmienności losowej.

Równanie 19. Błąd standardowy estymacji oraz współczynnik zmienności losowej. Źródło: Op. cit. Dobson, A, J.: 1990, *An Introduction to Generalized Linear Models*, s. 25-30.

Wśród spotykanych wskaźników dopasowania lub, wyrażając się ściślej, niedopasowania, warte wzmianki jest także podejście, w którym przedstawia się odchylenie standardowe składnika resztowego w określonej próbie badawczej⁴⁹⁰. Równocześnie w przedstawianej rozprawie podstawowymi elementami oceny są R^2 oraz nade wszystko \bar{R}^2 . Ich opis jest czytelny, prosty i ściśle związany z metodą MNK. Ów współczynnik determinacji, jak twierdzi Welfe, służy określaniu miary dopasowania modeli w regresji liniowej. Dla porównania z innymi modelami, w tym sztucznymi sieciami neuronowymi, służy błąd względny. Oba wzory zapisane są poniżej:

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}, \quad \text{gdzie}$$

$$D = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - y_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}, \quad \text{gdzie}$$

y_i – pomiar zmiennej niezależnej dla obserwacji i ,

\hat{y}_i – wynik równania regresji dla obserwacji i , nazywany wartością teoretyczną,

\bar{y} – średnia wartość zmiennej zależnej,

n – liczba pomiarów,

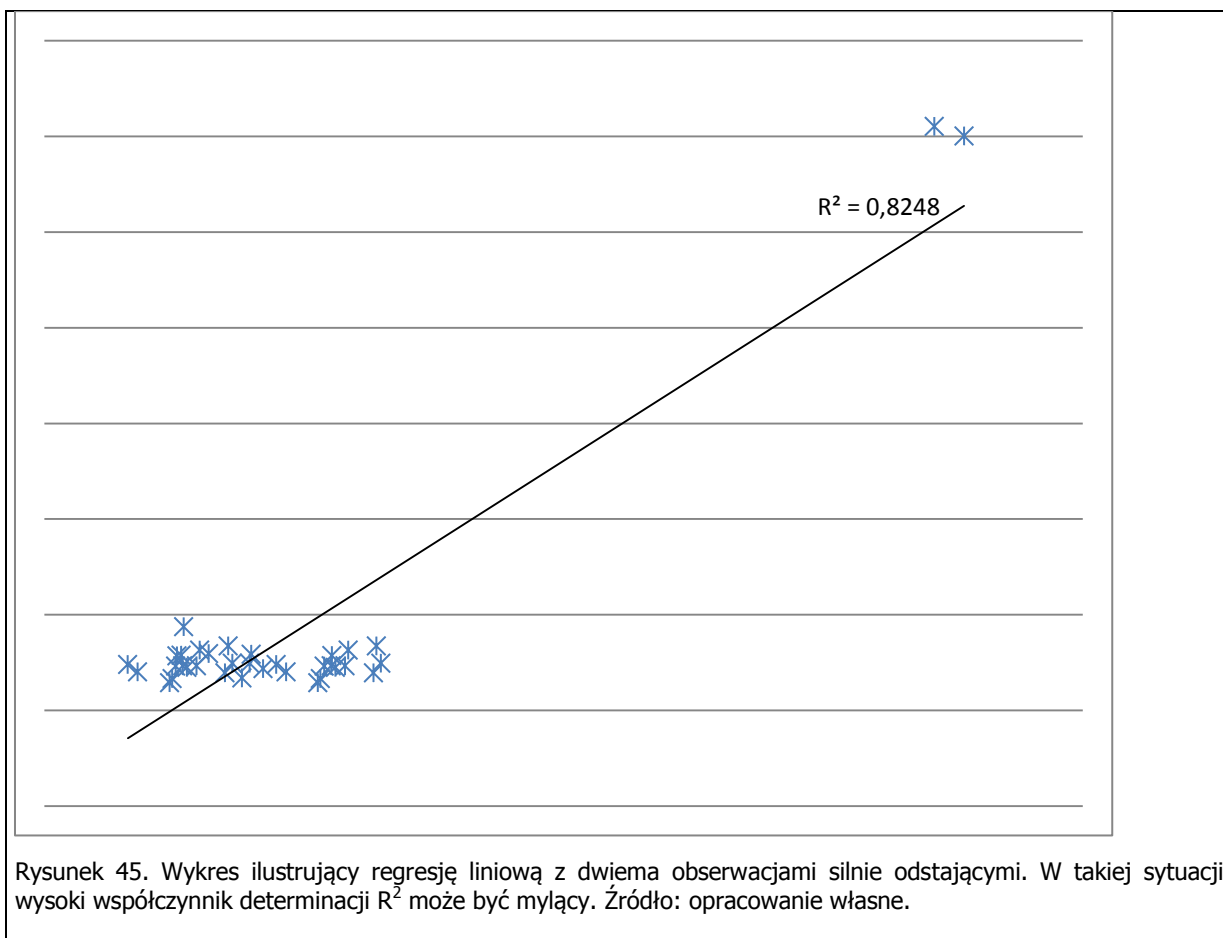
D – błąd względny oszacowania.

⁴⁸⁹ Op. cit. Dobson, A, J.: 1990, *An Introduction to Generalized Linear Models*, s. 25-30

⁴⁹⁰ Op. cit. Wang, K i Wolverton, M., L.: 2002, *Real estate valuation theory*, s. 31.

Równanie 20. Wyznaczanie współczynnika dopasowania R^2 , oraz błędu względnego. Źródło: Op. cit. Welfe, A.: 2003, Ekonometria, s. 74-75.

Z powyższego wzoru na R^2 wyprowadzić można szereg własności istotnych w interpretacji modelu regresji. Przede wszystkim wartość ta mieści się w zakresie od zera do jedności, przy czym im większa wartość, a więc bardziej zbliżona do jedynki, tym dopasowanie jest lepsze. Równocześnie zależności tej nie można przekładać bezpośrednio na wyciąganie wniosków ze współczynnika R^2 . Interpretacja modelu dokonywana musi być w sposób holistyczny, wspomagany obserwacją wykresów rozrzutu oraz rozkładów reszt. Pewną pomocą mogą być także dodatkowe testy statystyczne, w tym Shapiro-Wilka, który bada normalność rozkładu zmiennej zależnej oraz weryfikacja odległości Cooka.



Pozostaje jeszcze do wyjaśnienia pojęcie skorygowanego współczynnika determinacji \bar{R}^2 . Jego podstawowa cecha polega na tym, że uwzględnia on również liczbę zmiennych w modelu oraz liczbę pomiarów. Jest niezwykle przydatny przy zastosowaniu regresji krokowej. Wyznaczanie go oparte jest o poniższy wzór, którego wyprowadzenie również może być znalezione w cytowanym źródle:

$$\bar{R}^2 = 1 - (1 - R^2) \frac{(n - 1)}{(n - k)}$$

gdzie n – liczba obserwacji, k liczba zmiennych w modelu

Równanie 21. Wyznaczanie skorygowanego współczynnika determinacji \bar{R}^2 , Źródło: Op. cit. Welfe, A.: 2003, Ekonometria, s. 74-75.

Wartość ta jest szczególnie istotna w sytuacji zastosowanej w pracy regresji krokowej dla porównania modelu wyjściowego i uproszczonego. Jest ona zawsze mniejsza od R^2 , a różnica ta rośnie wraz ze zwiększaniem się liczby zmiennych w modelu oraz zmniejszaniem liczby obserwacji. Ostatecznie warto zwrócić uwagę, że szczególnego znaczenia owemu sposobowi oceny nadaje fakt wykorzystania MNK jako metody wyznaczenia współczynników w równaniu regresji.

Dość rozbudowane wyjaśnienie sposobu oceny dopasowania modelu było konieczne, gdyż na tej podstawie określić można miarę oceny rezultatów badania korelacyjnego. Oczywiście wyznaczenie jednoznacznej granicy wydaje się kwestią subiektywną, szczególnie w kontekście konieczności uzupełnienia jego oceny o bardziej holistyczną ewaluację modelu, w tym analizę reszt oraz wykresu rozrzutu. Równocześnie pewną referencję można odnaleźć w pracach dotyczących wyceny nieruchomości. W książce Wanga i Wolvertona przywoływane jest wiele studiów przypadku dotyczących zastosowania regresji wielorakiej w wycenie nieruchomości⁴⁹¹. Autorzy przywołują liczne przypadki, w których skorygowany współczynnik determinacji \bar{R}^2 wynosi w przybliżeniu 0,8, a w wielu przypadkach silnego dopasowania modelu ponad 0,87. W rozdziale poświęconym dokładności modeli szacunkowych tę właśnie wartość autorzy wskazują jako oczekiwaną przy takim badaniu. W studium literatury wskazują, że wartości powyżej 0,8 pojawiają się w wielu opracowaniach. Trudno jednakże szukać podobnej analogii w badaniach dotyczących rozwoju przestrzennego, gdyż współczynniki są tam bardzo różne w zależności od przyjętych metod pomiaru. W pracy przedstawiającej regresję implementowaną w projekcie FUTURE współczynnik ten wynosi 0,74⁴⁹². W rozprawie zostały przyjęte następujące progi. Wartość poniżej 0,4 uznana zostaje za niezadowalającą, skłaniająca do odrzucenia tezy o dopasowaniu modelu regresji. Zakres od 0,4 do 0,6 oznaczałby klasyfikację jako słabe dopasowanie, przedział od 0,6 do 0,8 –zadowalające do potwierdzenia tezy, powyżej 0,8 znamionowałby dopasowanie dobre, natomiast większe niż 0,9 – bardzo dobre.

Istotność modelu i jego elementów

Sprawdzanie odpowiednich hipotez pozwalających stwierdzić istotność statystyczną całego modelu lub poszczególnych zmiennych w modelu regresji oparte będzie o dwa podstawowe testy oraz porównanie oszacowanego w oparciu o nie prawdopodobieństwa z przyjętymi w badaniu poziomami. Pierwszy z testów dotyczy odpowiednich predyktorów w równaniu regresji, ocenianych z osobna. Weryfikacja tego odbywa się przy pomocy statystyki o rozkładzie t-Studenta⁴⁹³. Zapisać ją można przy pomocy poniższego wzoru:

⁴⁹¹ Op. cit. Wang, K i Wolverton, M., L.: 2002, Real estate valuation theory, s. 237, 272.

⁴⁹² Op. cit. Meentemeyer, R., K., Tang, W., Dorning, M., A., Vogler, J. B., Cunniffe, N., J., Shoemaker, D., A.: 2013, FUTURES: Multilevel Simulations of Emerging Urban–Rural Landscape Structure Using a Stochastic Patch-Growing Algorithm, s. 785-807.

⁴⁹³ Op. cit. Welfe, A.: 2003, Ekonometria, s. 78

$$t = \frac{b_i}{s_{b_i}}, \text{ gdzie}$$

t – statystyka „ t – Studenta”, porównywana następnie z wartościami tabelaryzowanymi

b_i – współczynnik regresji b ,

s_{b_i} – błąd standardowy dla danego współczynnika.

Równanie 22. Statystyka t -studenta, źródło: Op. cit. Welfe, A.: 2003, Ekonometria, s. 78.

Błąd standardowy dla danego współczynnika wyznaczyć można z macierzy kowariancji:

$$s_b = \sqrt{\frac{1}{n-k+1} (e^T e) (X^T X)^{-1}}, \text{ gdzie}$$
$$C = \hat{\sigma} (X^T X)^{-1}$$

e – wektor reszt regresji
 X – macierzy eksperymentu
 s_b – błąd standardowy dla danego współczynnika

Równanie 23. Błąd standardowy dla danego współczynnika, źródło: <http://manuals.pqstat.pl/statpqpl:wielowympl:wielorpl>, dostęp dnia 05.02.2017.

Na podstawie statystyki t -Studenta możliwe jest oszacowanie współczynnika prawdopodobieństwa „ p ” dla danej zmiennej.

Drugą kwestią jest ocena całości równania, co oznacza hipotezę, że żadna ze zmiennych niezależnych nie ma wpływu na objaśnianą. W takim przypadku model należałoby odrzucić. Do weryfikacji tej hipotezy w rozprawie przyjęty został test statystyki F . Przy jej wyznaczaniu należy odnieść się do wartości R^2 – współczynnika determinacji w następującym wzorze:

$$F = \frac{R^2}{1 - R^2} \frac{n - k}{k - 1}, \text{ gdzie}$$

n – liczba obserwacji,

k – liczba zmiennych w modelu,

R^2 – współczynnik determinacji.

Równanie 24. Równanie pozwalające na wyznaczenie statystyki F służącej do stwierdzenia istotności statystycznej na danym poziomie prawdopodobieństwa, Źródło: Op. cit. Welfe, A.: 2003, Ekonometria, s. 74-75.

Następnie po wyznaczeniu wartości możliwe jest odczytanie z tablic rozkładu F -Snedecora wartości krytycznej dla danej liczby zmiennych i przy określonym prawdopodobieństwie. Możliwe jest także dokładne wyznaczenie prawdopodobieństwa „ p ”.

Ponownie podkreślić należy, że ocena modeli nie sprowadza się wyłącznie do wykonania testów. Odpowiednia wartość przekładająca się na uznanie modelu za silnie opisujący zmienność oraz istotny statystycznie, a także warunkujący zachowanie założeń, jest jednak konieczna do skutecznego wnioskowania, choć nie jest sama w sobie wystarczająca. Nadto we wszystkich przypadkach interpretacji podlegają elementy zapisu graficznego w formie wykresów rozrzutów i reszt.

Równocześnie test t-Studenta jest szczególnie istotny w przeprowadzonej w rozprawie procedurze regresji krokowej, gdyż w oparciu o wyniki tego testu usuwane były odpowiednie zmienne. Wszystkie powyższe techniki realizowane są w środowiskach IMB SPSS 21 oraz Microsoft Excel wraz z dodatkiem The Data Analysis ToolPak.

5.4.4. Pozostałe badania pomocnicze

Badaniem pomocniczym przewidzianym w rozprawie są sztuczne sieci neuronowe. Opis tego zagadnienia przedstawiony został w podrozdziale 3.2.3. Warto przypomnieć, że jest to zbiór metod inspirowanych biologicznie: strukturą sieci neuronowych. Charakteryzuje się on dużą zdolnością adaptacji do różnych zależności, także nieliniowych^{494,495}. W przeciwieństwie do GML wykorzystanie tej metody nie jest obciążone tak dużą liczbą założeń. Równocześnie SSN są nieporównywalnie bardziej złożone strukturalnie, chociaż tworzenie takiego modelu przy pomocy narzędzi komputerowych można uznać za prostsze niż w GML. Ta złożoność powoduje jednak, że taki model regresji wyraża bardziej specyficzną, mniej ogólną zależność, co wiązać się może z ryzykiem przeuczenia modelu i zaadaptowaniem go do indywidualnych uwarunkowań. Jest to szczególnie czytelne, jeśli dostępna próba jest niewystarczająco duża. Także sam model jest trudniejszy do interpretacji i czytelnej oceny wpływu poszczególnych zmiennych. Niemniej jednak metoda ta z powodzeniem wykorzystywana jest w analizach przestrzennych, o czym świadczą liczne opracowania przytaczane w podrozdziale 3.2.3, wśród których przytoczyć można badanie aglomeracji poznańskiej⁴⁹⁶. W takim badaniu wyróżnia się grupę uczącą i testową, a następnie poszukuje modelu najlepiej dopasowanego. W projektowanym badaniu dla każdego okresu pomiaru zmiennej zależnej (5, 10 i 15 lat) testowane było 10 000 modeli w środowisku IBM SPSS 21. Weryfikowane były dwa rodzaje: sieci neuronowe o radialnych funkcjach bazowych (w skrócie RBF) oraz perceptron wielowarstwowy w skrócie MLP. Dla obu wprowadzane były wszystkie zmienne standaryzowane według równania 17. W wykorzystanym środowisku programowym IBM SPSS testowane były w sposób automatyczny różne warianty sieci. Dla RBF przewidziane są trzy warstwy: warstwa wejścia, warstwa ukryta oraz warstwa wyjścia. Dla funkcji aktywacji warstwy ukrytej wykorzystana została funkcja ORBF oparta na funkcji wykładniczej, natomiast dla wyjścia funkcja wykładnicza i tożsamości. Większa różnorodność pojawiła się przy próbach związanych z MLP. W tym przypadku program nie ogranicza się do jednej warstwy ukrytej, jednakże tylko taki wariant był wykorzystywany, by uniknąć zjawiska „przeuczenia”, biorąc pod uwagę liczebność próby. Równocześnie dla funkcji aktywacji wykorzystany był tangens hiperboliczny, natomiast dla funkcji wyjścia testowana była tożsamość, tangens hiperboliczny oraz dodatkowo funkcja wykładnicza. W obu grupach wykorzystaną funkcją błędu była suma kwadratów błędu SOS

⁴⁹⁴ Op. cit. Shanmuganathan, S.: 2016, *Artificial Neural Network Modelling: An Introduction*, s. 1-14.

⁴⁹⁵ Fine, T. L. 1999. *Feedforward Neural Network Methodology*, wyd. 3, *New York: Springer-Verlag*, ISBN 978-0-387-98745-3, s. 212-230.

⁴⁹⁶ Op. cit. Beim, M: *Modelowanie procesu suburbanizacji w aglomeracji poznańskiej z wykorzystaniem sztucznych sieci neuronowych i automatów komórkowych*, s. 120-130.

(sum of squares), a grupa testowa stanowiła jedną trzecią próby, wylosowanych na początku i niezmiennych przypadków.

O ile sztuczne sieci neuronowe nie zostały wykorzystane bezpośrednio do dowodzenia tezy, lecz jako mechanizm ewaluacji wyników MLR, to SSN zastosowane zostały także do oszacowania wpływu poszczególnych elementów pomiaru zmiennych wskaźnikowych takich jak bilans uciążliwości lub zasoby przyrodnicze. Zastosowanie zwykłego MLR nie było możliwe w związku z dużą korelacją zmiennych. Niemniej jednak relacja SSN z podstawowym badaniem korelacyjnym wykorzystującym regresję wieloraką jest z wielu powodów istotna, gdyż jak wskazują Triantakontantis i Mountrakis⁴⁹⁷, sieci pozwalają na realizację skutecznego modelu w sytuacji występowania zależności przestrzennych, szczególnie heterogeniczności przestrzennej i informacji zagnieżdżonych, zatem porównanie wyników może być istotną referencją w poszukiwaniu takich zależności w modelu.

5.5. Zastosowanie w projektowaniu urbanistycznym

5.5.1. Koncepcja wykorzystania modelu w projektowaniu.

Pomimo wskazanych powyżej licznych zalet sztucznych sieci neuronowych to regresja wieloraka została wybrana jako podstawowe badanie, przede wszystkim dlatego, że celem pracy jest „objaśnienie” zależności w zrozumiałym, czytelny sposób. Poszukiwany był zatem model, który przejrzyście ilustruje zależności pomiędzy poszczególnymi zmiennymi, natomiast SSN tworzą złożony wzór, za pomocą którego możliwe jest oszacowanie zbiorczego wpływu, jednak występująca w nim zależność jest skomplikowana i trudna do intuicyjnego zinterpretowania. Wybór MLR warunkuje utrzymanie wielu wymienionych powyżej założeń oraz weryfikację wielu aspektów, także za pomocą testów. Takie działania ma dodatkową wartość objaśniającą, gdyż dostarcza więcej informacji na temat badanego zagadnienia. Ostatecznie należy jeszcze raz wspomnieć, że interpretacja wyników nie opiera się wyłącznie na uzyskanych wartościach testów i współczynników, lecz zakłada również holistyczną analizę graficzną uzyskanych rezultatów, w tym w formie wykresów, co usprawnia ewaluację modelu oraz dodatkowo dostarcza więcej wiedzy na temat rozpatrywanego zjawiska rozwoju obszarów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej. Kluczową kwestią jest bowiem ujęcie modelu w kontekście projektowania urbanistycznego. Już bezpośrednia interpretacja powstałego modelu, uwzględniająca kontekst planistyczny, stanowi źródło wiedzy o zależnościach przestrzennych w badanej tkance zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej, szczególnie w aglomeracji poznańskiej. Nie jest to jednakże kres poszukiwań. Z perspektywą uzyskanych danych ilościowych i estymowanego w równaniu regresji procesu rozwoju możliwa jest interpretacja studiów przypadku dotycząca analizy realizacji projektu urbanistycznego oraz poszczególnych jego elementów, obserwowanych procesów przestrzennych oraz opisu jakościowego. Działanie takie koresponduje z praktycznym aspektem pracy, który dotyczy wspierania procesu projektowego poprzez badanie zależności i formułowanie

⁴⁹⁷ Op. cit. Triantakontantis, D. i Mountrakis, G.: 2012, *Urban Growth Prediction: A Review of Computational Models and Human Perceptions*, s, 555-587.

możliwych metod ewaluacji i ponownego definiowania rozwiązań urbanistycznych, co wiąże się także z aspiracją pracy do wykorzystania w planowaniu przestrzennym i analityce.

5.5.2. Interpretacja modelu regresji

Liczbowe ujęcie rozwoju przestrzennego w oparciu o zebrane dane dodaje nowy wymiar do analizy urbanistycznej. Pozwala zmierzyć ściśle ujęte zależności, ukazać ukryte relacje oraz w sposób bardziej obiektywny dowieść określone zjawiska związane z rozwojem przestrzennym. W interpretacji modelu należy jednak zwrócić uwagę, że opisywanie rzeczywistości, w tym także cech jakościowych, za pomocą modelu matematycznego jest tylko formą oszacowania, które w uproszczony sposób ilustruje złożone relacje. Klasyfikuje to uzyskany model regresji jako narzędzie służące objaśnianiu i wspieraniu projektowania. Oznacza to, że uzyskany rezultat należy odczytać i właściwie zinterpretować. Poza oceną ilościową, w tym przede wszystkim dopasowania modelu, oraz walidacją jego istotności statystycznej opisanej w podrozdziale 5.4.3 niezwykle ważne jest odniesienie do poszczególnych planów miejscowych oraz ocena reszt równania regresji, która wskazuje, jak skuteczny był model w ocenie danego przypadku. Wartość ta to różnica pomiędzy pomiarem zmiennej „relatywny stopień rozwoju” a wartością oszacowaną z modelu. Duża reszta w określonym planie wskazywać może, że zawiera ona istotne zjawisko lub cechę nie ujętą w modelu, a przez to po pierwsze uczy na przypadki trudniejsze do oceny przez model, ukazując ich charakterystykę, a ponadto może pozwolić na odkrycie nowego, nieujętego w modelu oddziaływania.

Równocześnie, podejmując dyskusję o interpretacji modelu, warto zwrócić uwagę na kontekst projektowania urbanistycznego, szczególnie w ujęciu umiejscowienia analiz w procesie projektowym. W tym aspekcie praca, z jednej strony, służy jako objaśnienie i źródło ogólnej wiedzy o procesie rozwoju, z drugiej natomiast jako narzędzie analityczne, które może wspierać planowanie. Może także być głosem w dyskursie o jakości przestrzeni oraz punktem odniesienia dla dalszych badań. Narzuca to pewne ograniczenia na proces badawczy oraz na ocenę modelu, wynikające z ujęcia w modelu wyłącznie zjawisk, cech i procesów przyjmowanych jako zmienne niezależne. Założono, że są to czynniki dostępne (znane) w momencie rozpoczynania planu. Gdyby wyłącznym celem było objaśnienie, to nic nie stałoby na przeszkodzie, aby w równaniach uwzględniać także zdarzenia, takie jak inwestycje z zakresu infrastruktury, które wydarzyły się w pewnym odstępie czasu od uchwały, na przykład sześciu lat. Niewątpliwie, mają one znaczenie i w metodach badawczych opisowych należy zwrócić na nie uwagę, jednakże w ujęciu prognostycznym wliczają się one do puli zdarzeń losowych składających się na ogólny błąd modelu, które niemożliwe są do ujęcia w procedurze planistycznej, gdyż nie są znane w momencie projektowania. W bieżącym podrozdziale, ściśle skoncentrowanym na wykorzystaniu badań w projektowaniu urbanistycznym, warto odnieść się do literatury w poszukiwaniu obszarów i sposobów, w których wykorzystane mogą być analizy urbanistyczne, w

szczegółności ilościowe. W swojej książce Levy⁴⁹⁸ określa dwa podstawowe poziomy kształtowania tkanki zurbanizowanej, są to proces projektowy oraz ściśle związana z nim gospodarka przestrzenna. Podkreśla przy tym także rolę analityki i przetwarzania informacji, które służą obu tym komponentom. Pozwala to na uściślenie klasyfikacji przytoczonych poniżej zastosowań narzędzi analitycznych na dwa podstawowe pola:

- analityka w kształtowanie polityki przestrzennej,
- wspieranie projektowania urbanistycznego.

Levy wskazuje, że podstawowa różnica pomiędzy nimi ma charakter zawodowy. Proces projektowy kształtowany jest przez urbanistów, natomiast planowanie przestrzenne ściśle związane jest z administracją publiczną. Oczywiście oba te obszary się przenikają i stanowią nierozdzielne, choć zasadniczo inne działania. Pomijając rozważania na temat definicji tych terminów, stwierdzić można, że projektowanie urbanistyczne osadzone jest w strukturach planowania przestrzennego bądź nawet szerzej – gospodarki przestrzennej. Związek ten polega równocześnie na wzajemnej relacji pomiędzy decydentami a planistami, gdzie kluczowy dla sukcesu założenia jest skuteczny przepływ informacji i merytoryczna argumentacja, czemu służyc mają właśnie analizy urbanistyczne. Z perspektywy rozprawy oznacza to zdefiniowanie zadań dla urbanisty przy równoczesnym uwzględnieniu kontekstu polityki przestrzennej.

Obszary i zadania dla wykorzystania narzędzia analitycznego – autorskiego modelu regresji

Pod względem metodologii istotny jest zatem przytaczany przez Levy'ego⁴⁹⁹ schemat procesu projektowania urbanistycznego, który wyróżnia w pierwszej kolejności wieloaspektowe analizy z wyszczególnieniem ilościowych i wizualnych oraz identyfikację odpowiednich obszarów także w wymiarze funkcji i zależności. Według owego schematu kolejnym krokiem jest synteza oraz ewaluacja, a zwieńczeniem procesu aplikacja uzyskanych informacji i sporządzonych ustaleń w projekcie. Warto także zwrócić uwagę, że cytowany autor w analizach zwraca uwagę na aspekt prognozy oraz danych ilościowych⁵⁰⁰. Pomimo nazwania jednego z etapów mianem analiz, przetwarzanie informacji i ewaluacja obecne są w całej opisywanej przez Levy'ego procedurze, jako kluczowy element budowania świadomego procesu decyzyjnego. Studium to pozwoliło w pierwszej kolejności na zaproponowanie metod wykorzystania proponowanego modelu regresji, co zostało przedstawione na poniższym rysunku opartym na zarysie cytowanego schematu procesu projektowego (Rys. 46). Działanie to, w proponowanej przez Levy'ego procedurze, jest tak zintegrowane z całym przebiegiem, że słowo wsparcie nie opisuje w pełni tej relacji. Spośród wielu pól zastosowania cytowana praca pozwala zwrócić uwagę na newralgiczne momenty w projektowaniu

⁴⁹⁸ Levy, J. M.: 2017, *Contemporary Urban Planning*, Routledge, 2 Park Square, Milton Park, Abingdon, Oxon OX14 4RN, ISBN 9781315619408, s. 94-111.

⁴⁹⁹ Ibidem, s. 172.

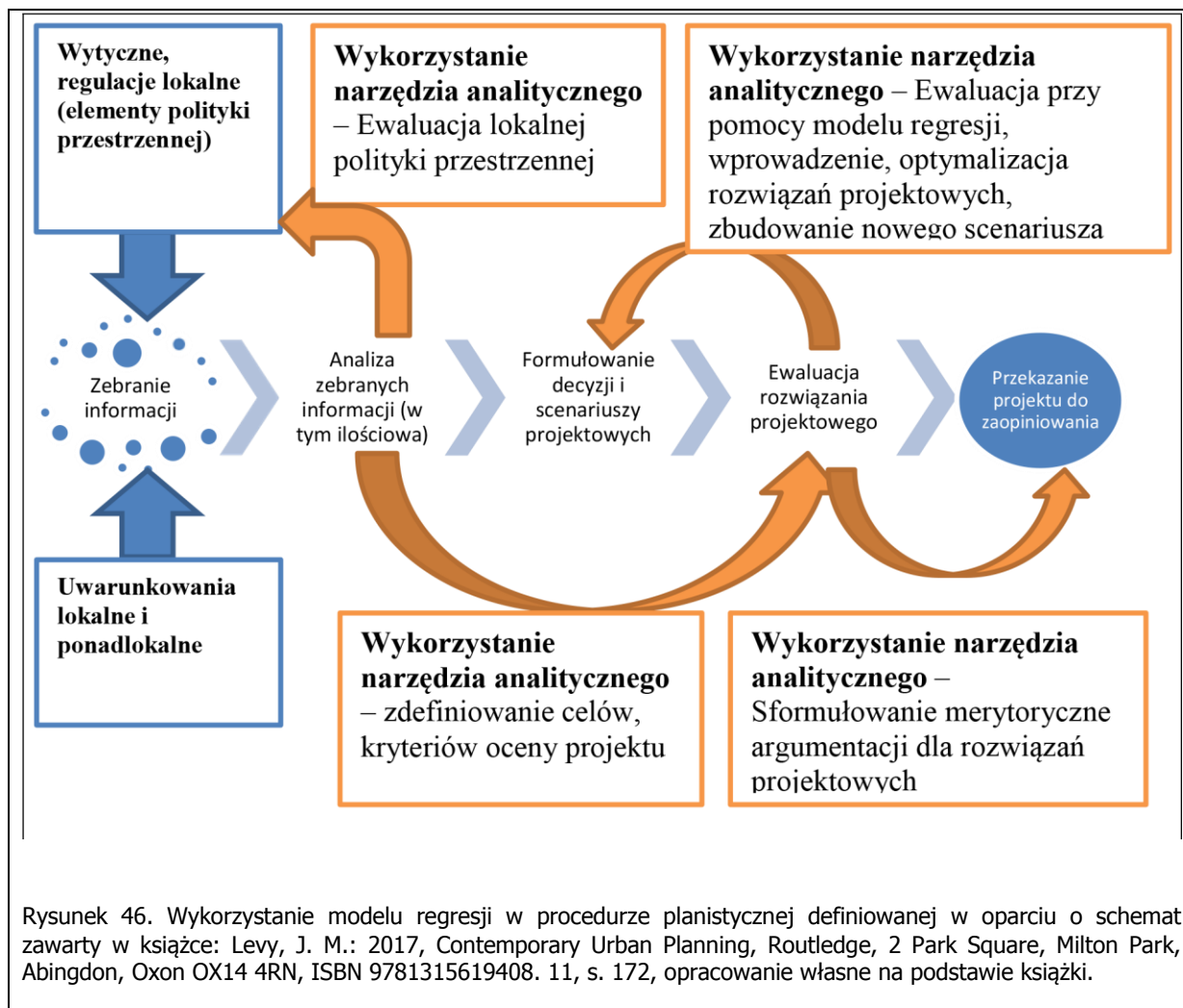
⁵⁰⁰ Ibidem, s. 174-180.

urbanistycznym, które zostaną omówione poniżej z zachowaniem kolejności zawartej na rysunku 46. Poniżej przedstawione są cztery kluczowe zadania związane z wyszczególnionymi etapami:

A. Wykorzystanie modelu regresji do ewaluacji lokalnej polityki przestrzennej

Jest ono wymienione jako pierwsze ze względu na kolejność, chociaż nie można powiedzieć, że jest to najbardziej istotne zadanie w prezentowanej rozprawie. Urbanista oddziałuje w nim na ogólną politykę przestrzenną, poruszając się przy tym w szerszym środowisku. We wczesnym etapie projektu, przy wykonaniu odpowiednich analiz określić można, czy założenia sformułowane przez decydentów są adekwatne dla lokalnych warunków, przez co możliwe jest postulowanie ich zmiany. Przykładem takiego działania jest ocena, że wytyczne dla projektu polegające na realizacji na dużym obszarze zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej, przy ocenionych przez urbanistę uwarunkowaniach lokalnych, wywołują negatywne skutki w określonych obszarach rozwoju. Wniosek metodyczny dla badania płynący z tych rozważań skłania do poszukiwania kryteriów oceny pozwalających na ocenę zasadności podstawowych założeń danego projektu i lokalnej polityki przestrzennej. Weryfikacja lokalnych regulacji poprzez analizy scenariuszy rozwoju zawarta jest między innymi w pracy Hoyera i Changa⁵⁰¹, gdzie autorzy przy pomocy prognozy weryfikują wpływ regulacji na potencjalny rozwój obszaru oraz oddziaływanie ekologiczne. To, co wyróżnia problematykę zawartą w rozprawie, jest skala i specyfika związana z miejscowymi planami zagospodarowania przestrzennego dotyczącymi zabudowy mieszkaniowej, co właściwie upraszcza sprawę i pozostawia przede wszystkim pytania o oddziaływanie ekologiczne, sieć infrastruktury technicznej, jakość projektowanej przestrzeni oraz bilans ekonomiczny związany z projektowanym obszarem. Wspólnym mianownikiem tych kwestii jest prognozowana liczba budynków zrealizowana w danym czasie. Oczywiście, liczba budynków nie jest jedynym istotnym problemem.

⁵⁰¹ Hoyer, R.W. i Chang, H.: 2017, *Development of Future Land Cover Change Scenarios in the Metropolitan Fringe, Oregon, U.S., with Stakeholder Involvement.*, *Apple Academic Press Inc.*, red: Etingoff, K. ISBN: 13: 978-1-77188-485-3, s. 192-199.



B. Wykorzystanie modelu regresji do zdefiniowania celów i kryteriów projektowych

Ten element bezpośrednio związany jest z zamierzeniem „objaśnienia” i chociaż częściowego uzasadnienia zjawiska rozwoju obszarów mieszkaniowych poprzez model regresji zawarty w rozprawie. Wiąże się to także z pozostałymi metodami badań przytoczonymi w pracy, w tym badaniami jakościowymi. Podstawowym zagadnieniem w ujęciu metodologii w tym przypadku jest określenie wizerunku oczekiwanego scenariusza rozwoju. Wiąże się to z pytaniem, jakiego stopnia rozwoju w przykładowym okresie 10 lat należy oczekiwać w przypadku określonego planu i jakie będą związane z tym konsekwencje oraz rezultaty w sferach ekonomicznej, społecznej, ekologicznej i innych. Rozprawa skupia się przede wszystkim na analizach ilościowych, jednak wykonywanych w ścisłym kontekście oceny jakościowej, czego podstawę stanowi studium literatury oraz argumentacja opisana w rozdziale 2. Przedstawiana w rozprawie analiza regresji pozwala oszacować przewidywany relatywny stopień rozwoju, co wykorzystane ma być we wspomaganie projektowania. Wato zatem w pierwszej kolejności sprecyzować, jakie kryteria ilościowe należy przyjąć w ramach tej zmiennej. Średnia przewidywana wartość w ciągu 10 lat we wszystkich 72 badanych obszarach wyniosła około 35%, zaś dla 15 lat niecałe 45%. Uznać to można za stosunkowo niski wynik. Liczne prace, w tym

także cytowane w podrozdziale 3.2⁵⁰²⁵⁰³ opisują zjawisko suburbanizacji. Wskazują one na korelację niskiej gęstości zabudowy nowych osiedli wynikającej z niewykorzystania wszystkich działek budowlanych z problemem rozlewania się miast, przy czym wskazywane są także konsekwencje tego zjawiska⁵⁰⁴. Pomimo że niski stopień rozwoju potęguje rozlewanie się miast wraz ze wszystkimi tego konsekwencjami, to w kontekście przytoczonych powyżej średnich ciężko przyjąć za minimalne kryterium dla akceptacji scenariusza rozwoju obszaru objętego MPZP wartość tej zmiennej w ciągu 10 lat na poziomie 90%. Decyzja, jaką wartość można przyjąć, pozostaje pytaniem otwartym. Równocześnie przy pomocy metod korelacyjnych i technik opisu statystycznego wzbogaconych o metody i techniki deskryptywne możliwe jest stworzenie podstaw pod wnioskowanie o oczekiwanym zakresie tej zmiennej w danym przypadku. W ramach analizy statystycznej tej zmiennej w badaniu przedstawione i omówione zostaną podstawowe parametry oraz rozkład zmiennej zależnej stopnia rozwoju oraz relatywnego stopnia rozwoju. Narzędzia do tego służące to interpretacja wykresów rozkładu, histogramów oraz testy badające normalność rozkładu, w tym Shapiro-Wilka. Nie mniej istotne będzie także ujęcie opisowe rozróżniające taksonomie odpowiednich lokalizacji.

C. Wykorzystanie modelu regresji do ewaluacji scenariuszy rozwoju i rozwiązań projektowych, optymalizacja rozwiązań projektowych

Ten kluczowy dla całej procedury aspekt podzielić można na dwa podstawowe etapy. Pierwszy z nich to ocena rozwiązania, drugi to zaproponowanie zmian w projekcie urbanistycznym. Właściwymi metodami do przedstawienia w rozprawie tych procesów będzie analiza studiów przypadku, metoda symulacyjna wykorzystująca technikę wskazującą na zmianę rezultatu w zależności od zmiany założeń projektowych w przyjętym modelu regresji oraz opis wyników modelu regresji. W tym ostatnim przypadku wybraną techniką będzie porównanie istotności statystycznej według testu T dla wszystkich predyktorów oraz ich standaryzowanej według równania 17 wartości określanej także mianem współczynnika Beta. Narzędzia wykorzystywane do przetwarzania zmiennych to Microsoft Excel z dodatkiem Analysis Pack oraz IBM SPSS 22.

W kwestii dodatkowych wytycznych metodologicznych praca autorstwa Jacobsa, Dysona, Shustera i Stocktona⁵⁰⁵ przedstawia metody wykorzystujące uzyskane w analizach informacje do wspierania procesu projektowego. Zwraca przy tym uwagę na odpowiednie zagadnienia posługiwania się danymi w celu ich efektywnego wykorzystywania. Cytowani autorzy podkreślają między innymi

⁵⁰²Op. cit. Irwin, E., G. I Bockstael, N., E.: 2007, The evolution of urban sprawl: Evidence of spatial heterogeneity and increasing land fragmentation, s. 20672–20677.

⁵⁰³Op. cit. Meentemeyer, R., K., Tang, W., Dorning, M., A., Vogler, J. B., Cunniffe, N., J., Shoemaker, D., A.: 2013, FUTURES: Multilevel Simulations of Emerging Urban–Rural Landscape Structure Using a Stochastic Patch-Growing Algorithm, s. 785-807.

⁵⁰⁴Song, Y. i J.K., Gerrit.: 2003, New urbanism and housing values: a disaggregate assessment, *Journal of Urban Economics*, 2(54), s. 218-238.

⁵⁰⁵Jacobs S., Dyson, B., Shuster, W. i Stockton, T.: 2017, A Structured Decision Approach for Integrating and Analyzing Community Perspectives, *Re- Use Planning of Vacant Properties in Cleveland, Ohio., Apple Academic Press Inc.*, red: Etingoff, K. ISBN: 13: 978-1-77188-485-3, s. 163-169

pełne opisowe ujęcie wybranego kontekstu pod względem ekonomicznym, środowiskowym i innymi, gdyż model ilościowy przedstawia wyłącznie uproszczony opis. Właściwe zdefiniowanie celów i alternatyw możliwych do sporządzenia w planie, a także ocena konsekwencji określonych decyzji związane są także z interpretacją danych liczbowych w kontekście przestrzennym. Co więcej, wymienieni badacze zwracają także uwagę na istotną kompletność uzyskanego opisu, w szczególności unikanie opisów jednowymiarowych i koncentrowania się wyłącznie na wybranym aspekcie, ograniczania liczby działań i zmiennych dla przejrzystości procesu oraz unikanie scenariuszy nietypowych, niewystępujących w próbie badawczej i przez to niemożliwych do przewidzenia.

D. Wykorzystanie modelu regresji do sformułowania merytorycznej argumentacji dla rozwiązań projektowych

To końcowe zadanie modelu regresji w procesie decyzyjnym ma znaczącą wagę, gdyż projektant w świetle uwarunkowań prawnych nie stoi zasadniczo w roli decydenta. Jak zostało zarysowane w rozdziale 2, coraz większe znaczenie w Polsce i za granicą ma partycypacja społeczna oraz formy publicznego zarządzania⁵⁰⁶. Równocześnie aktualna procedura od momentu przystąpienia do sporządzania planu miejscowego do momentu wejścia w życie uchwały przewiduje szereg opinii oraz możliwość wnoszenia uwag, co szczegółowo opisane jest w ustawie z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym⁵⁰⁷. Szczegółowy opis tego procesu odnaleźć można w pracy Paryska⁵⁰⁸. Funkcjonowanie w kontekście takiego systemu i takiego procesu decyzyjnego wymaga od urbanisty oprócz umiejętności formowania właściwych rozwiązań projektowych, także ich merytorycznej i skutecznej argumentacji. Wykorzystanie modelu regresji pozwala na ścisłe liczbowe ujęcie potencjalnych skutków uchwały, co stanowi mocny argument przemawiający za konkretnymi rozwiązaniami projektowymi, częściowo uniezależniający je od subiektywnej opinii. W tym ujęciu wytyczne z obszaru metodologii badawczej każą zwrócić uwagę, oprócz szacowania prognozowanego skutku, także na całościowy opis zależności. Oznacza to porównanie, jaka decyzja przekłada się na zmienną niezależną, która ostatecznie warunkuje badany stopień rozwoju. Uchwycenie związków przyczynowo-skutkowych każe wyjść poza zwykły opis liczbowy w stronę ich wytłumaczenia w oparciu o procesy urbanistyczne. Właściwą metodą jest zatem próba opisu dla każdego z predyktorów, w pierwszej kolejności siły i zasady oddziaływania, a następnie mechanizmu warunkującego taki wpływ. W sferze technik oznacza to ocenę zmiennych niezależnych w kontekście ich standaryzowanej według równania 17 wartości oraz zbadanie ich rozkładu, gdyż jest on kluczowy dla oceny poszczególnych oddziaływań, a także analizy ich powszechności oraz miary oszacowania. Narzędzia wykorzystywane do przetwarzania zmiennych to Microsoft Excel z dodatkiem Analysis Pack oraz IBM SPSS 22.

⁵⁰⁶ Op. cit. Marchewka-Bartkowiak, K.: 2014, Nowe zarządzanie publiczne, Infos, nr 18(178), Biuro Analiz Sejmowych, 1-4

⁵⁰⁷ Op. cit. Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym, Art. 17.

⁵⁰⁸ Op. cit. Parysek, J.: 2016, Pytania o przyszłość gospodarki przestrzennej w Polsce, 40.

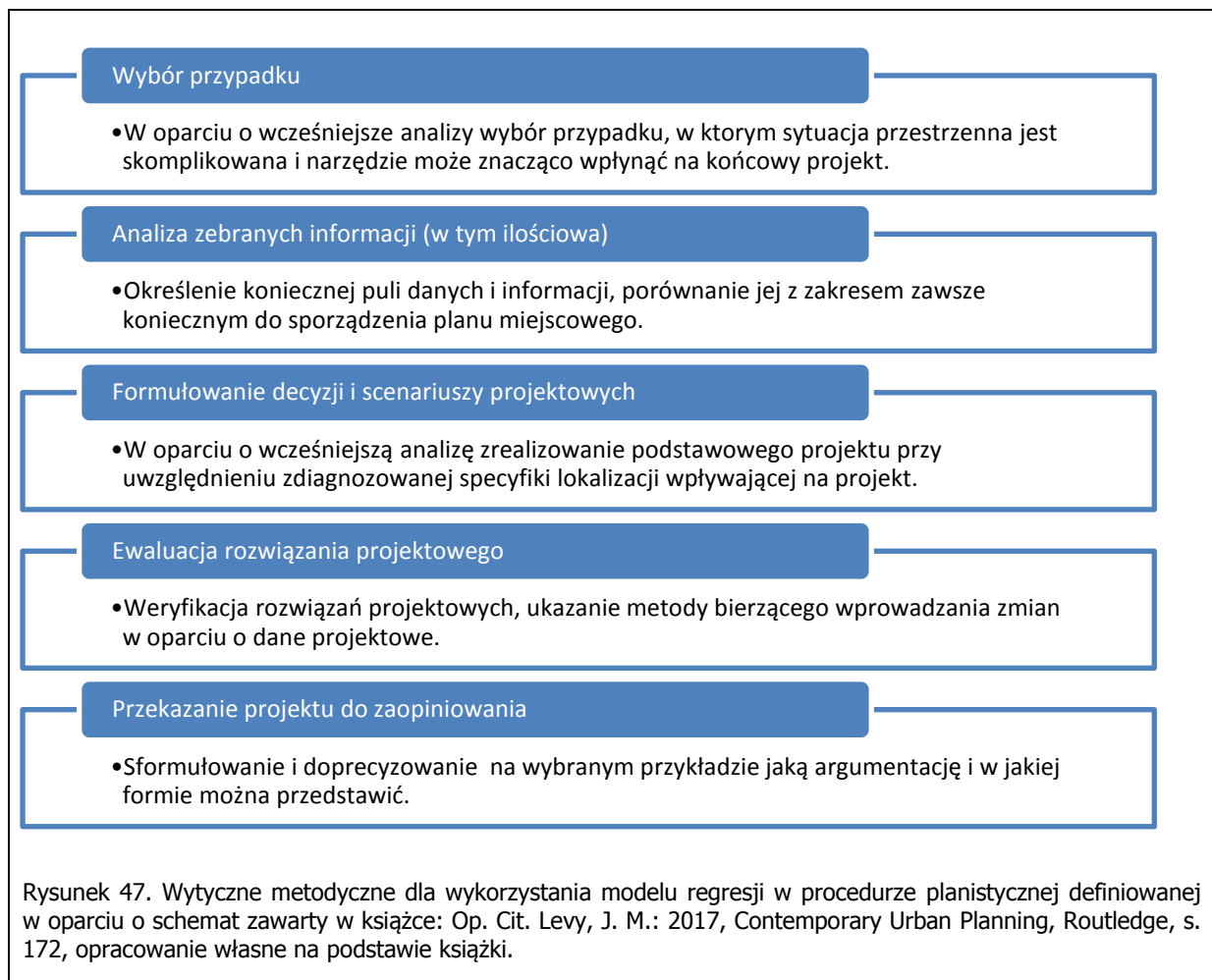
5.5.3. Analiza studiów przypadku

W analizie studiów przypadku pierwszym etapem jest wybranie odpowiedniego przypadku lub zbioru przypadków, a także zdefiniowanie, w jak szczegółowym stopniu zostaną one omówione. W rozprawie przyjęta została zasada, że ogół próby badawczej zostanie omówiony w kontekście odnalezienia w nim pewnej taksonomii ukazującej zaobserwowane w badaniu zjawiska i wpływ poszczególnych zmiennych. W tym celu szczególnie istotne są metody z obszaru badań korelacyjnych, a także badań opisowych i argumentacji logicznej. Z niezwykle ważnej w pracy grupy metod analizy regresji, w tym regresji wielorakiej techniką krokową, oraz dodatkowo sztucznych sieci neuronowych, wykorzystywane w tym celu będą głównie techniki oceny predyktorów oraz reszt równania regresji w formie wymienionych w podrozdziale 5.4.3 testów oraz analizy graficznej wykresów. Analiza ta ma za zadanie jednak wejść bardziej szczegółowo w taksonomie poszczególnych przypadków oraz ich wybranych elementów warunkujących odchylenie od linii regresji, natomiast wspomniane testy i analiza regresji służyć mają raczej jako sposób wyboru i określenie kierunku dalszej analizy opisowej. Co więcej, w dalszej części pracy na wybranym przykładzie w sposób szczegółowy przeprowadzona będzie analiza oparta o grupę metod badawczych symulacji, która będzie miała na celu z jednej strony ukazanie zależności odnalezionych przez model, z drugiej zademonstrowanie sposobu oddziaływania i modyfikacji projektu w oparciu o bieżącą ewaluację scenariuszy rozwoju i określonych rozwiązań projektowych, co zasadniczo koresponduje z aspiracją aplikacyjną projektu badawczego. Techniki zastosowane w ramach tej metody symulacyjnej polegać będą na przeprowadzeniu opisanej w poprzednim podrozdziale procedury planistycznej z oceną, w jaki sposób zmiana rozwiązań projektowych wpłynęłaby na szacowany rezultat. Jest to zatem technika rekonfiguracji. Narzędzia wykorzystane do tych technik to Microsoft Excel z dodatkiem Analysis Pack oraz IBM SPSS 22.

5.5.4. Przykład zastosowania w aktualnym projekcie planu dla osiedla mieszkaniowego jako synteza metodyki wspierania działań planistycznych poprzez model regresji

Podrozdział ten zasadniczo zbliżony jest do poprzedniego, w którym zawarty jest przykład wykorzystania modelu regresji w uwzględnionym już planie z puli 72 obszarów przypadku. Dotyczy on jednak opisu metodologii odnoszącej się do koncepcji przeprowadzenia syntetycznego procesu projektowego w wybranych lokalizacjach, które nie są objęte aktualnie planami miejscowymi. Pierwszą różnicą w takich przypadkach w porównaniu z poprzednim podrozdziałem są źródła informacji, na których może bazować taka analiza. Uzyskanie aktualnych danych jest znacznie łatwiejsze, gdyż nie ma konieczności poszukiwania informacji sprzed wielu lat. Wprowadzany w taki sposób element badania według metody symulacyjnej wprowadza wątek eksperymentalny, gdyż wybrane zostaną obszary, które w ramach ustaleń studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego pozwalają na realizację zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej. Projekty co do zasady przestrzegać będą zapisów SUIKZP, a ich wybór związany będzie w miarę

możliwości z planami wprowadzenia na danym obszarze MPZP. Jest zatem wielce prawdopodobne, że w przyszłości możliwe będzie porównanie wyników analizy przedstawionej w rozprawie i stanu rzeczywistego, chociaż nie jest to głównym celem takiego działania. Jest to bowiem możliwe tylko przy założeniu, że w danym planie miejscowym ustalone zostaną regulacje zbliżone do eksperymentalnego studium przypadku opisanego w rozprawie. Podstawowy aspekt takiego działania to przedstawienie autorskiej koncepcji procesu projektowego wspomaganego modelem regresji. Rozumieć to można jako określenie koniecznego zakresu dodatkowej pracy analitycznej oraz puli nowych informacji zgromadzonych dzięki modelowi, a następnie zastosowanie równań regresji do formułowania decyzji projektowych według opisanej metodyki. Pod względem metodologicznym w takim działaniu najistotniejsze jest usystematyzowanie zastosowania modelu pod kątem wartości przestrzennych i celów projektowych, a także definiowanie i diagnozowanie problemów w procedurze planistycznej z wykorzystaniem narzędzi wspomagania decyzji. Poniżej przedstawione zostały podstawowe uwagi metodyczne dla przewidzianej procedury nawiązujące do schematu w poprzednim podrozdziale (Rys. 47 i 46).



Przeprowadzenie takiej procedury zaklasyfikować można do obszaru badań symulacyjnych ze studium przypadku oraz opisów jakościowych. Wykorzystane narzędzia to Microsoft Excel z dodatkiem Analysis

Pack, Autodesk Autocad z obsługą języka VBA oraz Esri ArcMap, obróbka graficzna ilustracji w programie Adobe Photoshop CS 5.

6. Proces badawczy

6.1. Opis materiału badawczego

6.1.1. Proces zbierania informacji, problemy i ograniczenia.

Zebrany materiał badawczy przedstawia zasadniczo dane ilościowe oraz uporządkowane według odpowiednich skali dane jakościowe opisane w podrozdziale 5.3. Materiały te w całości przedstawione są w załącznikach: Załącznik 1: Zestawienie zbiorcze obszarów i Załącznik 2: Licencje zasobów geodezyjnych i kartograficznych (płyta CD)

Załącznik 3: Dokumentacja fotograficzna obszarów Metody zbierania danych opisane zostały w dziale poświęconym metodologii, a wcześniej wywodzone są one ze studiów zawartych w pracy. Brak kompletnych danych na temat dat powstawania budynków i konieczność zastosowania złożonej procedury pomiaru liczby budynków w danych latach od wprowadzenia miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego znacząco wydłużyła badanie. Jest to istotna informacja, gdyż pokazuje na główne ograniczenie w powszechnym stosowaniu metody także w innych aglomeracjach, także poza terytorium Polski. Kompletna, rzetelna baza danych na temat dat powstania budynków znacząco poszerzyłaby perspektywy powszechnego wykorzystania. Problematykę dostępności zasobów informacji, w tym GIS, porusza Fogel, zwracając uwagę na niedostateczne regulacje prawne w tym zakresie⁵⁰⁹. Poza tym ogólnym spostrzeżeniem w procesie zbierania informacji możliwe do zaobserwowania było wiele zjawisk ilustrujących przebieg procesów urbanistycznych. Pierwszą z istotnych kwestii była analiza porównawcza zapisów planu wraz z odpowiednimi załącznikami rysunkowymi przedstawiającymi projekt osiedla w odniesieniu do faktycznej realizacji zabudowy na osi czasu. Uściślając, w wielu sytuacjach realizowana była zabudowa niezgodnie z założeniami i regulacjami planu. Możliwe zdarzenia opisać można w formie klasyfikacji uwzględniającej dwa czynniki. Pierwszym z nich jest lokalne niedoszacowanie lub przeszacowanie liczby budynków związane z połączeniem działek i zrealizowaniem jednego budynku w miejscu, w którym przewidziane było więcej obiektów. Takie sytuacje są stosunkowo rzadkie, w obserwowanej próbie nie zdarzył się przypadek dotyczący więcej niż dwóch domów na danym obszarze. Sytuacją odwrotną było realizowanie na jednej działce dwóch budynków mieszkaniowych. Rozważyć oczywiście można więcej niż dwa domy na jednej działce, chociaż taka sytuacja nie miała miejsca w próbie. Druga ze wzmiankowanych w klasyfikacji kwestii dotyczy oceny tych sytuacji pod względem ich zgodności z MPZP. Już podrozdział 5.3 poruszał problematykę nieprecyzyjnego określenia w planie liczby budynków, między innymi poprzez pozostawienie możliwości łączenia lub podziału działek. Jest to

⁵⁰⁹ Fogel, P.: 2007, Bazy danych gis w planowaniu przestrzennym na poziomie lokalnym, *Roczniki Geomatyki*, Tom V, 7, s. 40-45.

zjawisko normalne i powszechne, a taka doza elastyczności, zdaniem Ziobrowskiego⁵¹⁰, w zakresie zabudowy jest racjonalna, pod warunkiem zachowania systemu przyrodniczego i układu transportowego oraz zasadniczych granic urbanizacji. W takich przypadkach prognoza rozwoju jest znacznie trudniejsza do wykonania, a jej wynik jest z gruntu zaburzony, jednak model wciąż można stosować w jego podstawowej funkcji narzędzia analitycznego służącego wspieraniu projektowania i porównaniu wariantów projektowych. Równocześnie, w badanych przypadkach pojawiły się także sytuacje, w których regulacje nie były w pełni respektowane, oraz zabudowa niezgodna z planem miejscowym. Naturalnie obie te sytuacje zostały uwzględnione na etapie formułowania metody i analizy metodologii w zakresie projektu osiedla wynikającego z MPZP. Składają się one na opisywany w pracy, nieunikniony błąd modelu. Ważna jest jednak weryfikacja powszechności takich zjawisk oraz ich skali w próbie badawczej w całości oraz w każdym z przypadków z osobna. Skala tego zjawiska w powszechnym ujęciu oznacza oszacowanie oraz wliczenie jej do błędu w pomiarze, natomiast diagnoza przypadku znacznie odbiegającego od pozostałych skłaniałaby do usunięcia go z próby badawczej. Równocześnie uznanie takich zdarzeń losowych jako elementów nieodzownie związanych z projektowaniem urbanistycznym jest jedną z przyczyn wykluczenia z próby badawczej obszarów o małym areale, w którym wpływ przypadkowych zdarzeń mógłby w nieprzewidywalny sposób wpłynąć na pomiar i w efekcie na oszacowanie. W ocenie tych elementów warto mieć na uwadze cele badania, szczególnie związane z wytworzeniem aplikacyjnej formy ewaluacji. Poniżej przedstawiona została podstawowa taksonomia zdarzeń warunkujących zmianę liczby budynków w stosunku do projektu wynikającego z miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego:

Podział ze względu na sposób zmiany względem projektu:

- A. Podział działki.
- B. Połączenie działek.
- C. Realizacja innej taksonomii (zwykle dobudowa nowego budynku bliźniaczego na tej samej działce przeznaczonej na zabudowę jednorodziną).
- D. Realizacja zabudowy w miejscu nie przewidzianym w planie (sporadyczna).

Kolejną sprawą jest natomiast przyczyna takich zdarzeń, w odniesieniu do której orzec można, czy było to możliwe do przewidzenia lub czy miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego zakładał znaczący stopień dowolności.

Podział ze względu na źródła zjawiska:

- A. Wariantowe rozwiązania zawarte w MPZP.
- B. Ogólny i nieprecyzyjny zapis w MPZP.
- C. Nieformalne działania niezgodne z MPZP.

W zakresie niedoszacowania lub przeszacowania liczby budynków w projekcie wynikającym z MPZP sporządzonym według wytycznych zawartych w rozdziale poświęconym metodologii na

⁵¹⁰ Ziobrowski, Z.: 2009, Polityka przestrzenna a decyzje o warunkach zabudowy, *Problemy Rozwoju Miast*. 4(6), s. 22-23.

podstawie zebranego materiału badawczego można orzec, że były to zjawiska występujące w wielu planach, lecz w małym stopniu wpływające na dokładność pomiaru. Uściślając, w sumie zdarzenia takie dotyczą 2,04% budynków przewidzianych w planie, przy czym część z nich wzajemnie się niweluje, na przykład połączenie i podział działki. W takiej skali uznać można, że jest to zjawisko nieprzeszkadzające w znaczącym stopniu w pomiarze i oszacowaniu pod warunkiem, że obszar nie jest zbyt mały. Istotna w tej materii jest także merytoryczna analiza planu, bowiem część z nich wprowadza bardziej restrykcyjne regulacje, inne natomiast pozostawiają większą swobodę w zakresie kształtowania podziałów i wielkości działek. Zasadniczo nie jest aspiracją pracy oceniać, które z tych podejść jest lepsze, jednakże według przyjętych kryteriów pomiar jest dokładniejszy dla planów przedstawiających bardziej jednoznaczne rozwiązania.

Równocześnie zależność od stopnia regulacji nie jest tak oczywista, gdyż w niektórych przypadkach regulacje były ignorowane, czyniono zatem od nich nieformalne odstępstwa. Jednym z licznych przykładów takiej sytuacji jest obszar oznaczony numerem 58, objęty miejscowym planem uchwałą nr XXXVIII/413/2001 Rady Gminy Rokietnica z dnia 23 listopada 2001 r. W omawianej uchwale pojawiają się zapisy:

1. „Ustalenia zawarte w pkt 1 i 2 muszą być realizowane w nawiązaniu do określonego planem układu przestrzennego (...)

a. Na jednej działce możliwe jest usytuowanie tylko jednego budynku mieszkalnego i jednego budynku pomocniczego

b. Minimalna wielkość działek wynosi 650 m².⁵¹¹

Jednakże pomimo tych zapisów dokonany został podział, w którego efekcie powstały działki 175/77 i 175/78, których łączny obszar ma 645 m², a zrealizowane są na nich po jednym domu jednorodzinnym. W tym przypadku został zmieniony układ zawarty w planie i w danym miejscu zabudowa została bardzo zagęszczona. Jest to jednak w tym planie odosobniony przypadek i zasadniczo nie wpływa na ogół estymacji, szczególnie wzięwszy pod uwagę fakt, że jest zdarzeniem, które może przydarzyć się w każdym planie. Uzmysławia on jednak, że nawet w sytuacji szczegółowej regulacji podziału nie ma gwarancji, że zabudowa nie zostanie zrealizowana inaczej. Niemniej jednak jest to pewne ograniczenie związane z pomiarem zmiennej zależnej, drugie obok niepełnych baz danych zmuszających do pomiarów w oparciu o wiele źródeł wymagających ekstensywnej, bardzo czasochłonnej, indywidualnej pracy.

W przypadku pomiaru pozostałych zmiennych pełniących w modelu rolę potencjalnych predyktorów nie zostały zaobserwowane większe trudności. Procedura i źródła informacji opisane zostały w rozdziale poświęconym metodologii 5.3.1. Przypomnieć należy, że w pomiarach uwzględniana była sytuacja w momencie wprowadzania planu. Odpowiednio w pomiarze zmiennych

⁵¹¹ Uchwała Nr XXXVIII/413/2001 Rady Gminy Rokietnica z dnia 23 listopada 2001 r., § 4, pkt. 3.

takich jak odległość od centrum mierzona wzdłuż dróg, typologia zabudowy, sposób organizacji inwestycji i bilans zasobów przyrodniczych sytuacja od momentu uchwały pozostała w większości przypadków niezmienna, może poza wybranymi elementami przyrodniczymi takimi jak zieleń parkowa. W pozostałych zmiennych należało zweryfikować rok powstania danego obiektu lub sytuacji, co dotyczy przede wszystkim bilansu uciążliwości oraz dostępu do strategicznych usług i obiektów. W zmiennych złożonych pewną trudnością było przełożenie opisu jakościowego na wartość liczbową, jednakże ułatwiły to zaproponowane w rozdziale poświęconym metodologii kryteria i kategorie⁵¹². Obraz taki jest pewnym uproszczeniem, co było omawiane w tymże rozdziale, jednakże bez tych informacji model byłby niepełny. Najtrudniejszym elementem w tym kontekście była infrastruktura podziemna. Wynikało to z faktu, że stopień rozwoju lokalnej i ponadlokalnej sieci uzbrojenia terenu jest zagadnieniem bardzo złożonym, a przez to trudnym do porównania. Właściwie można powiedzieć, że prawie każda z sytuacji jest indywidualna i wymaga szczegółowego opisu. Odpowiedzią na to było zastosowanie pomiaru na zmiennej porządkowej, która w danym rodzaju instalacji miała od trzech do pięciu kategorii. Niewątpliwie zubożyło to dostępny opis, jednakże pozwoliło na utrzymanie porządku i uczciwą ocenę wybranych obszarów względnie wolną od elementów subiektywnych. Wszystkie formy oceny procentowej uwzględniającej stany pośrednie mogłyby generować błąd, jeśli nawet w rozprawie udało się utrzymać odpowiednią dyscyplinę, to niezwykle ciężko byłoby później wykorzystać taki model przez inną osobę, gdyż wdrożenie się w zbyt skomplikowany system oceny byłoby praktycznie niemożliwe. Także materiały w przypadku tego predyktora były na tyle niepewne bądź ogólnikowe, że właściwie wykluczały bardziej szczegółowy opis. Warunki w zakresie obsługi infrastruktury technicznej zawarte w MPZP nie zdradzały zbyt wiele szczegółów, prócz generalną oceną warunków przyłączenia do sieci, dlatego zaproponowana skala pomiaru ściśle koresponduje z tym opisem. Oczywiście pomiar bazował na większej liczbie źródeł, w tym na wspomnianych pozyskanych bazach GESUT oraz na wywiadzie z mieszkańcami.

6.1.2. Ocena oraz opis jakościowy i ilościowy zebranych danych

Warunki konieczne do przeprowadzenia badania korelacyjnego zostały opisane w podrozdziale poświęconym metodologii 5.4 wraz z miarami oceny modelu. Następujący po nim podrozdział 5.5 dodaje natomiast do tej puli zarówno ilościową, jak i jakościową ocenę informacji, która poza samym modelem regresji warunkuje możliwości analityczne modelu. Przykładem może być fakt, że do przeprowadzenia regresji zmienna zależna nie musi mieć rozkładu normalnego. Jest to bardzo istotne z perspektywy zastosowań analitycznych, szczególnie w prognostyce. Podstawowy jakościowy i ilościowy opis zmiennych, zarówno prognozowanych, jak i objaśniających, pozwoli na stworzenie fundamentu dla interpretacji modelu zarówno w kontekście objaśniania zjawiska, jak i w kontekście możliwości analitycznych.

⁵¹² Op. cit. Hejmanowska, B.: 2006, Wspomaganie decyzji z wykorzystaniem narzędzi gis – ryzyko związane z dokładnością danych źródłowych, s. 197-201.

Na podstawie licznych prób budowania modelu sformułowana została końcowa pula zmiennych wprowadzonych do regresji. Ogólne kategorie pomiarów opisane zostały w podrozdziale 5.4. Równocześnie część zmiennych została wykluczona ze względu na słabą lub niestabilną relację z badanym zjawiskiem rozwoju odnajdywaną za pomocą regresji krokowej oraz macierzy korelacji Pearsona. Uprzednio warto jednak usystematyzować propozycje zmiennych wyprowadzonych z podrozdziału 5.3. Ze względu na zasady działania programu IBM SPSS oraz wygodę oznaczeń w poniższej tabeli przedstawione zostały nazwy skrócone wprowadzane w tabelach i na wykresach oraz opisany został zasadniczy sposób ich wyznaczania. Część z nich, szczególnie te złożone, zostały w sposób wyczerpujący opisane w podrozdziale 5.3, więc w poniższej tabeli zawarte są do nich tylko odnośniki. Pomiar pozostałych przytoczony został w dokładniejszy sposób.

Potencjalne zmienne niezależne, weryfikowane w celu wykorzystywania w modelu regresji			
LP	UN	Uproszczona Nazwa	Sposób pomiaru
	PN	Pełna nazwa	
1	UN	OdlegloscOdCentrum	Odległość od środka obszaru, mierzona po drogach do rynku w Poznaniu wyrażana w kilometrach
	PN	Odległość od centrum aglomeracji poznańskiej.	
2	UN	BilansZasobowPrzyrodniczych	Zmienna złożona, jej pomiar określony w podrozdziale 5.3.7, wpływ odpowiednich elementów wyznaczany w podrozdziale 6.2.1. Dotyczy ona elementów przyrodniczych.
	PN	Łączny bilans zasobów przyrodniczych dla danego obszaru	
3	UN	BilansUciazliwosci	Zmienna złożona, jej pomiar określony w podrozdziale 5.3.8, wpływ odpowiednich elementów wyznaczany w podrozdziale 6.2.1. Dotyczy ona elementów przyrodniczych.
	PN	Łączny bilans uciążliwości dla danego obszaru	
4	UN	DostepDoStrategicznycyUslug	Zmienna złożona, jej pomiar określony w podrozdziale 5.3.9, wpływ odpowiednich elementów wyznaczany w podrozdziale 6.2.1
	PN	Łączny dostęp do wybranych obiektów i budynków dla dago obszaru	
5	UN	Infrastruktura	Zmienna złożona, jej pomiar określony w podrozdziale 5.3.10, wpływ odpowiednich elementów wyznaczany w podrozdziale 6.2.1
	PN	Bilans elementów infrastruktury komunikacyjnej i podziemnej.	
6	UN	ArealSkorygowanyOMPZP600 m	Obszar przewidzianej w miejscowych planach funkcji mieszkaniowej netto (wyłącznie działek przeznaczonych pod zabudowę mieszkaniową, bez dróg i obszarów pomocniczych) jednorodzinnej mierzonej w okręgu o promieniu 600 metrów narysowanego w taki sposób by zawierał największą część wybranego planu miejscowego, a gdy zawiera całość narysowany ze środkiem w geometrycznym środku obszaru objętego opracowaniem. Uwzględniane są plany z danego roku i wcześniejsze.
	PN	Obszar mieszkaniowy skorygowany o sąsiednie miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego	
7	UN	ZabudowaSzeregowaOdsetek	Iloraz budynków szeregowych do łącznej liczby budynków
	PN	Odsetek budynków w typologii szeregowej	
8	UN	ZabudowaDeweloperskaOdsetek	Odsetek budynków jednorodzinnych na danym obszarze, w których inwestorem był jeden podmiot, który realizuje więcej niż dwa domy w określonej badaniem lokalizacji. (W praktyce podział ten wrzuca w tej kategorii wiele sposobów organizacji, w tym inwestycje publiczne, osiedla deweloperskie, budownictwo spółdzielcze, zakładowe, komunalne i budownictwo społeczne czynszowe oraz inne.)
	PN	Odsetek zabudowy zrealizowanej z sposobu zorganizowanej	
9	UN	StopienRozwoju0	Iloraz liczby istniejących budynków o danej funkcji w momencie wprowadzenia planu do łącznej liczby budynków istniejących i planowanych przewidzianych w planie.
	PN	Stopień rozwoju w momencie wprowadzenia planu miejscowego	
10	UN	SredniaWielkoscDzialki	Iloraz powierzchni działek mieszkaniowych, zwanych w rozprawie powierzchnią mieszkaniową netto, do liczby budynków o danej funkcji przewidzianych w planie.
	PN	Średnia wielkość działki mieszkaniowej jednorodzinnej.	
11	UN	RokSporzadzeniaPlanu	Rok uchwalenie miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego

	PN	Rok uchwalenie miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego w danym obszarze.	w danym obszarze. Dotyczy to pierwszego planu wprowadzającego na dany obszar zabudowę mieszkaniową jednorodziną. Ze względu na zmiany prawne dotyczy to okresu obowiązywania ustaw z roku 1994 ⁵¹³ i 2003 ⁵¹⁴ .
12	UN	OdsetekBliźniaczychBud	Iloraz budynków bliźniaczych do łącznej liczby budynków
	PN	Odsetek bliźniaczych budynków	
13	UN	OdsetekPołączonychBud	Iloraz sumy budynków bliźniaczych i szeregowych do łącznej liczby budynków
	PN	Odsetek połączonych budynków	
14	UN	SredniaLiczbaZrealizowanychBudynkowNaKM2_20Lat	Wartość ta jest taka sama dla wszystkich obszarów znajdujących się w obrębie danej gminy. Jej stosowanie wiąże się z pomiarem wpływu tendencji ponadlokalnych (ogólnogminnych) na rozwój obszaru. Sposób wyznaczaniu polega na wyliczeniu ilorazu średniej z ostatnich dwudziestu lat dla ilorazu liczby budynków mieszkaniowych realizowanych na obszarze gminy (źródło ⁵¹⁵) do jej areалу wyrażonego w kilometrach kwadratowych według wzoru: $SG = \sum_{i=1}^n \frac{a_i}{S \times n}$ gdzie n – liczba lat (20), S – obszar gminy, a _i – liczba budynków mieszkaniowych zrealizowanych w gminie w danym roku, SG – zmienna wprowadzana do modelu – statystyka gminy. (Co ciekawe statystyka gminy została wykluczona, gdyż zbyt skorelowana była z odległością od centrum.)
	PN	Statystyki gminy: średnia liczba realizowanych w ciągu roku dla ostatnich 20 lat budynków mieszkaniowych na kilometr kwadratowy	
Tabela 20. Przyjęte w badaniu uproszczone i pełne nazwy zmiennych niezależnych oraz sposoby ich pomiaru. Źródło: opracowanie własne.			

Pierwszym krokiem w kierunku wykluczenia gorzej dopasowanych predyktorów liczbowych była zamieszczona poniżej macierz korelacji uwzględniająca omawiane wcześniej liniowe korelacje Pearsona oraz korelacje Spearmana.

⁵¹³ Op. cit. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. o zagospodarowaniu przestrzennym.

⁵¹⁴ Op. cit. Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym

⁵¹⁵ Liczby budynków mieszkaniowych realizowanych na obszarze gminy, Źródło: <https://bdl.stat.gov.pl>, dostęp 01.10.2016.

Korelacja zmiennych niezależnych ze zmiennymi zależnymi		OdlegloscOdCentrum	BilansZasobowPrzyrodniczych	BilansUciazliwosci	DostepDoStrategicznychUslug	Infrastruktura	ArealSkorygowanyOMPZP600m	ZabudowaSzeregowaOdsetek	ZabudowaDeweloperskaOdsetek	SredniaWielkoscDzialki	RokSporzadzeniaPlanu	OdsetekBlizniacychBud	OdsetekPolaczonychBud	SredniaLiczbaZrealizowanychBudynekowNaKM2_20Lat
Relatywny Stopien Rozwoju														
5 lat	Korelacja Pearsona	-,331	,340	-,219	,242	,573	-,104	,254	,300	-,254	,123	,018	,232	,121
	Istotność	,005	,004	,064	,041	,000	,386	,031	,010	,031	,305	,881	,050	,310
	Korelacja Spearmana	-,347	,373	-,186	,244	,535	-,042	,135	,149	-,348	,012	,134	,186	,105
	Istotność	,003	,001	,117	,039	,000	,729	,260	,212	,003	,919	,261	,117	,382
10 lat	Korelacja Pearsona	-,430	,426	-,290	,281	,589	-,203	,277	,354	-,217	-,018	,009	,248	,150
	Istotność	,000	,000	,014	,017	,000	,088	,019	,002	,067	,881	,939	,036	,208
	Korelacja Spearmana	-,436	,451	-,223	,248	,562	-,185	,183	,391	-,339	-,090	,044	,187	,186
	Istotność	,000	,000	,060	,035	,000	,120	,123	,001	,004	,452	,716	,115	,118
15 lat	Korelacja Pearsona	-,599	,366	-,262	,352	,529	-,220	,277	,277	-,163	-,064	,047	,265	,318
	Istotność	,000	,008	,061	,010	,000	,117	,046	,047	,248	,650	,739	,057	,021
	Korelacja Spearmana	-,617	,338	-,146	,327	,482	-,235	,034	,306	-,249	-,157	,050	,120	,255
	Istotność	,000	,014	,303	,018	,000	,094	,814	,027	,075	,266	,726	,396	,068

Tabela 21. Macierz korelacji Pearsona zmiennych niezależnych ze zmiennymi zależnymi. Źródło: opracowanie własne.

Jak ilustruje powyższa tabela, najczęściej wariantów związanych było z typologią zabudowy oraz cech takich jak parametry działki, w tym średni areał. Faktycznie w tej materii sformułować można wiele możliwych parametrów i skali opisu, jednakże uzdatnione obawą przed przeuczeniem modelu dążenie do prostego ujęcia wynikające ze wzmiankowanej w podrozdziale 5.4.3 przez Wanga i Wolvertona⁵¹⁶ redukcji liczby zmiennych skłaniało do wyboru wyłącznie najlepiej dopasowanych. Wzrost intensywności barwy zielonej w powyższej macierzy ilustruje wzrost korelacji wykazanej badaniem. Czerwony kolor związany z zakresem wartości statystyki wskazuje natomiast na niską istotność danej relacji, skłaniając zatem do wykluczenia z modelu. W określeniu korelacji przyjęte zostały kryteria, że wartość wyższa niż 0,5 oznacza wysoką korelację, zakres bezwzględnej wartości od 0,5 do 0,3 zaklasyfikowany został jako korelacja przeciętna. Wartość bezwzględna pomiędzy 0,3 a

⁵¹⁶ Op. cit. Wang, K i Wolverton, M., L.: 2002, Real estate valuation theory, s. 237, 272.

0,1 uznana została za wskazującą na słabą korelację. Klasyfikacja ta bazuje na tabeli Guilforda⁵¹⁷, która jest klasyfikacją dość rygorystyczną. Naturalnie w zależności od znaku zależność ta może być ujemna lub dodatnia. Na podstawie przytoczonych danych wywnioskować można, że dla 5 lat zmienna objaśniana relatywny stopień rozwoju silnie skorelowana jest z bilansem infrastruktury, natomiast istotnie skorelowana z bilansem zasobów przyrodniczych, odległością od centrum i odsetkiem zabudowy deweloperskiej. Większość predyktorów mieści się w przedziale 0,2- 0,3, natomiast stosunkowo słabo skorelowany jest areał mieszkaniowy, liczony wraz z sąsiadującymi planami oraz rok sporządzenia planu, który zasadniczo w badaniu nie ma być predykatorem, gdyż wprowadzałyby problematykę zmian zależności w czasie. Brak wpływu tej zmiennej jest bardzo korzystny z punktu widzenia zastosowań analitycznych. Słaba korelacja związana jest także z dwiema cechami typologicznymi: średnią wielkością działki i liczbą domów typu bliźniak. Dla dziesięciu lat układ zmiennych jest dość podobny. Ogólnie stopień korelacji jest wyższy, jednak predyktory pozostają w tych samych grupach poza areałem mieszkaniowym, dla którego można zaobserwować znaczący wzrost korelacji wraz z czasem. Relatywny stopień rozwoju dla okresu 15 lat wykazuje natomiast znacznie silniejszą korelację z odległością od centrum aglomeracji oraz spadek znaczenia średniej wielkości działki. Nad wyraz istotny jest spadek korelacji z rokiem sporządzenia planu wraz ze zwiększaniem się okresu pomiaru, co stanowi argument świadczący za tezą, iż wraz ze wzrostem czasu w zakresie 15 lat objaśnienie lepiej opisuje zjawisko rozwoju, a wpływ chwilowych trendów ulega zatarciu. Oczywiście badanie to ma charakter wstępny i jego późniejsze zweryfikowanie w modelu regresji jest konieczne, gdyż może okazać się, że oszacowany poprzez macierz korelacji wpływ zmiennej różni się od wpływu ustalonego w końcowym, szczegółowym badaniu regresji.

Kolejnym aspektem skłaniającym do możliwego odrzucenia danego wariantu jest korelacja z innymi zmiennymi, która – jak wskazuje opracowanie Woelfe'a⁵¹⁸ – jest niekorzystna w przypadku badania regresji wielorakiej. W poniższej tabeli przedstawione zostały korelacje Pearsona pomiędzy poszczególnymi zmiennymi.

Korelacja zmiennych niezależnych ze zmiennymi zależnymi r - Korelacja Pearsona p - istotność	OdlegloscOdCentrum	BilansZasobowPrzyrodniczych	BilansUczialnosci	DostepDoStrategicznycchUslug	Infrastruktura	ArealSkorygowanyOMPZP600m	ZabudowaSzerogawaOdsetek	ZabudowaDeweloperskaOdsetek	SredniaWielkoscDzialki	RokSporzadzeniaPlanu	OdsetekBliźniaczychBud	OdsetekPolaczonychBud	SredniaLiczbaZrealizowanychBudynkowNaKM2_20Lat
OdlegloscOdCentrum	r	-,005	,002	-,146	-,326	-,269	-,114	-,100	,029	-,006	-,206	-,193	-,540
	p	,966	,988	,222	,005	,023	,342	,404	,806	,957	,083	,104	,000

⁵¹⁷ Guilford, J. P.: 1954, *Psychometric Methods* (2nd ed.), New York: McGraw-Hill, ISBN 0070993394, s. 482-483.

⁵¹⁸ Op. cit. Welfe, A.: 2003, *Ekonometria*, s. 70-74.

BilansZasobowPrzyrodni czych	r	-,005		-,098	-,073	,084	-,167	,320	,215	-,163	-,020	,038	,299	-,235
	p	,966		,411	,542	,481	,161	,006	,070	,170	,867	,752	,011	,047
BilansUciazliwosci	r	,002	-,098		,352	,184	-,066	-,063	-,216	-,159	-,038	,396	,123	-,007
	p	,988	,411		,002	,121	,582	,601	,068	,182	,752	,001	,305	,956
DostepDoStrategicznyc hUsług	r	-,146	-,073	,352		,361	-,023	,244	,140	-,421	,081	,257	,330	,021
	p	,222	,542	,002		,002	,849	,039	,240	,000	,498	,029	,005	,864
Infrastruktura	r	-,326	,084	,184	,361		,009	,403	,288	-,408	-,157	,199	,446	,200
	p	,005	,481	,121	,002		,940	,000	,014	,000	,189	,095	,000	,093
ArealSkorygowanyOMP ZP600m	r	-,269	-,167	-,066	-,023	,009		-,122	,002	,022	-,013	,132	-,047	,253
	p	,023	,161	,582	,849	,940		,306	,990	,853	,911	,270	,694	,032
ZabudowaSzeregowaOd setek	r	-,114	,320	-,063	,244	,403	-,122		,451	-,385	-,023	,026	,892	,076
	p	,342	,006	,601	,039	,000	,306		,000	,001	,848	,826	,000	,526
ZabudowaDeweloperska Odsetek	r	-,100	,215	-,216	,140	,288	,002	,451		-,200	,127	,031	,412	,260
	p	,404	,070	,068	,240	,014	,990	,000		,092	,288	,799	,000	,028
SredniaWielkoscDzialki	r	,029	-,163	-,159	-,421	-,408	,022	-,385	-,200		,192	-,241	-,448	,039
	p	,806	,170	,182	,000	,000	,853	,001	,092		,107	,041	,000	,744
RokSporządzeniaPlanu	r	-,006	-,020	-,038	,081	-,157	-,013	-,023	,127	,192		-,189	-,106	,201
	p	,957	,867	,752	,498	,189	,911	,848	,288	,107		,113	,376	,090
OdsetekBlizniaczychBud	r	-,206	,038	,396	,257	,199	,132	,026	,031	-,241	-,189		,475	,181
	p	,083	,752	,001	,029	,095	,270	,826	,799	,041	,113		,000	,128
OdsetekPolaczonychBu d	r	-,193	,299	,123	,330	,446	-,047	,892	,412	-,448	-,106	,475		,149
	p	,104	,011	,305	,005	,000	,694	,000	,000	,000	,376	,000		,211
SredniaLiczbaZrealizow anychBudynkowNaKM2 _20Lat	r	-,540	-,235	-,007	,021	,200	,253	,076	,260	,039	,201	,181	,149	
	p	,000	,047	,956	,864	,093	,032	,526	,028	,744	,090	,128	,211	

Tabela 22. Macierz korelacji Pearsona zmiennych niezależnych. Źródło: opracowanie własne.

Na ich podstawie wywnioskować można, że potencjalne zmienne opisujące różne aspekty rozwoju obszarów mieszkaniowych nie są ze sobą silnie skorelowane. Przyjęte zostało kryterium, według którego silna korelacja, określona jako większa niż bezwzględna wartość 0,5, oznacza konieczność usunięcia zmiennej z modelu, natomiast wszystkie wysokie wartości są argumentem do wybrania zmiennej alternatywnej, jeżeli tylko jest to możliwe. Naturalnie statystyka wykazuje znaczącą współliniowość dla wariantów opisów typologicznych, co oznacza konieczność wyboru jednej propozycji spośród tego zbioru. Ostatecznie wybrana została dość prosta zmienna określająca odsetek budynków szeregowych. Dla okresu 10 i 15 lat korelacja Pearsona ze zmienną zależną w poprzedniej tabeli była najwyższa spośród grupy, w której znajdowały się także takie formy opisu jak odsetek budynków połączonych (iloraz sumy bliźniaków i szeregowych do łącznej liczby budynków), średnia wielkość działki oraz odsetek domów bliźniaczych. Co więcej średnia wielkość działki w niepokojąco wysokim stopniu skorelowana jest z Dostęp do wybranych obiektów i budynków, co także jest argumentem za wykluczeniem jej. Dalsza analiza korelacji poszczególnych zmiennych wskazuje, że zmienna nazwana „średnia liczba realizowanych w ciągu roku dla ostatnich 20 lat budynków mieszkaniowych na kilometr kwadratowy”, która opisuje niejako statystykę całej gminy, w

istotnym stopniu skorelowana jest z odległością od centrum aglomeracji, co skłania do wykluczenia jej z modelu jako dalece słabiej opisującej rozwój niż odległość od centrum według tabeli 21. Niepokojące jest także skorelowanie zmiennych „odsetek budynków w typologii szeregowej”, „odsetek zabudowy zrealizowanej z sposób zorganizowany”, chociaż nie sięga ono wartości 0,5. Pierwsza z tych zmiennych jest też niepokojąco skorelowana z parametrem opisującym infrastrukturę techniczną. Podsumowując, na tym etapie usunięte z modelu zostały: „średnia liczba realizowanych w ciągu roku dla ostatnich 20 lat budynków mieszkaniowych na kilometrze kwadratowym”, „odsetek bliźniaczych budynków”, „rok sporządzenia planu”, „odsetek połączonych budynków” oraz „średnia wielkość działki”. Z pewną dozą nieufności należy przy tym postrzegać zmienne „odsetek zabudowy zrealizowanej z sposób zorganizowany” i „odsetek budynków w typologii szeregowej”, gdyż są one ze sobą zbyt skorelowane. Dalsza procedura badania zakłada dalszą analizę i opis danych.

	Średnia	Mediana	Wariancja	Odczylenie standardowe	Minimum	Maksimum	Zakres	Skośność	Kurtjoza
Analizowane zmienne									
RokSporządzeniaPlanu	2001,5	2001	9,99	3,162	1993	2007	14	-,071	-,501
<i>Błąd standardowy</i>	,373							,283	,559
RelStożenieWzrostu5lat	21,79%	19,1%	2,25%	15,01%	0,00%	68,0%	68,0%	1,213	1,701
<i>Błąd standardowy</i>	1,77%							,283	,559
RelStożenieWzrostu10lat	39,75%	39,1%	2,87%	16,95%	5,56%	83,33%	77,78%	,405	-,408
<i>Błąd standardowy</i>	2,00%							,283	,559
RelStożenieWzrostu15lat	49,95%	50,2%	3,79%	19,48%	5,56%	100,0%	94,44%	,233	-,076
<i>Błąd standardowy</i>	2,70%							,330	,650
OdlegloscOdCentrum	20,3042	19,2	63,86	7,99146	9,40	44,50	35,10	,926	,581
<i>Błąd standardowy</i>	,94180							,283	,559
BilansZasobowPrzyrodniczych	5,3028	5,00	2,700	1,64317	2,00	9,50	7,50	,387	,247
<i>Błąd standardowy</i>	,19365							,283	,559
BilansUciażliwosci	3,1055	2,00	11,15	3,33969	0,00	14,00	14,00	1,223	,976
<i>Błąd standardowy</i>	,39359							,283	,559
DostepDoStrategicznycyUsług	5,5229	6,27	6,920	2,63065	0,00	10,59	10,59	-,523	-,456
<i>Błąd standardowy</i>	,31002							,283	,559
Infrastruktura	5,6306	5,45	3,637	1,90719	1,80	9,20	7,40	,106	-,742
<i>Błąd standardowy</i>	,22476							,283	,559
ArealSkorygowanyOMPZP600m	20,1083	14,0	239,7	15,48218	2,00	67,50	65,50	1,137	,703
<i>Błąd standardowy</i>	1,82459							,283	,559
ZabudowaSzeregowyOdsetek	,0583	0,0	,028	,16835	0,00	,99	,99	3,944	17,124
<i>Błąd standardowy</i>	,01984							,283	,559
ZabudowaDeweloperskaOdsetek	,0950	0,0	,070	,26519	0,00	1,00	1,00	2,901	7,082
<i>Błąd standardowy</i>	,03125							,283	,559
StożenieWzrostu5lat	18,83%	15,1%	2,02%	14,21%	0,00%	68,0%	68,00%	1,612	3,054

Błąd standardowy	1,68%								,283	,559
StopieńWzrostu10lat	35,01%	31,3%	3,06%	17,51%	5,00%	83,33%	78,33%	,637	-,288	
Błąd standardowy	2,06%							,283	,559	
StopieńWzrostu15lat	44,85%	44,1%	3,79%	19,46%	5,00%	100,0%	95,00%	,597	,314	
Błąd standardowy	2,70%							,330	,650	

Tabela 23. Podstawowe statystyki opisowe zmiennych w badaniu. Źródło: opracowanie własne.

Zestawienie danych ilościowych w powyższej tabeli pozwala ogólnie zauważyć różny charakter predyktorów. Przy ich rozważaniu najistotniejsze wartości z tabeli to wariacja i odchylenie standardowe porównane do kolumny zakresu. Już na tej podstawie zauważyć można, że zmienne mają różny rozkład, co dotyczy zarówno zależnych, jak i niezależnych. Obliguje to do szerszego omówienia kwestii rozkładu wartości pomiarów oraz konsekwencji tego rozkładu dla wykorzystania modelu w projektowaniu urbanistycznym i analizach przestrzennych.

		RokSporządzeniaPlanu	RelStopieńWzrostu5lat	RelStopieńWzrostu10lat	RelStopieńWzrostu15lat	OdlegloscOdCentrum	BilansZasobowPrzyrodniczych	BilansUdzialowosci	DostepDoStrategicznychUslug	Infrastruktura	ArealSkorygowanyOMPZ P600m	ZabudowaSzeregowaOdsetek	ZabudowaDeweloperskaOdsetek	StopieńWzrostu5lat	StopieńWzrostu10lat	StopieńWzrostu15lat
Kohmogorow-Smirnow ^a	Statystyka	,122	,111	,085	,070	,142	,091	,185	,131	,096	,167	,413	,473	,129	,112	,085
	liczba pomiarów	72	72	72	52	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	52
	Istotność	,010	,029	,200	,200	,001	,200	,000	,004	,100	,000	,000	,000	,005	,026	,200
Shapiro-Wilk	Statystyka	,955	,909	,978	,987	,926	,974	,852	,948	,977	,872	,404	,399	,860	,955	,969
	Liczba pomiarów	72	72	72	52	72	72	72	72	72	72	72	72	72	72	52
	Istotność	,011	,000	0,251	0,832	,000	0,134	,000	,005	,218	,000	,000	,000	,000	,012	0,185

Tabela 24: Testy normalności rozkładu. Źródło: opracowanie własne.

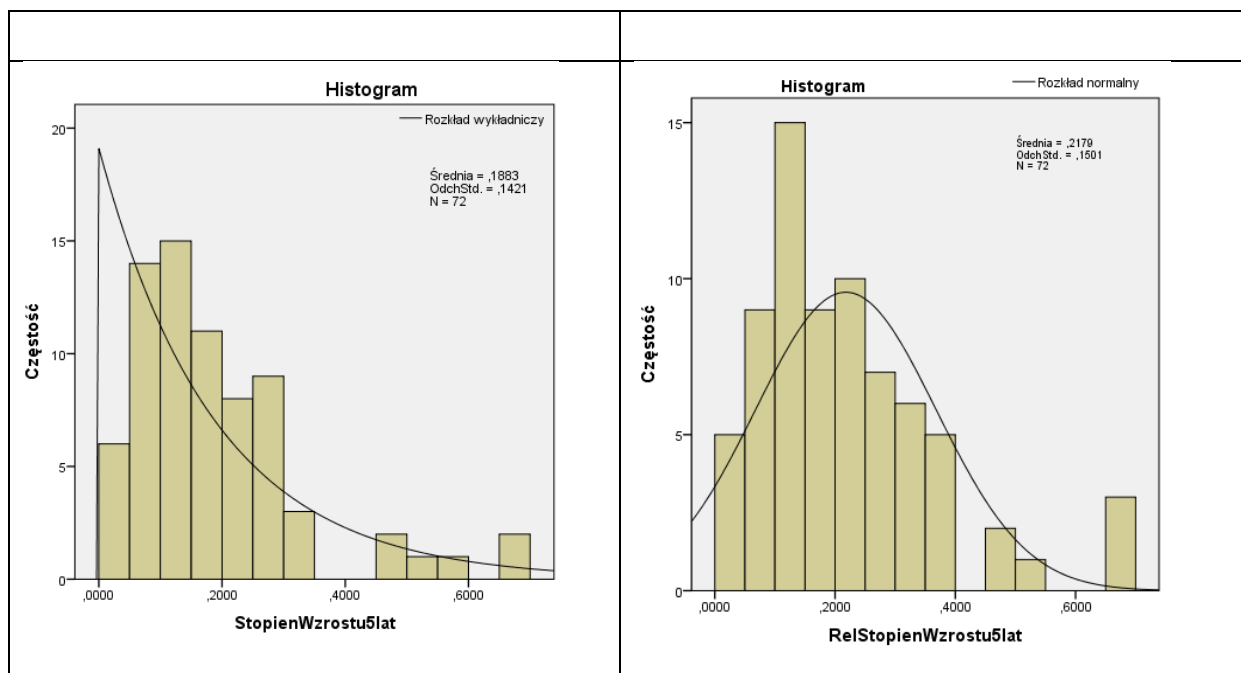
Dyskusja o rozkładzie niejako obliuguje do wykonania testów porównujących do rozkładu normalnego. W powyższej tabeli oznaczone zostały na zielono wartości, które według kryterium prawdopodobieństwa na poziomie 95% oznaczają rozkłady zbliżone do normalnego. Na żółto natomiast zmienne wykazujące takie podobieństwo, lecz poniżej tego progu prawdopodobieństwa. Jak zostało opisane w rozdziale 5 normalność rozkładu zmiennych nie jest konieczna do przeprowadzenia regresji, jednakże rozkład ma znaczenie dla zastosowań prognostycznych⁵¹⁹. Kwestię tę ukazuje także wykres (Rys. 45), przy czym nie zawsze odpowiednie testy, np. badające homoskedastyczność, gwarantują uchwycenie takiego zjawiska. Przenosząc te rozważania na pole

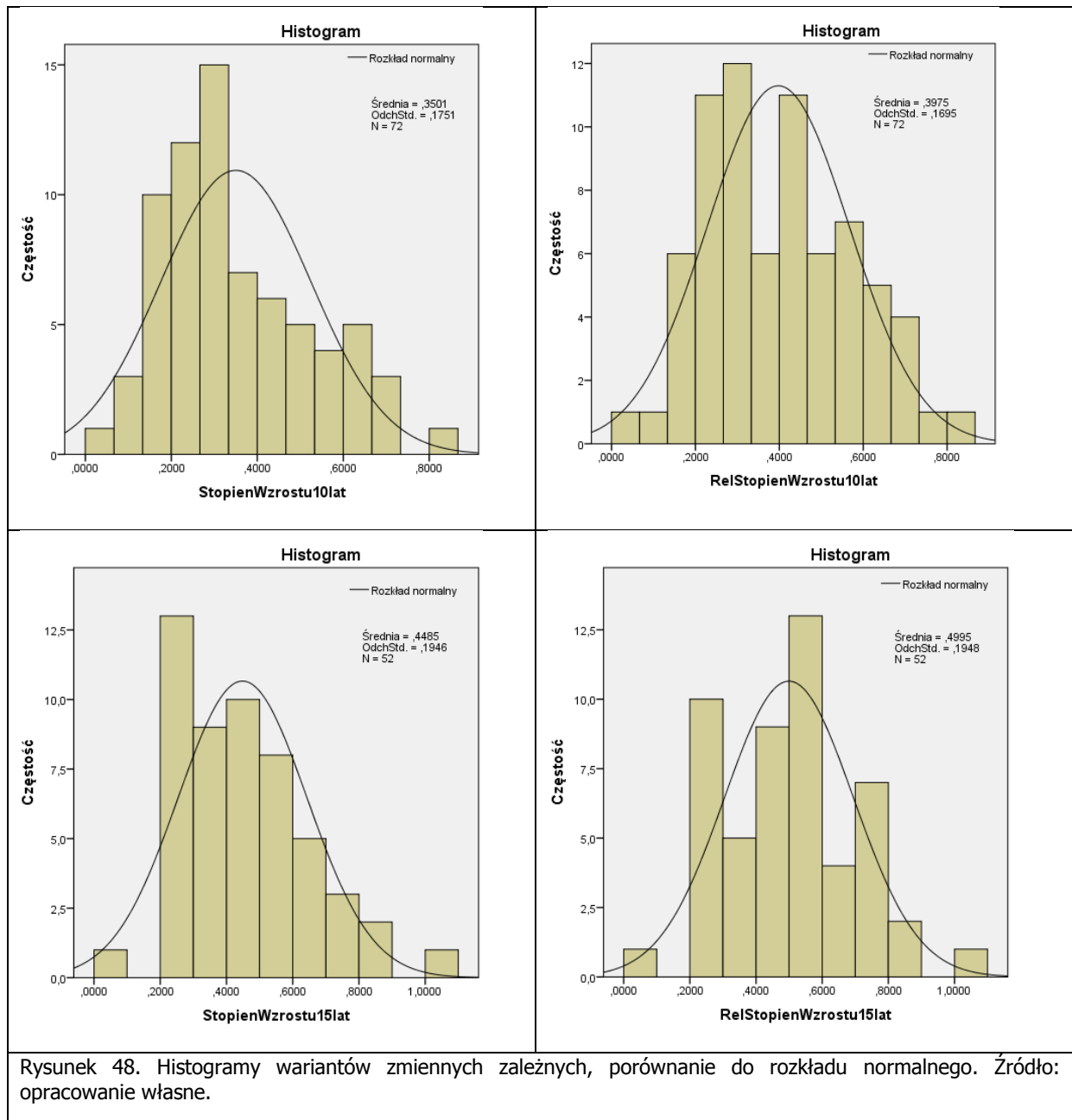
⁵¹⁹ Feldstein, M., S.: 1971, The error of forecast in econometric models when the forecast-period exogenous variables are stochastic, *Econometrica*, 1(39), s. 55-60.

urbanistyki, gdyby prawie wszystkie obszary rozwinęły się w ciągu 15 lat w zakresie stopnia rozwoju poniżej 10%, a zaledwie pojedyncze (na przykład dwa) obszary rozwinęłyby się w okolicach 90%, to orzekanie na podstawie takiego modelu o hipotetycznych przykładach z zakresu około 50% byłoby problematyczne. Oczywiście jest to sytuacja skrajna, dotyczy ona jednak wszystkich zmiennych, przy czym warto uzmysłowić, w jakich obszarach zasadniczo oscyluje dana zmienna, co stanowi podstawę do dalszych analiz na polu urbanistyki.

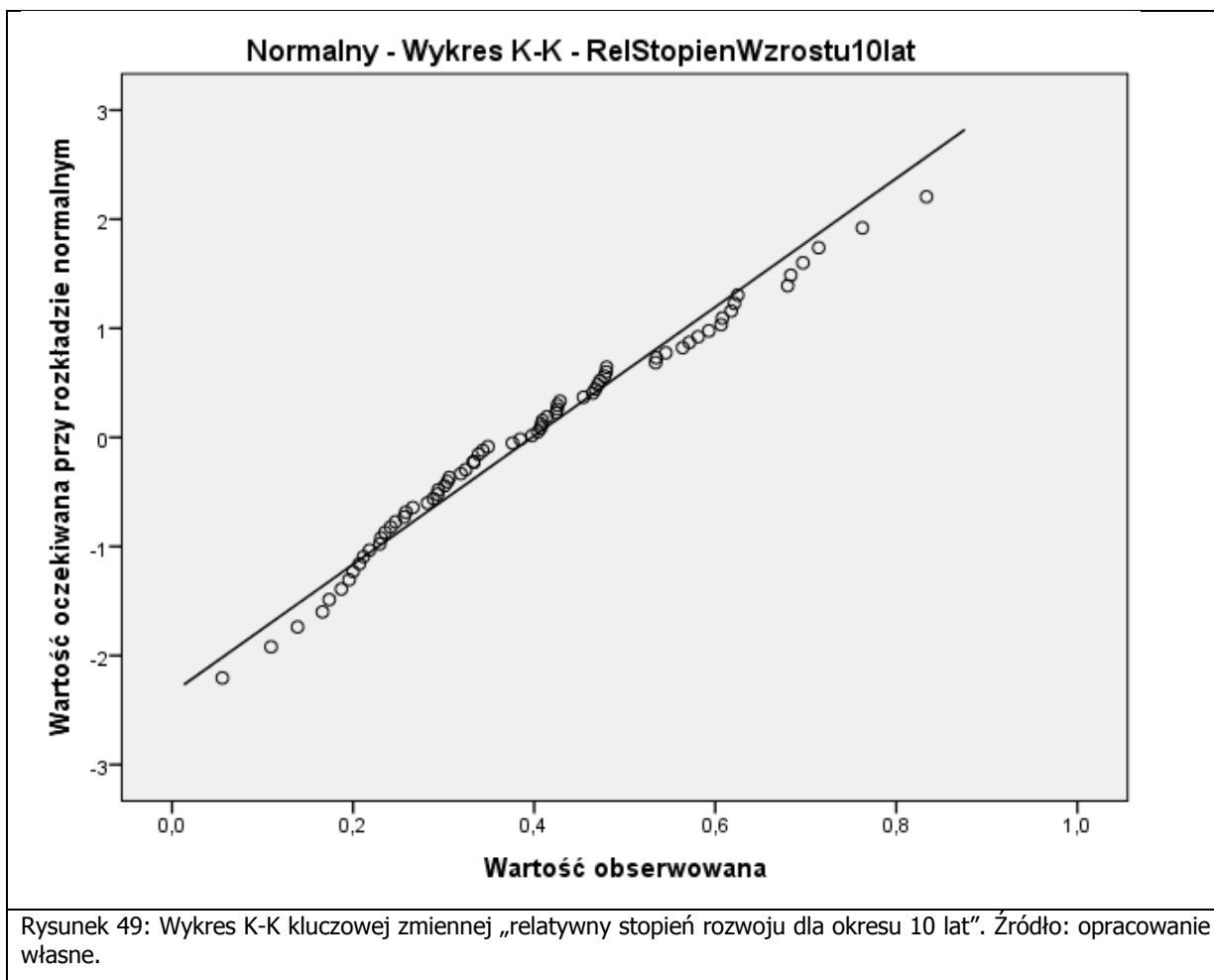
Zmienna zależna: stopień rozwoju

Zmienna zależna opisuje trzy odstępy czasu od wprowadzenia planu, ale ponadto zakłada dwa wariantowe ujęcia opisane w podrozdziale 5.3.1 „stopień rozwoju” i jego przekształcenie – „relatywny stopień rozwoju”. Oczywiście łączy je proste równanie, więc wyznaczenie jednej wartości oznacza automatycznie znajomość drugiej. Część odpowiedzi dotyczącej wątpliwości, który z tych wariantów należy użyć w modelu regresji do dowodzenia tezy, wytłumaczona jest na podstawie poniższych wykresów.





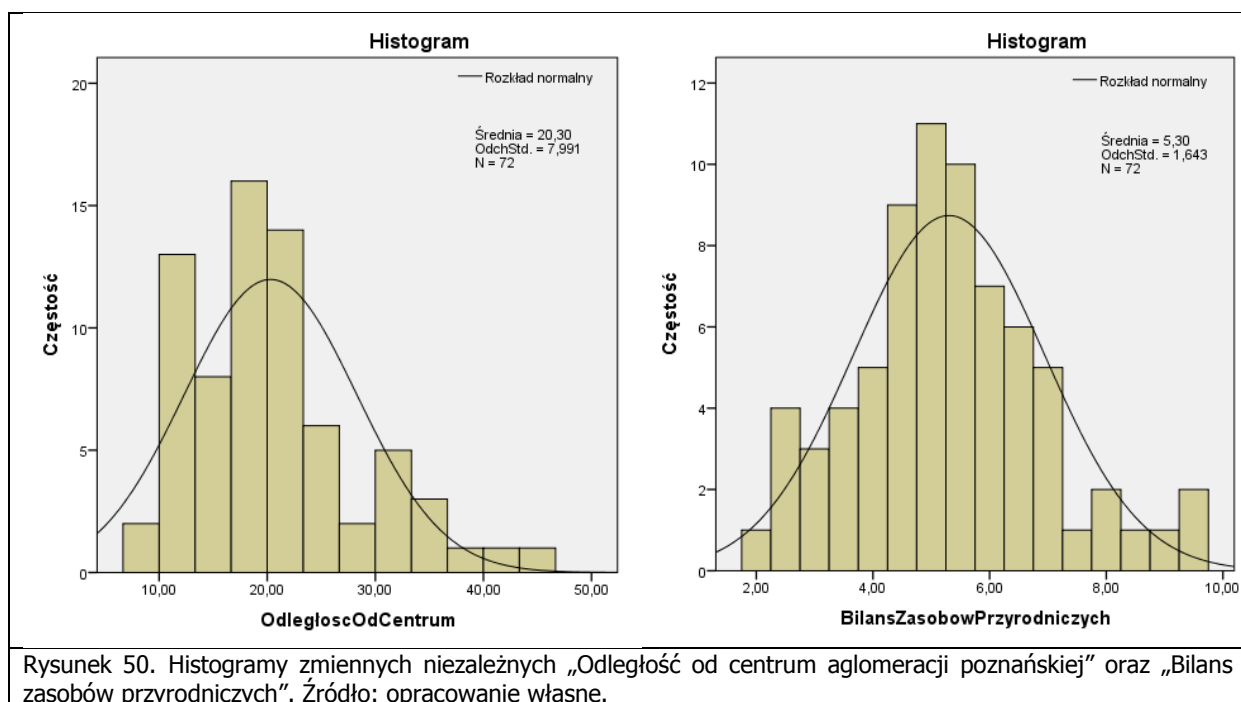
Na powyższym wykresie wyraźnie zilustrowana jest obserwacja dowiedziona także w testach Kołmogorowa-Smirnowa i Shapiro-Wilka, że wariant „relatywny stopień rozwoju” ma rozkład zdecydowanie bardziej zbliżony do normalnego. W podstawowej wersji „stopnia rozwoju” przeważają przypadki o niskich wartościach, co stanowiłoby pewną przeszkodę w analitycznym wykorzystaniu modelu. Poniżej przedstawiony został wykres ilustrujący szczegółowo porównanie rozkładu kluczowej zmiennej „relatywny stopień rozwoju dla okresu 10 lat”. Wskazuje on, że rozkład jest bliski normalnemu, chociaż nieznacznie więcej pomiarów przypada dla wartości pomiędzy 20% a 50%. Ostateczna decyzja dotycząca wyboru metody argumentacji poprzedzona jednak będzie próbnymi analizami regresji. Zasadniczą kwestią w tej materii jest rozstrzygnięcie, w jakiej skali stan początkowy wpływa na dalszy rozwój obszaru, który to wątek poruszony był w podrozdziale 5.3.4.



Zmienne niezależne

Predyktory niewątpliwie mają one różny rozkład i różne zakresy. Pojawiająca się w wielu opracowaniach „odległość od centrum aglomeracji” według testów zawartych w tabeli 24 nie jest ściśle zbliżona do rozkładu normalnego, a jej średnia wypada w okolicach 28% wartości zakresu, co wskazuje, że w puli jest więcej obszarów leżących około 19 km od miasta Poznania. Wartość ta jest bliska minimalnej wartości zakresu. Nie sposób by średnia przebiegała bliżej, gdyż obszary na terytorium Poznania wykluczone były z badania, co wynikało bezpośrednio z założeń i tematyki związanej z suburbanizacją. Zauważyć można na tej podstawie, że bliżej poznania realizowane jest znacznie więcej miejscowych planów. Wniosek analityczny wynikający z rozkładu obserwowanego na wykresie i zakresu to ograniczenie wiarygodności tego predyktora dla wartości większych niż około 30-35 km oraz niemożliwość jakiegokolwiek odniesienia dla dystansu powyżej 60 km. Powyżej tej wartości wnioskowanie jest niemożliwe, a w skrajnych przypadkach mogłoby być absurdalne. Dość podobny rozkład ma zmienna „Areał zabudowy mieszkaniowej skorygowany o sąsiednie MPZP”, chociaż tutaj niewielkie wartości stanowią jeszcze większą pulę przypadków. Rozkład taki zwiększa skuteczność wnioskowania w zakresie do około 40 hektarów. Przypadki, w których w pobliżu znajdowało się jeszcze więcej zasobów mieszkaniowych, są dość odosobnione, więc i orzekanie o nich

może być utrudnione, chociaż do sytuacji absurdalnej doprowadzić nie sposób, gdyż nawet przy założeniu przeznaczenia 80% obszaru na działki pod zabudowę mieszkaniową, nie sposób przekroczyć wartości 90 ha. Co się zaś tyczy wniosków planistycznych, to należy zwrócić uwagę, że dominują plany na obszarach w sąsiedztwie, których zabudowa mieszkaniowa nie jest zbyt rozwinięta, same opracowania też obejmują stosunkowo niewielkie obszary. Zjawisko takie można oceniać na wielu poziomach, w tym w relacji do procesów suburbanizacji. Brueckner⁵²⁰ sugeruje, że takie wzorce niskiej gęstości zabudowy korespondują z faktycznymi ludzkimi potrzebami mieszkaniowymi, których nie uwzględniają głosy krytyków. Irwin i Bocksteal⁵²¹ wskazują, że rozwój obszarów podmiejskich nie odbywa się liniowo, lecz poprzez tworzenie nowych wysp zabudowy na niezurbanizowanych dotąd obszarach, a następnie stopniowym zagęszczeniu zabudowy. Mając jednak na uwadze konsekwencje wynikające z rozlewania się miast, można poddać pod rozważenie, czy tak podstawowe narzędzie jak miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego nie powinno służyć jako katalizator procesów przeciwdziałających zjawisku *urban sprawl*.



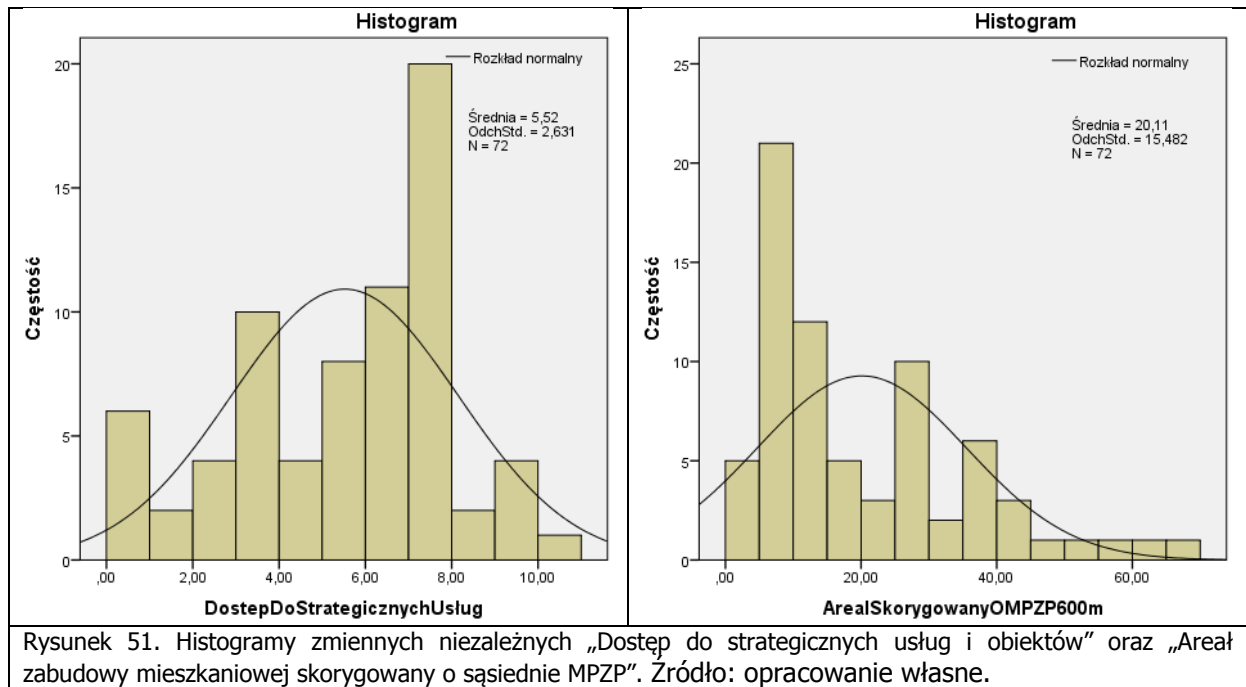
Odrobinę inna sytuacja dotyczy „bilansu zasobów przyrodniczych”. W tym wypadku rozkład zbliżony jest do normalnego, co oznacza największą liczbę przypadków w okolicach połowy zakresu, natomiast skrajne, zbliżające się do granic zakresu przypadki są bardziej odosobnione, co także zmniejsza ich wiarygodność w zastosowaniach analitycznych. Istotną kwestią jest, że w przyjętej skali pojawiały się przypadki z całego jej zakresu. Podobny opis tyczy się zmiennej „Infrastruktura techniczna i komunikacyjna”. Jest ciekawą informacją, że według przyjętych kategorii pomiaru tych dwóch parametrów ich rozkład zbliżony jest do normalnego. Przekładając te słowa na język

⁵²⁰ Brueckner, J.K. 2000, Urban sprawl: diagnosis and remedies, *International Regional Science Review*, 2(23), s. 160–171.

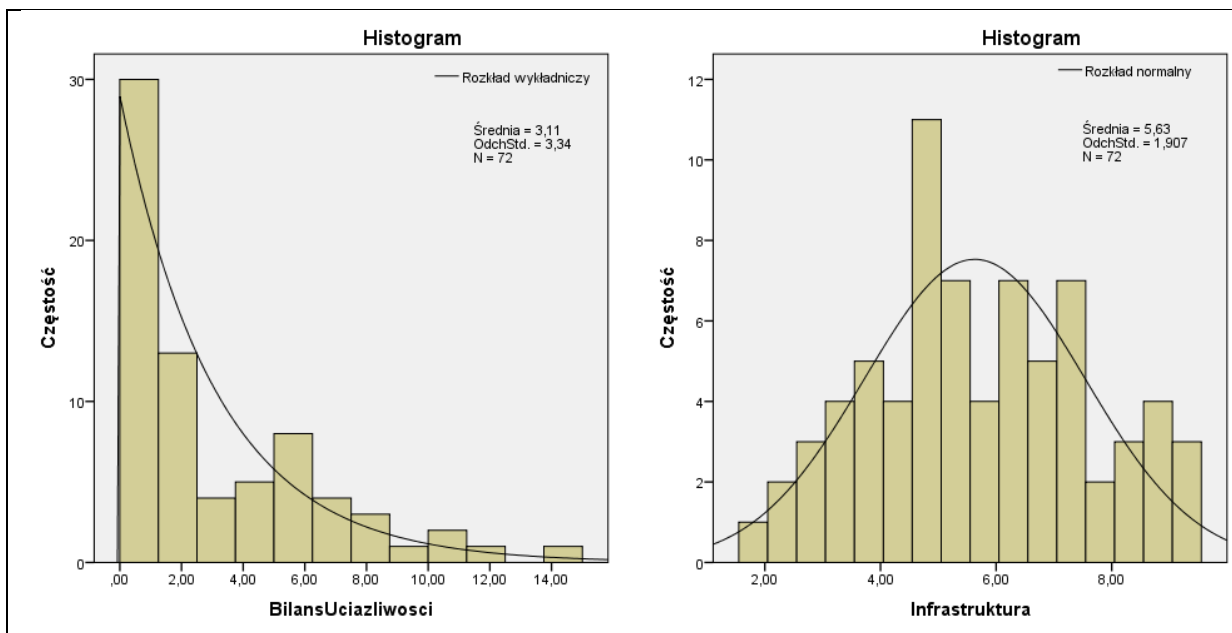
⁵²¹ Op. cit. Irwin, E., G. I Bockstael, N., E.: 2007, The evolution of urban sprawl: Evidence of spatial heterogeneity and increasing land fragmentation, s. 20672–20677.

urbanistyki, plany miejscowe wyznaczające obszary mieszkaniowe jednorodzinne w większości mają przeciętne uwarunkowania przyrodnicze i infrastrukturalne według przyjętego opisu. Taka polityka jest w pewnym sensie zastanawiająca, bo zakładając pozytywny wpływ obu tych czynników, czego z resztą dowiodło opisane później badanie regresji, działania gmin polegające na przeznaczaniu obszarów na funkcję mieszkaniową powinny być skoncentrowane na zapewnieniu optymalnych warunków dla ich rozwoju. Równocześnie dalsze rozważania w tym temacie i wyciąganie konkretnych wniosków wymagałoby szerokiego studium, które uwzględni takie aspekty jak oddziaływanie środowiskowe, ochrona przyrody oraz ogólny stan infrastruktury. Na etapie planowania jest jednak wartościową wytyczną wiedza na temat przekrojowej tendencji zawartej w planach miejscowych.

Równie zastanawiająco prezentuje się rozkład „dostępu do strategicznych usług i obiektów”. W tym przypadku, chociaż średnia wypada w okolicach połowy przedziału, to rozkład ten nie jest normalny. Stosunkowo dużo obszarów zlokalizowanych jest w taki sposób, że w momencie wprowadzenia planu nie miało praktycznie żadnego dostępu do strategicznych usług i budynków. Przypomnieć należy, że dotyczy to takich obiektów jak szkoły, przychodnie, usługi kultury i sportu i tym podobne. Jednakże, największa grupa to obszary z dobrym dostępem do takich obiektów, przy czym przypadków ze skrajnie wysokimi wartościami także jest mało. W badaniu regresji nie stanowi to problemu i nie powinno wpływać na wynik, a prawdopodobnie wynika ta ze specyfiki pomiaru, który uwzględnia ze wszystkich zmiennych złożonych najwięcej aspektów i trudno założyć, że dany obszar w bliskiej odległości będzie miał dostęp do wszystkich takich usług. Nawet w centrach dużych miast bywa to niemożliwe. Należy jednak stwierdzić, że prócz grupy planów skazujących potencjalnych mieszkańców na daleki dojazd do takich usług tendencja jest raczej jednoznaczna; większość obszarów ma dobry dostęp do usług, a przebieg średniej w okolicach połowy wykresu wynika raczej z wieloaspektowości pomiaru. Co więcej taki rozkład, w którym nie brakuje także przypadków skrajnych, prawie absolutnego braku obiektów jest bardzo „korzystny” z punktu widzenia analitycznego, gdyż można skutecznie wnioskować w prawie całym zakresie zmiennej.

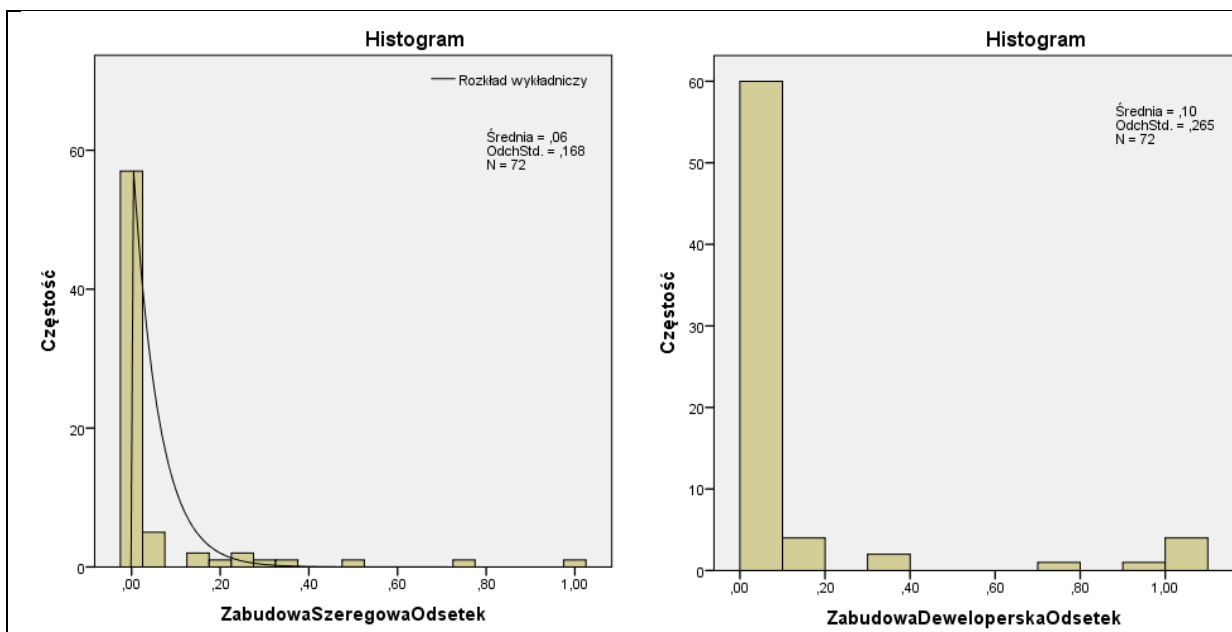


Ostatnia grupa zmiennych to taka w której rozkład zdecydowanie lepiej opisany jest przez funkcję wykładniczą niż normalną. Charakterystyką takiego przypadku jest to, że większość prób ma bardzo niskie, bliskie zero lub zerowe wartości oraz że ich ilość spada wraz ze wzrostem wartości zmiennej. Doskonałym przykładem jest bilans uciążliwości. Zdecydowana większość obszarów zlokalizowana jest w miejscu, w którym nie wpływają na nie żadne nieudogodnienia uwzględnione w badaniu, takie jak na przykład sąsiedztwo torów kolejowych. Im większa zmienna reprezentująca uciążliwość, tym mniej obszarów, w związku z faktem że wybór MPZP nie był podyktowany żadnym wzorem, lecz w wybranych rocznikach obejmował całą pulę, a poza nimi był losowy, to zjawisko takie pozwala wnioskować, że w procedurze planistycznej istnieje duża świadomość unikania takich uciążliwości. Co się jednak tyczy wnioskowania, to liczba obszarów, gdzie występują dość duże uciążliwości, jest wystarczająca do ekstensywnego wnioskowania.



Rysunek 52. Histogramy zmiennych niezależnych „Bilans uciążliwości” oraz „Infrastruktura techniczna”. Źródło: opracowanie własne.

W tej samej kategorii rozkładu wykładniczego odnaleźć można także dwie zmienne o nazwach „Zabudowa szeregowa” oraz „Bilans zasobów przyrodniczych”. Jest to jednak sytuacja zasadniczo inna, gdyż zerowe lub bliskie zeru wartości stanowią tutaj zdecydowaną większość, a w przypadku „zabudowy deweloperskiej” większość ta jest na tyle przeważająca, że bardzo utrudnia wnioskowanie. Dwa wykresy (Rys. 53 dowodzą, że wnioskowanie w oparciu o te zmienne może być utrudnione. W kwestii wniosków planistycznych zwrócić można uwagę, że zabudowa szeregowa jest dość mało popularna oraz że jest preferowana przez deweloperów.



Rysunek 53. Histogramy zmiennych niezależnych „Odsetek zabudowy szeregowej” oraz „Bilans zasobów przyrodniczych”. Źródło: opracowanie własne.

Podsumowanie

Powyższe rozważania z jednej strony stanowią podstawę dla wnioskowania objaśniającego związanego z badaniem, z drugiej natomiast stwarzają pole dla interpretacji modelu w zastosowaniach planistycznych. Równocześnie zapoznanie się z takim zestawieniem z perspektywy praktyki projektowej daje spojrzenie na pewne standardy i schematy wykorzystywania podstawowego narzędzia, jakim jest miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego. Stanowi to także fundament dla szerszego wnioskowania o rozwoju tkanki urbanistycznej w obszarze objętym projektem. Co do samej analizy zmiennych, to ich rozkład generuje pewną nieufność w stosunku do analizy wpływu sposobu organizacji inwestycji oraz typologii, gdyż oba te czynniki są mało zróżnicowane w próbie badawczej. W kwestii zmiennych zależnych spośród dwóch wariantów „Stopnia rozwoju” i „Relatywnego stopnia rozwoju”, które zasadniczo wynikają z tych samych pomiarów i można je z łatwością przekształcać, bardziej obiecujący z perspektywy prognostycznej jest „Relatywny stopień rozwoju”, przy czym oba sposoby warte są sprawdzenia.

6.2. Badanie objaśniające

6.2.1. Opis i klasyfikacja zmiennych w procesie obliczeniowym

Jak zostało opisane w podrozdziale 5.3 w przewidzianych modelach regresji wykorzystywane są zmienne zależne i niezależne, w tym nazwane w rozprawie jako proste oraz złożone. Proste to predyktory, który wprowadzane są bezpośrednio do modelu. Wszystkie one mierzone były w skali ilorazowej i w takiej formie wprowadzane do modelu. Są to:

- A. Obszar mieszkaniowy skorygowany o sąsiednie MPZP
- B. Odsetek budynków w typologii szeregowej
- C. Odsetek zabudowy zrealizowanej z sposób zorganizowany
- D. Odległość od centrum aglomeracji poznańskiej

Oraz zmienne wprowadzane do modelu w celach testowych i porównawczych, których praktyczne zastosowanie w procesie projektowym byłoby trudne lub sprzeczne z założeniami badania. Są to:

- E. Statystyki gminy: średnia liczba realizowanych w ciągu roku dla ostatnich 20 lat budynków mieszkaniowych na kilometrze kwadratowym
- F. Średnia wielkość działki mieszkaniowej jednorodzinnej
- G. Rok sporządzenia planu

Oprócz powyższych w badaniu objaśniającym wykorzystywane są wspomniane zmienne złożone. Zasadniczo opisują one cechy lokalne, które są składową wielu elementów, lecz dotyczących jednego aspektu uwarunkowań. Zostały one ujęte w tabeli 20 pod uproszczonymi nazwami bilans zasobów przyrodniczych, bilans uciążliwości, dostęp do strategicznych usług, infrastruktura. Takie zgrupowanie elementów w ramach jednej kategorii pozwoliło na uproszczone ujęcie owych pojedynczych elementów mierzonych w skalach dychotomicznej lub nominalnej jako wynikowej

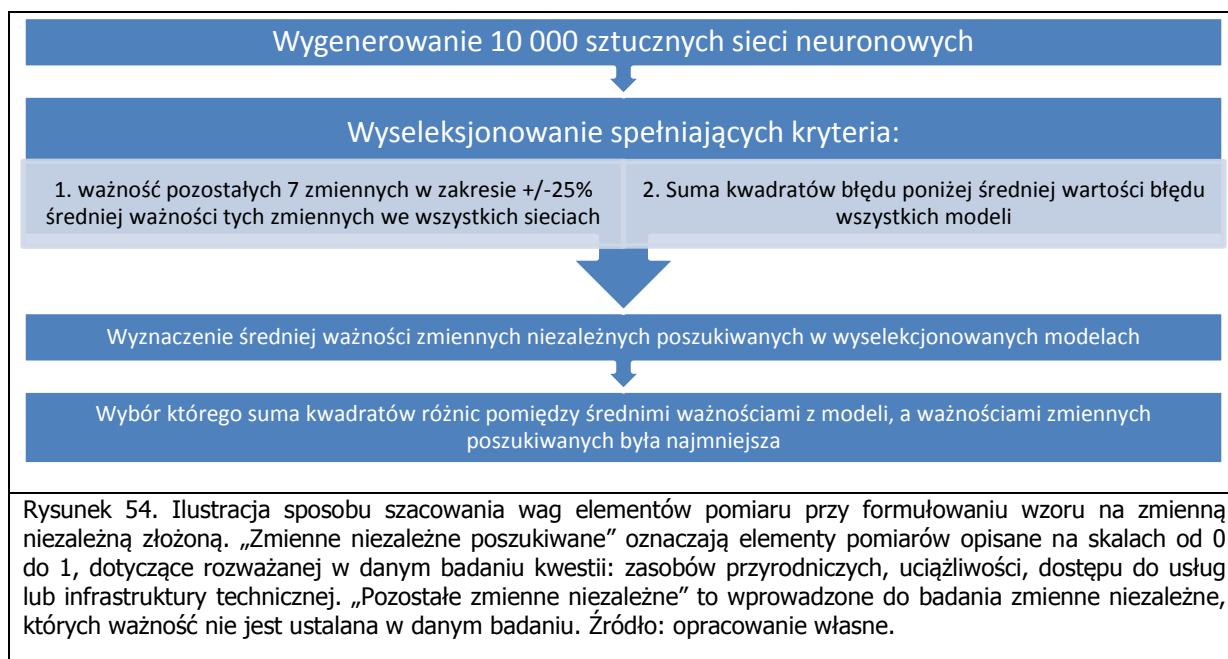
zmiennej opisanej na skali ilościowej. Zagadnieniem problematycznym jest jednak oszacowanie w ramach tej skali wpływu poszczególnych fragmentarycznych pomiarów. Problematyka ta ukazana została w rozdziale 3, gdzie przedstawione zostały różne metody i podejścia do takiego opisu także uwzględniające ocenę ekspercką^{522 523}. Szersze omówienie znajduje się w podrozdziale 5.3, w którym również zamieszczone są odpowiednie przykłady, w tym budowania skali dla bilansu infrastruktury w wycenie nieruchomości^{524 525}. W odpowiedzi na tę złożoną i wciąż otwartą problematykę podjęta została decyzja o wsparciu procesu opracowania skali poprzez wykorzystanie sztucznych sieci neuronowych. Jak wyjaśnia podrozdział 3.2.3 jest to zbiór technik składających się na metodę regresji wykorzystywaną w badaniach korelacyjnych. Chociaż obraz zależności w regresji wielorakiej jest znacznie łatwiejszy do zinterpretowania, to w tym badaniu wykorzystania MLR nie było możliwe ze względu na silne korelacje pomiędzy elementami pomiarów, na podstawie których formułowana miała być zmienna złożona. W metodzie tej w poniższym badaniu wykorzystane zostały omówione już techniki uczenia w oparciu o radialną funkcję bazową RBF i perceptron wielowarstwowy MLP (od ang. multilayer perceptron 5.4.4. Obie przeprowadzone zostały łącznie w procedurze iteracyjnej, w pętli ponad 10 000 powtórzeń z wydzieleniem próby uczącej i testowej w proporcjach 7:3. Funkcja błędu to SOS, zatem uczenie modelu zdeterminowane było poprzez poszukiwanie najmniejszej sumy kwadratów błędów w testowanych danych. Wybrany narzędnikiem był IBM SPSS 21. Badanie polegało na wprowadzaniu do modelu wszystkich pozostałych zmiennych wymienionych w tabeli 20 oznaczonych numerami 1 do 8 oraz wszystkich poszczególnych elementarnych pomiarów w ramach danej kategorii. Zmienną zależną był relatywny stopień rozwoju w okresie 10 lat. Wszystkie dane wprowadzane do modelu były standaryzowane według równania 17. Jeden z predyktorów zastępowany był elementarnymi pomiarami jego planowanych składowych opisanych w odpowiednich podrozdziałach 5.3.7, 5.3.8, 5.3.9, 5.3.10. Takie działanie miało na celu wsparcie w oszacowaniu docelowego wzoru zbiorczej zmiennej, która również przewidziana została jako suma iloczynów elementarnych pomiarów mieszczących się w zakresie od 0 do 1 i odpowiednich współczynników poszukiwanych w opisywanym badaniu z wykorzystaniem sztucznych sieci neuronowych. W wyborze modelu spośród wygenerowanych ponad 10 000 sieci neuronowych za kryterium obrana została powtarzalność wyników. Rozumiana jest ona w tym wypadku jako najsilniejsze zbliżenie do średniej z wyników spośród spełniających kryterium zbieżności oszacowania pozostałych siedmiu zmiennych i założoną maksymalną sumę kwadratów reszt poniżej średniej wartości wszystkich prób. Procedura opisana jest na poniższej grafice (Rys. 54):

⁵²² Op. cit. Jaroszewicz, J. i Degórska, B.: *Koncepcja modelu analiz przestrzennych do identyfikacji terenów wyłączonych z zabudowy*, s. 147–160.

⁵²³ Op. cit. Irwin, E., G. I Bockstael, N., E.: 2007, *The evolution of urban sprawl: Evidence of spatial heterogeneity and increasing land fragmentation*, s. 20672–20677.

⁵²⁴ Op. cit. Sawiłow, E.: 2011, *Ocena algorytmów wyceny nieruchomości w podejściu porównawczym*, s. 28.

⁵²⁵ Op. cit. Hajduk, A.: 2007, *Weryfikacja modelu regresji wielorakiej na przykładzie nieruchomości rekreacyjnej gmin: Gródek nad Dunajcem i Lososina Dolna*, s. 60.



Procedura ta przeprowadzana była dwukrotnie, gdyż w modelu proponowane są cztery zmienne złożone, zatem pierwsza próba pozwoliła na wstępne oszacowanie w oparciu o 4 pozostałe, a kolejna służyła doprecyzowaniu oszacowania już w oparciu o 8 zmiennych. Wnioskowanie oparte było o tak zwaną znormalizowaną ważność funkcji. Jej opis i sposób wyznaczania zwarty jest w pracy Vashista i Garga⁵²⁶ i służy analizie znaczenia poszczególnych zmiennych niezależnych. Warto nadmienić, że jest to model szacunkowy, zastępujący powszechną w cytowanych pracach ocenę ekspercką badaniem korelacyjnym przy pomocy sztucznych sieci neuronowych.

Bilans zasobów przyrodniczych dla danego obszaru

W tym przypadku pomiarowi podlegało 6 elementów, których opis zawarty jest w podrozdziale 5.3.7. Spośród testowanych modeli wybrany został RBF13-7-1, co oznacza sieć o radialnych funkcjach bazowych z 7 ukrytymi neuronami. Aktywacja warstwy ukrytej odbywała się za pomocą funkcji wykładniczej, natomiast warstwy wyjściowej jako tożsamość. Poniżej zamieszczona jest omawiana sieć oraz oszacowanie ważności odpowiednich zmiennych wygenerowane za pomocą programu IBM SPSS 21.

Warstwa wejściowa	Liczba neuronów	13	Próba Ucząca – 43 Próba Testująca – 29
	Metoda zmiany skali dla współzmiennych	Standaryzowane	
Warstwa ukryta	Liczba neuronów	7	
	Funkcja aktywacji	Wykładniczy	
Warstwa wynikowa	Zmienne zależne	RelStoipenWzrostu10lat	
	Liczba neuronów	1	

⁵²⁶ Vashist, R. i Garg, M.L.: 2013, Computing the significance of an independent variable using rough set theory and neural network, *International Journal of Research in Engineering & Applied Sciences*, 3(3), s. 127-129.

Metoda zmiany skali dla zależnych od skali	Standaryzowane
Funkcja aktywacji	Tożsamość
Funkcja błędu	Suma kwadratów

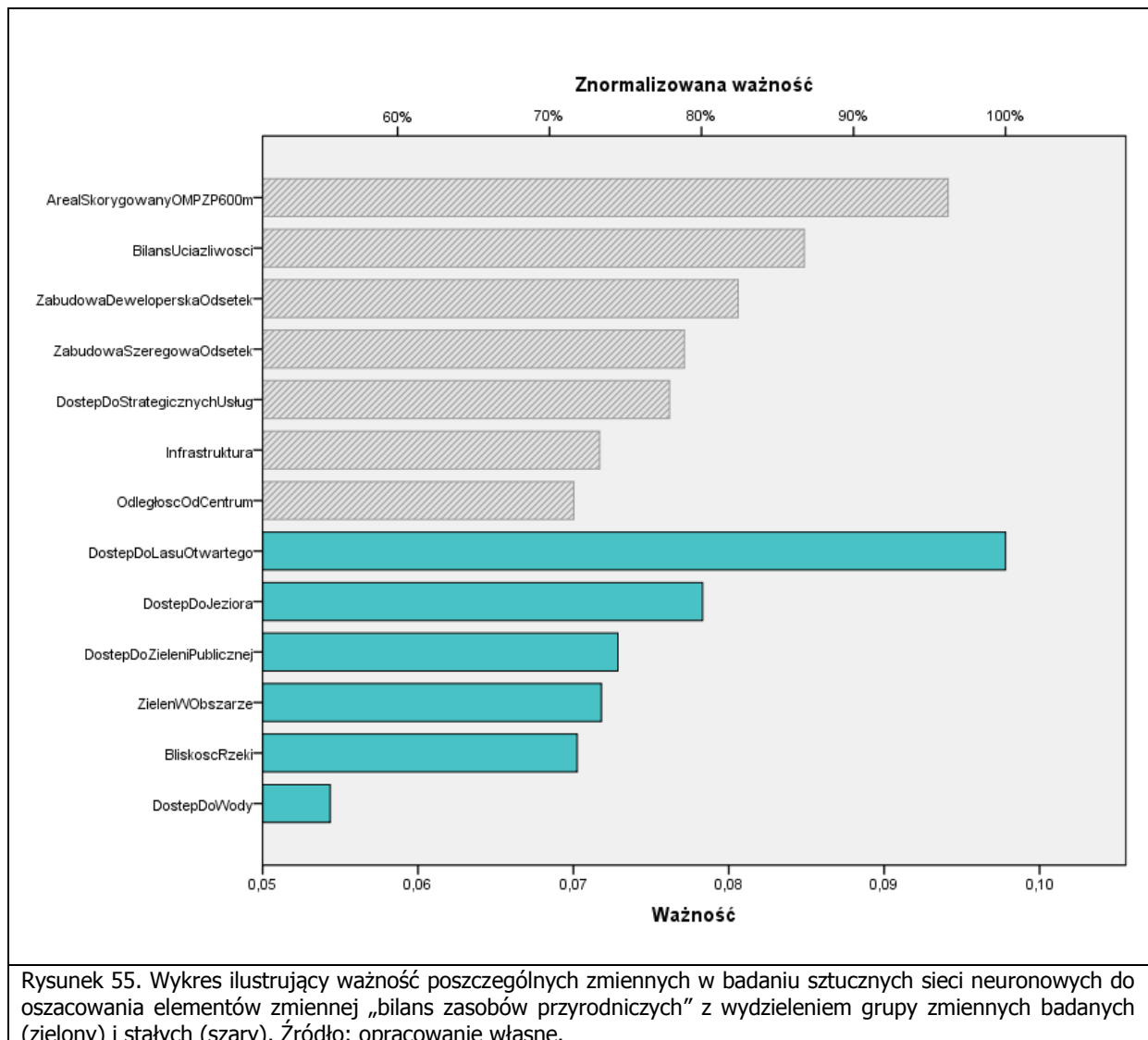
Tabela 25. Informacje o sztucznej sieci neuronowej wykorzystanej do oszacowania elementów zmiennej bilans zasobów przyrodniczych. Źródło: opracowanie własne.

Powyższe informacje pozwalają na zaklasyfikowanie sieci jako stosunkowo prostej, o czym świadczy sama jej struktura pozwalająca na wyłącznie jedną warstwę ukrytą oraz zaledwie 7 ukrytych neuronów.

		Przewidywane							Warstwa wynikowa – funkcja tożsamość RelStopienWzrostu10lat
		Warstwa ukryta – funkcja wykładnicza							
Predyktor		H(1)	H(2)	H(3)	H(4)	H(5)	H(6)	H(7)	
Warstwa wejściowa	ZabudowaSzeregowaOdsetek	-,286	-,138	3,994	-,152	-,161	-,286	-,286	
	ZabudowaDeweloperskaOdsetek	-,247	-,143	3,487	-,334	,303	-,334	-,334	
	OdlegloscOdCentrum	-1,018	-,081	-,602	,217	-,313	1,697	1,032	
	BilansUciazliwosci	,295	,602	-,601	-,684	-,304	,945	-,737	
	DostepDoStrategicznychUslug	,744	,407	,712	-,511	-,258	-1,604	-,138	
	Infrastruktura	,814	,404	1,696	-,712	-,422	-1,120	-,409	
	ArealSkorygowanyOMPZP600m	,288	-,216	-,694	-,138	1,099	-,570	-,420	
	DostepDoZieleniPublicznej	1,512	-,374	2,330	-,533	-,533	-,533	-,294	
	DostepDoLasuOtwartego	,219	,355	-,313	-,027	-1,555	,546	,690	
	DostepDoJeziora	-,454	-,454	1,174	-,382	,956	1,499	-,129	
	BliskoscRzeki	-,407	,188	-,407	-,407	-,215	-,407	1,896	
	ZielenWObszarze	,340	,389	,457	-,180	-,225	-,089	-1,181	
	DostepDoWody	,542	-,879	,116	,447	-,879	1,111	1,111	
Stała		,843	1,110	1,699	,925	1,317	1,149	1,703	
Warstwa ukryta	(Stała)								-,035
	H(1)								4,883
	H(2)								3,357
	H(3)								7,170
	H(4)								,334
	H(5)								-5,771
	H(6)								-5,436
	H(7)								-,357

Tabela 26. Sztuczna sieć neuronowa wykorzystana do oszacowania elementów zmiennej bilans zasobów przyrodniczych, wagi neuronów. Powyższa tabela służy do ewentualnego odtworzenia sieci, liczby w niej zawarte nie podlegają interpretacji (black-box approach). Ukazuje ona także jakie zmienne zostały uwzględnione w modelu. Źródło: opracowanie własne.

Wykorzystano 13 neuronów wejściowych, odpowiadających 13 zmiennym niezależnym, z których sześć stanowiło grupę związaną z bilansem zasobów przyrodniczych. W proporcji do 72 dwóch obszarów i 4704 budynków w obszarze opracowania stanowiło to perspektywę do wspierania procesu budowania zbiorczej zmiennej, której wykorzystanie umożliwiłoby użycie regresji wielorakiej wraz ze wszystkimi jej zaletami. Wśród tych przewag warto wspomnieć najważniejsze, prostotę aplikacji w procesie projektowym i czytelną charakterystyką odczytu objaśnionej zależności.



Na podstawie powyższego zestawienia oszacowanego na podstawie analiz znaczenia zmiennych niezależnych określony został wpływ poszczególnych pomiarów proporcjonalnie do tego znaczenia. Przedstawiony on został w poniższym równaniu, które proponuje odpowiednie wagi dla pomiarów z zakresu od 0 do 1. Wagi te są to liczby, przez które przemnożone są odpowiednie pomiary. Iloczyny te następnie są sumowane.

Bilans Zasobów Przyrodniczych

$$= 4 * DostępDoLasuOtwartego + 2,5 * DostępDoJeziora + 2$$

$$* DostępDoZieleniPublicznej + 1,5 * ZielenWObszarze + 1,5 * BliskośćRzeki + 0,5$$

$$* DostępDoWody (małych akwenów, np. stawy) + 1,5$$

Równanie 25. Oszacowanie zmiennej niezależnej złożonej bilans zasobów przyrodniczych na podstawie odpowiednich pomiarów. Źródło: opracowanie własne.

Sposób pomiaru poszczególnych elementów opisany jest w tabeli 16. Mieści się on w zakresie od 0 do 1 i jako konieczne uproszczenie wykorzystany jest w modelu regresji. Oznacza to, że proponowana zmienna mieści się w przedziale od 1,5 do 13,5.

Bilans uciążliwości dla danego obszaru

Bilans uciążliwości oparty jest o pomiar również 6 elementów. Dokładny opis zawarty jest w podrozdziale 5.3.8. W tym wypadku wśród testowanych modeli wybrany został MLP13-8-1, co oznacza perceptron wielowarstwowy z jedną warstwą ukrytą i z 8 ukrytymi neuronami. Aktywacja warstwy ukrytej odbywała się za pomocą funkcji tangens hiperboliczny, natomiast warstwy wyjściowej jako tożsamość. Poniżej zamieszczona jest omawiana sieć oraz oszacowanie ważności odpowiednich zmiennych wygenerowane za pomocą programu IBM SPSS 21.

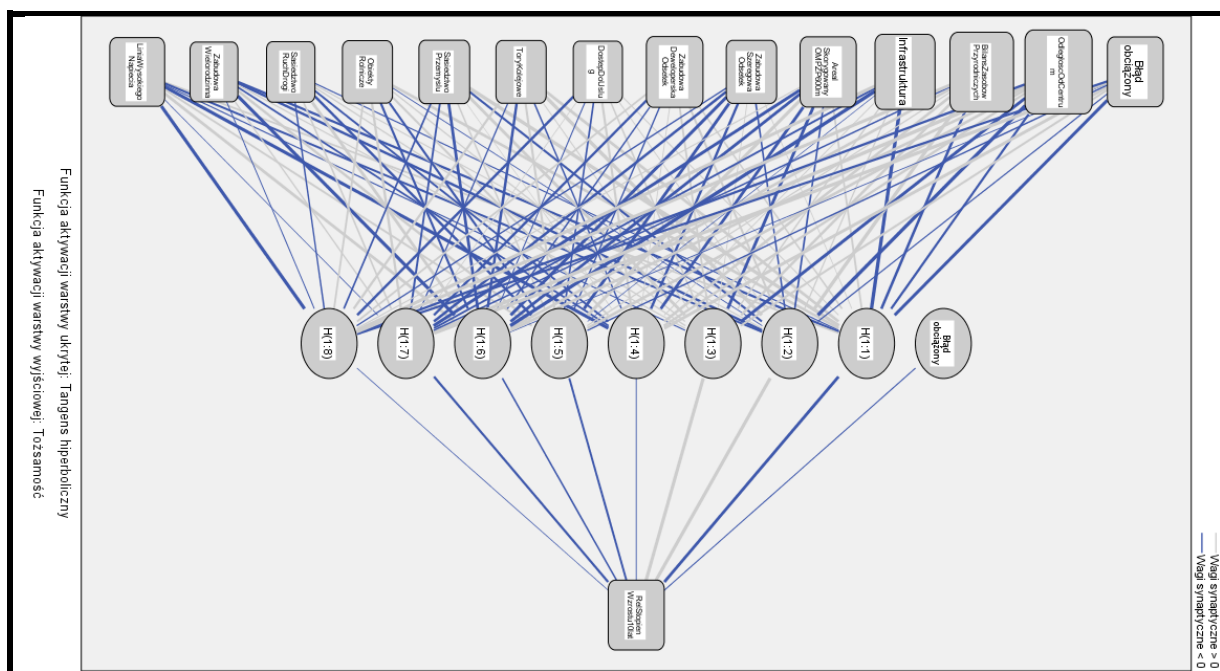
		Przewidywane							
		Warstwa ukryta 1 - funkcja: tangens hiperboliczny							
Predyktor		H(1:1)	H(1:2)	H(1:3)	H(1:4)	H(1:5)	H(1:6)	H(1:7)	H(1:8)
Warstwa wejściowa	OdległośćOdCentrum	-,321	,156	-,056	,022	-,091	-,415	,442	,064
	BilansZasobowPrzyrodniczych	,688	,075	-,204	-,277	,514	-,398	,114	,168
	DostępDoStrategicznychUsług	,304	-,312	-,358	-,528	,203	-,153	-,304	-,374
	Infrastruktura	-,449	-,102	,445	,181	-,228	,006	,310	-,264
	ArealSkorygowanyOMPZP600m	-,443	-,619	,500	,332	-,264	-,221	-,254	,204
	ZabudowaSzeregowaOdsetek	,066	,035	,146	-,447	,142	,503	-,161	,387
	ZabudowaDeweloperskaOdsetek	,197	-,084	-,323	-,242	-,313	,496	,258	,143
	ToryKolejowe	-,118	,217	-,107	-,518	-,160	-,181	,053	-,176
	SasiedztwoPrzemyslu	-,224	,144	,336	,466	,387	-,048	,233	,440
	ObiektyRolnicze	-,151	,245	-,268	-,299	-,064	,184	,121	,052
	SasiedztwoRuchDrogi	-,428	,081	-,249	-,583	,337	,212	-,179	-,066
	ZabudowaWielorodzinna	,195	-,375	-,354	-,105	-,206	-,003	,594	-,354

Warstwa wyjściowa
ReSiecpienWzrostu10lat – funkcja tożsamości

	LiniaWysokiegoNapiecia	,192	,198	-,309	-,325	,371	,292	,358	-,215
(stała)		,262	,524	-,461	,235	,560	-,085	-,183	,162
Warstwa ukryta 1	(stała)								,034
	H(1:1)								,487
	H(1:2)								-,281
	H(1:3)								-,005
	H(1:4)								-,715
	H(1:5)								-,057
	H(1:6)								-,073
	H(1:7)								-,590
	H(1:8)								-,027

Tabela 27. Sztuczna sieć neuronowa wykorzystana do oszacowania elementów zmiennej bilans uciążliwości, wagi neuronów. Powyższa tabela służy do ewentualnego odtworzenia sieci, liczby w niej zawarte nie podlegają interpretacji. Ukazuje ona także jakie zmienne zostały uwzględnione w modelu. Źródło: opracowanie własne.

W przypadku analizowanej sieci sytuacja jest dość podobna jak w przypadku poprzednim. Jej struktura jest, jak na sztuczną sieć neuronową, stosunkowo prosta. Szczególnie wykorzystanie tożsamości jako funkcji aktywacji warstwy wyjściowej z jednym neuronem oraz 8 neuronów w pojedynczej warstwie ukrytej świadczą o braku skomplikowania grożącego przeuczeniem sieci.

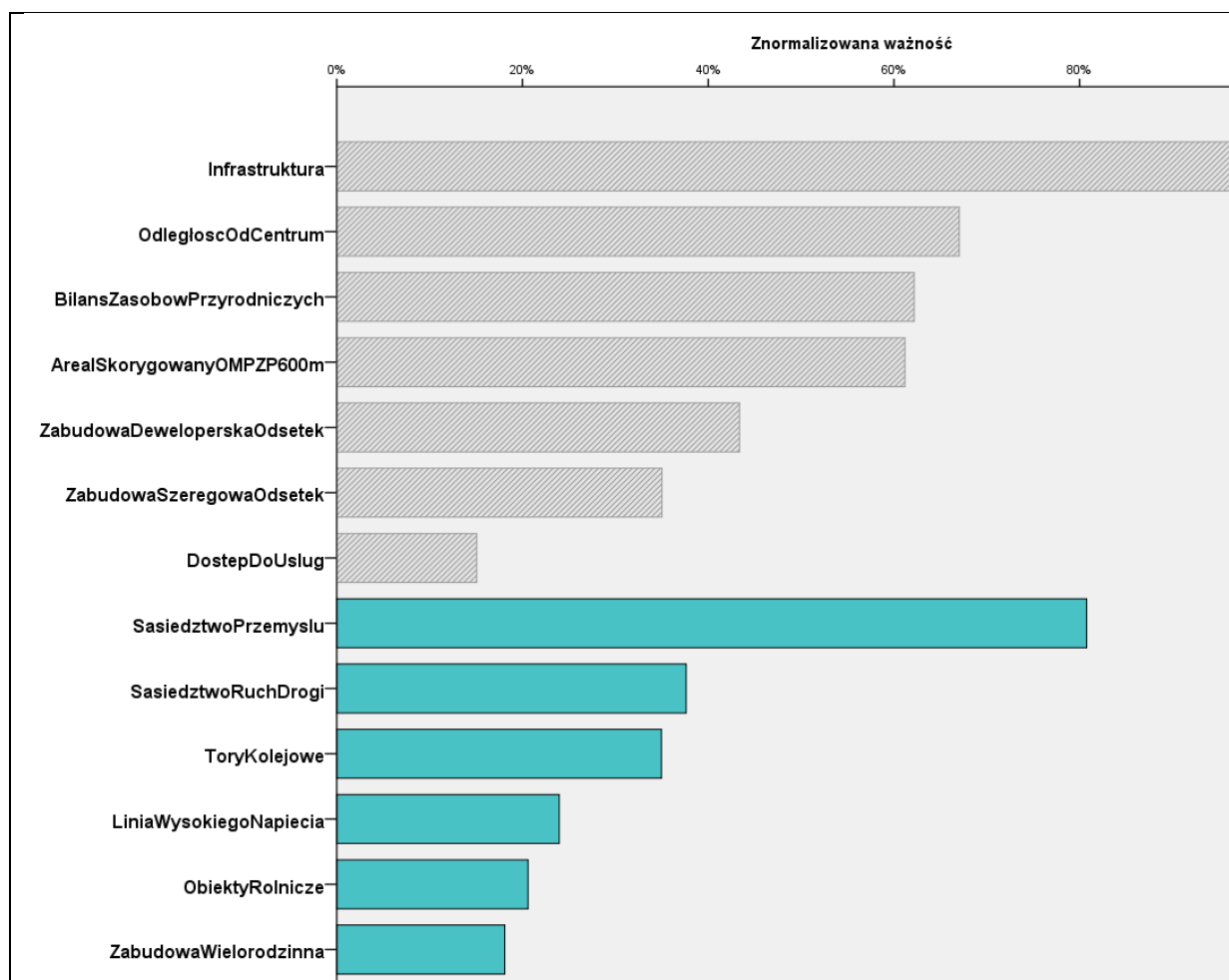


Rysunek 56. Schemat sieci neuronowej wykorzystanej do oszacowania elementów zmiennej bilans uciążliwości, z wydzieleniem grupy zmiennych badanych (zielony) i stałych (szary). Źródło: opracowanie własne.

Warstwa wejściowa	Liczba neuronów	13	Próba Ucząca – 44
	Metoda zmiany skali dla współzmiennych	Standaryzowane	
Warstwa ukryta	Liczba neuronów	8	Próba Testująca – 28

	Funkcja aktywacji	Tangens hiperboliczny
Warstwa wynikowa	Zmienne zależne	RelStożenieWzrostu10lat
	Liczba neuronów	1
	Metoda zmiany skali dla zależnych od skali	Standaryzowane
	Funkcja aktywacji	Tożsamość
	Funkcja błędu	Suma kwadratów
Uczący	Suma kwadratów błędu	4,663
Testujący	Suma kwadratów błędu	,577

Tabela 28. Informacje o sztucznej sieci neuronowej wykorzystana do oszacowania elementów zmiennej bilans zasobów przyrodniczych. Źródło: opracowanie własne.



Rysunek 57. Wykres ilustrujący wagę poszczególnych zmiennych w badaniu sztucznych sieci neuronowych do oszacowania elementów zmiennej „bilans uciążliwości” z wydzieleniem grupy zmiennych badanych (zielony) i stałych (szary). Źródło: opracowanie własne.

Na podstawie powyższego zestawienia oszacowany został wpływ poszczególnych pomiarów:

Bilans Uciążliwości

$$= 6 * \text{ToryKolejowe} + 12 * \text{SasiedztwoPrzemyslu} + 2 * \text{UciążliweObiektyRolnicze} + 6 * \text{SasiedztwoRuchliwejDrogi} + 2 * \text{ZabudowaWielorodzinna} + 2 * \text{LiniaWysokiegoNapięcia}$$

Równanie 26. Oszacowanie zmiennej niezależnej złożonej bilans uciążliwości na podstawie odpowiednich pomiarów. Źródło: opracowanie własne.

Sposób pomiaru poszczególnych elementów opisany jest w tabeli 16. Mieści się on w zakresie od 0 do 1. Oznacza to, że proponowana zmienna mieści się w przedziale od 0 do 30, przy czym uzyskanie wysokich wartości jest praktycznie niemożliwe, gdyż nie zdarzył się żaden przypadek, by wszystkie przewidziane uciążliwości występowały na danym obszarze.

Dostęp do strategicznych usług i obiektów

W przeciwieństwie do poprzednich grup dostęp do strategicznych usług i obiektów uwzględnia znacznie więcej elementów, które podlegały pomiarowi. W tym przypadku przekłada się to na konkretne budynki mierzone w odpowiednich odległościach, zatem problematyka jest podwójna. Z jednej strony należy postawić pytanie, jakie budynki ująć w badaniu, z drugiej natomiast, jaki przyjąć wpływ oddziaływania w zależności od odległości. Podłoże teoretyczne i część odpowiedzi zamieszczone zostały w podrozdziale 5.3.9. W kwestii wyboru obiektów przyjęte zostało założenie uwzględnienia dość dużej liczby, bo aż dziewięciu wymienionych w zestawieniu (Tab. 29). Oczywiście możliwa była decyzja ograniczająca tę liczbę, ale zubożyłaby ona ilość informacji, a dostęp do informacji o budynkach jest stosunkowo prosty. Druga sprawa pomiaru wpływu zależnego od odległości oparta została o przyjęcie granicznej odległości oddziaływania. Gdy granica ta przebiega przez obszar odpowiedni procent obszaru objęty jest oddziaływaniem, zatem pomiar mieści się dla danej zmiennej w zakresie od 0 do 1. Równocześnie dodatkową informacją jest określenie oddziaływania w dwóch odległościach. Polega to na przyjęciu zasady, że większy obszar oddziaływania ujęty w tabeli 18 jest oddziaływaniem podstawowym określanym w badaniu, jeśli jednak obiekt znajduje się bardzo blisko i silnie oddziałuje na obszar, to doliczone zostaje dodatkowe 25% oddziaływania. Odpowiednie zakresy dalekich, podstawowych oddziaływań oraz silnych, bliskich ujęte są w tabeli 18. Jest to pewne uproszczenie, które skłaniałoby do zbadania oddziaływania dla 11 obiektów, przy czym dla występowania szkoły podstawowej oddziaływanie zostało zbadane dla bliższego i dalszego oddziaływania, łącznie w 3 odległościach: 500, 1000 i 2500 metrów, gdyż jest to obiekt o dużej wadze.

W sumie oznacza to 12 elementów pomiaru. Liczba ta dość znacząco przeważa nad poprzednimi, co faktycznie oznacza trudniejsze zadanie. Ostatecznie w oparciu o określone wyżej kryteria wybrany został model MLP19-8-1, co oznacza perceptron wielowarstwowy z jedną warstwą ukrytą i z 8 ukrytymi neuronami. Aktywacja warstwy ukrytej odbywała się za pomocą funkcji tangens hiperboliczny, natomiast warstwy wyjściowej jako tożsamość. Poniżej zamieszczona jest omawiana

sić oraz oszacowanie ważności odpowiednich zmiennych wygenerowane za pomocą programu IBM SPSS 21.

Przewidywane		Przewidywane								Warstwa wynikowa RelSkopienWzrostu10lat – funkcja tożsamości
		Warstwa ukryta 1 - funkcja: tangens hiperboliczny								
Predyktor		H(1:1)	H(1:2)	H(1:3)	H(1:4)	H(1:5)	H(1:6)	H(1:7)	H(1:8)	
Warstwa wejściowa	OdlegloscOdCentrum	,036	-,217	,400	-,077	-,455	-,261	-,640	-,066	
	BilansZasobowPrzyrodniczych	-,018	,172	-,171	,111	-,275	,683	,356	,434	
	BilansUciazliwosci	-,073	-,313	,443	-,547	,514	-,364	-,247	-,124	
	Infrastruktura	,208	-,266	-,138	,081	,057	,691	,249	-,277	
	ArealSkorygowanyOMPZP600m	-,124	,443	-,388	-,370	-,054	-,376	-,252	-,226	
	ZabudowaSzeregowaOdsetek	,202	,100	,403	,057	,438	-,259	-,017	-,262	
	ZabudowaDeweloperskaOdsetek	-,093	-,497	-,354	-,203	,172	,087	,356	,101	
	PrzychodniaGabinet1000	,270	-,434	-,360	-,456	,294	-,152	,233	-,481	
	BoiskoSportowe1000	-,281	,403	,475	-,087	,138	,477	-,030	-,269	
	Przedszkole1000	,230	-,276	,278	,081	,222	-,267	-,197	,163	
	SzkolaPodstawowa1000	-,461	-,551	,205	,001	,271	,118	-,188	,215	
	SzkolaPodstawowa2500	,025	-,148	-,178	,325	-,154	,304	,217	-,243	
	Liceum2500	,070	,164	,276	-,463	-,064	,821	-,156	,335	
	SalaSportowa2500	,370	,154	,233	,435	-,290	,175	-,322	-,155	
	OsKultury2500	,338	,127	,071	,136	-,073	,009	-,166	,213	
	Biblioteka2500	,272	,388	,071	,259	-,170	,195	-,093	-,008	
	Poczta2500	,411	-,474	,334	-,307	,234	-,238	-,036	-,350	
	PKP2500	-,438	-,447	-,284	-,046	-,190	-,444	,547	-,147	
	Uniwersytet2000	-,248	,165	,416	-,066	,252	,391	,129	,074	
	(stała)	,467	,239	,071	-,339	-,059	-,087	,399	,200	
Warstwa ukryta 1	(stała)									-,115
	H(1:1)									,308
	H(1:2)									,013
	H(1:3)									-,189
	H(1:4)									,201
	H(1:5)									-,057
	H(1:6)									,952
	H(1:7)									,580
	H(1:8)									-,288

Tabela 29. Sztuczna sieć neuronowa wykorzystana do oszacowania elementów zmiennej bilans uciążliwości, wagi neuronów. Powyższa tabela służy do ewentualnego odtworzenia sieci, liczby w niej zawarte nie podlegają interpretacji. Ukazuje ona także jakie zmienne zostały uwzględnione w modelu. Źródło: opracowanie własne.

Największy problem stanowił element pomiaru określony w tabelach jako „Uniwersytet2000”, co oznacza położenie w odległości do 2000 metrów uczelni wyższej. Niestety występował on w bardzo małej liczbie prób, co ogranicza jego wiarygodność. Ponadto wyniki wydają się dość jednoznacznie wskazywać na mały wpływ poczty i ośrodków kultury oraz na dominujące znaczenie szkoły podstawowej. Słowem dygresji zaznaczyć można, że wykonane zostały próby, w której zmienna złożona „dostępu do strategicznych usług i obiektów” została zastąpiona w modelu regresji samym występowaniem szkoły w odległości 2500 metrów i, co ciekawe, ten prosty predyktor w teście t był istotny statystycznie, a wpływ w równaniu regresji szacowany w oparciu o standaryzację był o około jedną trzecią mniejszy niż złożonej zmiennej. Co prawda model ten jest pewną dygresją, zatem nie zostanie w pełni omówiony poza podstawową informacją, że współczynnik o nazwie skorygowane R-kwadrat na poziomie 0,778 świadczy o dość dobrym dopasowaniu, a pozostałe testy opisane w rozdziale poświęconym metodologii również świadczyły o prawidłowości modelu zamieszczonego poniżej.

Model - Podsumowanie

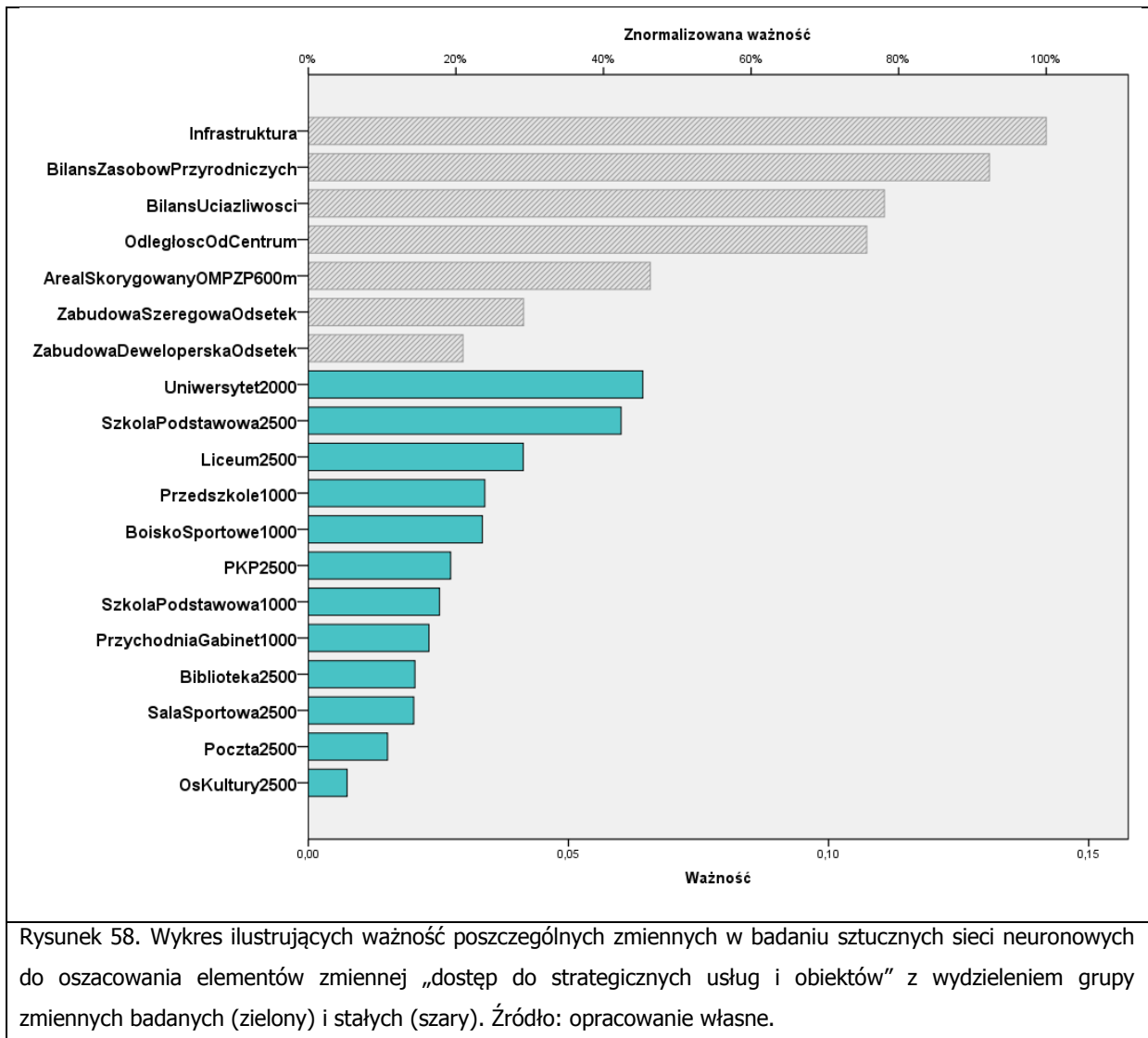
	Model R	R-kwadrat	Skorygowane R-kwadrat	Błąd standardowy oszacowania		
MODEL A	,895 ^a	,801	,776	,0803036		
MODEL B	,913 ^a	,833	,812	,0734465		
Predyktory stałe: ArealSkorygowanyOMPZP600m, ZabudowaDeweloperskaOdsetek, BilansUczialiwosci, BilansZasobowPrzyrodniczych, OdlegloscOdCentrum, Infrastruktura, ZabudowaSzeregowaOdsetek						
MODEL A SzkolaPodstawowa2500						
MODEL B DostępDoUsług – zmienna złożona						
	SzkolaPodstawowa2500			DostępDoUsług		
	Współczynniki standaryzowane Beta	t	Istotność	Współczynniki standaryzowane Beta	t	Istotność
(Stała)						
OdlegloscOdCentrum	-,293	-4,641	,000	-,320	-5,626	,000
BilansZasobowPrzyrodniczych	,379	6,109	,000	,361	6,508	,000
BilansUczialiwosci	-,412	-6,720	,000	-,470	-8,052	,000
Infrastruktura	,561	8,248	,000	,492	7,624	,000
ArealSkorygowanyOMPZP600m	-,298	-4,959	,000	-,282	-5,140	,000
ZabudowaSzeregowaOdsetek	-,219	-3,145	,003	-,251	-3,910	,000
ZabudowaDeweloperskaOdsetek	,061	,916	,363	,071	1,174	,245
SzkolaPodstawowa2500/DostępDoUsług	,194	3,108	,003	,301	4,884	,000

Tabela 30. Zestawienie modelu regresji przy użyciu zmiennej złożonej „DostępDoUsług” oraz samego jej najważniejszego elementu składowego: położenia w pobliżu szkoły podstawowej. Źródło: opracowanie własne.

Powyższa tabela jest o tyle ważna, że udowadnia istotność nowo powstałej zmiennej złożonej. Uwzględnienie wyłącznie sąsiedztwa szkoły podstawowej warunkuje zmienną, która o około

jedną trzecią mniej wpływa na wynik równania regresji, przy czym dokładne wartości to 0,301 przy wariancie rozbudowanym, a dla samej szkoły podstawowej 0,194. Zestawienie to zostało zaprezentowane na powyższym przykładzie, gdyż jest to przypadek kategorii, która uwzględnia największą liczbę pomniejszych pomiarów. Rodziłoby to pewne ryzyko, że sztuczna sieć neuronowa zostaje przeuczona, sztucznie dopasowuje się do wybranej puli przypadków i generuje przez to zmienną, która nie wychwytuje ogólnej zależności przestrzennej. Powyższe zestawienie udowadnia natomiast, że zastosowana metoda bardzo prostych sieci neuronowych zawiera więcej informacji niż pojedynczy pomiar z danej grupy, ale nie zmienia zasadniczo modelu regresji. Zestawienie takie może być także użyteczne dla projektanta wykorzystującego model, który preferuje prostszy sposób pomiaru nad dokładność modelu. W samym badaniu objaśniającym przedstawiony zostanie wariant uwzględniający wyłącznie zmienne proste, cztery charakterystyczne dla wszystkich prezentowanych analiz oraz cztery zaproponowane jako alternatywa dla zmiennych złożonych w postaci najważniejszej komponenty owej zmiennej złożonej mierzonej na skali ilorazowej lub dychotomicznej.

Warstwa wejściowa	Liczba neuronów	19	Próba Ucząca – 48 Próba Testująca – 24
	Metoda zmiany skali dla współzmiennych	Standaryzowane	
Warstwa ukryta	Liczba neuronów	8	
	Funkcja aktywacji	Tangens hiperboliczny	
Warstwa wynikowa	Zmienne zależne	RelStoipenWzrostu10lat	
	Liczba neuronów	1	
	Metoda zmiany skali dla zależnych od skali	Standaryzowane	
	Funkcja aktywacji	Tożsamość	
	Funkcja błędu	Suma kwadratów	
Uczący	Suma kwadratów błędu	2,168	
Testujący	Suma kwadratów błędu	3,301	
Tabela 31. Informacje o sztucznej sieć neuronowej wykorzystana do oszacowania elementów zmiennej bilans zasobów przyrodniczych. Źródło: opracowanie własne.			



Niestety, oszacowana w taki sposób powyższa zmienna, wykorzystana w modelu „A” w tabeli 30, chociaż w wysokim stopniu opisuje zmienność pomiarów, to w zbyt dużym stopniu skorelowana jest z pozostałymi zmiennymi. W prawdzie nie przekracza wartości 0,5, jednakże niebezpiecznie się do niej zbliża o czym świadczą poniższa tabela:

Korelacja zmiennych niezależnych ze zmiennymi zależnymi	OdlegloscOdCentrum	BilansZasobowPrzyrodniczych	BilansUczalnosci	DostepDoStrategicznychUslug	Infrastruktura	ArealSkorygowanyOMPZP600m	ZabudowaSzeregowaOdsetek	ZabudowaDewelterskaOdsetek	SredniaWielkoscDzialki	RokSporzadzeniaPlanu	OdsetekBilzniczychBud	OdsetekPolaczonychBud	SrednialiczbaZrealizowanychBudynkowNaKM2_20lat
r - Korelacja Pearsona	-,148	-,023	,354		,441	-,041	,271	,145	-,422	,060	,295	,371	-,010
p - istotność	,215	,848	,002		,000	,734	,021	,225	,000	,614	,012	,001	,931

Tabela 32. Fragment macierzy korelacji Pearsona dla zmiennych niezależnych. Źródło: opracowanie własne.

Wziąwszy pod uwagę, że sytuacja taka stanowi ryzyko błędnego oszacowania modelu, pojawia się potrzeba przekształcenia zmiennych. Jak zostało wykazane powyżej, kluczowa dla zestawienia jest komponenta mierząca odsetek obszaru w zasięgu 2500 metrów od szkoły podstawowej, dość istotne było także położenie w pobliżu liceum. Pozostałe komponenty zostaną przekształcone w taki sposób, by zredukować korelację z zasobami infrastruktury i bilansu uciążliwości. Zmiana ta polegać będzie na pozostawieniu dużej roli pięciu z grupy najsilniejszych oddziaływań: uczelni wyższych, szkół podstawowych, liceów, przedszkoli i dworców kolejowych. Wykluczone z grupy silnych oddziaływań zostało boisko sportowe, gdyż w większości przypadków jest to boisko szkolne. Pozostałe komponenty zostaną „spłaszczane”, co oznacza zredukowanie ich wartości do jednego, bardzo niskiego poziomu, który tylko nieznacznie uzupełnia pulę informacji wynikającą z dostępu do obiektów edukacyjnych i pedagogicznych.

Ostatecznie przekształcony wzór na oszacowanie wpływu dostępu do strategicznych usług i obiektów wygląda następująco:

$$\begin{aligned}
 \text{DostępDoUsług} = & 0,3 * \text{PrzychodniaGabinetyLekarskie1000m} + 0,1 * \text{PrzychodniaGabinetyLekarskie500m} \\
 & + 0,2 * \text{BoiskoSportowe1000m} + 0,05 * \text{BoiskoSportowe500m} + 1 * \text{Przedszkole1000m} + 0,2 \\
 & * \text{Przedszkole500m} + 3,5 * \text{SzkołaPodstawowa2500m} + 0,5 * \text{SzkołaPodstawowa1000m} + 0,5 \\
 & * \text{SzkołaPodstawowa500m} + 1 * \text{LiceumTechnikum2500m} + 0,25 * \text{LiceumTechnikum1000m} \\
 & + 0,3 * \text{SalaSportowa2500m} + 0,1 * \text{SalaSportowa1000m} + 0,3 * \text{OśrodekKultury2500m} + 0,1 \\
 & * \text{OśrodekKultury1000m} + 0,2 * \text{Biblioteka2500m} + 0,1 * \text{Biblioteka1000m} + 0,3 \\
 & * \text{UrządPocztowy2500m} + 0,1 * \text{UrządPocztowy1000m} + 1,5 * \text{StacjaPKP2500m} + 0,4 \\
 & * \text{StacjaPKP1500m} + 3 * \text{Uniwersytet2000m}
 \end{aligned}$$

Równanie 27. Oszacowanie zmiennej niezależnej złożonej „dostęp do strategicznych usług i obiektów” na podstawie odpowiednich pomiarów. Źródło: opracowanie własne.

Sposób pomiaru poszczególnych elementów opisany jest w tabeli 18. Mieści się on w zakresie od 0 do 1. Oznacza to, że proponowana zmienna mieści się w przedziale od 0 do 16,35. Uzyskanie dowolnych wartości z puli jest możliwe i w planie zdarzają się obszary o bardzo wysokiej łącznej wartości oraz takie o zerowej.

Zasoby infrastruktury technicznej

Ostatnia zmienna złożona składa się z zaledwie pięciu komponentów, z których cztery dotyczą infrastruktury podziemnej, a jeden zrealizowanego zobowiązania do wybudowania na obszarze dróg utwardzonych. Opis pomiaru owych elementów zawarty jest w podrozdziale 5.3.10. W tym wypadku wśród testowanych modeli wybrany został MLP12-7-1, co oznacza perceptron wielowarstwowy z jedną warstwą ukrytą i z 7 ukrytymi neuronami. Aktywacja warstwy ukrytej odbywała się za pomocą funkcji tangens hiperboliczny, natomiast warstwy wyjściowej jako tożsamość. Poniżej zamieszczona jest omawiana sieć oraz oszacowanie ważności odpowiednich zmiennych wygenerowane za pomocą programu IBM SPSS 21.

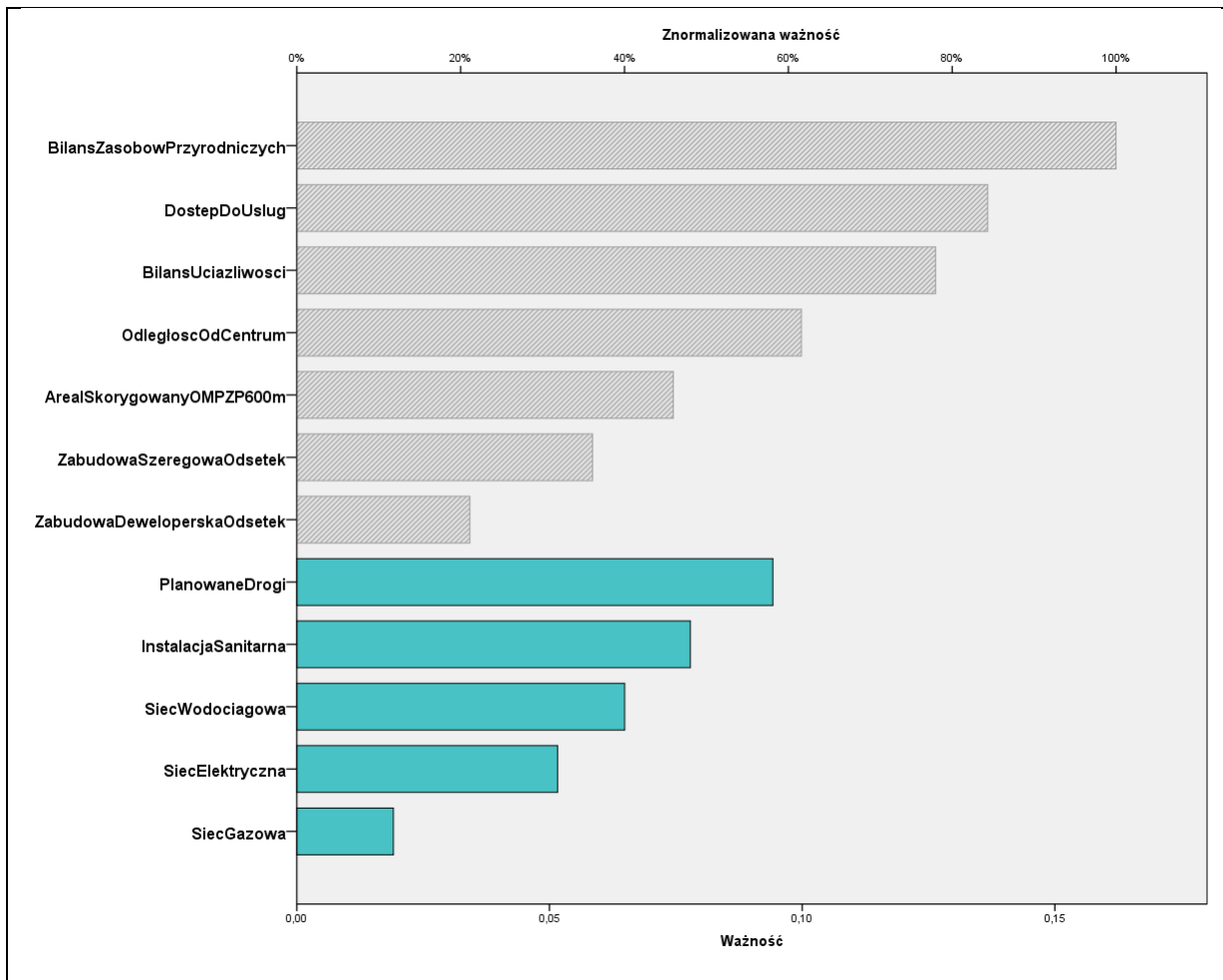
Przewidywane		Warstwa ukryta 1 - funkcja: Tangens hiperboliczny							Warstwa wynikowa RelStoipienWzrostu10lat – funkcja tożsamości
		H(1:1)	H(1:2)	H(1:3)	H(1:4)	H(1:5)	H(1:6)	H(1:7)	
Przyrost									
Warstwa wejściowa	OdlegloscOdCentrum	,159	-,008	,513	-,472	,067	,313	-,195	
	BilansZasobowPrzyrodniczych	-,349	-,212	-,617	,396	-,094	,117	-,281	
	DostepDoStrategicznycchUslug	-,259	,558	,120	-,434	-,162	,501	-,405	
	Infrastruktura	-,274	,550	,041	-,203	,063	-,455	-,101	
	ArealSkorygowanyOMPZP600m	,381	-,130	,513	,082	-,213	-,260	,602	
	ZabudowaSzeregowaOdsetek	-,039	-,169	-,093	,006	-,292	,420	-,363	
	ZabudowaDeweloperskaOdsetek	,275	-,151	-,335	,228	-,394	-,496	-,588	
	PlanowaneDrogi	-,056	-,227	-,006	,352	-,165	,013	-,243	
	InstalacjaSanitarna	-,132	-,333	,019	,208	,435	-,206	-,232	
	SiecElektryczna	,093	-,138	-,406	-,248	,131	-,254	,161	
	SiecWodociagowa	-,012	-,024	-,392	,157	,399	,318	,197	
	SiecGazowa	-,392	-,032	,088	,334	,487	,149	,276	
(stała)	,341	,562	,404	-,043	-,107	-,273	,259		
Warstwa ukryta 1	(stała)								,393
	H(1:1)								,236
	H(1:2)								-,535
	H(1:3)								-,646
	H(1:4)								,554
	H(1:5)								,235
	H(1:6)								-,129
	H(1:7)								-,296

Tabela 33: Sztuczna sieć neuronowa wykorzystana do oszacowania elementów zmiennej bilans uciążliwości, wagi neuronów. Powyższa tabela służy do ewentualnego odtworzenia sieci, liczby w niej zawarte nie podlegają interpretacji. Ukazuje ona także jakie zmienne zostały uwzględnione w modelu. Źródło: opracowanie własne.

Ponownie najskuteczniejsza według przyjętych kryteriów okazała się prosta sieć MLP. Wyniki we wszystkich sieciach wyraźnie wskazywały, że najistotniejszym elementem predykcji jest możliwość podłączenia do instalacji sanitarnej. Faktycznie, w przypadku tej zmiennej różnice są najbardziej widoczne, gdyż na dużej części obszarów w momencie uchwalenia planu nie było możliwe podłączenie do sieci i przewidziane były zbiorniki szczelne bądź przydomowe oczyszczalnie ścieków.

Warstwa wejściowa	Liczba neuronów	12	Próba Ucząca – 48 Próba Testująca – 24
	Metoda zmiany skali dla współzmiennych	Standaryzowane	
Warstwa ukryta	Liczba neuronów	7	
	Funkcja aktywacji	Tangens hiperboliczny	
Warstwa wynikowa	Zmienne zależne	RelStożenieWzrostu10lat	
	Liczba neuronów	1	
	Metoda zmiany skali dla zależnych od skali	Standaryzowane	
	Funkcja aktywacji	Tożsamość	
	Funkcja błędu	Suma kwadratów	
Uczący	Suma kwadratów błędu	2,1996	
Testujący	Suma kwadratów błędu	4,098	

Tabela 34. Informacje o sztucznej sieci neuronowej wykorzystana do oszacowania elementów zmiennej bilans zasobów przyrodniczych. Źródło: opracowanie własne.



Rysunek 59: Wykres ilustrujący wagę poszczególnych zmiennych w badaniu sztucznych sieci neuronowych do oszacowania elementów zmiennej bilans uciążliwości z wydzieleniem grupy zmiennych badanych (zielony) i stałych (szary). Źródło: opracowanie własne.

Na podstawie powyższego zestawienia oszacowany został wpływ poszczególnych pomiarów.

Infrastruktura Podziemna i Komunikacyjna

$$= 5 * \text{Planowane Utwardzenie Drog} + 4,25 * \text{Sieć Sanitarna} + 2,5 * \text{Sieć Wodociągowa} + 2 * \text{Sieć Elektryczna} + 1 * \text{Sieć Gazowa/Ciepłownicza}$$

Równanie 28. Oszacowanie zmiennej niezależnej złożonej „infrastruktura techniczna i komunikacyjna” na podstawie odpowiednich pomiarów. Źródło: opracowanie własne.

Wnioski

W przeprowadzonej analizie dla czterech zmiennych złożonych został zaproponowany sposób szacowania ich wartości w oparciu o pomiary ich składowych. W trzech przypadkach odnaleziono zostały pojedyncze najistotniejsze komponenty odpowiadające w największym stopniu za wartość zmiennej. W przypadku bilansu zasobów przyrodniczych był to dostęp do lasu otwartego, dla dostępu do strategicznych obiektów była to ewidentnie lokalizacja w pobliżu szkoły podstawowej, zaś w przypadku zasobów infrastruktury technicznej podstawowym elementem była instalacja sanitarna, chociaż wpływ zrealizowanego w pierwszych trzech latach zobowiązania do wybudowania dróg bardziej wpływał na wartość wynikową modelu, to zdarzało się to w dość małej liczbie przypadków, bo zaledwie siedmiu. W przypadku uciążliwości dwa elementy są bardzo istotne. Sąsiedztwo uciążliwego przemysłu oraz torów kolejowych. Również ruchliwa droga (zaklasyfikowana jako główna, ekspresowa lub autostrada) znacząco wpływa na wynik. Z powyższych elementów badania objaśniającego wynikają istotne wytyczne możliwe do wykorzystania w projektowaniu urbanistycznym. Na ich podstawie oszacować można wpływ bardzo szczegółowych aspektów na rozwój osiedli mieszkaniowych już na etapie wstępnej analizy. Wykorzystując taką wiedzę oraz model bezpośrednio w projektowaniu urbanistycznym, możliwe jest takie wykorzystanie lokalnych uwarunkowań, a także ich przekształcenie, by kontrolować tempo rozwoju przy zachowaniu pełniejszego holistycznego bilansu inwestycji uwzględniającego między innymi aspekty finansowe, przyrodnicze i społeczne.

6.2.2. Wyniki badania regresji wielorakiej krokowej

W oparciu o zmienne niezależne przedstawione w poprzednim podrozdziale poniżej przeprowadzone zostały badania korelacyjne według metod i technik oraz przy pomocy narzędzi opisanych w rozdziale poświęconym metodologii, w podrozdziale opisującym procedurę badania regresji wielorakiej 5.4. W celu zaznaczenia najważniejszych wytycznych warto stwierdzić, że poszukiwany model ma objaśniać cechy warunkujące rozwój przestrzenny obszarów mieszkaniowych na cele procesu planistycznego, a także stwarzać możliwość wykorzystania bezpośrednio w projektowaniu urbanistycznym. Oznacza to konieczność poszukiwania modelu relatywnie prostego, co związane jest także z poszukiwaniem ogólnej zależności dotyczącej uwarunkowań rozwoju. Oczywiście wykorzystanie równań regresji w prognostyce zawsze stanowi pewne odniesienie do podobnej

sytuacji badanej w innym czasie, zwykle przeszłości i często także w innym miejscu. Im większe będą różnice wynikające z odstępu czasu i lokalizacji, tym większa może być nieufność wobec prognozy, jednakże po badaniu takim spodziewać się można uchwycenia pewnego wzorca oraz relacji wpływu poszczególnych elementów, co stwarza podstawę dla analiz urbanistycznych. Implikuje to postrzeganie analizy statystycznej jako narzędzia służącemu wnioskowaniu na polu urbanistyki i podkreśla wagę takiego wnioskowania. Równocześnie ze względu na porządek pracy oraz chronologię procedury opis liczbowy badania poprzedza wnioskowanie opisane szerzej w kolejnym rozdziale. Przed przedstawieniem jednak testów weryfikacyjnych poniżej zamieszczona jest tabela z porównaniem wyników modelu (wartości teoretycznej) i pomiaru (wartości rzeczywistej):

Równanie regresji:		[Równanie 30]	[Równanie 31]	[Równanie 32]	[Równanie 33]
Lata od uchwały/uwagi		5 lat	10 lat	10 lat/ tylko	15 lat
LP	Nazwa gmina	5 lat - pomiar predykcja	10 lat - pomiar predykcja	10 lat - pomiar predykcja	15 lat - pomiar predykcja
1	Rakownia	10,6%	23,0%	23,0%	34,7%
Gmina:	Murwana Goślina	15,0%	30,5%	37,2%	39,0%
2	Murwana Goślina	10,6%	21,8%	21,8%	29,6%
Gmina:	Murwana Goślina	8,5%	24,8%	34,1%	36,7%
3	Kares deweloper	20,2%	48,0%	48,0%	54,1%
Gmina:	Rokietnica	18,9%	36,3%	47,1%	55,5%
5	Oś. Parkowe	32,1%	68,4%	68,4%	84,8%
Gmina:	Rokietnica	34,4%	59,0%	51,9%	73,8%
6	Bytkowo Południe	15,8%	37,6%	37,6%	49,8%
Gmina:	Rokietnica	17,9%	33,3%	39,4%	43,3%
7	Bytkowo Zachód	24,2%	40,8%	40,8%	46,6%
Gmina:	Rokietnica	18,1%	34,8%	43,5%	44,6%
8	Bytkowo Północ	10,8%	24,7%	24,7%	27,3%
Gmina:	Rokietnica	7,9%	19,6%	23,1%	30,1%
9	Trakt Napoleoński Centrum	30,2%	59,3%	59,3%	64,6%
Gmina:	Rokietnica	35,2%	59,7%	57,6%	71,8%
10	Centrum Północ	25,5%	60,8%	60,8%	70,6%
Gmina:	Rokietnica	34,4%	59,3%	55,2%	72,0%
11	Mściszewo	9,7%	29,3%	29,3%	42,7%
Gmina:	Murwana Goślina	10,0%	27,6%	36,3%	37,7%
12	Łopuchowo	6,9%	17,4%	17,4%	20,4%
Gmina:	Murwana Goślina	1,1%	8,6%	19,0%	13,0%
13	Przedmieście	18,5%	40,7%	40,7%	57,0%
Gmina:	Murwana Goślina	13,2%	33,2%	42,0%	45,5%
14	Centrum Północ	3,1%	10,9%	10,9%	25,5%
Gmina:	Oborniki	8,7%	17,6%	18,5%	26,1%
15	Centrum Południe	21,3%	26,6%	26,6%	31,9%
Gmina:	Oborniki	16,3%	30,8%	25,4%	40,7%
16	Kowanówko	23,6%	47,3%	47,3%	54,6%
Gmina:	Oborniki	23,1%	45,4%	36,9%	54,9%
18	Goluszewo	13,9%	42,9%	42,9%	51,3%
Gmina:	Oborniki	21,9%	41,9%	34,2%	48,5%
20	Chyby Stare	20,0%	47,8%	47,8%	51,9%
Gmina:	Tarnowo podgórne	28,6%	45,9%	43,4%	53,8%
21	Chyby Nowe	14,2%	25,8%	25,8%	37,5%
Gmina:	Tarnowo podgórne	17,0%	32,0%	25,2%	39,1%
22	Przeźmierowo Przedmieście	27,4%	53,5%	53,5%	60,1%
Gmina:	Tarnowo podgórne	34,1%	57,8%	61,7%	69,1%
23	Sady	17,5%	38,5%	38,5%	45,8%
Gmina:	Tarnowo podgórne	23,6%	45,1%	43,0%	55,3%
24	Góra	20,0%	48,0%	48,0%	58,0%
Gmina:	Tarnowo podgórne	22,5%	43,4%	42,6%	53,4%
25	Sierostaw	12,7%	33,3%	33,3%	54,8%
Gmina:	Tarnowo podgórne	15,2%	34,3%	42,3%	44,9%
26	Lusówko Deweloper	0,0%	24,2%	24,2%	45,3%
Gmina:	Tarnowo podgórne	18,9%	33,5%	39,4%	51,1%
27	Lusówko Zachód	26,4%	32,4%	32,4%	38,4%
Gmina:	Tarnowo podgórne	16,0%	27,8%	32,5%	34,1%
28	Lusówko Wschód	2,1%	13,9%	13,9%	22,9%
Gmina:	Tarnowo podgórne	14,1%	24,0%	26,9%	30,0%
29	Zakrzewo	32,4%	46,5%	46,5%	54,9%
Gmina:	Tarnowo podgórne	26,4%	50,1%	52,9%	61,3%
30	Tarnowo podgórne	12,8%	25,6%	25,6%	28,2%
Gmina:	Tarnowo podgórne	11,2%	27,7%	26,5%	38,4%
31	Suchy Las Północ	23,9%	42,6%	42,6%	56,1%
Gmina:	Suchy Las	25,8%	47,3%	38,5%	59,9%
33	Suchy Las Wschód	39,7%	61,8%	61,8%	72,1%
Gmina:	Suchy Las	38,1%	61,1%	51,3%	74,9%

34	Suchy Las Centrum Zachodni	37,9%	62,1%	62,1%	75,0%
Gmina:	Suchy Las	36,8%	57,5%	45,1%	68,5%
35	Suchy Las Południe	18,8%	40,4%	40,4%	56,9%
Gmina:	Suchy Las	27,8%	49,2%	43,7%	61,0%
36	Suchy Las Mokrali	66,7%	83,3%	83,3%	88,9%
Gmina:	Suchy Las	47,6%	77,0%	70,7%	92,0%
37	Suchy Las Mokra 2	28,2%	56,4%	56,4%	70,5%
Gmina:	Suchy Las	29,1%	54,6%	58,5%	68,6%
38	Złotniki	12,9%	47,0%	47,0%	63,9%
Gmina:	Suchy Las	29,5%	54,8%	58,2%	71,2%
39	Złotkowo	15,4%	33,9%	33,9%	55,5%
Gmina:	Suchy Las	16,8%	36,7%	38,8%	47,1%
40	Zielątkowo Południe	20,3%	30,6%	30,6%	35,9%
Gmina:	Suchy Las	13,5%	28,5%	30,6%	37,6%
41	Zielątkowo Centrum	14,1%	30,1%	30,1%	44,3%
Gmina:	Suchy Las	9,7%	21,3%	21,4%	28,9%
42	Kliny	29,2%	62,5%	62,5%	70,8%
Gmina:	Czerwonak	30,8%	56,0%	56,2%	65,6%
43	Czerwonak Podmieście	10,9%	31,9%	31,9%	44,3%
Gmina:	Czerwonak	17,1%	34,6%	52,2%	46,2%
44	Potasze	18,7%	34,3%	34,3%	42,6%
Gmina:	Czerwonak	18,9%	37,2%	38,7%	45,8%
45	Czerwonak Północ	9,4%	18,7%	18,7%	26,1%
Gmina:	Czerwonak	8,2%	18,0%	13,4%	27,5%
46	Czerwonak Południe	23,5%	34,9%	34,9%	46,3%
Gmina:	Czerwonak	15,7%	30,3%	23,8%	39,7%
47	Kliny Północ	30,3%	69,7%	69,7%	78,4%
Gmina:	Czerwonak	32,4%	57,0%	68,4%	68,3%
48	Owińska	35,7%	53,4%	53,4%	65,7%
Gmina:	Czerwonak	28,1%	55,9%	58,3%	70,2%
49	Złotoryjsko	6,8%	16,6%	16,6%	27,6%
Gmina:	Czerwonak	12,8%	25,4%	32,3%	33,2%
50	Promnice	33,5%	42,5%	42,5%	50,4%
Gmina:	Czerwonak	23,2%	41,5%	43,1%	51,3%
51	Pamiętkowo	8,0%	19,6%	19,6%	26,7%
Gmina:	Szamotuły	18,3%	35,6%	31,3%	44,1%
52	Szamotuły Przedmieście	19,5%	40,9%	40,9%	50,0%
Gmina:	Szamotuły	14,0%	26,3%	20,4%	34,0%
53	Otorowo	5,6%	5,6%	5,6%	5,6%
Gmina:	Szamotuły	-1,2%	3,9%	9,3%	6,9%
55	Długa Goślina	5,7%	20,7%	20,7%	24,1%
Gmina:	Murwana Goślina	14,5%	30,9%	27,8%	36,5%
56	Biedrusko	29,9%	71,4%	71,4%	100,0%
Gmina:	Suchy Las	42,5%	69,4%	72,0%	90,0%
57	Ceradz Dolny	12,8%	28,2%	28,2%	28,2%
Gmina:	Szamotuły	11,6%	26,2%	26,4%	26,4%
58	Kiekrz	39,3%	57,1%	57,1%	76,4%
Gmina:	Rokietnica	30,4%	52,0%	53,1%	62,4%
59	Napachanie	17,6%	29,4%	29,4%	29,4%
Gmina:	Rokietnica	12,7%	31,1%	39,0%	39,0%
60	Rostworowo	66,9%	76,3%	76,3%	76,3%
Gmina:	Rokietnica	41,1%	63,0%	49,3%	49,3%
61	Suchy Las Dr	45,5%	54,6%	54,6%	54,6%
Gmina:	Suchy Las	39,0%	61,9%	55,1%	55,1%
62	Ogrody działkowe	2,6%	23,1%	23,1%	23,1%
Gmina:	Suchy Las	14,2%	34,5%	32,4%	32,4%
63	Goleczewo-Południe	11,5%	21,2%	21,2%	21,2%
Gmina:	Suchy Las	11,4%	27,7%	31,5%	31,5%
64	Zjednoczenia	50,0%	58,1%	58,1%	58,1%
Gmina:	Suchy Las	42,2%	67,2%	68,4%	68,4%
65	Nad Stawem	47,5%	60,7%	60,7%	60,7%
Gmina:	Suchy Las	48,4%	75,7%	52,8%	52,8%
66	Kiekrz	12,1%	42,4%	42,4%	42,4%
Gmina:	Suchy Las	11,6%	28,0%	29,5%	29,5%
67	Bogdanowo	34,1%	45,5%	45,5%	45,5%
Gmina:	Oborniki	25,5%	46,5%	29,2%	29,2%
68	Kępa	22,7%	39,8%	39,8%	39,8%
Gmina:	Szamotuły	27,5%	44,9%	49,3%	49,3%
69	SzamotułyN	11,1%	33,3%	33,3%	33,3%
Gmina:	Szamotuły	21,6%	38,0%	27,7%	27,7%
71	Promnice przedmieścia I	38,7%	46,8%	46,8%	46,8%
Gmina:	Czerwonak	20,5%	39,7%	33,1%	33,1%
72	Promnice przedmieścia II	33,3%	33,3%	33,3%	33,3%
Gmina:	Czerwonak	18,2%	36,5%	25,7%	25,7%
73	Promnice przedmieścia III	13,0%	30,4%	30,4%	30,4%
Gmina:	Czerwonak	14,5%	32,1%	38,4%	38,4%
75	Plewiska	7,2%	28,9%	28,9%	28,9%
Gmina:	Komorniki	16,7%	33,4%	29,2%	29,2%
76	Komorniki	68,0%	68,0%	68,0%	68,0%
Gmina:	Komorniki	31,6%	54,4%	56,8%	56,8%
77	Wiry	0,0%	41,4%	41,4%	41,4%
Gmina:	Komorniki	15,7%	35,9%	40,1%	40,1%
78	Chomęcice	20,9%	23,5%	23,5%	23,5%
Gmina:	Komorniki	10,5%	23,5%	27,8%	27,8%
79	Wiry II	8,6%	20,0%	20,0%	20,0%
Gmina:	Komorniki	8,1%	23,6%	24,7%	24,7%

Tabela 35. Zestawienie wyników pomiaru i predykcji dla zmiennej zależnej relatywny stopień rozwoju w odstępie 5, 10 i 15 lat od uchwały. Źródło: opracowanie własne.

Nawet bez interpretacji liczbowej i statystycznej powyższe zestawienie pozwala zauważyć, że predykcja dla odstępu 5 lat zawiera wiele obszarów, w których mówić można o pomyłce w ocenie rozwoju. Oznacza to, że dopasowanie jest nawet gorsze, niż wskazywałyby na to poniższe miary dopasowania. Z drugiej strony dla okresu 10 lat pomimo pojawiających się błędów, predykcja i obserwacja pozostają w przeważającej większości w podobnej skali rozwoju, a błędy dotyczą głównie obszarów o ogólnym wysokim stopniu rozwoju w porównaniu do średniej. Zadanie to najlepiej spełnione jest dla okresu 15 lat, czego dowodzą także poniższe miary dopasowania.

Wyniki badania regresji wielorakiej dla 5 lat

Przy zachowaniu porządku opisu badania regresji dla zmiennych zależnych od najkrótszego okresu od uchwalenia MPZP jako pierwsze przedstawione zostanie ujęcie w 5 letnim okresie dla relatywnego stopnia rozwoju. Wybór tego wariantu zmiennej zależnej uzasadniony został w podrozdziale 6.1. Jej rozkład jest bardziej zbliżony do normalnego i generuje więcej prób o różnych wartościach, przez co jest bardziej wiarygodny w całym zakresie, a ponadto pozwala na redukcję liczby predyktorów, co widoczne będzie w porównaniu wykonanym dla zmiennych stopień rozwoju dla 10 lat i relatywny stopień rozwoju dla 10 lat. W aktualnie rozpatrywanym przypadku 5 lat rozważane były 3 modele, co związane jest z zastosowaniem regresji krokowej. Oznacza to pierwszy model z wprowadzonymi wszystkimi predyktorami oraz dwa zredukowane w oparciu o zmianę wartości testów statystyki F oraz statystyki t dla poszczególnych predyktorów. Poniższa tabela pokazuje, że wszystkie modele są wysoce istotne, a ich błędy standardowe wynoszą około 10%. Modele nieznacznie różnią się współczynnikiem determinacji R^2 , który we wszystkich przypadkach przekracza 0,5 i oczywiście maleją wraz ze spadkiem liczby predyktorów w odróżnieniu do skorygowanego współczynnika determinacji \bar{R}^2 , który jest najwyższy dla wariantu drugiego z siedmioma zmiennymi niezależnymi.

b. Zmienna zależna: RelStoipenWzrostu5lat	R	R^2	Skorygowane \bar{R}^2	Błąd standardowy oszacowania	statystyka F	df	Istotność F	Autokorelacja: s. Durbina-Watsona	Heteroskedastyczność: Breuscha-Pagana	
									Statystyka	Istotność
Model a: wszystkie predykatory dla 5 lat	,767	,589	,536	,1022350	11,267	8	,000	2,349	40,186	0,000
Model b: regresja krokowa dla 5 lat istotność T:0.1	,767	,588	,543	,1015398	13,034	7	,000	2,326	15,646	0,029
Model c: regresja krokowa dla 5 lat istotność T:0.05	,729	,531	,504	,1057931	19,001	4	,000	2,101	19,321	0,001

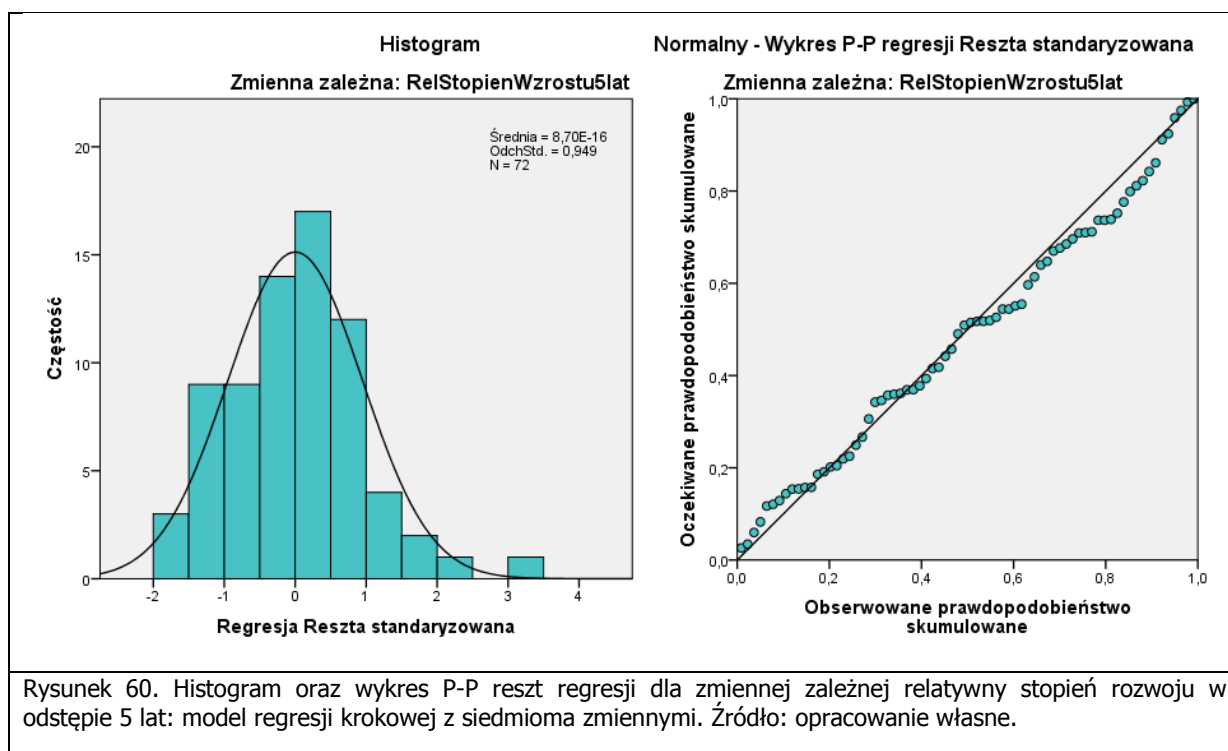
Tabela 36. Porównanie parametrów modeli regresji dla zmiennej zależnej relatywny stopień rozwoju dla 5 lat: model regresji podejściem klasycznym z 8. zmiennymi oraz regresji krokowej z siedmioma i czterema zmiennymi.
Źródło: opracowanie własne.

Dla wszystkich modeli na podstawie wyników testów Kołmogorowa-Smirnowa z korektą Lillieforsa, Shapiro-Wilka oraz obserwacji wykresów P-P oraz histogramów wartości reszt wnioskować można o zbliżonym do normalnego rozkładzie reszt, przy czym ich średnia arytmetyczna jest równa w przybliżeniu zero, co oznacza spełnienie tych założeń modelu regresji. Poniżej w sposób bardziej szczegółowy omówione zostaną różnice implikujące wybór odpowiedniego testu oraz zakres wnioskowania w projektowaniu urbanistycznym.

Testy normalności rozkładu reszt

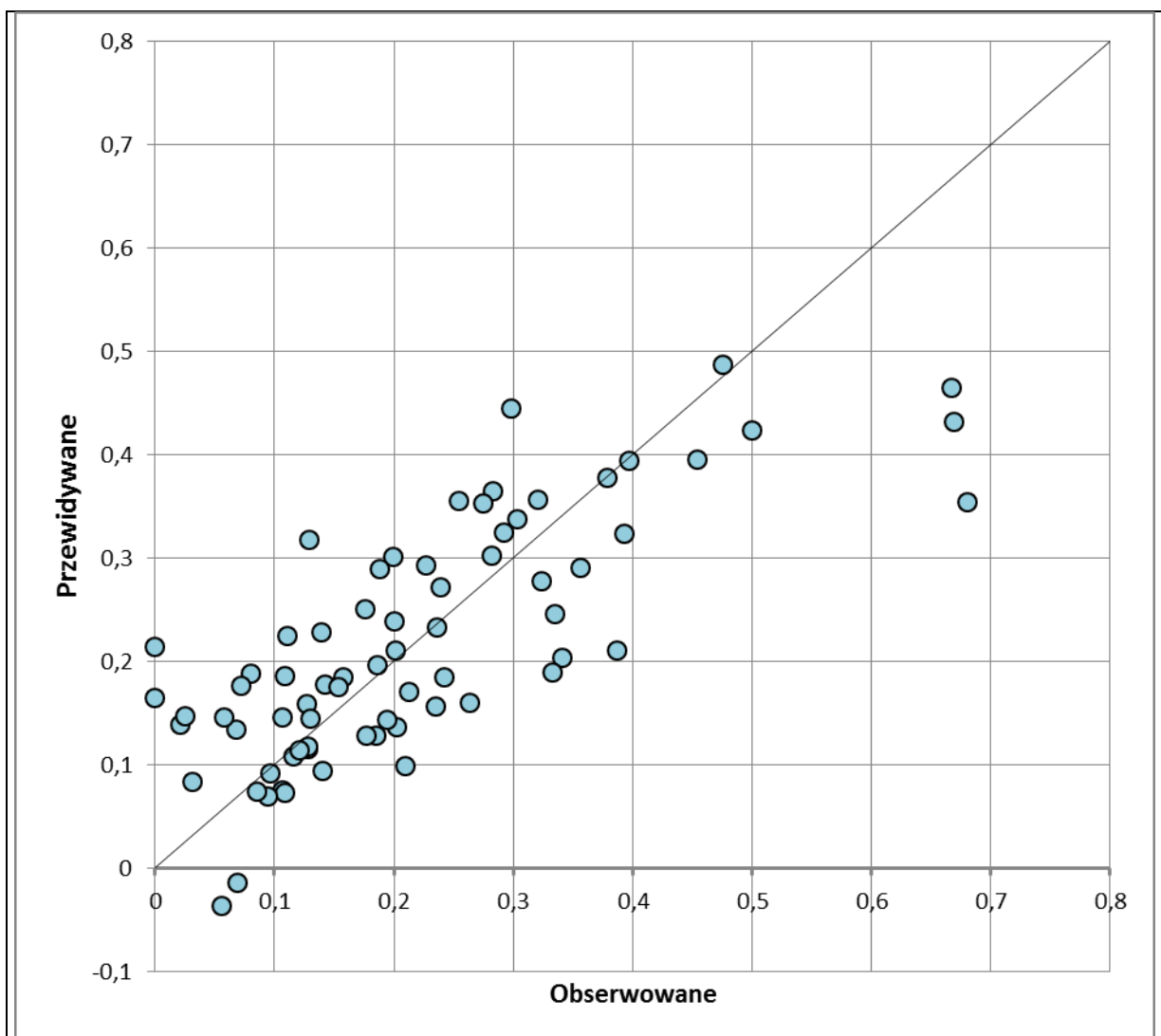
	Kołmogorow-Smirnow			Shapiro-Wilk		
	Statystyka	df	Istotność	Statystyka	df	Istotność
Model a: wszystkie predykatory	,068	72	,200*	,976	72	,174
Model b: regresja krokowa istotność t:0,1	,070	72	,200*	,968	72	,063
Model c: regresja kroka istotność t:0.05	,101	72	,068	,967	72	,059

Tabela 37. Porównanie testów podobieństwa rozkładu danej zmiennej do rozkładu normalnego dla modeli regresji dla zmiennej zależnej relatywny stopień rozwoju dla 5 lat: model regresji podejściem klasycznym z 8. zmiennymi oraz regresji krokowej z siedzioma i czterema zmiennymi. Źródło: opracowanie własne.



W pierwszym modelu ze wszystkimi ośmioma wybranymi predyktorami należy stwierdzić, że skorygowany współczynnik determinacji wynosi 0,536, zatem model tłumaczy w przybliżeniu 53% obserwowanej zmienności relatywnego stopnia wzrostu w ciągu 5 lat. W połączeniu z informacją o błędzie standardowym oszacowania na poziomie nieznacznie ponad 10% pozwala to stwierdzić, że

model ilustruje zależności, jednak w sposób dość niepewny. Rozkład reszt wskazuje na heteroskedastyczność, co jest wbrew założeniom opisanym w poprzednim rozdziale i negatywnie wpływa na ocenę modelu. Dowodzi tego fakt, że reszta o wartości 32,579% dla obszaru nr 76 w zlokalizowanego w gminie Komorniki w obrębie Komorniki 302107_2.0003 wykracza poza obszar 3 odchyień standardowych równy $3 \cdot 9,63\%$. Także test Breuscha-Pagana pozwala wnioskować o heteroskedastyczności, co ilustruje dodatkowo wykres (Rys. 61), gdzie zauważyć można, że dla dużych oraz bardzo małych wartości zmiennej bezwzględna różnica pomiędzy wartością szacowaną a wynikającą z pomiaru jest większa niż taka wartość średnio dla całej próby. Autokorelacja reszt badana była testem Durбина-Watsona. Dla 8 predyktorów i 72 prób wynik równy 2,349 oznacza brak konkluzji w kwestii autokorelacji reszt. Orzec można zatem, że model taki nie spełnia wszystkich założeń, szczególnie dotyczących homoskedastyczności, co rzutować może na skuteczność oszacowania.



Rysunek 61. Wykres rozrzutu zmiennej zależnej relatywny stopień rozwoju dla 5 lat dla modelu regresji podejściem klasycznym z uwzględnionymi 8. zmiennymi. Źródło: opracowanie własne

Jeszcze bardziej sceptycznie należy ocenić statystykę mierzoną testem t dla niektórych predyktorów. Wysoce istotne (dla testu t: $p < 0,01$) są wyłącznie zmienne oznaczone skrótowymi nazwami bilans zasobów przyrodniczych, bilans uciążliwości i infrastruktura techniczna przy czym sposób ich wpływu jest zgodny z oczekiwania, gdyż tylko bilans uciążliwości ma wartość ujemną. Istotny (dla testu t: $p < 0,05$) okazał się także dostęp do strategicznych usług. Pozostałe zmienne leżą poza tą granicą, jednakże odległość od centrum, areal skorygowany o MPZP 600 m oraz odsetek zabudowy szeregowej mieszczą się w zakresie dla testu t: $p < 0,1$, co w zależności od przyjętych założeń można uznać za stwarzające pole do wnioskowania.

	Współczynniki niestandardyzowane		Współczynniki standaryzowane Beta	Statystyka t	Istotność
	B	Błąd standardowy			
(Stała)	-,08211	,0843		-,9742	,3337
Odległość od centrum	-,00330	,0017	-,1757	-1,9655	,0538
Bilans zasobów przyrodniczych	,02742	,0080	,3001	3,4183	,0011
Bilans uciążliwości	-,01713	,0041	-,3811	-4,1397	,0001
Infrastruktura techniczna	,04361	,0078	,5539	5,5996	,0000
Dostęp do strategicznych usług	,01210	,0054	,2120	2,2506	,0279
Areal skorygowany o MPZP 600m	-,00145	,0008	-,1499	-1,7387	,0870
Zabudowa szeregowa odsetek	-,17383	,0902	-,1949	-1,9275	,0584
Zabudowa deweloperska odsetek	,01962	,0539	,0347	,3641	,7170

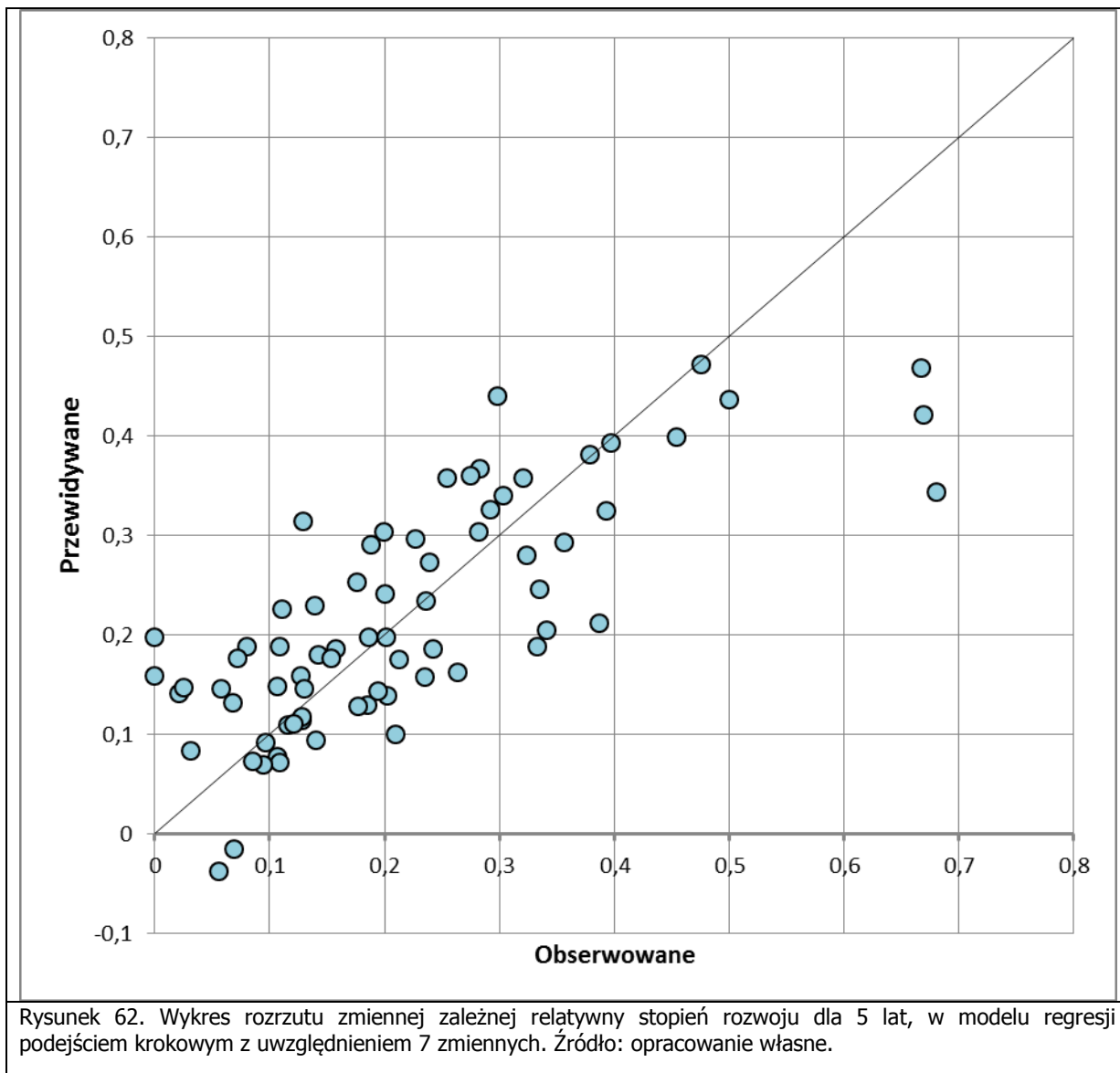
Tabela 38. Model wielorakiej regresji liniowej; zmienna:– relatywny stopień rozwoju dla 5 lat dla modelu regresji podejściem klasycznym z uwzględnionymi 8. zmiennymi. Źródło: opracowanie własne.

Sposób i skalę wpływu oszacować można na podstawie powyższej tabeli, przy czym wartości bliskie zera oznaczają słaby wpływ, a wartość bezwzględna współczynników beta standaryzowanych oznacza wprost proporcjonalnie siłę wpływu. Przed oceną i wnioskami na temat objaśnienia relatywnego stopnia rozwoju i w konsekwencji także stopnia rozwoju, warto przyrzeć się pozostałym dwóm modelom.

Pierwszy z nich, oznaczony w tabelach jako „Model b: regresja krokowa dla 5 lat istotność t:0,1” uwzględnia zmienne, dla których istotność dla testu t była na poziomie $p < 0,1$, chociaż zwykle w badaniach tego typu odrzuca się wartości powyżej 0,05⁵²⁷. W sferze przewag nad poprzednim, pełnym modelem, stwierdzić należy znaczny wzrost wartości statystyki F o ponad 15% do wartości na poziomie 13,034 oraz wzrost skorygowanego \bar{R}^2 do wartości 0,543 przy bliskim zeru spadku R^2 . Już na tej podstawie wskazać można, że ten model oszacowany w oparciu o regresję krokową przeważa nad poprzednim. Identycznie wypada jednak kwestia założenia o homoskedastyczności rozkładu reszt. Zarówno test Breuscha-Pagana oraz występowanie dla tego samego obszaru reszty większej niż wartość 3 odchyłeń standardowych ogółu reszt oraz wykres (Rys. 62) świadczą o

⁵²⁷ Op. cit. Welfe, A.: 2003, Ekonometria, s. 70-74.

heteroskedastyczności rozkładu reszt. Podobnie wynik testu Durbina-Watsona pozostaje w obszarze niekonkluzywnym.



Wziąwszy pod uwagę fakt, że usunięty predyktor „Zabudowa deweloperska odsetek” był ewidentnie nieistotny statystycznie, po jego usunięciu oszacowania współczynników modelu regresji oraz istotność praktycznie nie uległy zmianie. Wyłącznie współczynnik „Areał skorygowany o MPZP 600m” zwiększył się o 5% wartości z -0,17383 na -0,16383, w pozostałych zmiana ta była jeszcze mniejsza. Wynika z tego, że wnioski z poprzedniego modelu na temat poszczególnych zmiennych niezależnych dotyczą także poniższej tabeli 39. Przy ocenie tego wariantu regresji krokowej jako lepszego od modelu ze wszystkimi zmiennymi niezależnymi w kontekście wnioskowania na polu projektowania urbanistycznego warto rozwinąć ocenę poszczególnych predyktorów, która dotyczyć będzie, ze względu na niewielkie różnice wartości, także poprzedniego modelu. Współczynniki standaryzowane beta pozwalają oszacować, że największy w tym krótkim okresie wpływ na rozwój ma „bilans infrastruktury technicznej” w momencie uchwalenia planu, przy czym jest to wpływ

pozytywny. Wziąwszy pod uwagę główną komponentę tej zmiennej, dostęp do sieci sanitarnej, zauważyć można korelację z tempem rozwoju. Jest to zgodne z intuicyjnym domniemaniem, że braki w infrastrukturze podziemnej przekładają się na niższy stopień rozwoju szczególnie w krótkim okresie, gdy budowa poprzedzona musi być inwestycją w rozwój sieci lub właściciel działki zmuszony jest do poniesienia kosztów i niedogodności związanych na przykład z wykorzystaniem zbiornika szczelnego. Pozostałe dwa predykatory wpływające dodatnio na wartość relatywnego stopnia rozwoju w okresie 5 lat według oszacowania łącznie mają podobny wpływ. Są to silnie wpływający „bilans zasobów przyrodniczych” oraz „dostęp do strategicznych usług i obiektów”. Najbardziej negatywnie wpływa natomiast bilans uciążliwości, wszystkie pozostałe predykatory oddziałujące negatywnie, takie jak wzrost „odległości od centrum”, „areal skorygowany o MPZP 600m”, „odsetek zabudowy szeregowej” oddziałują słabiej. Oszacowanie tego wpływu bazuje na współczynnikach beta standaryzowane. Oczywiście raz jeszcze wspomnieć należy, że technika porównania współczynników standaryzowanych beta ma charakter szacunkowy, szczególnie przy różnych rozkładach zmiennych niezależnych. Jeszcze mniej uczciwe jest porównywanie wartości ujemnych z dodatnimi, gdyż suma wszystkich dodatnich jest większa od sumy bezwzględnych wartości ujemnych.

	Współczynniki niestandardyzowane		Współczynniki standaryzowane Beta	Statystyka t	Istotność
	B	Błąd standardowy			
(Stała)	-0,08529	0,08327		-1,02428	0,3096
Odległość od centrum	-0,00329	0,00167	-0,17504	-1,9721	0,0529
Bilans zasobów przyrodniczych	0,0277	0,00793	0,3031	3,4924	0,0009
Bilans uciążliwości	-0,01752	0,00397	-0,38974	-4,41257	0
Infrastruktura techniczna	0,04406	0,00763	0,55965	5,77071	0
Dostęp do strategicznych usług	0,0123	0,00531	0,21543	2,31467	0,0239
Areal skorygowany o MPZP 600 m	-0,00144	0,00083	-0,14834	-1,73448	0,0876
Zabudowa szeregowa odsetek	-0,16383	0,08531	-0,1837	-1,92031	0,0593

Tabela 39: Model wielorakiej regresji liniowej metodą krokową dla istotności na poziomie 0.1 - relatywny stopień rozwoju dla 5 lat dla modelu regresji podejściem krokowym z uwzględnionymi 7. zmiennymi. Źródło: opracowanie własne.

Niezwykle ciekawy jest także ostatni z modeli dla zmiennej relatywny stopień rozwoju dla 5 lat. Również nie spełnia on założenia homoskedastyczności, co orzec można w oparciu o test Breuscha-Pagana oraz diagnostykę odchylenia reszt. Co ciekawe test Durбина-Watsona pozwala wnioskować o braku autokorelacji reszt, co oznacza spełnienie tego założenia. Niezwykle jest jednak, że przy tak drastycznej redukcji liczby zmiennych niezależnych, gdyż zaledwie do 4, o stosunkowo niewielką wartość spadł współczynnik determinacji R^2 , z 0,588 do około 0,531. Ostatecznie oznacza to jednak, że nawet dla 4 zmiennych możliwe jest oszacowanie modelu, który ma skorygowany \bar{R}^2 o wartości 0,504, więc tłumaczy zmienność w około 50%. Oznacza to, że taki poziom oszacowania, jaki warunkowany jest przez wszystkie trzy modele, w stosunkowo niewielkim stopniu objaśnia zależności. Dane z pomiarów po 5 latach nie pozwoliły zatem na stworzenie modelu, który w dobry sposób

objaśniały zależności przestrzenne. Oczywiście, ocena R^2 i przyjęcie jakiejś wartości za minimalną jest kwestią do pewnego stopnia uznaniową, jednak przy stopniu korelacji, który występuje dla poszczególnych zmiennych, wartość R^2 z zakresu 0,5-0,6 pozwala tylko w ograniczonym stopniu na wnioskowanie. Równocześnie przedstawiony poniżej, uproszczony model jest o tyle ciekawy, że jest bardzo łatwy w zastosowaniu, gdyż wymaga mniejszej pracy związanej z pomiarami odpowiednich cech.

	Współczynniki niestandardyzowane		Współczynniki standaryzowane	Statystyka t	Istotność
	B	Błąd standardowy	Beta		
(Stała)	-0,166	0,057		-2,905	0,005
Bilans zasobów przyrodniczych	0,025	0,008	0,272	3,21	0,002
Bilans uciążliwości	-0,016	0,004	-0,361	-4,018	0
Infrastruktura techniczna	0,043	0,007	0,547	6,043	0
Dostęp do strategicznych usług	0,011	0,005	0,192	2,024	0,047

Tabela 40. Model wielorakiej regresji liniowej metodą krokową dla istotności na poziomie 0.05 - relatywny stopień rozwoju dla 5 lat dla modelu regresji podejściem krokowym z uwzględnionymi 4. zmiennymi niezależnymi. Źródło: opracowanie własne.

Wobec faktu, że wszystkie powyższe modele liniowe dla zmiennej relatywny stopień rozwoju w okresie 5 lat charakteryzują się stosunkowo niskim współczynnikiem dopasowania oraz naruszają pewne założenia modelu regresji, co wpływa negatywnie na jego wiarygodność, możliwe jest jeszcze poszukiwanie modeli z obszaru uogólnionych modeli liniowych i nieliniowych (GLZ) w myśl zasady wyrażonej Równanie 4, które wprowadza funkcję wiążącą⁵²⁸. Wadą takiego rozwiązania jest trudniejsze objaśnienie zjawiska, gdyż równanie regresji staje się bardziej skomplikowane i nieliniowe, dlatego rozwiązanie to można uznać za pożądane wyłącznie w sytuacji znacznej poprawy dopasowania modelu mierzonego poprzez skorygowane \bar{R}^2 lub spełnienia założeń niespełnionych przy równaniu liniowym. W powyższym przykładzie, szczególnie na wykresie (Rys. 62), zauważyć można, że wartości przewidywane są znacznie mniejsze od obserwowanych szczególnie dla dużych wartości relatywnego stopnia rozwoju. Skłania to do poszukiwania funkcji wiążącej, która zredukuje te dysproporcje reszt. W tym kontekście zbadane funkcje to pierwiastek kwadratowy, funkcja wykładnicza z ujemnej wartości oraz znane z zastosowania w sztucznych sieciach neuronowych funkcje sigmoidalna oraz tangens hiperboliczny przedstawione poniżej.

$$S = \frac{1}{1+e^{-x*4}}, \text{ funkcja sigmoidalna wykorzystana w badaniu,}$$

⁵²⁸ Op. cit. Madsen, H. i Thyregod, P.: 2010, Introduction to General and Generalized Linear Models, s. 47.

$$H = tgh(x * 1.5) = \frac{e^{x*1,5} - e^{-x*1,5}}{e^{x*1,5} + e^{-x*1,5}}$$

badaniu,

Równanie 29. Funkcje wiążące wykorzystane w badaniu. Mnożniki dopasowane zostały w poszukiwaniu najwyższej wartości \bar{R}^2 . Źródło: opracowanie własne.

Wyniki dla pierwiastka kwadratowego oraz funkcji wykładniczej były znacznie gorsze niż dla funkcji liniowej z R^2 poniżej 0,5. Z drugiej strony zarówno funkcja sigmoidalna, jak również tangens hiperboliczny nieznacznie poprawiły parametry dopasowania modelu.

b. Zmienna zależna: RelStopienWzrostu5lat	R	R^2	Skorygowane \bar{R}^2	statystyka a F	d f	Istotność F	Autokorelacja: Durbina-Watsona	Heteroskedastyczność: Breuscha-Pagana	
								Statystyka	Istotność
Model b: regresja krokowa dla 5 lat istotność T:0,1	,767	,588	0,543	13,034	7	0,000	2,326	15,646	0,029
Model d: regresja krokowa dla 5 lat istotność T:0,1, sigmoid	,778	,605	,562	14,007	7	0,000	2,506	2,316	0,940
Model e: regresja krokowa dla 5 lat istotność T:0,1, tangens hiperboliczny	,78	,608	,565	14,178	7	0,000	2,448	4,457	0,726

Tabela 41. Porównanie parametrów modeli regresji dla zmiennej zależnej relatywny stopień rozwoju dla 5 lat dla regresji krokowej z siedmioma zmiennymi z funkcją wiążącą tożsamości, sigmoid i tangens hiperboliczny. Źródło: opracowanie własne.

Warto zwrócić uwagę, że zgodnie z zamierzeniem reszty modelu stały się w obu przypadkach homoskedastyczne, o czym świadczą wykresy rozrzutu, test Breuscha-Pagana oraz niewystępowanie reszt przekraczających trzykrotność odchylenia standardowego reszt, o których rozkładach wnioskować można, że są zbliżone do normalnych w jeszcze większym stopniu niż w modelu liniowym.

	Współczynniki niestandardyzowane		Współczynniki standaryzowane Beta	Statystyka t	Istotność
	B	Błąd standardowy			
(Stała)	0,46408	0,05798		8,00399	0
Odległość od centrum	-0,00242	0,00116	-0,18111	-2,08475	0,041
Bilans zasobów przyrodniczych	0,02174	0,00552	0,33445	3,93729	0
Bilans uciążliwości	-0,01288	0,00277	-0,40279	-4,65934	0
Infrastruktura techniczna	0,03087	0,00532	0,55124	5,80741	0
Dostęp do strategicznych usług	0,00963	0,0037	0,23705	2,6023	0,011
Areał skorygowany o MPZP 600m	-0,00095	0,00058	-0,13829	-1,65202	0,1
G - Zabudowa szeregową odsetek	-0,13397	0,05941	-0,21114	-2,25511	0,028

Tabela 42. Model wielorakiej regresji liniowej metodą krokową dla istotności na poziomie 0.1 - Stopień wzrostu w ciągu 5 lat z funkcją wiążącą sigmoid. Źródło: opracowanie własne.

	Współczynniki niestandardyzowane		Współczynniki standardyzowane Beta	Statystyka t	Istotność
	B	Błąd standardowy			
(Stała)	-0,08117	0,09813		-0,827	0,411
X _A - Odległość od centrum	-0,00407	0,00197	-0,17929	-2,071	0,042
X _B - Bilans zasobów przyrodniczych	0,03602	0,00935	0,32617	3,854	0
X _C - Bilans uciążliwości	-0,02181	0,00468	-0,40147	-4,661	0
X _D - Infrastruktura techniczna	0,0532	0,009	0,55919	5,913	0
X _E - Dostęp do strategicznych usług	0,01604	0,00626	0,23248	2,562	0,013
X _F - Areal skorygowany o MPZP 600m	-0,00168	0,00098	-0,14377	-1,724	0,09
X _G - Zabudowa szeregowa odsetek	-0,22126	0,10054	-0,20528	-2,201	0,031

Tabela 43. Model wielorakiej regresji liniowej metodą krokową dla istotności na poziomie 0.1 - Stopień wzrostu w ciągu 5 lat z funkcją wiążącą tangens hiperboliczny. Źródło: opracowanie własne.

Powyższe tabele dowodzą, że funkcja wiążąca w bardzo niewielkim stopniu wpłynęła na relacje poszczególnych predyktorów szacowaną ich wartościami współczynników beta. Równocześnie poprawa parametrów przy przekształceniu wciąż jest niewielka i świadczy o ograniczonym stopniu objaśnienia zmienności relatywnego stopnia rozwoju przez siedem z przygotowanych predyktorów. W kontekście przytoczonych danych za najlepszy do dokonywania predykcji należy uznać model wykorzystujący funkcję tangens hiperboliczny, szczególnie w związku ze spełnieniem w jego przypadku założenia homoskedastyczności oraz utrzymania wszystkich siedmiu zmiennych niezależnych poniżej progu istotności 0,1 mierzonego w oparciu o test t. Równanie regresji wybrane do analiz regresji dla zmiennej zależnej w odstępie 5 lat od momentu uchwalenia planu przyjmuje zatem następującą postać:

$$\tanh(y_i) = -0,00407 \cdot X_{Ai} + 0,03602 \cdot X_{Bi} - 0,02181 \cdot X_{Ci} + 0,0532 \cdot X_{Di} + 0,01604 \cdot X_{Ei} - 0,00168 \cdot X_{Fi} - 0,22126 \cdot X_{Gi} - 0,08117 + \varepsilon_i,$$

$$y_i = \frac{2}{3} \operatorname{arctanh}(-0,00407 \cdot X_{Ai} + 0,03602 \cdot X_{Bi} - 0,02181 \cdot X_{Ci} + 0,0532 \cdot X_{Di} + 0,01604 \cdot X_{Ei} - 0,00168 \cdot X_{Fi} - 0,22126 \cdot X_{Gi} - 0,08117 + \varepsilon_i)$$

$$y_i =$$

$$\frac{1}{3} \ln \left(\frac{1 - 0,00407 \cdot X_A + 0,03602 \cdot X_A - 0,02181 \cdot X_A + 0,0532 \cdot X_A + 0,01604 \cdot X_A - 0,00168 \cdot X_A - 0,22126 \cdot X_A - 0,08117}{1 + 0,00407 \cdot X_A - 0,03602 \cdot X_A + 0,02181 \cdot X_A - 0,0532 \cdot X_A - 0,01604 \cdot X_A + 0,00168 \cdot X_A + 0,22126 \cdot X_A + 0,08117} \right) + f_i$$

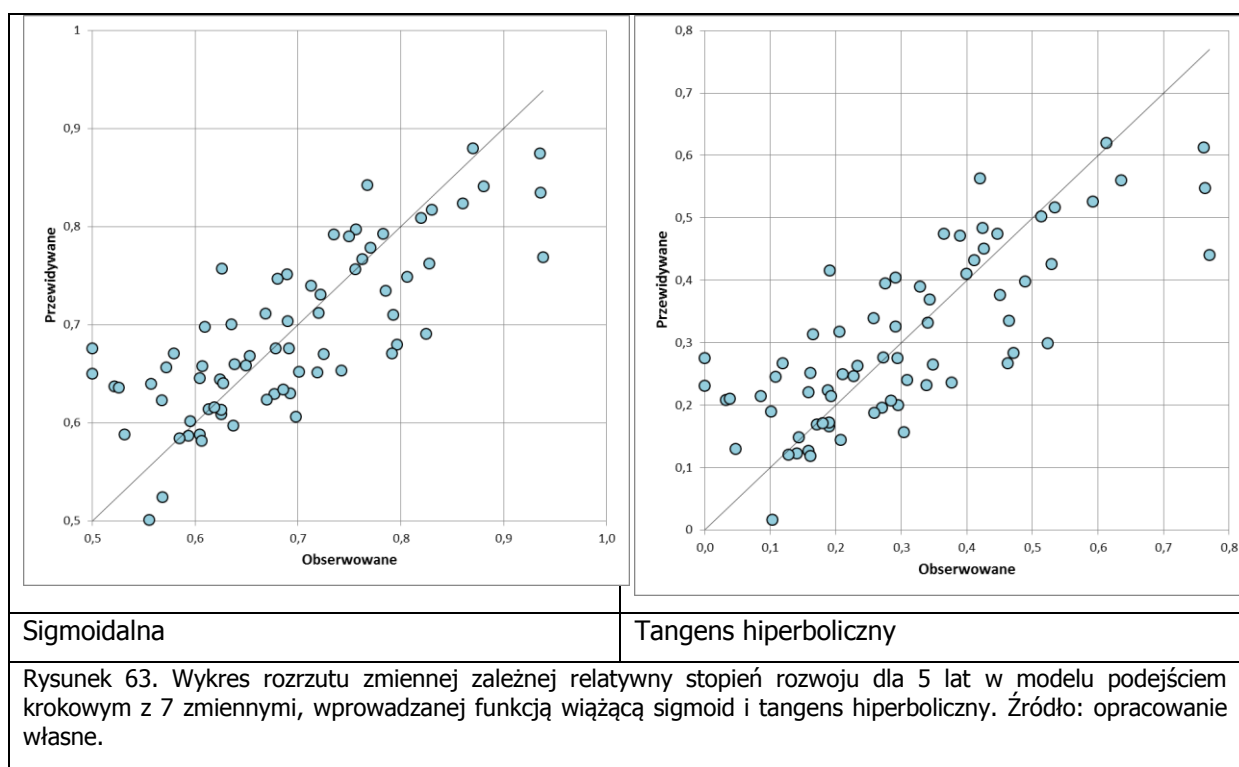
$$g_i =$$

$$(1 - S_i) \frac{1}{3} \ln \left(\frac{1 - 0,00407 \cdot X_A + 0,036 \cdot X_A - 0,0218 \cdot X_A + 0,053 \cdot X_A + 0,016 \cdot X_A - 0,00168 \cdot X_A - 0,221 \cdot X_A - 0,081}{1 + 0,00407 \cdot X_A - 0,036 \cdot X_A + 0,0218 \cdot X_A - 0,053 \cdot X_A - 0,016 \cdot X_A + 0,00168 \cdot X_A + 0,221 \cdot X_A + 0,081} \right) + f_i$$

, gdzie zmienne X_i opisane są w tabeli 43, i – numer obserwacji, ε_i – reszta równania regresji f_i – różnica pomiędzy wartością przewidywaną, a obserwowaną, g_i – zmienna zależna stopień rozwoju w

odstępie 5 lat, y_i – zmienna zależna relatywny stopień rozwoju w odstępie 5 lat, S_i – Stan początkowy (iloraz istniejących w momencie uchwalenia MPZP budynków do wszystkich w planie)

Równanie 30. Wybrane równanie regresji do zastosowań analitycznych dla zmiennej zależnej dla 5 lat. Źródło: opracowanie własne.



Wnioski:

Stopień objaśnienia oraz możliwości analityczne modelu regresji dla 5 lat są ograniczone. Wnioskowanie na temat objaśnienia zależności w oparciu o model regresji zostały przedstawione na przykładzie regresji liniowej z 7 predyktorami. Wskazują one na duże znaczenie dostępu do infrastruktury oraz zasobów przyrodniczych i dostępu do strategicznych usług i obiektów oraz na stosunkowo mały wpływ odległości od centrum aglomeracji. Nieznacznie wolniej rozwijają się natomiast obszary, gdzie występuje duży odsetek zabudowy szeregowej. Przy posłkowaniu się równaniem w celach analitycznych rekomendowany jest model wykorzystujący funkcje wiążącą tangensa hiperbolicznego z 7 zmiennymi niezależnymi, który ma większą wartość współczynnika dopasowania R^2 , jednakże największy błąd w jego przypadku jest nieznacznie większy od modelu liniowego. Dotyczy obszaru nr 76 w zlokalizowanego w gminie Komorniki w obrębie Komorniki 302107_2.0003, gdzie wartość błędu w liniowym modelu równa się 33,744%, a przy wykorzystaniu tangensa hiperbolicznego 36,45%.

W ujęciu projektowania urbanistycznego szczególnie istotne jest porównania współczynników standaryzowanych beta dla zmiennych niezależnych. Zaskakujące, że odległość od centrum wpływa około dwa razy słabiej, wedle szacunków i w badanym zakresie odległości, niż występujące uciążliwości. Wnioskować można zatem, że w badanych latach, w ciągu pięciu lat, co w skali rozwoju obszarów mieszkaniowych jest stosunkowo krótkim czasem, za priorytet uznać można unikanie uciążliwości, natomiast negatywne oddziaływanie odległości od centrum oraz lokalnego, dużego arealu funkcji mieszkaniowej są stosunkowo mniejsze. Co ciekawe, obszar o dużym odsetku zabudowy szeregowej, według przyjętej skali pomiaru relatywnego stopnia rozwoju także spowalnia wypełnianie obszaru zabudową, chociaż w mniejszym stopniu. W kolejnym etapie pracy, po przeprowadzeniu regresji dla wszystkich odstępów czasu, istotne jest prześledzenie ewentualnych zmian we wpływie odpowiednich predyktorów.

Ogólnie stwierdzić można nieskuteczność modelu dla diagnostyki obszarów szybko rozwijających się. Obserwacja rozkładu reszt pozwala domniemywać uzależnienie modelu od lokalizacji w odpowiedniej gminie i roku powstania, co należy w dalszej części sprawdzić.

Wyniki badania regresji wielorakiej dla 10 lat

Kolejne ujęcia czasowe badanej zmiennej zależnej przypada na 10 lat. Jest to czas uznany za najbardziej istotny w rozprawie, gdyż wyraża pewien kompromis pomiędzy długim okresem pozwalającym na zatarcie czynników losowych i chwilowych oddziaływań ponadlokalnych takich jak na przykład koniunktura na rynku nieruchomości. Z drugiej strony czas ten pozwala na ujęcie dużej puli obszarów, w których miejscowy plan wprowadzony został już według przepisów ustawy z 2003 roku⁵²⁹, co implikuje także ogólną większą pulę przypadków. Jak wykazały późniejsze badania, zmienność dla 15 lat wyjaśnić można w nieznacznie większym stopniu według miar dopasowania takich jak R^2 , jednakże w kontekście praktycznego wykorzystania jest to czas bardzo długi. Co więcej, bardzo trudno udowodnić, że lepsze dopasowanie nie jest wynikiem mniejszej próby, gdyż oczywiście wszystkich planów miejscowych wprowadzonych po 2002 nie sposób zmierzyć w zakresie stopnia rozwoju w odstępie 15 lat.

Powyższe rozważania oznaczają, że badanie to jest szczególnie istotne w niniejszej rozprawie. Podobnie do poprzedniego modelu dla 5 lat wybrana została zmienna zależna w wariancie relatywnego stopnia rozwoju, a więc mierzona jako iloraz liczby budynków zrealizowanych do łącznej liczby nowych budynków przewidzianych w planie miejscowym. Argumentacja takiej decyzji pozostaje niezmienną i dotyczy normalności rozkładu 6.1. Poniżej przedstawione zostanie jednak porównanie obu wariantów. W aktualnie rozważanym przypadku 10 lat testowane były liczne modele, co związane jest z zastosowaniem regresji krokowej oraz rozważaniem dwóch wariantów zmiennych zależnych oraz różnych funkcji wiążących.

⁵²⁹ Op. cit. Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym, Rozdział 2, Art. 14 - 37.

Tabela 44 pokazuje, że wszystkie modele są wysoce istotne, jednakże ich parametry znacząco się różnią. Omówienie w pierwszej kolejności wariantów odrzuconych wraz z odpowiednią argumentacją pozwoli usystematyzować opis. Dla dostępnej próby badawczej rozważane były funkcje wiążące potęgowa, pierwiastkowa, wykładnicza, tangens hiperboliczny oraz sigmoidalna, które to funkcje przedstawione są powyżej (Równanie 29). Stosowanie różnych funkcji nie zwiększało współczynnika determinacji R^2 , dlatego koncepcja ta została odrzucona już na wstępnym etapie. W poniższej tabeli przedstawione zostały parametry dla funkcji wiążącej tangens hiperboliczny, która z wymienionej grupy przedstawiała najwyższy współczynnik determinacji R^2 równy 0,824, co oznacza, że funkcja liniowa gwarantuje lepsze dopasowanie według tego współczynnika równe 0,830. Są to równocześnie parametry bardzo zbliżone. Kolejnym modelem wartym omówienia jest regresja w oparciu o podstawowy wariant zmiennej zależnej „stopień rozwoju” z uwzględnieniem jako jednego z predyktorów rozwoju w momencie wprowadzenia planu. W tym wypadku efekt jest znacznie gorszy, R^2 niższe i część współczynników uznanych może być według testu t-Studenta za nieistotne statystycznie, w tym ów „stan w roku zero” oraz „odsetek zabudowy deweloperskiej”. W tej sytuacji ten model także został odrzucony.

1. Zmienna zależna: relatywny stopień wzrostu dla 10 lat										
	R	R^2	Skorygowane \bar{R}^2	Błąd standardowy oszacowania	statystyka F	df	Istotność F	Autokorelacja: s. Durbina-Watsona	Heteroskedastyczność: Breusch-Pagana	
									Statystyka	Istotność
Model a: wszystkie predyktory	,911	,830	,809	,0741190	38,542	8	,000	2,013	20,3	,009
Model b: regresja krokowa istotność T:0,05	,910	,827	,809	,0741595	43,848	7	,000	1,941	2,914	,893
Model c: regresja krokowa istotność T:0,05, tangens hiperboliczny	,908	,824	,804		42,715	7	,000	1,956	3,201	,8658
2. Zmienna zależna: stopień wzrostu dla 10 lat										
Model d: wszystkie predyktory 9	,883	,779	,747	,0880904	24,263	9	,000	1,656	7,551	,5800

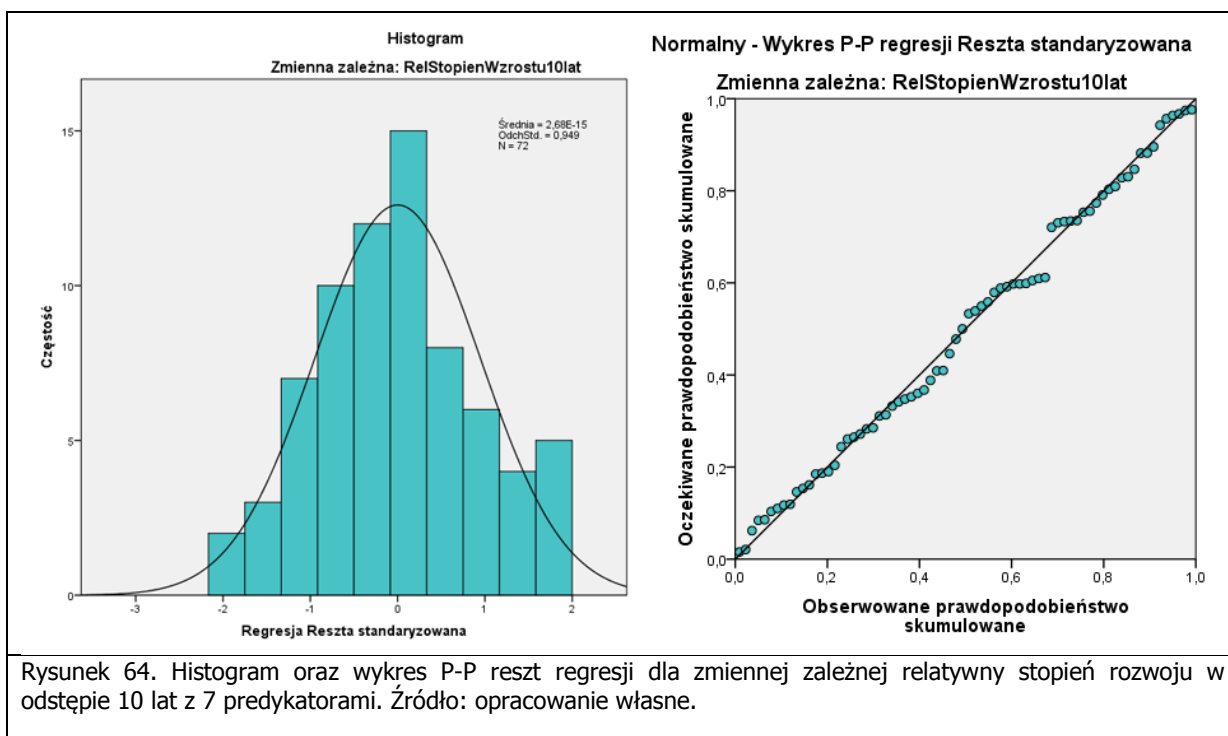
Tabela 44. Porównanie modeli regresji oszacowanych dla odstępu 10 lat od momentu uchwalenia planu. Źródło: opracowanie własne.

Do omówienia zostały zatem dwa modele: regresja ze wszystkimi ośmioma wybranymi predyktorami oraz metoda krokowa, która pozwoliła na oszacowanie modelu z siedmioma zmiennymi niezależnymi. Dla obu modeli na podstawie wyników testów Kołmogorowa-Smirnowa z korektą Lillieforsa i Shapiro-Wilka oraz obserwacji wykresów P-P i histogramów wartości reszt wnioskować można o zbliżonym do normalnego rozkładzie reszt, przy czym ich średnia arytmetyczna jest równa w przybliżeniu zero, co oznacza spełnienie tych założeń modelu regresji.

Testy normalności rozkładu reszt

	Kolmogorow-Smirnow			Shapiro-Wilk		
	Statystyka	df	Istotność	Statystyka	df	Istotność
Model a: wszystkie predykatory	,051	72	,200	,992	72	,937
Model b: regresja krokowa, istotność t:0.05	,063	72	,200	,987	72	,664

Tabela 45. Porównanie testów podobieństwa rozkładu danej zmiennej do rozkładu normalnego dla modeli regresji dla zmiennej zależnej relatywny stopień rozwoju dla 10 lat, w modelu regresji podejściem klasycznym uwzględniono 8 zmiennych oraz regresji krokowej z siedmioma zmiennymi. Źródło: opracowanie własne.



Rysunek 64. Histogram oraz wykres P-P reszt regresji dla zmiennej zależnej relatywny stopień rozwoju w odstępie 10 lat z 7 predyktorami. Źródło: opracowanie własne.

W tym przypadku mowa o dwóch modelach. Ich ekstensywne porównywanie jest jałowe, gdyż porównanie dwóch tabeli 46, 47 wskazuje, że zmienna „Zabudowa deweloperska odsetek” jest prawie bez znaczenia, szacując po współczynnikach standaryzowanych beta oraz statystyce t, zatem naturalnym jest wybór drugiego, uproszczonego modelu z usuniętą omawianą zmienną. Porównywanie nie ma sensu, gdyż modele te są prawie identyczne, a usunięcie wspomnianej zmiennej prawie nie zmienia wyników. To jak nieznacząco, a często myląco wpływa ta zmienna dotycząca organizacji procesu inwestycyjnego ilustrują wykresy (Rys. 65). Na podstawie takiego oszacowania wyciągnąć można ogólny wniosek o wpływie sposobu organizacji inwestycji, chociaż z czytelnym zastrzeżeniem, że zdecydowana mniejszość planów z wybranej puli zawiera obszary realizowane w sposób zorganizowany, gdzie określony inwestor publiczny lub prywatny budował w danym miejscu wiele obiektów. Tendencję tę można uznać za dotyczącą ogólnie aglomeracji poznańskiej, jednakże w związku z rzadkim występowaniem takiej zabudowy opis tego wpływu jest

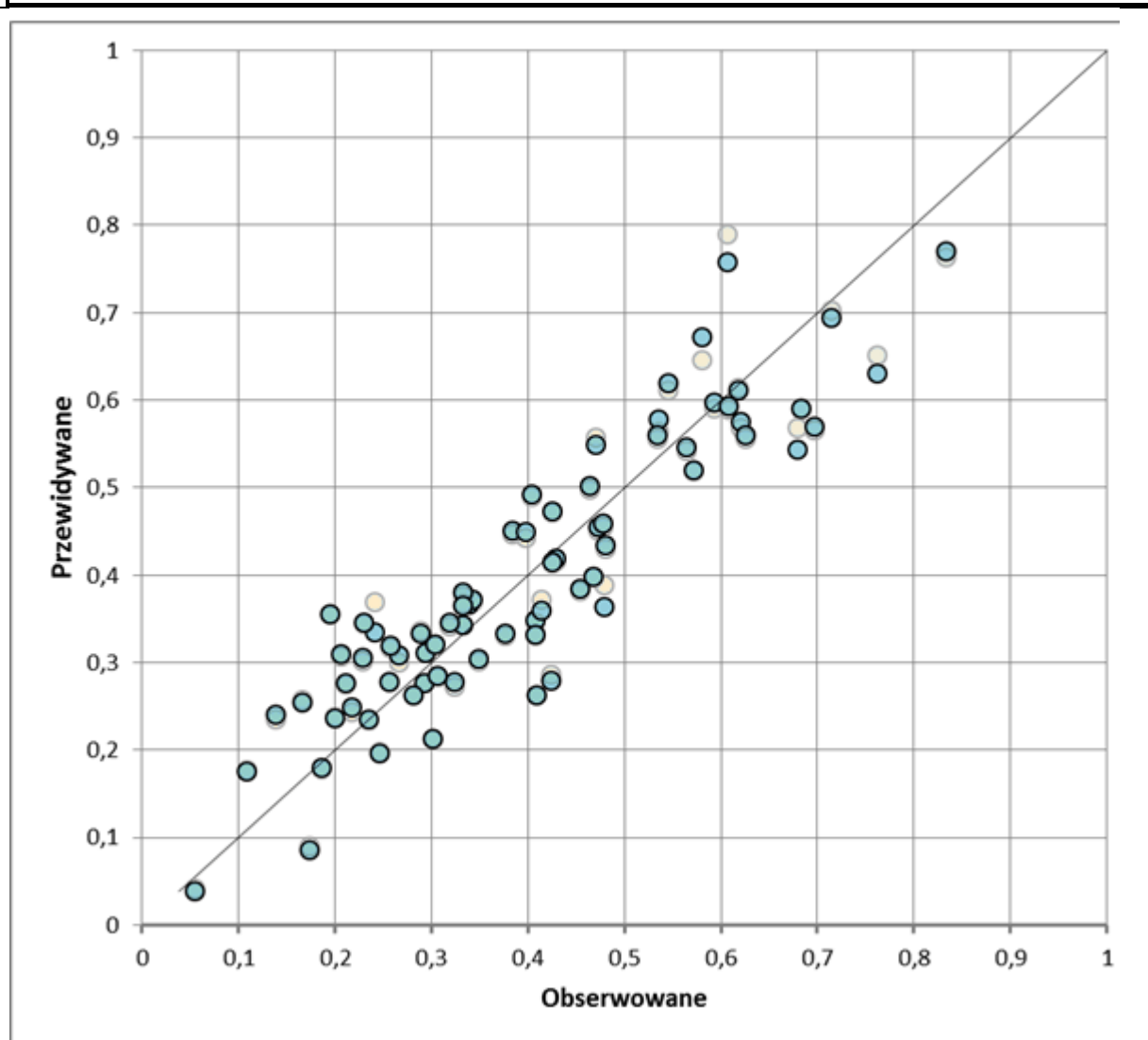
niepewny. Jakikolwiek odsetek takiej zabudowy pojawił się na 12 obszarach, a w ośmiu przypadkach był większy niż 25% ogółu przewidzianych budynków. Jest to zbyt mało, by wyciągać znaczące wnioski, jednakże z całą pewnością należy stwierdzić, że w polu obserwacji nie sposób obronić tezy, że taka forma organizacyjna determinuje znacznie szybszą realizację budynków przewidzianych w planie. W badanych przykładach przeważa wpływ pozytywny uwzględnienia ósmej zmiennej na dokładność modelu, chociaż występują przypadki, gdzie wprowadzenie tej zmiennej do modelu oddala linię regresji od wartości pomiaru dla danego obszaru, co oznacza zwiększenie w tym przypadku błędu. Warto równocześnie zwrócić uwagę na fakt, że odchylenie standardowe dla reszt obszarów, w których pojawia się zabudowa zorganizowana, jest o ponad 47% większe. Dla ogółu wynosi 6,98%, natomiast dla tych przypadków 10,28%, natomiast w obszarach, gdzie stosunek takiej formy organizacji przeważa nad pozostałą, więc wynosi przynajmniej 50%, odchylenie standardowe jest prawie dwukrotnie większe i wynosi 12,8%, przy czym w czterech przypadkach wpływ ten jest dodatni, a w jednym ujemny. Podjęta została próba uproszczenia tego predyktora i wprowadzenia go na skali dychotomicznej według podziału na obszary, gdzie taka zabudowa przeważa (więcej niż 50% budynków), oraz gdzie jest w mniejszości. Nie przyniosło to efektu, a uzyskana w ten sposób istotność była na poziomie 0,276, a więc znacznie przeważała nad wartością $p = 0,05$, a nawet $p = 0,1$. W kontekście projektowania urbanistycznego jest to niezwykle cenna informacja. Przede wszystkim przeczy ona tezie, że obszar realizowany przez dewelopera zawsze rozwija się szybciej. Dane te pozwalają także wnioskować, że dla takich obszarów predykcja jest mniej dokładna, a przebieg rozwoju mniej przewidywalny. Jednoznaczne wytłumaczenie takiego zjawiska nie jest proste, a przypadków do wnioskowania jest stanowczo zbyt mało, jednakże w przypadku dewelopera liczba podmiotów odpowiadających za decyzję o inwestycji jest znacznie mniejsza, co niejako zmniejsza pulę przypadkowych zdarzeń i przez to pogarsza predykcję. Podsumowując, stwierdzić można, że w przypadkach analizy obszarów realizowanych przez dewelopera spodziewać się można większego błędu predykcji.

	Współczynniki niestandardyzowane		Współczynniki standaryzowane Beta	Statystyka t	Istotność
	B	Błąd standardowy			
(Stała)	,11050781	0,0611		1,8084	0,0753
X _A – Odległość od centrum	-,00663662	0,0012	-,31288745	-5,451	0
X _B – Bilans zasobów przyrodniczych	,03860134	0,0058	,37419530	6,6382	0
X _C – Bilans uciążliwości	-,02389704	0,003	-,47083128	-7,9645	0
X _D – Infrastruktura techniczna	,04676061	0,0056	,52612404	8,2826	0
X _E – Dostęp do strategicznych usług	,01839901	0,0039	,28554319	4,721	0
X _F – Areał skorygowany o MPZP 600 m	-,00311464	0,0006	-,28448185	-5,1382	0
X _G – Zabudowa szeregowa odsetek	-,25532025	0,0654	-,25357493	-3,905	0,0002
X _H – Zabudowa deweloperska odsetek	,04040724	0,0391	,06321704	1,0344	0,3049

Tabela 46. Model wielorakiej regresji liniowej predykcji – relatywny stopień rozwoju w ciągu 10 lat, w modelu z 8 zmiennymi niezależnymi. Źródło: opracowanie własne.

	Współczynniki niestandardyzowane		Współczynniki standaryzowane	Statystyka t	Istotność
	B	Błąd standardowy	Beta		
(Stała)	,1039702279	0,0608		1,7096	0,0922
X _A – Odległość od centrum	-,0066116981	0,0012	-,3117123792	-5,4286	0
X _B – Bilans zasobów przyrodniczych	,0391734634	0,0058	,3797413478	6,7635	0
X _C – Bilans uciążliwości	-,0246989656	0,0029	-,4866312913	-8,5165	0
X _D – Infrastruktura techniczna	,0476941699	0,0056	,5366279464	8,5533	0
X _E – Dostęp do strategicznych usług	,0188048045	0,0039	,2918409345	4,8471	0
X _F – Areal skorygowany o MPZP 600 m	-,0030834416	0,0006	-,2816323619	-5,0903	0
X _G – Zabudowa szeregową odsetek	-,2347176685	0,0623	-,2331131890	-3,767	0,0004

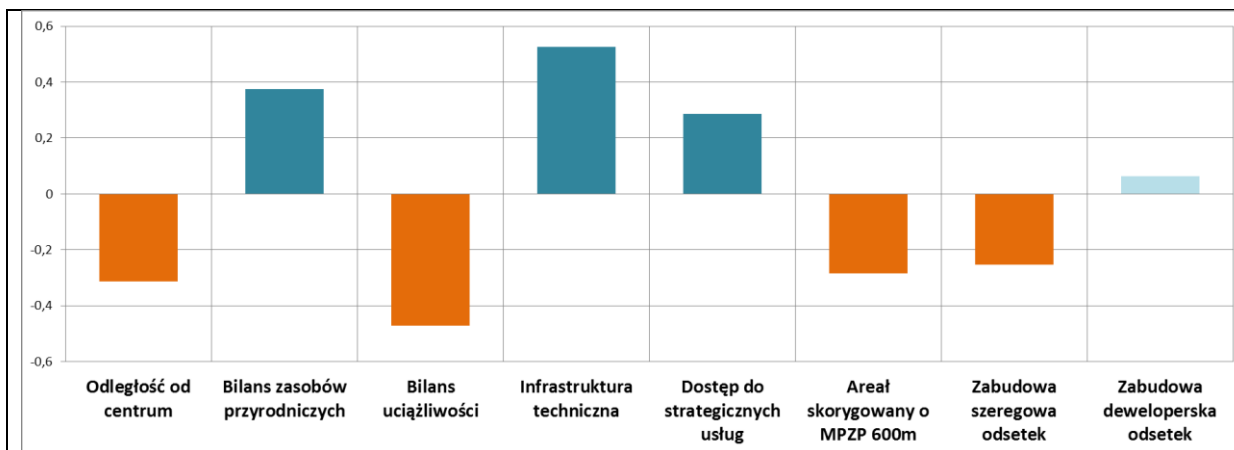
Tabela 47. Model wielorakiej regresji liniowej predykcji: Relatywny topień rozwoju w ciągu 10 lat w modelu z 7 zmiennymi niezależnymi. Źródło: opracowanie własne.



Rysunek 65. Wykres rozrzutu zmiennej zależnej relatywny stopień rozwoju dla 10 lat, w modelu regresji podejściem krokowym z uwzględnieniem 7. zmiennych niezależnych zaznaczona kolorem niebieskim, zarysowane na pomarańczowe punkty rozrzutu dla modelu regresji z 8 predyktorami wskazują na niewielkie różnice między modelami. Źródło: opracowanie własne.

Oznacza to, że podstawowe kryteria istotności wszystkich predyktorów spełnia tylko jeden model sformułowany w oparciu o regresję krokową, w której pozostawione zostało 7 zmiennych niezależnych. W pierwszej kolejności należy stwierdzić, że R^2 i Skorygowane \bar{R}^2 na poziomach odpowiednio 0,827 i 0,809 świadczą o dobrym dopasowaniu modelu do obserwacji. Największy błąd ujemny wynosi -16%, a największy dodatni 14,6% relatywnego stopnia rozwoju, natomiast średnia wartość bezwzględna błędów to 5,7%. Wyniki te dają szerokie pole do interpretacji i objaśniania, a także do wykorzystania w procesie projektowania urbanistycznego, gdyż tłumaczą około 80% zmienności, a pojawiające się błędy oszacowania nie zmieniają zasadniczo odczytu obszaru. Dokładne porównanie niewymagające znajomości miar statystycznych przedstawione jest w tabeli 35. Jednak już nawet powyższy wykres ilustruje ewidentnie liniowy charakter zależności, w którym naturalnie pojawiają się pewne błędy. Pozostałą kwestią jest weryfikacja spełnienia założeń. Podstawowe z nich dotyczące rozkładu normalnego reszt opisane zostały powyżej. Należy stwierdzić spełnienie tego założenia dotyczącego normalnego rozkładu reszt oraz równą zeru średnią arytmetyczną (w przybliżeniu do kilkudziesięciu miejsc po przecinku), co jest kolejnym założeniem modelu. Co więcej, rozkład reszt wskazuje na homoskedastyczność, czego dowodzi brak reszt poza obszarem trzech odchyłeń standardowych oraz wynik testu Breuscha-Pagana, który przy wartości statystyki 2,419 nie wykazał heteroskedastyczności. Zilustrowane jest to także na wykresie rozrzutu (Rys. 65). Autokorelacja reszt badana była testem Durбина-Watsona. Dla rozpatrywanego modelu z 7 zmiennymi niezależnymi oraz dla wyjściowego z 8 predyktorów przy 72 próbach wynik pozwala wnioskować o braku autokorelacji reszt. Obie konkluzje pozytywnie wpływają na możliwości wykorzystania modelu w zastosowaniach analitycznych.

W kwestii oceny poszczególnych predyktorów należy stwierdzić, że ich zasadniczy układ jest bardzo podobny do modelu dla odstępu 5 lat od wprowadzenia planu, chociaż zauważyć można pewne różnice. Prócz wyeliminowanego odsetka „zabudowy zorganizowanej” wszystkie zmienne są wysoce istotne statycznie. Dwa predyktory najbardziej wpływające na zmienność według oszacowania przy pomocy współczynników standaryzowanych beta to „infrastruktura techniczna”, która wpływa dodatnio oraz „bilans uciążliwości”, który wpływa ujemnie. Znacząco pozytywnie wpływają także „bilans zasobów przyrodniczych” oraz dostęp do strategicznych usług. Ujemnie wpływa natomiast na dość zbliżonym poziomie według tego sposobu oszacowania „odległość od centrum aglomeracji”, „areal mieszkaniowy” mierzony w odległości 600 metrów od środka obszaru oraz „odsetek zabudowy szeregowej”. W tym układzie zmiennych i przy takich korelacjach odsetek zabudowy deweloperskiej wpływa znikomo, lecz pozytywnie, jest przy tym nieistotny statycznie.



Rysunek 66. Oszacowanie wpływu poszczególnych czynników w oparciu o współczynniki standaryzowane beta dla modelu z 8 zmiennymi niezależnymi. Źródło: opracowanie własne.

$$y_i = -0,0066 \cdot X_{Ai} + 0,0392 \cdot X_{Bi} - 0,0247 \cdot X_{Ci} + 0,0477 \cdot X_{Di} + 0,0188 \cdot X_{Ei} - 0,0031 \cdot X_{Fi} - 0,2347 \cdot X_{Gi} - 0,104 + \varepsilon_i$$

$$g_i = (1 - S_i)(-0,0066 \cdot X_{Ai} + 0,0392 \cdot X_{Bi} - 0,0247 \cdot X_{Ci} + 0,0477 \cdot X_{Di} + 0,0188 \cdot X_{Ei} - 0,0031 \cdot X_{Fi} - 0,2347 \cdot X_{Gi} - 0,104) + f_i$$

X_A – odległość od centrum, X_B – bilans zasobów przyrodniczych, X_C – bilans uciążliwości, X_D – infrastruktura techniczna, X_E – dostęp do strategicznych usług, X_F – areał skorygowany o MPZP 600 m, X_G – zabudowa szeregowa odsetek (Tab. 47), i – numer obserwacji, ε_i – reszta równania regresji, y_i – zmienna zależna relatywny stopień rozwoju w odstępie 10 lat, f_i – różnica pomiędzy wartością przewidywaną a obserwowaną, g_i – zmienna zależna stopień rozwoju w odstępie 10 lat, y_i – zmienna zależna relatywny stopień rozwoju w odstępie 10 lat, S_i – stan początkowy (iloraz istniejących w momencie uchwalenia MPZP budynków do wszystkich w planie).

Równanie 31. Wybrane równanie regresji do zastosowań analitycznych dla zmiennej zależnej dla 10 lat, wartości zaokrąglone. Źródło: opracowanie własne.

Wnioski i porównanie modeli

Objaśnienie takie stwarza szerokie pole do interpretacji oraz dalszych badań dotyczących wpływu czasu oraz lokalizacji w odpowiedniej gminie, które zamieszczone będą w kolejnych rozdziałach. Ponadto sam model w powyższej formie wykorzystany może być do zastosowań analitycznych. Rozważany model spełnia założenia, jest wysoce istotny statystycznie i zapewnia dobrą miarę dopasowania do pomiarów. Oznacza to możliwość wykorzystywania go do objaśnienia zależności oraz do zastosowań analitycznych. Co więcej, możliwe jest także prognozowanie pod warunkiem uwzględnienia zmian czynników ponadlokalnych. Szczególnie istotne w interpretacji wyników na polu projektowania urbanistycznego jest zestawienie współczynników standaryzowanych beta. Pozwala ono szacować wpływ poszczególnych decyzji projektowych na przyszły rozwój obszaru w odstępie 10 lat.

Wyniki badania regresji wielorakiej dla 10 lat bez zmiennych złożonych.

Poniżej jako element dodatkowy rozważane będą dwa modele, w których zastąpione są trzy z czterech zmiennych złożonych elementarnymi pomiarami jednej z ich komponent. Zabieg taki ma na celu ukazanie funkcjonowania modelu nawet w sytuacji wyłączenia zmiennych złożonych, których pomiar zaproponowany został w rozprawie oraz zastąpienia ich elementami, które zmierzyć można bezpośrednio. Co więcej, wykorzystanie takiego uproszczonego modelu jest bardzo proste i nie wymaga uwzględniania wielu czynników. Regresja taka okazała się mniej skuteczna, jednak ciągle oszacowanie dokonane taką metodą oferuje zadowalający stopień predykcji. Istotne jest jednak wykazanie, że funkcjonowanie modelu nie jest oparte na odnalezieniu lokalnej zależności pośród wielu parametrów i cech, lecz wraz z podbudową teoretyczną ukazuje ogólną zależność. W rezultacie zaproponowane zostały dwa modele. Jeden z nich zawiera 6 predyktorów, drugi natomiast 8.

Wykluczenie czterech z trzech zmiennych niezależnych złożonych (prócz bilansu uciążliwości, która nie ma najistotniejszej komponenty)										
	R	R ²	Skorygowane \bar{R}^2	Błąd standardowy oszacowania	statystyka F	df	Istotność F	Autokorelacja: s. Durбина-Watsona	Heteroskedastyczność: Breusch-Pagana	
									Statystyka	Istotność
Model a: regresja krokowa 6 predyktorów T:0,05	,835	,697	,669	,0975801	24,874	6	,000	1,779	3,133	0,792
Wykluczenie czterech z trzech zmiennych niezależnych złożonych (prócz bilansu uciążliwości, która nie ma najistotniejszej komponenty)										
Model a: regresja krokowa 10 predyktorów T:0,1	,864	,747	,715	,0904653	23,283	8	,000	2,162	14,952	,1338

Tabela 48. Porównanie modeli regresji oszacowanych dla odstępu 10 lat od momentu uchwalenia planu. Źródło: opracowanie własne.

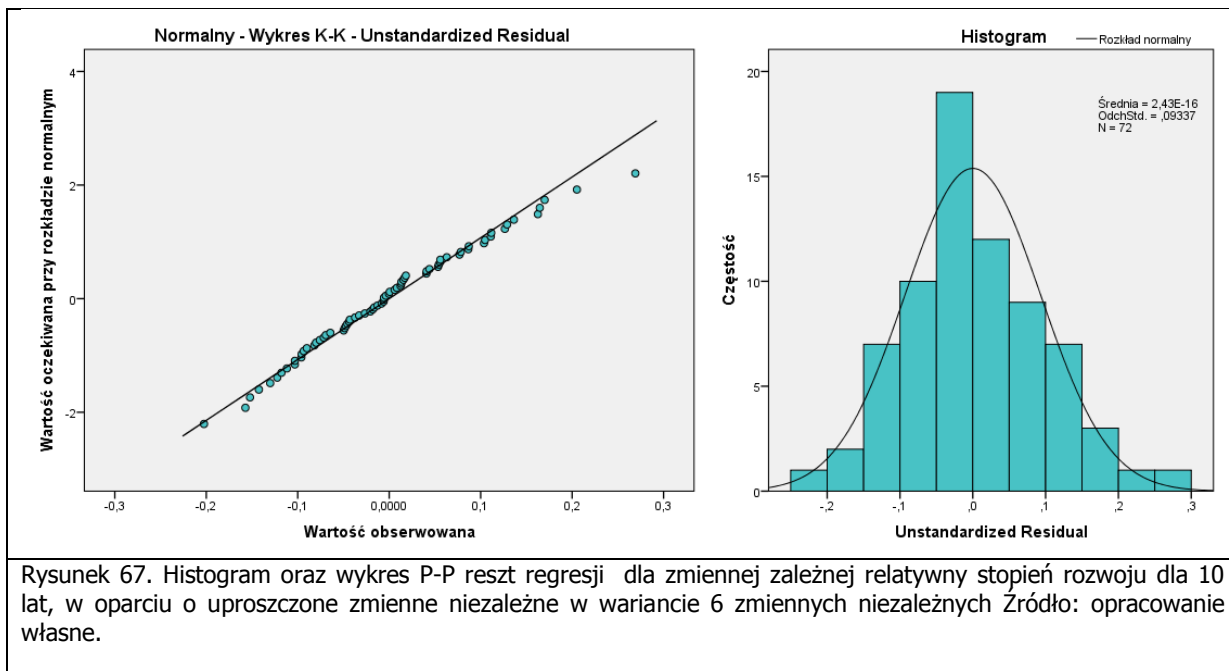
Na podstawie powyższej tabeli stwierdzić można, że uproszczone w taki sposób modele w mniejszym stopniu tłumaczą zmienność relatywnego stopnia rozwoju niż wybrany wcześniej model zawierający cztery zmienne złożone i trzy proste. Niemniej jednak współczynnik determinacji R^2 jest stosunkowo duży i w przypadku 6 zmiennych niezależnych wynosi 0,697, a dla ośmiu 0,747. Dysproporcja jest mniejsza w przypadku skorygowanego \bar{R}^2 za względu na większą liczbę predyktorów w drugim przypadku i wynosi odpowiednio 0,669 i 0,715, co pozwala stwierdzić, że model jest dopasowany. Pomimo tego należy zwrócić uwagę na przypadki odstające, które przyjmują niepokojąco dużą wartość. W pierwszym przypadku największa dodatnia reszta to około 26% relatywnego stopnia rozwoju, natomiast ujemna to w przybliżeniu 20%. W drugim przypadku ujemna i dodatnia to około 20%. Wyniki te są dość niepokojące, gdyż w ujęciu projektowania urbanistycznego mogą sprawić, że obszar zostanie źle zaklasyfikowany pomimo obiecującej ogólnej miary dopasowania. Skłania to do diagnozy pomiarów odstających oraz określenia sposobu ich identyfikacji. Dokładne porównanie wyników zawarte jest w tabeli 35.

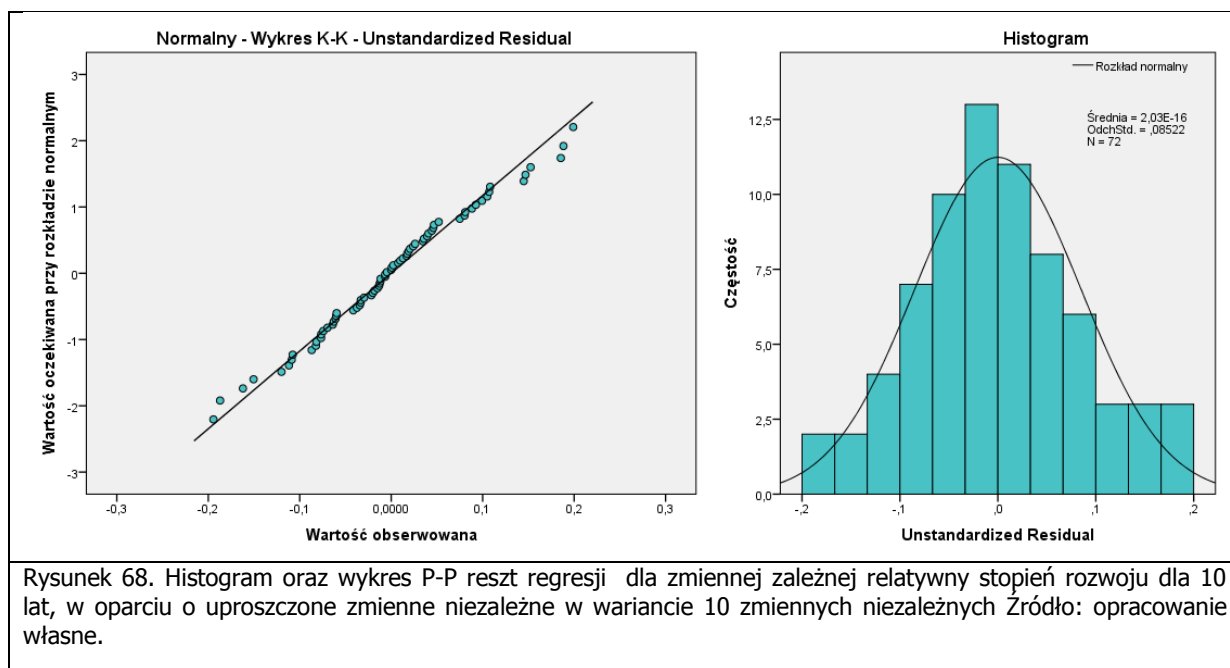
Dla obu modeli rozkład reszt uznać można za zbliżony do normalnego na podstawie wyników testów Kołmogorowa-Smirnowa z korektą Lillieforsa, Shapiro-Wilka, a także obserwacji wykresów P-P i histogramów. Średnia arytmetyczna jest równa zero, co oznacza spełnienie tych założeń modelu regresji. Co więcej, rozkład reszt wskazuje na homoskedastyczność, na co wskazuje brak reszt poza obszarem trzech odchyłeń standardowych oraz wynik testu Breuscha-Pagana, który przy wartości statystyki nie wykazał heteroskedastyczności. Autokorelacja reszt weryfikowana była testem Durбина-Watsona. Dla rozpatrywanego modelu z 6 zmiennymi niezależnymi oraz dla drugiego z 8 predyktorami przy 72 próbach wynik testu pozostaje w obszarze niekonkluzywnym.

Testy normalności rozkładu reszt

	Kołmogorow-Smirnow			Shapiro-Wilk		
	Statystyka	df	Istotność	Statystyka	df	Istotność
Model a: 6 predyktorów T:0.05	,090	72	,200	,987	72	,683
Model a: 10 predyktorów T:0.05	,070	72	,200	,986	72	,618

Tabela 49. Porównanie testów podobieństwa rozkładu danej zmiennej do rozkładu normalnego dla modeli regresji dla zmiennej zależnej relatywny stopień rozwoju dla 10 lat, w oparciu o uproszczone zmienne niezależne w wariancie 6 i 10 zmiennych niezależnych. Źródło: opracowanie własne.





Ocenę pojedynczych predyktorów w modelu zacząć należy od stwierdzenia, że wszystkie są istotne statystycznie. W obu z nich najistotniejszą zmienną o negatywnym wpływie na rozwój według szacunków na podstawie współczynników standaryzowanych beta jest odległość od centrum aglomeracji. Według tych samych estymacji najsilniej dodatnie warunkuje rozwój dostęp do instalacji sanitarnej mierzony według przyjętej skali. Należy zaznaczyć, że stopień wpływu obu parametrów ma przeciwny znak, lecz co do wartości bezwzględnej jest podobny. W obu przypadkach znaczące dodatnie oddziaływanie ma dostęp do lasu otwartego, zaś ujemny bilans uciążliwości, czyli jedyna zmienna złożona pozostawiona w modelu. Wszystkie powyższe mają bardzo zbliżone znaczenie w obu wymienionych modelach, co dotyczy także areálu zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej przewidzianej w rozważanym planie oraz sąsiednich, wcześniejszych planach, mierzonej w okręgu o promieniu 600 metrów.

	Współczynniki niestandardyzowane		Współczynniki standaryzowane Beta	Statystyka t	Istotność
	B	Błąd standardowy			
(Stała)	0,41	0,066		6,186	0
X_A – Odległość Od Centrum	-0,009	0,002	-0,427	-5,817	0
X_B – Areal Skorygowany O MPZP 600m	-0,003	0,001	-0,276	-3,742	0
X_C – Dostęp Do Lasu Otwartego	0,069	0,014	0,372	5,094	0
X_D – Instalacja Sanitarna	0,24	0,04	0,449	6,085	0
X_E – Bilans Uciążliwości	-0,02	0,004	-0,401	-5,651	0
X_F – Szkoła Podstawowa w odległości 2500 m	0,071	0,035	0,153	2,017	0,048

Tabela 50. Model wielorakiej regresji liniowej predykcji dla zmiennej zależnej relatywny stopień rozwoju dla 10 lat, w oparciu o uproszczone zmienne niezależne w wariancie 6 zmiennych niezależnych. Źródło: opracowanie własne.

$$y_i = -0,009 \cdot X_{Ai} + 0,003 \cdot X_{Bi} - 0,069 \cdot X_{Ci} + 0,24 \cdot X_{Di} + 0,02 \cdot X_{Ei} - 0,071 \cdot X_{Fi} - 0,41 + \varepsilon_i$$

$$g_i = (1 - s_i)(-0,009 \cdot X_{Ai} + 0,003 \cdot X_{Bi} - 0,069 \cdot X_{Ci} + 0,24 \cdot X_{Di} + 0,02 \cdot X_{Ei} - 0,071 \cdot X_{Fi} - 0,41) + f_i$$

X_A – odległość od centrum, X_B – areal skorygowany o MPZP 600 m, X_C – dostęp do lasu otwartego, X_D – instalacja sanitarna, X_E – bilans uciążliwości, X_F – szkoła Podstawowa w odległości 2500m, i – numer obserwacji, ε_i – reszta równania regresji, y_i – zmienna zależna relatywny stopień rozwoju w odstępie 10 lat, f_i – różnica pomiędzy wartością przewidywaną a obserwowaną, g_i – zmienna zależna stopień rozwoju w odstępie 10 lat, y_i – zmienna zależna relatywny stopień rozwoju w odstępie 10 lat, S_i – stan początkowy (iloraz istniejących w momencie uchwalenia MPZP budynków do wszystkich w planie).

Równanie 32. Wybrane równanie regresji do zastosowań analitycznych dla zmiennej zależnej dla 10 lat. Źródło: opracowanie własne.

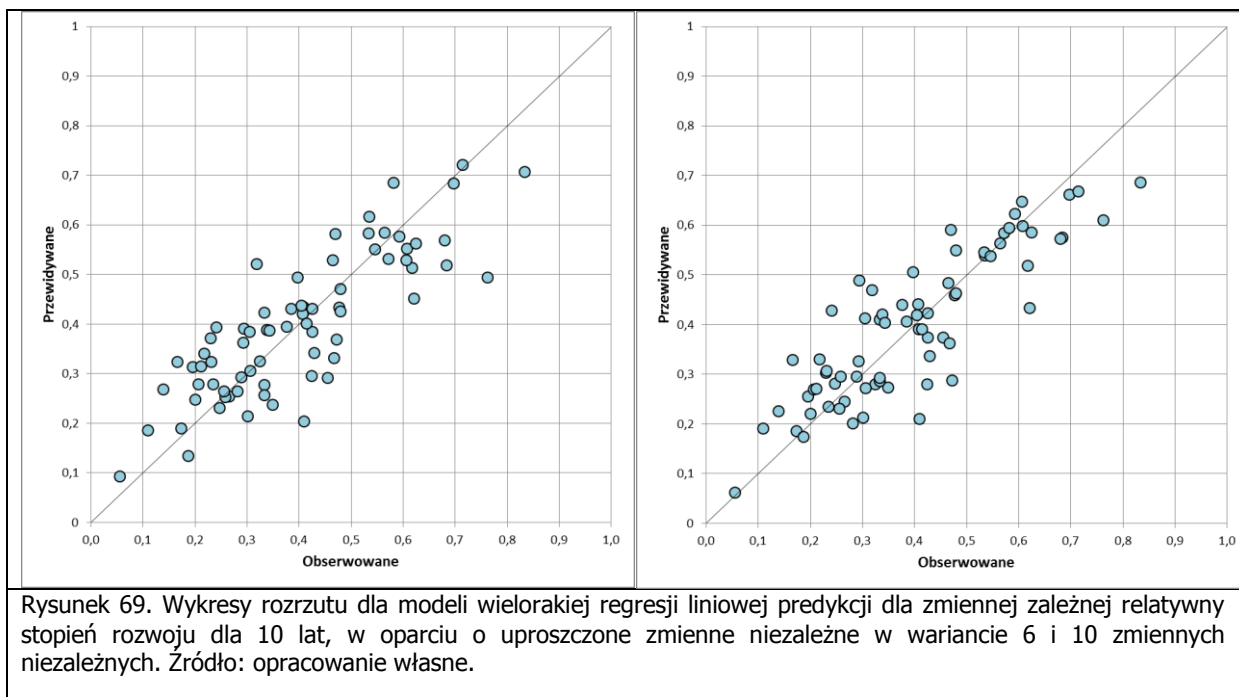
Na tym etapie pojawiają się różnice pomiędzy dwoma wariantami. W pierwszym przypadku dostęp do usług reprezentowała szkoła podstawowa w odległości dwóch i pół kilometra. Takie kryterium miało co do zasady rozdzielać obszary na dwie grupy, na obszary leżące w strefie zurbanizowanej oraz te poza nią. Wyznacznikiem w tej sytuacji była omawiana szkoła. Problem w tej kwestii polegał na tym, że większość obszarów (aż 89%) miała taki dostęp, przy czym przez 5 z tej grupy granica przebiegała wewnątrz obszaru. W tym kontekście oddziaływanie takiego czynnika oszacowane zostało na blisko 3 razy mniejsze od możliwości i warunków przyłączenia do instalacji sanitarnej.

	Współczynniki niestandardyzowane		Współczynniki standaryzowane	Statystyka t	Istotność
	B	Błąd standardowy	Beta		
(Stała)	0,487	0,053		9,244	0
Odległość Od Centrum	-0,011	0,001	-0,527	-7,519	0
Bilans Uciążliwości	-0,02	0,003	-0,392	-5,717	0
Areal Skorygowany O MPZP 600 m	-0,003	0,001	-0,288	-4,146	0
Dostęp Do Lasu Otwartego	0,063	0,012	0,34	5,077	0
Liceum w odległości 2500	0,079	0,025	0,217	3,174	0,002
Instalacja Sanitarna	0,266	0,041	0,496	6,481	0
Zabudowa Szeregowa Odsetek	-0,17	0,081	-0,169	-2,107	0,039
Zabudowa Deweloperska Odsetek	0,097	0,047	0,152	2,069	0,043

Tabela 51. Model wielorakiej regresji liniowej predykcji dla zmiennej zależnej relatywny stopień rozwoju dla 10 lat, w oparciu o uproszczone zmienne niezależne w wariancie 10 zmiennych niezależnych. Źródło: opracowanie własne.

W tej drugiej grupie predyktorem zamiast powszechnie dostępnej szkoły podstawowej było liceum lub technikum w odległości dwóch i pół kilometra. Tutaj faktycznie sytuacja była bardziej zróżnicowana. 24 obszary miały pełny dostęp, 6 częściowy, co oznacza, że granica odległości 2500 metrów przebiegała przez teren planu miejscowego, natomiast 42 nie miały w ogóle takiego dostępu.

Takie kryterium miało za cel ustalenie podział według sąsiedztwa lepiej rozwiniętego ośrodka zurbanizowanego. Szacowana skala oddziaływania okazała się nieznacznie większa niż w przypadku szkoły podstawowej. Do drugiego modelu włączony został także odsetek zabudowy szeregowej oraz „deweloperskiej” według przyjętego w rozdziale poświęconym metodologii sposobu pomiaru. W tym modelu zmienne te okazały się istotne statystycznie, przy czym organizacja zabudowy wpływa pozytywnie, a odsetek zabudowy szeregowej negatywnie.



Wnioski i porównanie modeli:

Interpretacja faktu, że w tym modelu odsetek zabudowy realizowanej przez dewelopera był istotny statystycznie, nie jest jasna, jednakże wynikać może z korelacji tej zmiennej z pozostałymi. Średni relatywny stopień rozwoju po 10 latach to około 40%, natomiast w obszarach, gdzie pojawiła się zabudowa deweloperska, to 54%. Niewykazanie tego w modelu podstawowym, z czterema zmiennymi złożonymi dla 10 lat, wskazywać może, że zabudowa deweloperska silnie skorelowana jest z obszarami atrakcyjnymi, a w przypadku niższego współczynnika determinacji duża część wytłumaczona zostaje przez tę właśnie zmienną. Jest to jednak jedna z wielu interpretacji, która ma podbudowę teoretyczną, jednak nie jest pewna. Z drugiej strony spostrzeżenie, że odsetek zabudowy szeregowej wpływa ujemnie na stopień rozwoju powtarza się już w kolejnym modelu, co oprócz kwestii typologicznych związane jest także z zagadnieniem dostępnego lokalnie zasobu mieszkaniowego, którego ujemny wpływ dowiedziony jest poprzez zmienną nazwaną skrótem „Areal skorygowany o MPZP 600m”. Oznacza to, że wnioskowanie, że taki typ zabudowy jest mniej popularny, nie musi być słuszne, gdyż taka typologia niejako zwiększa liczbę mieszkań możliwych do

zrealizowania na danym obszarze i to w znaczącym stopniu, co pozwala na inne interpretacje niż preferencje inwestorów i kupujących co do typu zabudowy.

Wyniki badania regresji wielorakiej dla 15 lat

Badanie związane z ostatnim z analizowanych odstępem czasu wynoszącym 15 lat w pewnym sensie traktowane musi być jako drugorzędne, gdyż co do zasady wszystkie plany w nim rozważane zostały uchwalone w oparciu o przepisy poprzedniej ustawy z roku 1994⁵³⁰, a tylko pewna pula z nich została po wejściu w życie nowej ustawy zaktualizowana. Oznacza to także, że analizowanych przypadków jest o 20 mniej. Równocześnie studium to stanowi istotne porównanie dla dwóch poprzednich przypadków.

b. Zmienna zależna: RelStopienWzrostu15lat	R	R ²	Skorygowane \bar{R}^2	Błąd standardowy oszacowania	statystyka F	df	Istotność F	Autokorelacja: s. Durbina-Watsona	Heteroskedastyczność: Breusch-Pagana	
									Statystyka	Istotność
Model a: wszystkie predyktory	,924	,855	,828	,0808832	31,600	8	,000	1,846	6,896	0,548
Model b: regresja krokowa istotność T:0,05	,913	,833	,811	,0847040	37,453	6	,000	1,721	7,697	0,261

Tabela 52. Porównanie modeli regresji oszacowanych dla odstępu 15 lat od momentu uchwalenia planu. Źródło: opracowanie własne.

Powyższa tabela wskazuje, że analizowane były dwa modele. Pierwszy podejściem klasycznym z ujętymi wszystkimi ośmioma zmiennymi niezależnymi, drugi natomiast przy zastosowaniu regresji krokowej, w której wykluczone zostały dwa predyktory o skrótowych nazwach: zabudowa szeregowa odsetek, zabudowa deweloperska odsetek. Pierwszą sprawą, na którą należy zwrócić uwagę w powyższej tabeli 52 jest wyższy niż w poprzednim przypadku regresji dla odstępu 10 lat współczynnik determinacji R^2 zarówno w modelu pełnym, jak i z wykorzystaniem regresji krokowej. Wynosi on odpowiednio dla tych modeli 0,855 oraz 0,833, co przekłada się na skorygowane \bar{R}^2 na poziomach 0,828 i 0,811. Również błąd standardowy oszacowania zawarty w tabeli 52 jest stosunkowo niewielki. Pierwszy z tych modeli z ośmioma zmiennymi wnosi wartościowe informacje służące objaśnieniu zależności, jednakże w zastosowaniu analitycznym wykorzystany zostanie drugi, uproszczony model, gdyż wszystkie zawarte w nim predyktory są wysoce istotne statystycznie (Tab. 55). W owym modelu z usuniętymi zmiennymi błąd oszacowania określony poprzez resztę równania regresji przyjmują największą wartość dodatnią równą 18,12%, natomiast największy ujemny błąd równy jest -15,65% przy czym średnia z bezwzględnych wartości błędów to 6,37%. Tym sposobem

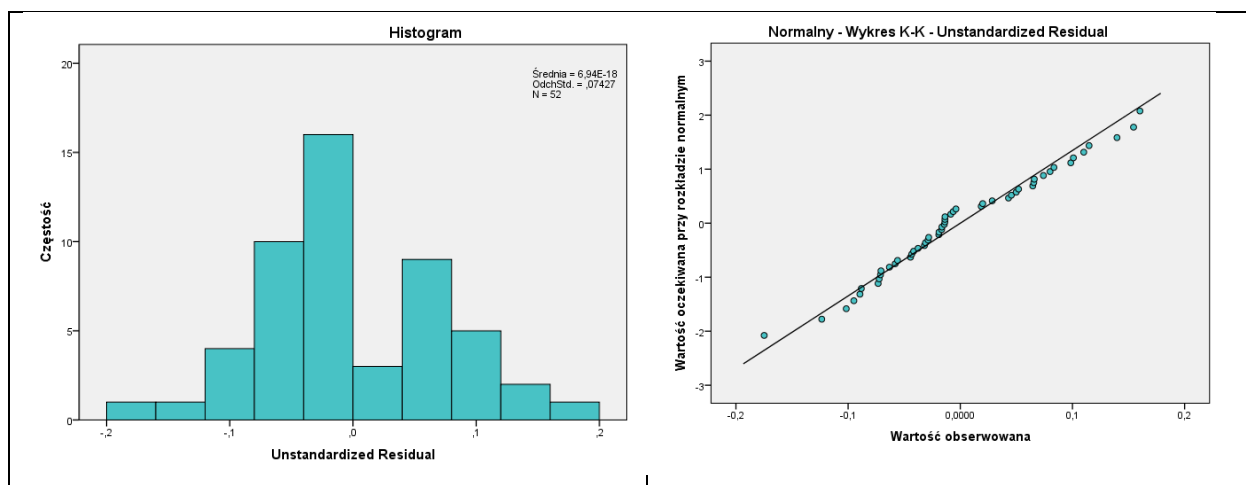
⁵³⁰ Op. cit. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. o zagospodarowaniu przestrzennym, Rozdział 2.

określić można ogólną miarę dopasowania widoczną dokładnie na wykresach rozrzutu przedstawionych na rysunku 72 oraz w tabeli 52.

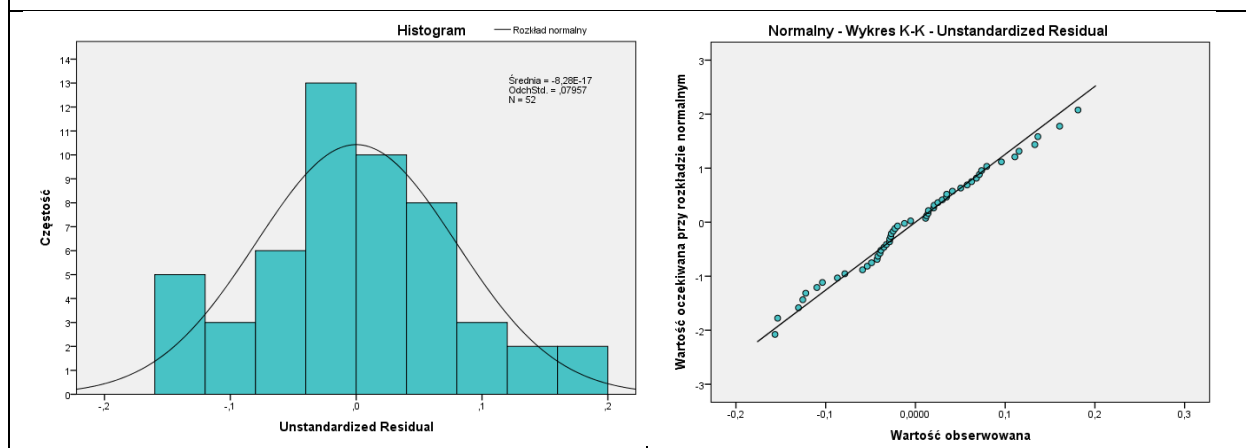
Pozostałą kwestią jest ocena modeli w kontekście spełnienia założeń. Na podstawie wyników testu Shapiro-Wilka oraz obserwacji wykresów P-P oraz histogramów wartości reszt wnioskować można o zbliżonym do normalnego rozkładzie reszt, przy czym ich średnia arytmetyczna jest równa zero, co oznacza spełnienie tych założeń modelu regresji. W pierwszym z dwóch modeli, mającym osiem zmiennych, zauważyć można równocześnie duże odchylenie od rozkładu normalnego. Co więcej, test Kołmogorowa-Smirnowa z korektą Lillieforsa wykazuje, że dane nie pochodzą z funkcji o rozkładzie normalnym. Jest to kolejny powód skłaniający do odrzucenia tego modelu w zastosowaniach analitycznych.

	Kołmogorow-Smirnow ^a			Shapiro-Wilk		
	Statystyka	df	Istotność	Statystyka	df	Istotność
Model a: wszystkie predykatory	,136	52	,017	,977	52	,399
Model b: regresja krokowa, istotność T:0.05	,079	52	,200*	,985	52	,744

Tabela 53. Porównanie testów podobieństwa rozkładu danej zmiennej do rozkładu normalnego dla modeli regresji dla zmiennej zależnej relatywny stopień rozwoju dla 15 lat. Źródło: opracowanie własne.



Rysunek 70. Histogram oraz wykres P-P reszt regresji dla zmiennej zależnej relatywny stopień rozwoju dla 15 lat, w oparciu o wszystkie zmienne. Źródło: opracowanie własne.



Rysunek 71. Histogram oraz wykres P-P reszt regresji dla zmiennej zależnej relatywny stopień rozwoju dla 15 lat, w oparciu o 6 zmiennych niezależnych dobranych techniką regresji krokowej. Źródło: opracowanie własne.

O spełnieniu założenia homoskedastyczności świadczy brak reszt poza obszarem trzech odchyłeń standardowych w obu modelach oraz wyniki testów Breuscha-Pagana, który nie wykazał heteroskedastyczności. Zilustrowane jest to także na wykresie rozrzutu przedstawionym na rysunku 72. Autokorelacja reszt badana była testem Durбина-Watsona i w obu przypadkach wynik mieści się w obszarze niekonkluzyjnym.

Na podstawie dwóch poniższych tabeli mieszczących dane dla poszczególnych predyktorów zauważyć można ewidentny brak istotności oraz relatywnie niski wpływ zmiennej nazwanej w skrócie „zabudowa deweloperska odsetek”. Struktura pozostałych czynników w obu modelach szacowana w oparciu o współczynniki standaryzowane beta jest prawie identyczna i różni się maksymalnie o 10%, co w skali dokładności predykcji jest wartością stosunkowo niewielką. Najistotniejszym predykatorem, według owego szacunku, w obu przypadkach jest bilans uciążliwości, który negatywnie wpływa na wartość relatywnego stopnia rozwoju po 15 latach. Na kolejnym miejscu znajduje się dostęp do infrastruktury technicznej. Spadek znaczenia w stosunku do predykcji dla 10 lat może wynikać z faktu, że pomiar infrastruktury technicznej dotyczy warunków początkowych uchwalenia planu, a później warunki te mogą się zmienić, natomiast pozostałe predykatory, w tym występujące uciążliwości, są bardziej trwałe i zwykle się nie zmieniają. Należy przy tym zaznaczyć, że w modelu regresji dla 15 lat metodą krokową szacowana skala oddziaływania poszczególnych czynników jest dość zbliżona. W tej większej skali czasu kolejną pod względem istotności ważniejszą kwestią jest odległość od centrum aglomeracji, która wpływa negatywnie na rozwój podobnie do areału mieszkaniowego skorygowanego o MPZP w promieniu 600 metrów, który także ma znaczący ujemny wpływ. Takie zmienne jak dostęp do strategicznych usług i obiektów oraz bilans zasobów przyrodniczych oddziałują dodatnio i znacząco na badaną cechę.

	Współczynniki niestandardyzowane		Współczynniki standaryzowane Beta	Statystyka t	Istotność
	B	Błąd standardowy			
(Stała)	,25341981	0,0924		2,7437	0,0088
Odległość od centrum	-,00899942	0,0019	-,36616504	-4,8325	0
Bilans zasobów przyrodniczych	,03919298	0,0078	,31709677	4,9963	0
Bilans uciążliwości	-,02592519	0,0043	-,45035660	-6,0593	0
Infrastruktura techniczna	,04538215	0,0088	,42864189	5,1607	0
Dostęp do strategicznych usług	,02465824	0,0048	,35354710	5,1293	0
Areał skorygowany o MPZP 600m	-,00378732	0,0007	-,32849388	-5,2286	0
Zabudowa szeregowa odsetek	-,25458384	0,1016	-,20462968	-2,5047	0,0161
Zabudowa deweloperska odsetek	,10513707	0,0658	,12461645	1,5984	0,1173

Tabela 54. Model wielorakiej regresji liniowej predykcji dla zmiennej zależnej relatywny stopień rozwoju dla 10 lat, w oparciu o wszystkie 8 zmiennych niezależnych.

Jako dwie kluczowe zmienne znów pojawia się „odsetek zabudowy deweloperskiej”, gdzie w ograniczonej rocznikami próbie przykładów takich znalazło się jeszcze mniej, co utrudniło wykazanie ich istotności, jednakże według szacunków jej wpływ jest pozytywny w przeciwieństwie do „odsetka zabudowy szeregowej”, który spowalnia rozwój mierzony według przyjętych kategorii.

	Współczynniki niestandardyzowane		Współczynniki standaryzowane Beta	Statystyka t	Istotność
	B	Błąd standardowy			
(Stała)	,29685741	0,0899		3,3025	0,0019
X _A – Odległość od centrum	-,00910265	0,0019	-,37036516	-4,7548	,0000
X _B – Bilans zasobów przyrodniczych	,03557426	0,0079	,28781897	4,5193	,0000
X _C – Bilans uciążliwości	-,02621282	0,0042	-,45535301	-6,2145	,0000
X _D – Infrastruktura techniczna	,04153383	0,0087	,39229390	4,7666	,0000
X _E – Dostęp do strategicznych usług	,02227225	0,0048	,31933704	4,6536	,0000
X _F – Areał skorygowany o MPZP 600m	-,00349413	0,0007	-,30306425	-4,7038	,0000

Tabela 55. Model wielorakiej regresji liniowej predykcji dla zmiennej zależnej relatywny stopień rozwoju dla 10 lat, w oparciu o 6 zmiennych niezależnych dobranych techniką regresji krokowej. Źródło: opracowanie własne.

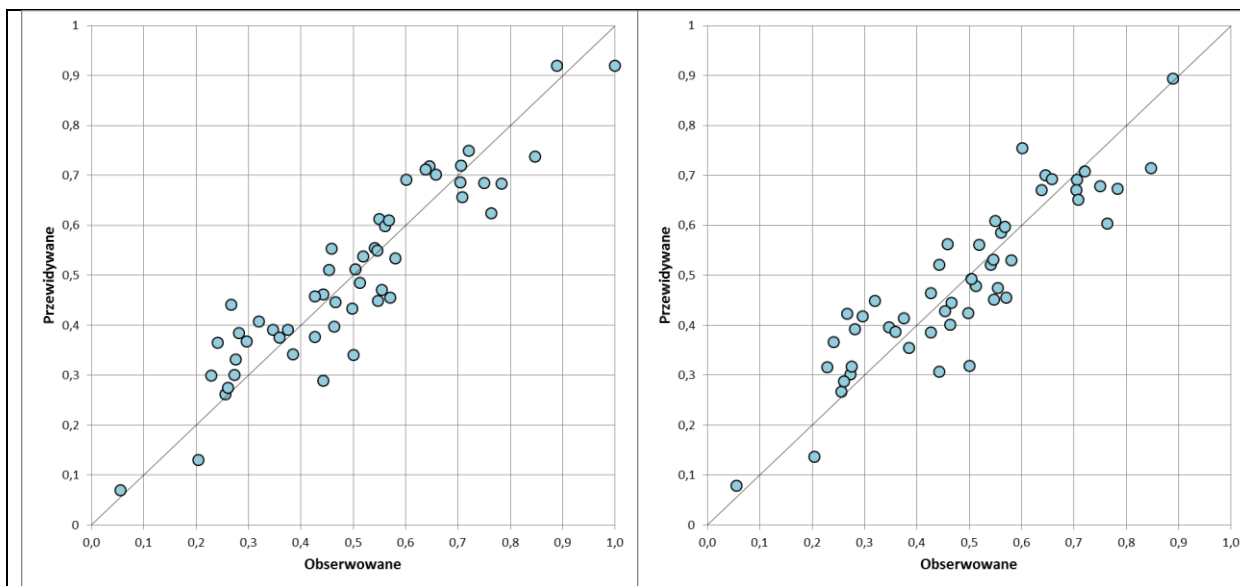
Ostatecznie model ten obciążony jest poprzez wykluczenie części próbek badawczych oraz zawężenie badania do miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego uchwalonych w oparciu o zapisy poprzedniej uchwały. Ma on w takim przypadku istotne znaczenie porównawcze oraz objaśniające, lecz ograniczone w kwestii zastosowań praktycznych. Niemniej jednak, poniżej przedstawiony jest odpowiedni wzór pozwalający oszacować relatywny stopień rozwoju oraz stopień rozwoju w okresie 15 lat od momentu uchwalenia planu.

$$y_i = -0,0091 \cdot X_{Ai} + 0,0356 \cdot X_{Bi} - 0,0262 \cdot X_{Ci} + 0,0415 \cdot X_{Di} + 0,0223 \cdot X_{Ei} - 0,0035 \cdot X_{Fi} - 0,2969 + \varepsilon_i$$

$$g_i = (1 - S_i)(-0,0091 \cdot X_{Ai} + 0,0356 \cdot X_{Bi} - 0,0262 \cdot X_{Ci} + 0,0415 \cdot X_{Di} + 0,0223 \cdot X_{Ei} - 0,0035 \cdot X_{Fi} - 0,2969) + f_i$$

Zmienne X_i opisane są w tabeli 55, i – numer obserwacji, ε_i – reszta równania regresji, f_i – różnica pomiędzy wartością przewidywaną a obserwowaną, g_i – zmienna zależna stopień rozwoju w odstępie 15 lat, y_i – zmienna zależna relatywny stopień rozwoju w odstępie 15 lat, S_i – stan początkowy (iloraz istniejących w momencie uchwalenia MPZP budynków do wszystkich w planie).

Równanie 33. Wybrane równanie regresji do zastosowań analitycznych dla zmiennej zależnej dla 15 lat. Źródło: opracowanie własne.



Rysunek 72. Wykresy rozrzutu dla modeli wielorakiej regresji liniowej predykcji dla zmiennej zależnej relatywny stopień rozwoju dla 15 lat, w oparciu o dwa modele: po lewej stronie - w oparciu o wszystkie 8 zmiennych niezależnych i po prawej stronie: w oparciu o 6 zmiennych niezależnych dobranych techniką regresji krokowej. Źródło: opracowanie własne.

Wnioski z badania regresji wielorakiej

Powyższe dane na temat poszczególnych modeli zostały wstępnie umówione, jednakże ich kompleksowa analiza i porównanie poprzedzone zostanie ich weryfikacją przy pomocy alternatywnego badania z wykorzystaniem sztucznych sieci neuronowych. Niemniej jednak już na tym etapie możliwe jest stwierdzenie, że model uzyskany w wyniku badania regresji pomiarów w odstępie 15 lat od wejścia w życie regulacji zawartych w MPZP najdokładniej opisuje rozwój. Równocześnie wyniki dla odstępu 15 lat są prawie tak samo dobre. Co istotne, we wszystkich modelach współczynniki standaryzowane beta są podobne, zatem wpływ poszczególnych zmiennych pozostaje zbliżony. Łącznie na podstawie powyższych technik weryfikacji stwierdzić można, że modele dla 10 i 15 lat odstępu od uchwały są dopasowane do pomiarów, istotne statystycznie i w wystarczającym stopniu spełniają założenia opisane w rozdziale poprzednim, by wykorzystać je we wspomaganii projektowania urbanistycznego oraz w objaśnieniu wpływu uwarunkowań lokalnych. Co więcej, takie wyniki stanowić mogą podstawę do przygotowywania prognoz rozwoju. Natomiast model dla 5 lat nie spełnia wszystkich założeń i chociaż jest istotny statystycznie, to jego dopasowanie jest słabe. Oznacza to wprawdzie możliwość ogólnego objaśnienia zależności, jednakże skala błędu jest na tyle duża, że model ten nie będzie wykorzystywany we wspomaganii projektowania, a tym bardziej w zastosowaniach prognostycznych.

6.2.3. Wyniki badań przy wykorzystaniu sztucznych sieci neuronowych

Porównanie wyników badań przy wykorzystaniu sztucznych sieci neuronowych nastęrcza pewnych trudności, bowiem za Woelfe'em⁵³¹ podnieść można, że wyznaczenie współczynnika R^2 , choć

⁵³¹ Op. cit. Welfe, A.: 2003, *Ekonometria*, s. 70-80.

możliwe, może nie być miarodajne. W tej sytuacji oszacowanie odbywać się będzie poprzez błąd względny opisany równaniem 20, które ilustruje orientacyjną skalę błędu oszacowania.

Wyniki badania w oparciu o sztuczne sieci neuronowe dla 5 lat

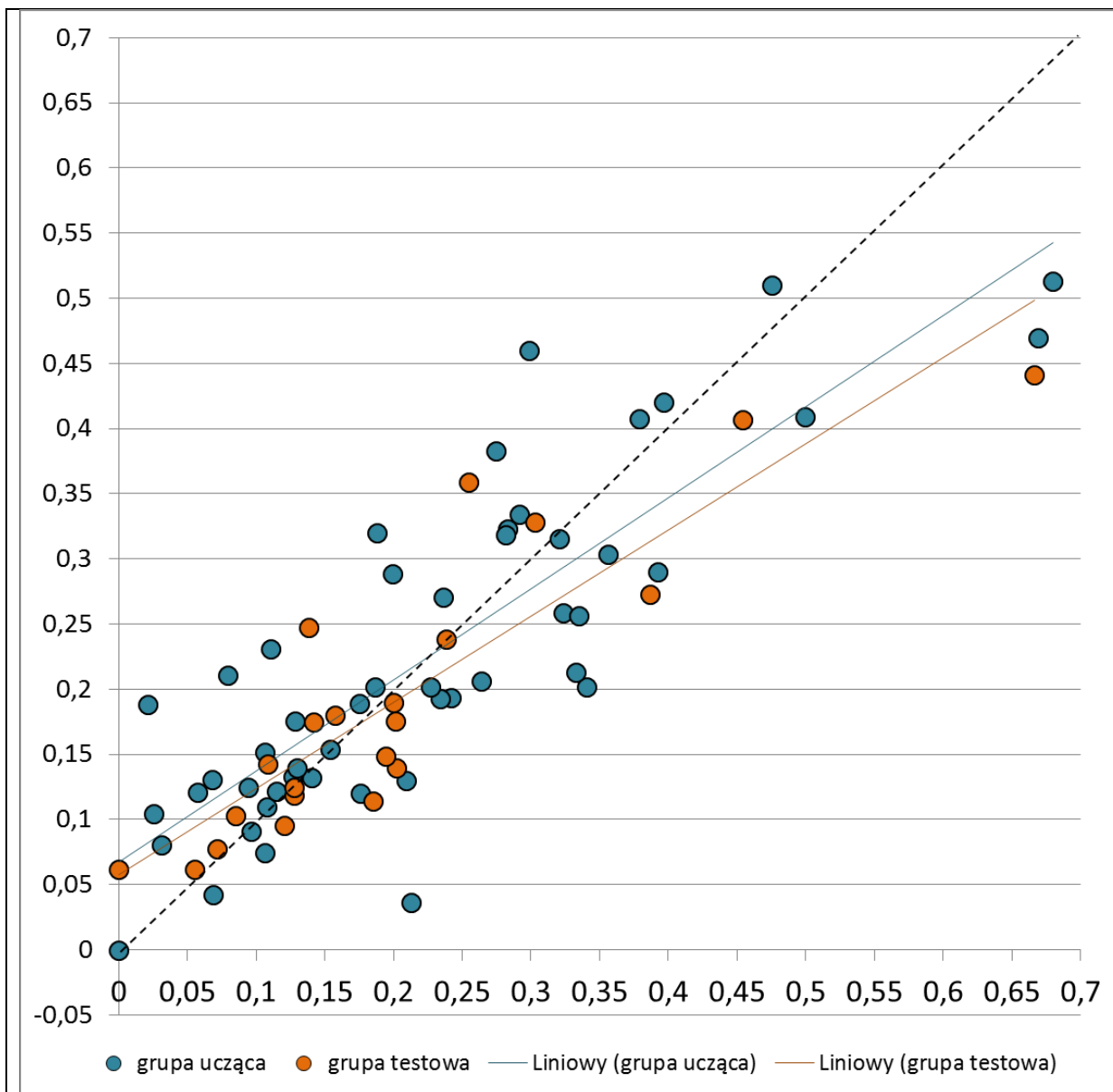
W przypadku regresji dla zmiennej „relatywny stopień wzrostu” w odstępie 5 lat od uchwalenia miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego za pomocą sztucznych sieci neuronowych sprawdzone zostało 10 000 modeli sieci RBF i MLP według przyjętej metodyki ograniczającej złożoność sieci do jednej warstwy ukrytej. Wybrana została w oparciu o najniższą wartość względnego błędu w grupie testowej sieć MLP 8-8-1, czyli perceptron wielowarstwowy z jedną warstwą ukrytą z 8 neuronami. W wybranym automatycznie modelu zastosowany został typ uczenia całym zbiorem przy pomocy algorytmu optymalizacji skalowany sprzężony gradient (ang. *scaled conjugate gradient algorithm*)⁵³². Funkcją błędu była suma kwadratów błędów w grupie testowej w skrócie SOS (ang. *sum of squares*). Funkcją aktywacji warstwy ukrytej to tangens hiperboliczny, natomiast funkcja aktywacji neuronu wyjścia to tożsamość, więc suma neuronów warstwy ukrytej i błędów obciążonego tej warstwy równa była standaryzowanej wartości predykcji dla danej próby (wartości teoretycznej), gdyż wszystkie zmienne były standaryzowane. Grupa testowa wybrana była poprzez wstępne losowanie i dla całej grupy testowej 10 000 zmiennych pozostawała taka sama. Błąd względny w grupie treningowej to 0,240, natomiast w grupie uczącej równy jest 0,297. Dla porównania przy wykorzystaniu sieci RBF 8-25-1, czyli sieci o radialnych funkcjach bazowych, wynik to 0,4911 przy błędzie względnym dla grupy uczącej 0,134. Dla metody regresji wielorakiej przy wykorzystaniu funkcji wiążącej tangens hiperboliczny wynik ten równy był 0,404535 (Równanie 30). Oczywiście przy porównawczym badaniu, w którym próba testująca była wybierana za każdym razem losowo, wynik ten był znacznie lepszy i spadał poniżej 0,2, jednakże założeniem było wybranie jednokrotne próby testowej w sposób losowy.

Warstwa wejściowa	Liczba neuronów	8	Próba Ucząca – 50 Próba Testująca – 22
	Metoda zmiany skali dla współzmiennych	Standaryzowane	
Warstwa ukryta	Liczba neuronów	10	
	Funkcja aktywacji	Tangens hiperboliczny	
Warstwa wynikowa	Zmienne zależne	RelStopienWzrostu5lat	
	Liczba neuronów	1	
	Metoda zmiany skali dla zależnych od skali	Standaryzowane	
	Funkcja aktywacji	Tożsamość	
	Funkcja błędów	Suma kwadratów	
Uczący	Błąd względny (kwadratowy)	,297	
Testujący	Błąd względny (kwadratowy)	,240	
Użyta reguła zatrzymywania	Został osiągnięty współczynnik kryterium błędów (1,000E-006)		

⁵³² Moller M. F.: 1993, A scaled conjugate gradient algorithm for fast supervised learning. *Neural Networks*, 3(6), s. 525 - 533.

Tabela 56. Informacje o sztucznej sieci neuronowej wykorzystanej do oszacowania modelu regresji dla zmiennej zależnej relatywny stopień rozwoju w oparciu o 8 podstawowych zmiennych niezależnych, w okresie 5 lat. Źródło: opracowanie własne.

Zestawienie powyższych wartości wskazuje, że wynik uzyskany przy pomocy predykcji za pomocą sztucznych sieci neuronowych jest znacznie lepszy niż w przypadku regresji wielorakiej. Analiza wykresu zamieszczonego poniżej (Rys. 79) pozwala potwierdzić to spostrzeżenie, a ponadto skrajne reszty wynoszą odpowiednio w przypadku reszty dodatniej wskazującej na niedoszacowanie wartości 22,6%, natomiast w przypadku wartości ujemnej -16,62%. Pomimo dużej zbieżności odchyleń, powyższe przypadki największy różnic w porównywanym z modelu regresji wielorakiej z funkcją wiążącą tangens hiperboliczny dotyczą innych przypadków.



Rysunek 73. Wykres rozrzutu modelu regresji sztucznej sieci neuronowej dla zmiennej zależnej relatywny stopień rozwoju w oparciu o 8 podstawowych zmiennych niezależnych, w okresie 5 lat. Źródło: opracowanie własne.

Do ewentualnych zastosowań praktycznych poniżej przedstawione zostały odpowiednie wagi, które wraz z informacją o standaryzacji zmiennych i funkcjach aktywacji neuronów, pozwalają na wykorzystanie sieci w analizach urbanistycznych:

		Przewidywane										Warstwa wynikowa RelStoipienWzrostu 5 lat
		Warstwa ukryta – Funkcja tangens hiperboliczny										
Predyktor		H(1)	H(2)	H(3)	H(4)	H(5)	H(6)	H(7)	H(8)	H(9)	H (10)	Funkcja tożsamość
Warstwa wejściowa	Odległość od centrum	,271	,378	-,009	-,296	-,289	-,434	,215	,235	-,326	-,051	
	Bilans zasobów przyrodniczych	-,476	-,255	-,225	,183	,349	,178	-,385	-,213	,260	-,087	
	Bilans uciążliwości	,258	,233	-,050	-,157	-,230	-,203	,210	,218	-,202	-,082	
	Infrastruktura techniczna	-,681	-,856	,123	,425	,605	,801	-,565	-,475	,688	,178	
	Dostęp do strategicznych usług	-,153	-,238	,023	,106	,155	,203	-,285	-,139	,185	-,022	
	Areał skorygowany o MPZP 600m	-,007	,166	,040	-,079	-,134	-,142	,175	,094	-,115	-,028	
	Zabudowa szeregowa odsetek	-,156	-,493	-,217	,279	,267	,523	-,132	-,169	,418	-,077	
	Zabudowa deweloperska odsetek	-,113	-,898	,178	,465	,341	,828	-,123	-,320	,670	,211	
Stała		,167	-,085	,051	,048	-,064	,077	,369	,025	,045	,037	
Warstwa ukryta	(Stała)											,352
	H(1)											-1,30
	H(2)											,745
	H(3)											,427
	H(4)											-,397
	H(5)											,513
	H(6)											-,887
	H(7)											-1,29
	H(8)											-,493
	H(9)											-,290
	H(10)											,346

Tabela 57. Sztuczna sieć neuronowa wykorzystana do oszacowania modelu regresji dla zmiennej zależnej relatywny stopień rozwoju w oparciu o 8 podstawowych zmiennych niezależnych, w okresie 5 lat. Powyższa tabela służy do ewentualnego odtworzenia sieci, liczby w niej zawarte nie podlegają interpretacji. Ukazuje ona także jakie zmienne zostały uwzględnione w modelu. Źródło: opracowanie własne.

Wnioski

Powyższe badania i ich opis pozwalają potwierdzić wcześniejsze wnioski na temat modelu regresji wielorakiej dla zmiennej „relatywny stopień rozwoju” w odstępie 5 lat od uchwalenia MPZP. Predykcja ta pozwala sformułować równanie regresji, które tylko w ograniczonym stopniu szacuje badane zjawisko rozwoju. Równocześnie powyższe wyniki wskazują, że znacznie wyższą miarę

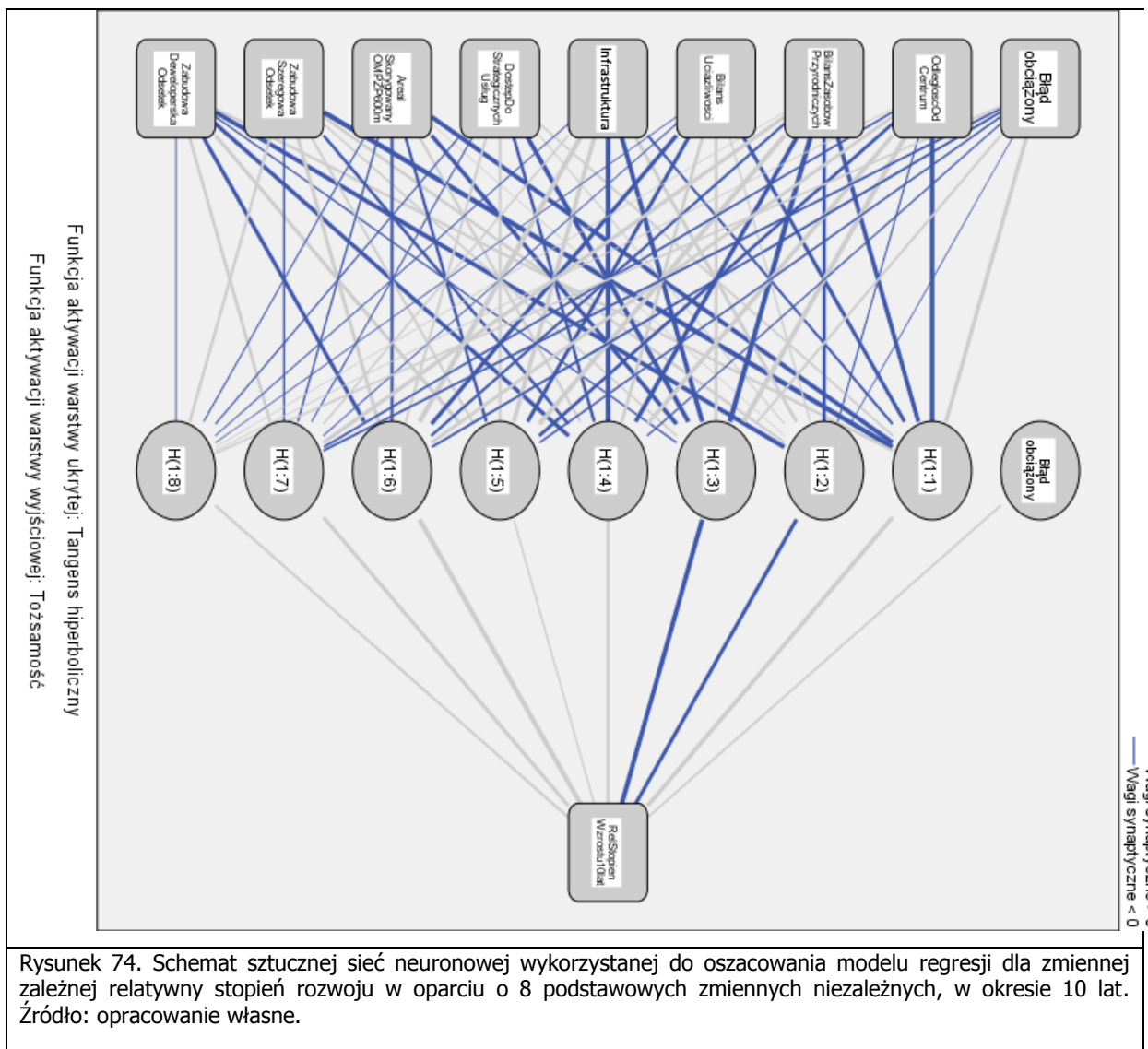
dopasowania można osiągnąć przy wykorzystaniu sztucznych sieci neuronowych. Taka forma predykcji pozwala na odnalezienie o wiele bardziej złożonych, nieliniowych zależności⁵³³. Oznacza to, że w powyższym przypadku skuteczniejszym kierunkiem poszukiwań właściwego modelu służącego predykcji oraz w ograniczonym stopniu objaśnieniu są sztuczne sieci neuronowe, gdyż prosta relacja odzwierciedlona przy pomocy modeli liniowych pozwala na wyjaśnienie mniejszej części zmienności badanego zjawiska.

Wyniki badania w oparciu o sztuczne sieci neuronowe dla 10 lat

Omawiane poniżej badanie dotyczy odstępu 10 lat od uchwalenia miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego. Jest to okres niezwykle istotny, gdyż w analizie regresji możliwe było dla niego stworzenie wysoce istotnego modelu o wysokim wskaźniku R^2 , co znamionuje dobre dopasowanie do zmienności objaśnianej zmiennej w oparciu o wprowadzone dane. Równocześnie dopasowanie dla odstępu 15 lat było lepsze, jednak ze względu na znaczący czas oraz zmianę uwarunkowań prawnych takie objaśnienie dotyczy w zbyt dużym stopniu odmiennej rzeczywistości przestrzennej. Wynika z tego, że w omawiany przykład podlegać będzie najbardziej szczegółowej analizie.

W tym studium zweryfikowane zostało ponownie ponad 10 000 modeli sztucznych sieci neuronowych, w tym sieci o radialnych funkcjach bazowanych oraz sieci wykorzystujące perceptron wielowarstwowy. Ponownie wybór oparty był o najniższą wartość relatywnego błędu w grupie testowej. Grupa ta wybrana była jednokrotnie i jest taka sama dla wszystkich modeli. Ponownie z tego zbioru sieci, w którym testowane były sieci nawet o 50 neuronach w warstwie ukrytej, najniższą wartość omawianego błędu uzyskała sieć MLP 8-8-1, czyli wielowarstwowa sieć perceptronowa z jedną warstwą ukrytą z 8 neuronami. Poniżej przedstawiony został schemat sieci.

⁵³³ Pijanowski, B., C., Tayyebi, A., Doucette, J., Pekin, B., K., Braun, D. and Plourde, J.: 2014, A big data urban growth simulation at a national scale: Configuring the GIS and neural network based Land Transformation model to run in a High Performance Computing (HPC) environment, *Environmental Modelling & Software*, 51, s. 250-268.



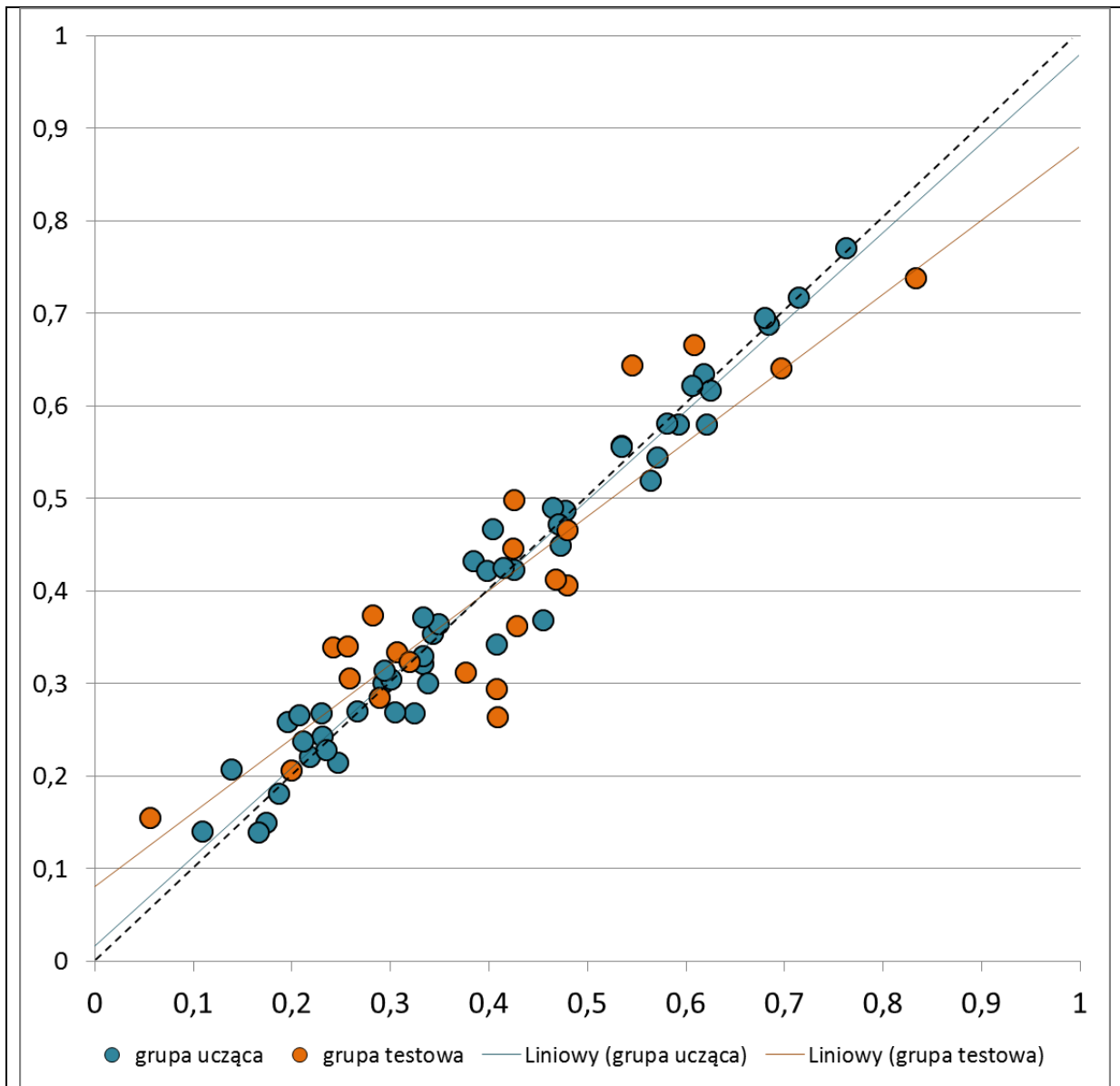
Zastosowany został typ uczenia całym zbiorem przy pomocy algorytmu optymalizacji skalowany sprzężony gradient. Aktywacja neuronów w warstwie ukrytej odbywała się funkcją tangens hiperboliczny, natomiast funkcja aktywacji neuronu wyjścia to tożsamość. Ogółem w rozważanych sieciach MLP o różnych algorytmach i parametrach uczenia, a także różnych regułach zatrzymania średni błąd relatywny w grupie testowej to 0,424, natomiast przy sieciach o identycznym algorytmie do wybranego według kryterium najniższego błędu relatywnego, a wyłącznie różnych parametrach wartość ta jest równa 0,347. W wybranym modelu wskaźnik ten wynosi zaledwie 0,1914, przy niskiej wartości w grupie uczącej na poziomie 0,0372.

Warstwa wejściowa	Liczba neuronów	8	Próba Ucząca – 50 Próba Testująca – 22
	Metoda zmiany skali dla współzmiennych	Standaryzowane	
Warstwa ukryta	Liczba neuronów	8	
	Funkcja aktywacji	Tangens hiperboliczny	
Warstwa wynikowa	Zmienne zależne	RelStopienWzrostu10lat	

	Liczba neuronów	1
	Metoda zmiany skali dla zależnych od skali	Standaryzowane
	Funkcja aktywacji	Tożsamość
	Funkcja błędu	Suma kwadratów
Uczący	Błąd względny (kwadratowy)	,0372
Testujący	Błąd względny (kwadratowy)	,1914
Użyta reguła zatrzymywania	Został osiągnięty współczynnik kryterium błędu (1,000E-006)	

Tabela 58. Informacje o sztucznej sieci neuronowej wykorzystanej do oszacowania modelu regresji dla zmiennej zależnej relatywny stopień rozwoju w oparciu o 8 podstawowych zmiennych niezależnych, w okresie 10 lat. Źródło: opracowanie własne.

Uzyskanie bardzo niskiej wartości błędu relatywnego w grupie treningowej jest kwestią drugorzędą w ocenie modelu, gdyż sama ta liczba bez grupy testowej świadczyłaby wyłącznie o przeuczeniu modelu do wprowadzonej w tej grupie próby. Wśród 10 000 sieci dla każdego z odstępów 5, 10 i 15 lat pojawiały się modele, które miały relatywny błąd w grupie treningowej równy zeru z dokładnością do 5 miejsc po przecinku. Istotną kwestią jest natomiast porównanie błędu w grupie testowej z relatywnym błędem w modelu regresji wielorakiej krokowej z pozostawionymi siedmioma zmiennymi dla 10 lat. Co interesujące, równy on jest zaledwie 0,1725, zatem jest o około 10% mniejszy od uzyskanego w grupie testowej dla sztucznych sieci neuronowych, w którym to modelu reszty mieszczą się w zakresie od -9,93% do 14,51%. Dla porównania w modelu regresji liniowej dla zmiennej zależnej „relatywny stopień rozwoju” w odstępie 10 lat z 7 zmiennymi niezależnymi reszty mieszczą się w zakresie od -14,65% do 16,02% (Tab. 35). Oznacza to, że górna granica błędu, pokazujące niedoszacowanie modelu regresji z wykorzystaniem sztucznych sieci neuronowych, jest zbliżona do omawianego modelu regresji. Co więcej, dotyczy to dokładnie tego samego obszaru o numerze 52 nazwanego na potrzeby badania „Szamotuły Przedmieścia”, zlokalizowanego w gminie Szamotuły. Skalę przeszacowania modelu ilustruje dolna granica zakresu błędu równa dla SSN -9,93%. Ujemna reszta regresji oznacza, że wartość teoretyczną jest wyższa niż obserwowaną. Dolny zakres dla regresji liniowej dla 10 lat jest znacznie niższy i wynosi w przybliżeniu -14,65%. Dotyczy to jednak różnych obszarów przy czym pomyłka SSN jest bardziej problematyczna, gdyż przeszacowuje ona o około 10% obszar, który rozwinął się zaledwie w 5,6% (nr 53 Otorowo), zatem klasyfikuje go niejako do innej grupy obszarów i prowadzić może do wyciągnięcia błędnych wniosków w kwestii projektowania urbanistycznego. Oprócz takiego porównania zakresów i wartości błędu relatywnego dużo informacji wnieść może analiza wykresów przedstawionych na rysunku 75. Pozwala on zauważyć, że zasadniczo model ma tendencję do zawyżania wartości predykcji w stosunku do pomiaru, o czym świadczy ujemna wartość średniej arytmetycznej reszt równa dla całej próby -0,00204.



Rysunek 75. Wykres rozrzutu modelu regresji sztucznej sieci neuronowej dla zmiennej zależnej relatywny stopień rozwoju w oparciu o 8 podstawowych zmiennych niezależnych, w okresie 5 lat. Źródło: opracowanie własne.

Dodatkowym elementem, który pozwala unaocznić i porównać skalę dopasowania modelu uzyskanego przy wykorzystaniu metody SNN, jest zaprezentowane poniżej zestawienie wyników predykcji oraz pomiarów dla całej puli obszarów (Tab. 59).

LP	10 lat - pomiar	27	32,4%	52	19,5%
	predykcja		26,8%		14,0%
1	23,0%	28	13,9%	53	5,6%
	26,8%		20,7%		-1,2%
2	21,8%	29	46,5%	55	5,7%
	22,1%		49,0%		14,5%
3	48,0%	30	25,6%	56	29,9%
	40,6%		34,1%		42,5%
5	68,4%	31	42,6%	57	12,8%
	68,8%		49,8%		11,6%
6	37,6%	33	61,8%	58	39,3%
	31,2%		63,4%		30,4%
7	40,8%	34	62,1%	59	29,4%
	34,3%		58,0%		31,4%
8	24,7%	35	40,4%	60	76,3%
	21,5%		46,7%		77,1%
9	59,3%	36	83,3%	61	54,6%
	58,0%		73,8%		64,4%
10	60,8%	37	56,4%	62	23,1%
	66,6%		51,9%		24,3%
11	29,3%	38	47,0%	63	21,2%
	30,1%		47,2%		23,7%
12	17,4%	39	33,9%	64	58,1%
	15,0%		30,0%		58,1%
13	40,7%	40	20,3%	65	60,7%
	29,4%		13,5%		62,2%
14	10,9%	41	14,1%	66	42,4%
	14,0%		9,7%		44,6%
15	26,6%	42	29,2%	67	45,5%
	27,0%		30,8%		36,9%
16	47,3%	43	10,9%	68	39,8%
	44,9%		17,1%		42,2%
18	42,9%	44	18,7%	69	33,3%
	36,2%		18,9%		33,0%
20	47,8%	45	9,4%	71	46,8%
	48,6%		8,2%		41,2%
21	25,8%	46	23,5%	72	33,3%
	30,6%		15,7%		37,2%
22	53,5%	47	30,3%	73	30,4%
	55,7%		32,4%		26,9%
23	38,5%	48	35,7%	75	28,9%
	43,2%		28,1%		28,4%
24	48,0%	49	6,8%	76	68,0%
	46,6%		12,8%		69,5%
25	33,3%	50	33,5%	77	41,4%
	32,1%		23,2%		42,5%
26	24,2%	51	8,0%	78	23,5%
	33,9%		18,3%		22,8%
				79	20,0%
					20,6%

Tabela 59. Zestawienie wartości teoretycznych, wynikających z modelu regresji, z wartościami rzeczywistymi wynikającymi z pomiarów. Model sztucznej sieci neuronowej dla zmiennej zależnej relatywny stopień rozwoju w oparciu o 8 podstawowych zmiennych niezależnych, w okresie 1 lat. Źródło: opracowanie własne.

Poniżej zamieszczona jest tabela zawierająca wagi oraz informacje na temat funkcji aktywacji odpowiednich warstw sieci neuronowej, co pozwala na odtworzenie i wykorzystywanie sieci do analiz.

Przewidywane		Warstwa ukryta 1 - funkcja: Tangens hiperboliczny								Warstwa wynikowa RelStopenWzrostu10lat – funkcja tożsamości
		H(1:1)	H(1:2)	H(1:3)	H(1:4)	H(1:5)	H(1:6)	H(1:7)	H(1:8)	
Predyktor		H(1:1)	H(1:2)	H(1:3)	H(1:4)	H(1:5)	H(1:6)	H(1:7)	H(1:8)	
Warstwa wejściowa	OdległoscOdCentrum	-,831	-,053	,933	,530	-,281	,299	-,112	,030	
	BilansZasobowPrzyrodniczych	-,615	-,348	-1,61	-,612	,761	-,199	,461	,013	
	DostepDoStrategicznycHUsług	-,403	,066	,343	,278	-,398	-,495	-,039	-,020	
	Infrastruktura	-,184	,309	-,749	-,823	,604	,996	,089	-,041	
	ArealSkorygowanyOMPZP600m	,116	,043	-,737	-,253	,225	,164	-,052	-,058	
	ZabudowaSzeregowaOdsetek	-,714	,000	-,499	,197	-,249	-,265	-,078	-,048	
	ZabudowaDeweloperskaOdsetek	-1,183	,239	,096	-,257	,156	,359	-,082	,240	
	ToryKolejowe	,235	-,621	-,068	-,513	,387	-,462	,276	-,038	
	SasiedztwoPrzemyslu	-,831	-,053	,933	,530	-,281	,299	-,112	,030	
	ObiektyRolnicze	-,615	-,348	-1,61	-,612	,761	-,199	,461	,013	
	SasiedztwoRuchDrogi	-,403	,066	,343	,278	-,398	-,495	-,039	-,020	
	ZabudowaWielorodzinna	-,184	,309	-,749	-,823	,604	,996	,089	-,041	
	LiniaWysokiegoNapiecia	,116	,043	-,737	-,253	,225	,164	-,052	-,058	
(stała)	,463	-,014	,176	-,061	-,094	-,160	-,135	,102		
Warstwa ukryta 1	(stała)									,132
	H(1:1)									,603
	H(1:2)									-,443
	H(1:3)									-,780
	H(1:4)									,291
	H(1:5)									,069
	H(1:6)									,951
	H(1:7)									,408
	H(1:8)									,186

Tabela 60. Sztuczna sieć neuronowa wykorzystana do oszacowania modelu regresji dla zmiennej zależnej relatywny stopień rozwoju w oparciu o 8 podstawowych zmiennych niezależnych, w okresie 10 lat. Powyższa tabela służy do ewentualnego odtworzenia sieci, liczby w niej zawarte nie podlegają interpretacji. Ukazuje ona także jakie zmienne zostały uwzględnione w modelu. Źródło: opracowanie własne.

Wnioski

Wnioski, które wyprowadzić można z powyższej analizy, wskazują na zbliżony poziom dopasowania modelu do zmienności relatywnego stopnia rozwoju poprzez sztuczne sieci neuronowe i regresję wieloraką, co przy prostszej i bardziej czytelnej zależności pomiędzy zmiennymi niezależnymi i zależną dowodzi przewagi regresji liniowej. Co więcej, w przypadku modeli liniowych możliwa jest

wieloaspektowa weryfikacja modelu przy pomocy wymienionych w podrozdziale 5.4 testów, a ponadto stopień objaśnienia przy pomocy modelu liniowego jest nieporównywalnie wyższy ze względu na zrozumiałość liniowej zależności. Oznacza to, że wspomagające badanie przy wykorzystaniu sztucznych sieci neuronowych dowiodło zasadności wykorzystania regresji wielorakiej do objaśnienia i predykcji relatywnego stopnia rozwoju w odstępie 10 lat od momentu wprowadzenia planu. Zbieżność wyników także potwierdza skuteczność analizy.

Wyniki badania w oparciu o sztuczne sieci neuronowe dla 15 lat

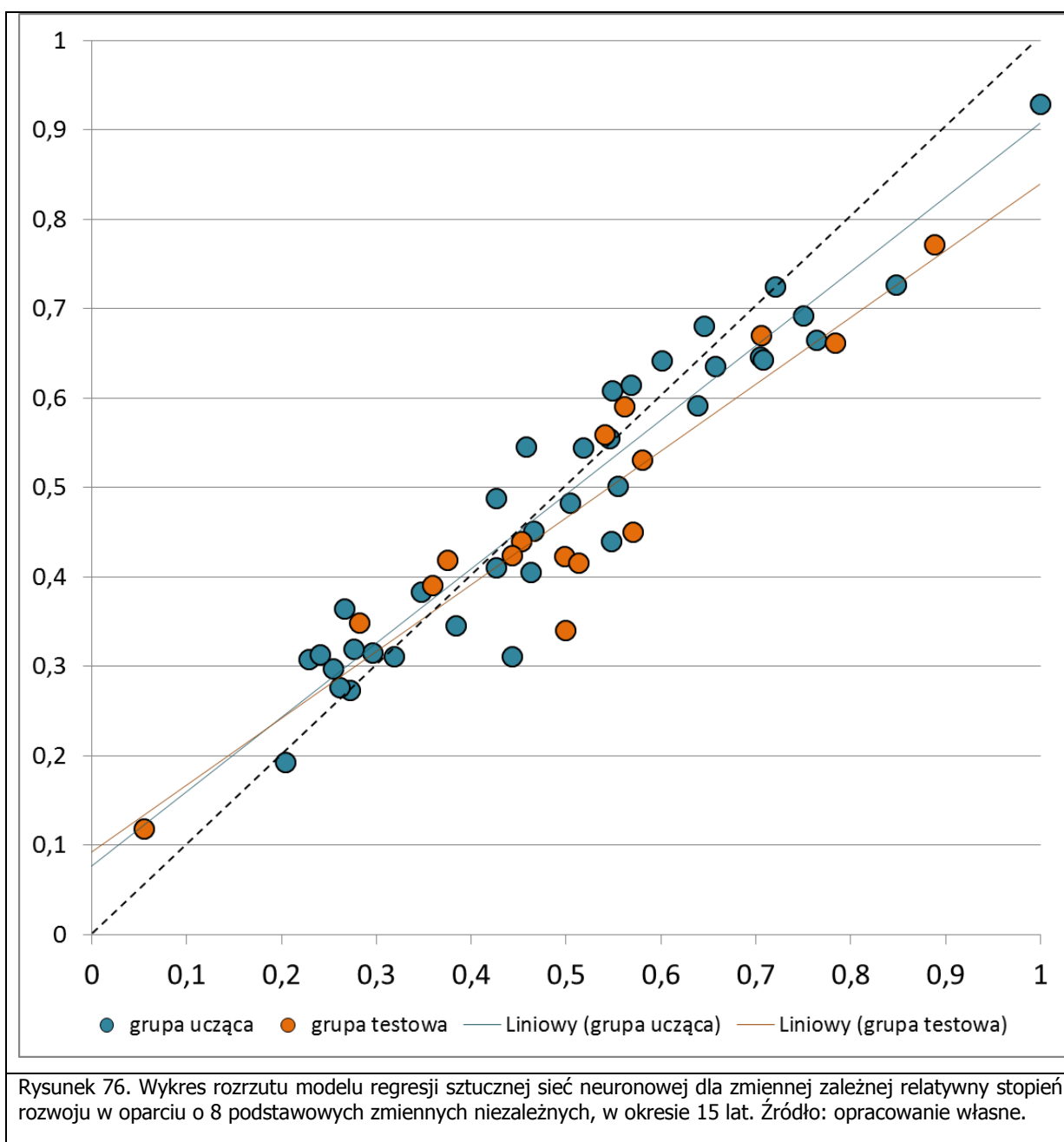
Ostatni z rozpatrywanych okresów 15 lat wydaje się najmniej zasadny z perspektywy wykorzystania sztucznych sieci neuronowych, gdyż obejmuje o 20 przypadków mniej, co w łącznej puli 72 przypadków stanowi znaczącą różnicę. W omawianym przypadku współczynnik R^2 był największy, co świadczyło o dobrym dopasowaniu modelu, jednakże należy sprawdzić, czy złożone, nieliniowe zależności oszacowane przy pomocy sztucznych sieci neuronowych nie zaoferują znacznie lepszego rezultatu niż regresja wieloraka. Jest to o tyle proste, że w modelu regresji krokowej aż dwie zmienne zostały wykluczone. Liczba oraz zasady generowania testowanych modeli pozostały niezmiennie, zatem wyniki relatywnego błędu w wylosowanej wcześniej próbie testowej porównane były dla ponad 10 000 modeli. Ostatecznie ponownie w takim teście najniższa testowana wartość uzyskana została przy pomocy sieci wielowarstwowy perceptron z jedną warstwą ukrytą, w której w tym wypadku znalazło się 9 neuronów ukrytych, w skrócie kombinację taką określić można jako MLP 8-9-1. Podobieństwa na tym się nie kończą. Funkcja aktywacji warstwy ukrytej to znowu tangens hiperboliczny, a wyjściowej to tożsamość. Ta powtarzalność najlepszego dopasowania sieci według przyjętych kryteriów spowodowała także potrzebę poszukania alternatywy. W tym wypadku porównany zostanie także najlepiej dopasowany model RBF. Jednakże efekt generowany przy zadanych na stałe podziale na grupy testowe i treningowe nie pozwalał na osiągnięcie niższej wartości relatywnego błędu niż 0,65, co jest wynikiem znacznie gorszym niż ten oferowany przez regresję liniową. W celu polepszenia wyniku dobór próby testowej dokonywany był poprzez każdorazowe losowanie dla typu RBF przed uczeniem sieci. Poniżej jako dodatkowe porównanie zaprezentowany zostanie najlepiej dopasowana sieć neuronowa oparta o RBF:

Warstwa wejściowa	Liczba neuronów	8	Próba Ucząca – 36 Próba Testująca – 16
	Metoda zmiany skali dla współzmiennych	Standaryzowane	
Warstwa ukryta	Liczba neuronów	9	
	Funkcja aktywacji	Tangens hiperboliczny	
Warstwa wynikowa	Zmienne zależne	RelStopenWzrostu15lat	
	Liczba neuronów	1	
	Metoda zmiany skali dla zależnych od skali	Standaryzowane	
	Funkcja aktywacji	Tożsamość	
	Funkcja błędu	Suma kwadratów	
Uczący	Błąd względny (kwadratowy)	,095	

Testujący	Błąd względny (kwadratowy)	,175
Użyta reguła zatrzymywania	Został osiągnięty współczynnik kryterium błędu (1,000E-006)	

Tabela 61. Informacje o sztucznej sieci neuronowej wykorzystanej do oszacowania modelu regresji dla zmiennej zależnej relatywny stopień rozwoju w oparciu o 8 podstawowych zmiennych niezależnych, w okresie 15 lat. Źródło: opracowanie własne.

Błąd względny kwadratowy w lepiej dopasowanym modelu MLP równy jest 0,175, co jest wynikiem nieznacznie lepszym niż ten uzyskany dla 10 lat, natomiast w grupie testowej wartość ta wynosi 0,095, co jest wynikiem nieznacznie gorszym, chociaż jest to kwestia drugorzędna. Należy jednak stwierdzić, że dla regresji wielorakiej krokowej z wprowadzonymi sześcioma zmiennymi niezależnymi wartość ta dla całej próby 52 przypadków wynosi 0,145, co oznacza wartość znacznie lepszą.



Poniżej przedstawiony został model gotowy do wykorzystania w analizach urbanistycznych:

Predyktor		Przewidywane									Warstwa wynikowa ReStoipienWzrostu10lat – funkcja tożsamości
		Warstwa ukryta 1 - funkcja: Tangens hiperboliczny									
		H1:1	H1:2	H1:3	H1:4	H1:5	H1:6	H1:7	H1:8	H1:9	
Warstwa wejściowa	OdlegloscOdCentrum	-,491	-,119	-,320	,238	-,422	,247	-,165	-,572	,264	
	BilansZasobowPrzyrodniczych	,228	-,349	-,468	-,093	-,480	-,257	,153	-,408	-,122	
	DostepDoStrategicznycyUslug	-,515	,072	-,371	-,245	-,110	,498	,240	-,113	,112	
	Infrastruktura	,270	-,323	-,134	,704	,137	,593	-,071	,135	,076	
	ArealSkorygowanyOMPZP600m	,426	-,259	,314	,299	-,127	-,293	-,159	-,235	-,150	
	ZabudowaSzeregowaOdsetek	-,367	,079	-,108	-,116	-,377	-,434	-,443	-,398	,056	
	ZabudowaDeweloperskaOdsetek	-,312	,392	,414	,399	-,571	-,522	,237	,155	,410	
	ToryKolejowe	-,089	-,126	-,426	-,380	,751	,351	,256	,242	,333	
	SasiedztwoPrzemyslu	-,491	-,119	-,320	,238	-,422	,247	-,165	-,572	,264	
	ObiektyRolnicze	,228	-,349	-,468	-,093	-,480	-,257	,153	-,408	-,122	
	SasiedztwoRuchDrogi	-,515	,072	-,371	-,245	-,110	,498	,240	-,113	,112	
	ZabudowaWielorodzinna	,270	-,323	-,134	,704	,137	,593	-,071	,135	,076	
	LiniaWysokiegoNapiecia	,426	-,259	,314	,299	-,127	-,293	-,159	-,235	-,150	
(stała)		,290	,073	-,338	-,506	-,033	-,200	-,533	,008	,045	
Warstwa ukryta 1	(stała)										-,071
	H(1:1)										,689
	H(1:2)										-,373
	H(1:3)										-,541
	H(1:4)										,574
	H(1:5)										,458
	H(1:6)										-,528
	H(1:7)										,118
	H(1:8)										,190
	H(1:9)										-,079

Tabela 62. Sztuczna sieć neuronowa wykorzystana do oszacowania modelu regresji dla zmiennej zależnej relatywny stopień rozwoju w oparciu o 8 podstawowych zmiennych niezależnych, w okresie 15 lat. Powyższa tabela służy do ewentualnego odtworzenia sieci, liczby w niej zawarte nie podlegają interpretacji. Ukazuje ona także jakie zmienne zostały uwzględnione w modelu. Źródło: opracowanie własne.

Wnioski

W oparciu o analizę powyższego wykresu zauważyć można, że większość wyników koncentruje się w okolicy połowy wykresu, niewiele jest natomiast wartości poniżej 30%, a także stosunkowo mało jest wartości bardzo wysokich. Dopasowanie w grupie testowej i uczącej jest bardzo duże. Przy założeniu pewnego składnika losowego, który nie jest możliwy do wytłumaczenia w oparciu o zebrane zmienne, zarówno predykcja przy pomocy regresji wielorakiej, jak również sztucznych sieci neuronowej pozwala na istotne oszacowanie badanego zjawiska. Skłania to

naturalnie do wykorzystania w objaśnieniu modelu regresji wielorakiej. Podobna przewaga czytelna jest także w przypadku predykcji, gdyż sztuczne sieci neuronowe związane są silnie z daną, niepowtarzalną sytuacją lokalną. Także w przypadku wykorzystania jako narzędzia ewaluacyjnego w projektowaniu urbanistycznym regresja wieloraka ma przewagę, gdyż uchwytuje zależność bardziej ogólną.

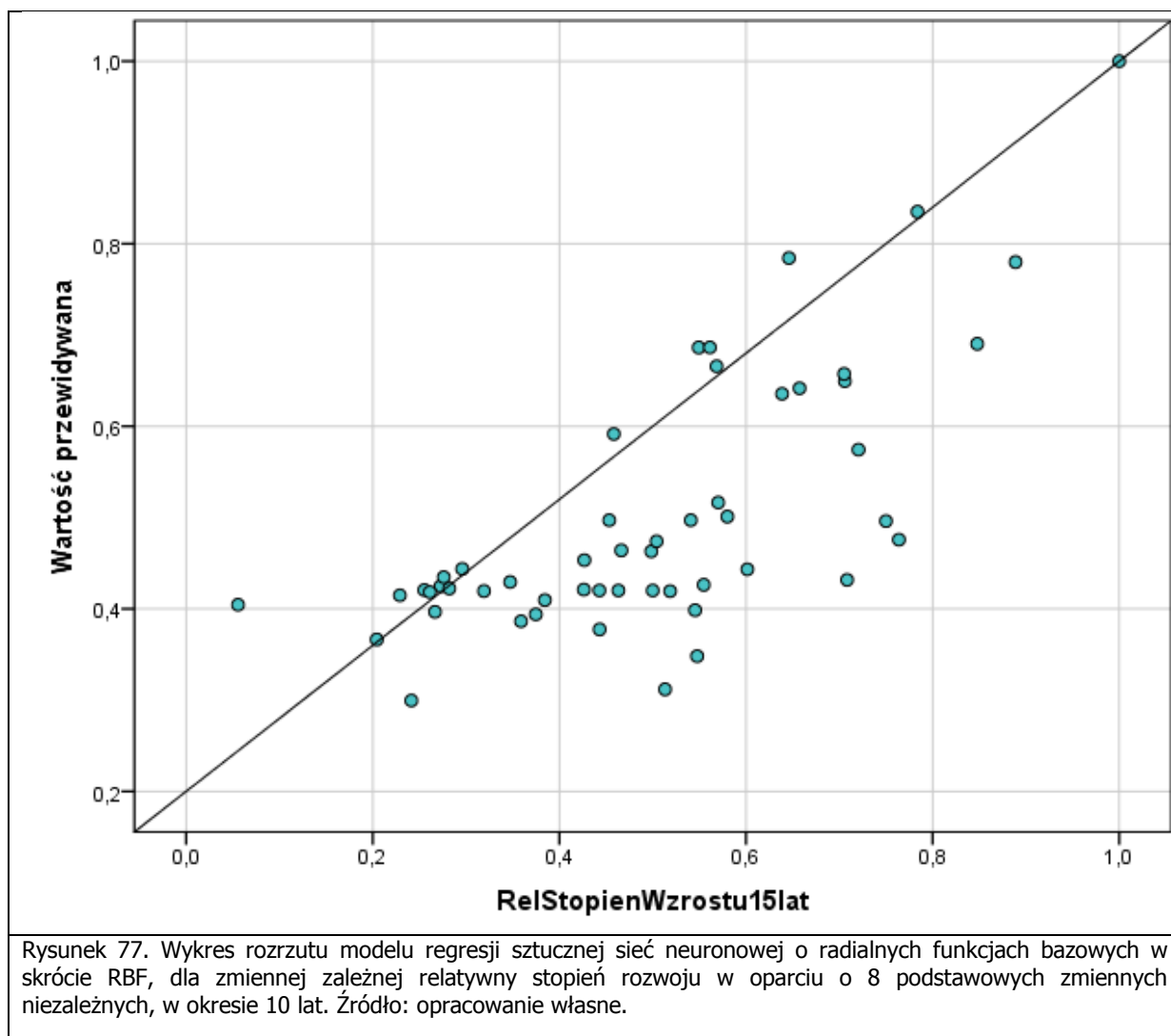
Badanie porównawcze przy wykorzystaniu RBF

Pozostaje jeszcze sprawa porównawczego modelu RBF, czyli sieci o radialnych funkcjach bazowych. W tym przypadku według kryteriów najmniejszego błędu względnego w każdorazowo losowanej próbie wybrany został model o 10 neuronach w warstwie ukrytej i wykładniczej funkcji aktywacji tej warstwy. Aktywacja warstwy wyjściowej dokonywała się przez tożsamość. Wykorzystany algorytm uczenia to zwykła radialna funkcja bazowa dla standaryzowanych zmiennych, gdzie liczba neuronów w warstwie ukrytej wybierana była ze zbioru od 3 do 60. W poniższej tabeli przedstawione jest zestawienie podstawowych informacji o takim modelu.

Warstwa wejściowa	Liczba neuronów	8	Próba Ucząca – 45 Próba Testująca – 7
	Metoda zmiany skali dla współzmiennych	Standaryzowane	
Warstwa ukryta	Liczba neuronów	10	
	Funkcja aktywacji	Wykładnicza	
Warstwa wynikowa	Zmienne zależne	RelStopenWzrostu15lat	
	Liczba neuronów	1	
	Metoda zmiany skali dla zależnych od skali	Standaryzowane	
	Funkcja aktywacji	Tożsamość	
	Funkcja błędu	Suma kwadratów	
Uczący	Błąd względny (kwadratowy)	,489	
Testujący	Błąd względny (kwadratowy)	,332	
Użyta reguła zatrzymywania	Został osiągnięty współczynnik kryterium błędu (1,000E-006)		

Tabela 63. Informacje o sztucznej sieci neuronowej wykorzystanej do oszacowania elementów zmiennej bilans zasobów przyrodniczych. Źródło: opracowanie własne.

W związku z gorszym dopasowaniem sieć ta prezentowana jest wyłącznie jako element dodatkowy.



Mnóstwo informacji dostarcza analiza powyższego wykresu. Pokazuje ona słabe dopasowanie modelu oraz fakt, że większość predykcji ma zbyt dużą wartość w porównaniu z pomiarem.

Wnioski z badania przy wykorzystaniu sztucznych sieci neuronowych

Łączny wniosek płynący z powyższego badania dotyczy zasadności wykorzystania regresji wielorakiej zamiast sztucznych sieci neuronowych do objaśnienia zależności przestrzennych oraz analiz urbanistycznych z zakresu rozwoju osiedli mieszkaniowych jednorodzinnych. Oprócz wspomnianych wcześniej aspektów przeważających na korzyść wyboru metody z grup GML lub UMLiN, ze szczególnym naciskiem na regresję wieloraką, wymienić można dodatkowe zalety. Najistotniejsze to czytelne zobrazowanie zależności, mnogość testów weryfikujących model, rozbudowana metodologia oraz adekwatność dla zbiorów danych mniejszych niż tysiące przypadków. Dodatkową przewagą dla odstępu 10 i 15 lat jest porównywalne dopasowanie modelu, które w wielu aspektach ocenione może być za lepsze niż w przypadku sztucznych sieci neuronowych. Powyższe badanie prócz porównania i weryfikacji badania objaśniającego metodą regresji wielorakiej w ramach wybranych technik dostarcza także dodatkowy model, który wykorzystywany może być z

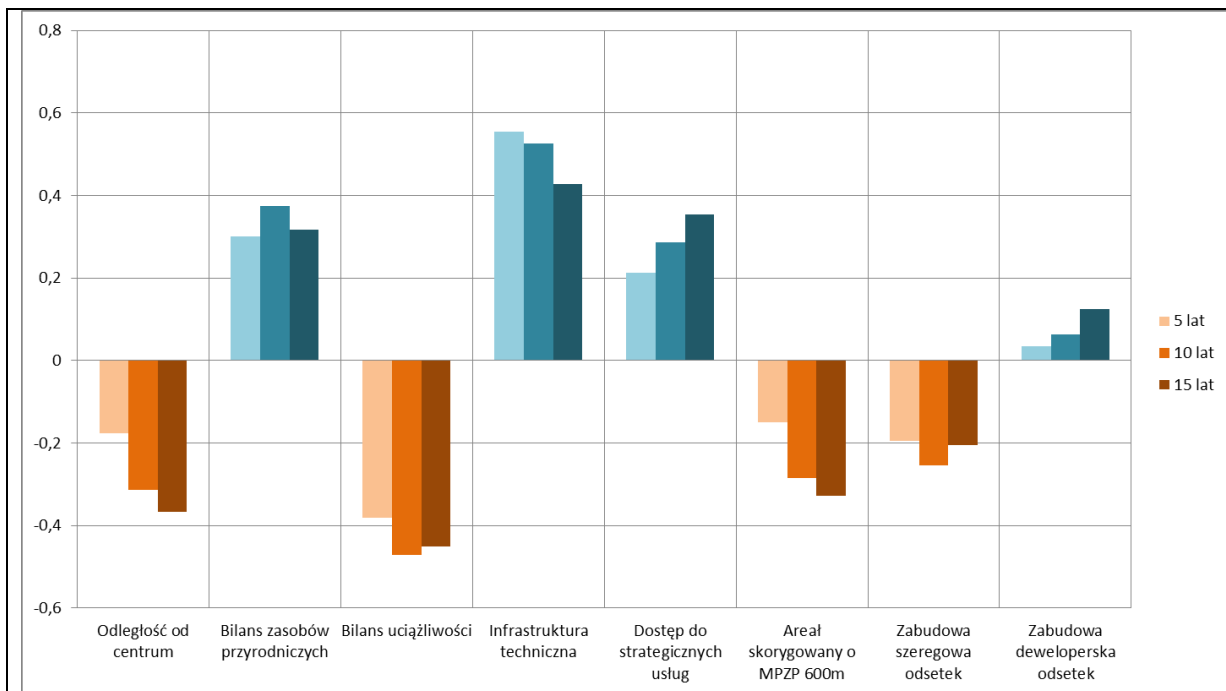
powodzeniem do zastosowań analitycznych i predykcyjnych bądź w zastosowaniach praktycznych jako element porównawczy. W tym wypadku ta komparacja nie dotyczy wyłącznie oceny dopasowania i objaśnienia modelu w zakresie dostarczanej przez niego wiedzy o zależnościach przestrzennych w badanym środowisku, lecz praktycznego zastosowania. Wynik analizy w oparciu o równanie regresji porównany może być z tym uzyskanym przy wykorzystaniu sztucznej sieci neuronowej, co zmniejsza prawdopodobieństwo błędu poprzez wykorzystanie dwóch niezależnych technik. Szerszy opis tej procedury znajduje się w kolejnym rozdziale poświęconym zastosowaniu w projektowaniu urbanistycznym.

6.2.4. Oceny, ustalenia i łączne wnioski z badania w kontekście projektowania urbanistycznego

Powyżej przedstawione zostały wyniki badania regresji wielorakiej wraz z odpowiednimi testami weryfikującymi miary dopasowania i istotności modeli w całości oraz poszczególnych zmiennych, a także badania porównawcze w formie sztucznych sieci neuronowych sprawdzające, czy w rozważanej próbie najlepszą metodą predykcji jest właśnie ów model liniowy. Znacznie lepsze dopasowanie do obserwacji modelu sztucznych sieci neuronowych przy jednoczesnym słabym rezultacie regresji wielorakiej świadczyłoby o pominięciu pewnych zależności lub zmiennych bądź ewentualnie o uchwyceniu ich w niewłaściwy sposób. Taka sytuacja dotyczy predykcji dla odstępu 5 lat od uchwalenia miejscowego planu dla zmiennej relatywny stopień rozwoju. Dla pozostałych okresów 10 i 15 lat wynik był zasadniczo porównywalny, a w wielu aspektach pomiaru błąd był mniejszy przy wykorzystaniu regresji wielorakiej. Oczywiście z pewnością odnaleźć można by więcej zależności objaśniających zjawisko rozwoju przestrzennego, lecz w polu obserwacji i dostępnych metod statystycznych, które nie mają wglądu w indywidualne motywacje każdego inwestora, należałoby przyjąć, że pewien składnik losowy wyznaczać będzie granice możliwej predykcji, która nigdy nie będzie pewna. Niemniej jednak właśnie aspekt poszukiwania zależności ponadlokalnych takich jak zmiany prawne i gospodarcze, specyfika gminy i inne, które zgodnie z założeniem o weryfikacji wyłącznie cech lokalnych nie były uwzględnione w badaniu, stanowi jeden z ważnych elementów poniższego podrozdziału. Stanowi on zatem uzupełnienie badania o warstwę opisu w kontekście planowania przestrzennego i danych ponadlokalnych. Na podstawie samych wyników stwierdzić można, że model regresji wielorakiej dla odstępu 5 lat od uchwały obarczony był znacznym błędem. Nie stwarza on podstaw pod wnioskowanie, a jego wykorzystanie w ewaluacji jest ograniczone. Na podstawie powyższych testów skuteczność tego modelu oszacować można na około 55%. W tym wypadku znacznie lepsze okazały się natomiast sztuczne sieci neuronowe. Sytuacja wygląda zupełnie inaczej dla 10 i 15 lat. W tych przypadkach modele stwarzają podstawy zarówno do objaśnienia zależności, jak również wykorzystania w analizach, także prognostycznych. Ich dopasowanie szacować można na około 80%.

Zmienność i wpływ predyktorów w modelach dla różnych lat od uchwały

Istotnym aspektem we wnioskowaniu będzie ocena podobieństw odpowiednich modeli w okresie 5, 10 i 15 lat. Na podstawie dostępnych wyników badania regresji wnioskować można o zmienności wpływu na relatywny stopień rozwoju danej cechy w skali czasu. Informacje te pozwolą lepiej objaśnić zależności.

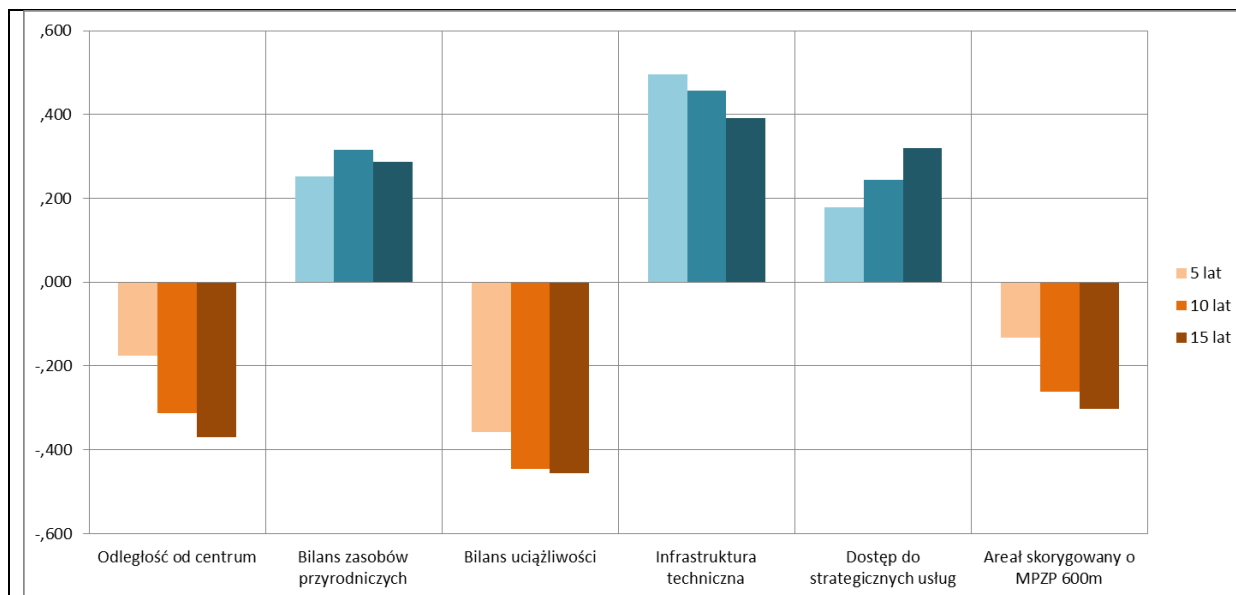


Rysunek 78. Wykresy wpływu zmiennych szacowanego w oparciu o współczynniki standaryzowane beta z uwzględnieniem wszystkich 8 predyktorów (w niektórych przypadkach nie wszystkie z ośmiu zmiennych niezależnych były istotne statystycznie). Źródło: opracowanie własne.

Dwa wykresy przedstawione na rysunkach 78, 79 ukazują estymowany wpływ zmiennych w poszczególnych latach. W oparciu o pierwszy z nich wypowiedzieć się należy przede wszystkim o dwóch zmiennych, pierwszej dotyczącej sposobu organizacji inwestycji, która nie uzyskała istotności statystycznej w żadnym z modeli, oraz typologii mierzonej poprzez odsetek zabudowy szeregowej. Pozostałe zmienne ze względu na obciążenie modelu przez predyktory poniżej progu istotności statystycznej lepiej oceniać w oparciu o kolejny wykres, w którym zostały one usunięte. Wybrany sposób organizacji inwestycji wraz ze wzrostem czasu pomiaru od momentu uchwały zwiększa swoje oddziaływanie oraz istotność statystyczną, chociaż nie dochodzi do progu poniżej $t:p < 0,05$, zatem nie uzyskuje istotności statystycznej. Na podstawie małej grupy planów z występującym odsetkiem tego typu zabudowy trudno wyrokować o ogólnej zależności, jednak należy stwierdzić, że tego typu inwestycji jest stosunkowo mało. Równocześnie wyniki badań ukazują, że taka organizacja wpływa co prawda na lepszy rozwój, jednak dopiero po znacznym upływie czasu, a wpływu tego w takiej próbie nie udowodniono z dostateczną pewnością statystyczną. W ramach przyjętej kategorii odsetka zabudowy deweloperskiej opisanej w podrozdziale 5.3.6 istniało wiele możliwych sposobów

organizacji inwestycji, jednakże w próbie badawczej pojawiły się tylko dwie kategorie; pojedyncza inwestycja na własne cele mieszkaniowe oraz alternatywnie budowa wielu domów przez jednego inwestora z zamiarem sprzedaży. Wbrew intuicyjnemu przypuszczeniu, że obszar, na którym inwestycje realizowane są na sprzedaż, rozwija się znacznie szybciej, nie została zaobserwowana jednoznacznie taka zależność. Taka forma organizacji nie sprawia, że rozwój następuje natychmiastowo i bardzo dynamicznie, już w przeciągu kilku lat, lecz w dłuższym okresie warunkuje wyższy stopień rozwoju. To ważne spostrzeżenie, lecz istotne byłyby dalsze badania weryfikujące tę kwestię, gdyż w próbie było mało przykładów tego typu. W razie potwierdzenia tej obserwacji istotne byłoby odnalezienie przyczyn tego zjawiska, których aktualnie można tylko domniemywać.

Wpływ zmiennej „odsetek zabudowy szeregowej” jest raczej jednoznaczny, choć stosunkowo niewielki. Spowalnia on proces rozwoju we wszystkich przyjętych odstępach czasu w sposób dość równomierny. Wynik ten wraz z szacowanym wpływem zmiennej mierzącej areał mieszkaniowy wyznaczony w formie planów miejscowych w okręgu o promieniu 600, który także jest ujemny, wyraźnie wskazuje na fakt, że zmienna stopień rozwoju oraz jej przekształcenie, relatywny stopień rozwoju, zależne są od liczby mieszkań w budynkach mieszkaniowych jednorodzinnych przewidzianych w planach w pobliżu inwestycji. Zależność ta jest niezwykle złożona i jej dokładny pomiar byłby bardzo czasochłonny. Wymagałby weryfikacji liczby zajmowanych mieszkań oraz obszarów, na których możliwa jest wybudowanie domu mieszkaniowego w oparciu o warunki zabudowy, a także porównania atrakcyjności sąsiednich terenów zdalnych do zamieszkania. Przedstawione dwie zmienne opisują to zjawisko w sposób uproszczony, jednakże już w takiej formie, dla analizowanej próby badawczej zależność ta została wykazana. Ogólny opis tego złożonego oddziaływania jest pewnym kompromisem wynikającym z praktycznych aspiracji modelu, gdyż dokładniejszy, wieloaspektowy pomiar lokalnych zasobów mieszkaniowych byłby bardzo złożony, a także subiektywny. Oczywiście w ocenie zmiennej określającej odsetek danej typologii znaczenie mogą mieć preferencje dotyczące form zamieszkania, co bardzo trudno oddzielić od uzasadnienia związanego z lokalnymi zasobami.



Rysunek 79. Wykresy wpływu zmiennych szacowanego w oparciu o współczynniki standaryzowane beta z uwzględnieniem wszystkich 6 predyktorów (w modelu dla 5 lat nie wszystkie z sześciu zmiennych niezależnych były istotne statystycznie). Źródło: opracowanie własne.

Ocena predyktorów, które uzyskały istotność statystyczną we wszystkich modelach, rozpoczęta zostanie od tych, których wyniki nie były zaskakujące. Uprzednio należy jednak zauważyć, że są to zmienne standaryzowane wzorem (

Równanie 17), który pozwala na porównanie danych liczbowych ujętych na różnych skalach, jednakże zasadniczo suma bezwzględnych wartości wszystkich współczynników standaryzowanych beta nie będzie równa we wszystkich modelach. Jest ona proporcjonalna do miary dopasowania modelu. Ta suma bezwzględnych wartości w przypadku pierwszego wykresu wynosi dla 5 lat 2,0023, dla 10 lat 2,5708, a dla 15 lat 2,5735. Oznacza to, że spodziewać się należy, że bezwzględna wartość dla mniejszego odstępu lat od uchwalenia planu miejscowego będzie niższa przy zachowaniu tej samej proporcji oddziaływań. W tym kontekście stosunkowo niezmienny we wszystkich trzech modelach jest szacowany wpływ bilansu zasobów przyrodniczych oraz bilansu uciążliwości. Są to cechy w większości przypadku niezmiennie w danym obszarze, co przekłada się na rezultat estymacji wpływu. Równocześnie zauważyć można nieznaczny wzrost znaczenia wraz z upływem czasu takich zmiennych jak areal skorygowany MPZP 600 m i odległość od centrum. W tym wypadku jednak niższa wartość jest ewidentna tylko dla pierwszego odstępu 5 lat, który to model jest najgorzej dopasowany, dlatego uznać można, że dla najważniejszych modeli 10 i 15 lat wartości te są praktycznie niezmiennie. Równocześnie w przypadku dostępu do strategicznych usług i obiektów odzwierciedla się wzrost oddziaływania przy długim czasie od uchwalenia planu miejscowego. Wzrost ten nie jest bardzo duży przy porównaniu 10 i 15 lat, jednakże wciąż widoczny. Ostatecznie pozostaje zmienna złożona opisująca warunki dostępu do infrastruktury technicznej. Jest to jedyny przypadek, gdy wraz z czasem ewidentnie wpływ ten spada. Jednym z możliwych wytłumaczeń jest przypuszczenie, że są to aktualne warunki w momencie wprowadzenia planu, które po okresie 10 lat mogą być zupełnie

inne, zasadniczo lepsze. To ważna informacja, gdyż pozwala założyć, że wpływ uzbrojenia terenu jest szczególnie istotny w początkowej fazie rozwoju, później natomiast traci na znaczeniu.

Dopasowanie modelu jako dokładność predykcji i jego porównanie w modelach dla różnych lat od uchwały

Możliwe jest zaproponowanie wielu taksonomii uwarunkowań rozwoju obszarów mieszkaniowych jednorodzinnych w aglomeracji poznańskiej. Jedną z nich jest podział na czynniki lokalne i ponadlokalne oraz pozostawienie wszystkich pozostałych, indywidualnych, nieujętych w badaniu oddziaływań i zjawisk jako składnik losowy. W takiej klasyfikacji rozprawa bazuje w kontekście zastosowania modelu w projektowaniu urbanistycznym na czynnikach lokalnych. Równocześnie analiza czynników ponadlokalnych w zagadnieniu oceny błędu modelu pozwala na pełniejsze zrozumienie i objaśnienie, gdyż umożliwia uwzględnienie szerszego kontekstu oraz stwarza pole do oceny i weryfikacji wyników dla uwarunkowań lokalnych.

Dwa podstawowe uwarunkowania ponadlokalne rozważane w pracy to lokalizacja w określonej gminie na terenie aglomeracji poznańskiej oraz zależność od roku uchwalenia planu, co związane jest także ze zmianami w uwarunkowania prawnych po roku 2003 wraz z rozpoczęciem obowiązywania nowej ustawy o planowaniu przestrzennym. Oczywiście istotną kwestią byłoby także porównanie wyników dla innych aglomeracji, jednak jest to zagadnienie dotyczące perspektyw dalszych badań.

Kwestia potencjalnych różnic w przyroście zmiennej stopień rozwoju w odpowiednich gminach zweryfikowana była w wielu ujęciach. Pierwsza propozycja dotyczyła działania pośredniego, które polegało na wprowadzeniu do modelu regresji zmiennej niezależnej charakteryzującej średnie tempo rozwoju w całej gminie. W pierwszej kolejności przetestowane zostały zmienna ilustrujące średnie tempo rozwoju w gminach. Zaproponowane zostały dwie takie zmienne: średnia liczba zrealizowanych budynków mieszkalnych rocznie w ciągu ostatnich dwudziestu lat na każdy kilometr kwadratowy w gminie oraz średnia liczba zrealizowanych budynków mieszkalnych rocznie w ciągu ostatnich dwudziestu lat na każdy tysiąc mieszkańców w gminie. Zmienne te okazały się nieistotna statystycznie, a model uwzględniający je nie różnił się wskaźnikami dopasowania od modelu wykorzystującego wyłącznie czynniki lokalne. Zilustrowane jest to za pomocą poniższych tabeli.

1. Zmienna zależna: Relatywny stopień wzrostu dla 10lat – wyłącznie czynniki lokalne							
	R	R ²	Skorygowane \bar{R}^2	Błąd standardowy oszacowania	statystyka F	df	Istotność F
Model a: wszystkie predykatory	,911	,830	,809	,0741190	38,542	8	,000
Model b: regresja krokowa, istotność T:0.05	,910	,827	,809	,0741595	43,848	7	,000
2. Zmienna zależna: Relatywny stopień wzrostu dla 10lat – uwzględnienie czynników ponadlokalnych							
Model c: wszystkie modele plus Średnia Liczba Zrealizowanych Budynków mieszkaniowych rocznie w ciągu ostatnich 20 lat na km ²	,912	,832	,808	,0743638	34,1	9	,000

Model c: wszystkie modele plus Średnia Liczba Zrealizowanych Budynków mieszkaniowych rocznie w ciągu ostatnich 20 lat na 1000 mieszkańców	,912	,831	,807	,0745230	33,925	9	,000
Tabela 64. Porównanie modeli regresji dla odstępu 10 lat od momentu uchwalenia planu. Źródło: opracowanie własne.							

	Współczynniki niestandardyzowane		Współczynniki standaryzowane Beta	Statystyka t	Istotność
	B	Błąd standardowy			
(Stała)	,075	,077		,984	,329
Odległość od centrum	-,006	,001	-,286	-4,212	,000
Bilans zasobów przyrodniczych	,040	,006	,390	6,466	,000
Bilans uciążliwości	-,024	,003	-,476	-7,975	,000
Infrastruktura techniczna	,047	,006	,526	8,258	,000
Dostęp do strategicznych usług	,019	,004	,294	4,767	,000
Areał skorygowany o MPZP 600m	-,003	,001	-,288	-5,169	,000
Zabudowa szeregowa odsetek	-,257	,066	-,255	-3,916	,000
Zabudowa deweloperska odsetek	,030	,041	,047	,727	,470
Średnia Liczba Zrealizowanych Budynków mieszkaniowych rocznie w ciągu ostatnich 20 lat na km ²	,012	,016	,053	,766	,447
Tabela 65. Model wielorakiej regresji liniowej predykcji dla zmiennej relatywny stopień rozwoju dla 10 lat. Powyższa tabela ukazuje zmienne niezależne w modelu. Wynika z niej, że zmienne niezależna Średnia Liczba Zrealizowanych Budynków mieszkaniowych rocznie w ciągu ostatnich 20 lat na km ² ilustrująca zjawiska rozwoju w danej gminie nie jest istotna statystycznie. Źródło: opracowanie własne.					

	Współczynniki niestandardyzowane		Współczynniki standaryzowane Beta	Statystyka t	Istotność
	B	Błąd standardowy			
(Stała)	,086	,075		1,138	,259
Odległość od centrum	-,006	,002	-,289	-4,067	,000
Bilans zasobów przyrodniczych	,039	,006	,381	6,586	,000
Bilans uciążliwości	-,024	,003	-,464	-7,673	,000
Infrastruktura techniczna	,046	,006	,523	8,155	,000
Dostęp do strategicznych usług	,018	,004	,281	4,569	,000
Areał skorygowany o MPZP 600m	-,003	,001	-,287	-5,140	,000
Zabudowa szeregowa odsetek	-,252	,066	-,250	-3,822	,000
Zabudowa deweloperska odsetek	,035	,041	,054	,851	,398
Średnia Liczba Zrealizowanych Budynków mieszkaniowych rocznie w ciągu ostatnich 20 lat 1000 osób	,002	,004	,042	,565	,574

Tabela 66. Model wielorakiej regresji liniowej predykcji dla zmiennej relatywny stopień rozwoju dla 10 lat. Powyższa tabela ukazuje zmienne niezależne w modelu. Wynika z niej, że zmienne niezależna Średnia Liczba Zrealizowanych Budynków mieszkaniowych rocznie w ciągu ostatnich 20 lat na 1000 mieszkańców ilustrująca zjawiska rozwoju w danej gminie nie jest istotna statystycznie. Źródło: opracowanie własne.

Jest to sytuacja o tyle niekorzystna z perspektywy potencjalnego wykorzystania narzędzia analitycznego w innych lokalizacjach, że taki wskaźnik dla danej gminy mógłby być elementem ściśle łączącym model lokalny z danymi uwarunkowaniami gminy. Równocześnie brak takiego związku wskazuje na stosunkowo małe zróżnicowanie zmienności stopnia rozwoju w poszczególnych gminach niewynikające z uwarunkowań lokalnych. Oznacza to brak heterogeniczności przestrzennej. Zagadnienie to zostanie jednak zweryfikowane wtórnie przy pomocy dodatkowych metod: wprowadzeniu zmiennej nominalnej oraz analizie reszt. Badanie przy pomocy pierwszej z tych metod przeprowadzone będzie przy pomocy narzędzia IBM SPSS w oparciu o funkcję „automatyczne modelowanie liniowe”. Pozwoli ona przekształcić zmienną niezależną nominalną na zmienne dichotomiczne w liczbie etykiet odpowiadających odpowiednim gminom. Do modelu regresji wielorakiej wprowadzone zostanie zatem 8 zmiennych niezależnych odpowiadających odpowiednim gminom o wartościach 0 lub 1 dla danej obserwacji oraz 8 dotychczasowych zmiennych opisujących cechy lokalne. Oczywiście działanie takie można by wykonać bez wykorzystania funkcji automatyczne modelowanie liniowe, jednak dzięki niej możliwe jest zbiorcze oszacowanie pierwotnej zmiennej nominalnej oraz ewentualne scalanie gmin w celu poszukiwania ewentualnych podobieństw.

Efekty							Przewidywana: RelStopienWzrostu10lat			
Przewidywana: RelStopienWzrostu10lat							Przewidywana: RelStopienWzrostu10lat			
Źródło	Suma kwadratów	df	Średni kwadrat	F	Istotność	Ważność	Składnik modelu	Współczynnik	Istotność	Ważność
Model skorygowany ▼	1,745	15	0,116	22,076	,000		Wyraz wolny	0,101	,227	
BilansUczalnosci	0,320	1	0,320	60,643	,000	0,285	BilansUczalnosci	-0,025	,000	0,285
Infrastruktura	0,262	1	0,262	49,704	,000	0,234	Infrastruktura	0,046	,000	0,234
BilansZasobowPrzyrodniczych	0,206	1	0,206	39,009	,000	0,183	BilansZasobowPrzyrodniczych	0,039	,000	0,183
ArealSkorygowanyOMPZP600m	0,107	1	0,107	20,383	,000	0,096	ArealSkorygowanyOMPZP600m	-0,003	,000	0,096
DostepDoStrategicznyczychUslug	0,073	1	0,073	13,905	,000	0,065	DostepDoStrategicznyczychUslug	0,016	,000	0,065
ZabudowaSzeregowaOdsetek	0,056	1	0,056	10,658	,002	0,050	ZabudowaSzeregowaOdsetek	-0,218	,002	0,050
Gmina	0,051	7	0,007	1,383	,231	0,046	Gmina=Czerwonak	0,048	,165	0,046
OdlegloscOdCentrum	0,043	1	0,043	8,247	,006	0,039	Gmina=Komorniki	0,054	,235	0,046
ZabudowaDeweloperskaOdsetek	0,002	1	0,002	0,362	,550	0,002	Gmina=Murwana Goślina	0,036	,456	0,046
Reszta	0,295	56	0,005				Gmina=Oborniki	0,055	,349	0,046
Ogółem skorygowane	2,040	71					Gmina=Rokietnica	0,097	,009	0,046
							Gmina=Suchy Las	0,016	,628	0,046
							Gmina=Szamotoły	0,050	,447	0,046
							Gmina=Tarnowo podgórne	0,000 ^a		0,046
							OdlegloscOdCentrum	-0,007	,006	0,039
							ZabudowaDeweloperskaOdsetek	0,025	,550	0,002

Gorszy Lepszy

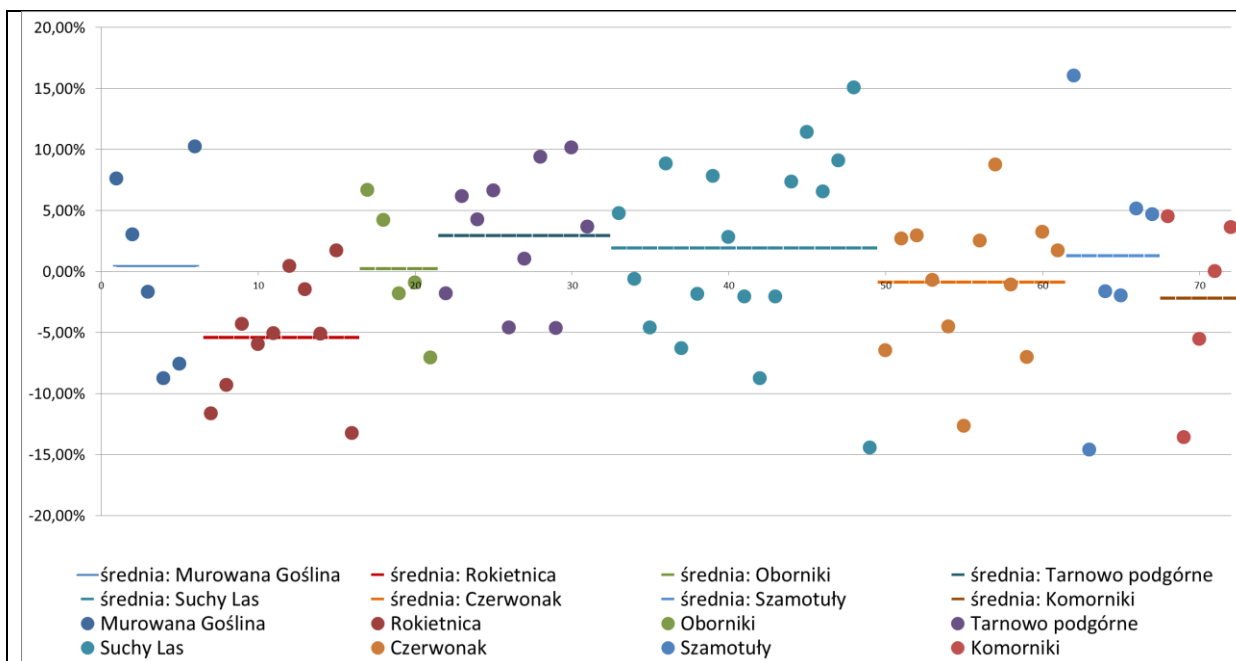
Dokładność

SKORYGOWANY R²

^aTen współczynnik przyjmuje wartość zero ponieważ jest redundantny.

Tabela 67. Model regresji dla 10 lat z uwzględnieniem zmiennej nominalnej ilustrującej przynależność do danej gminy. Analiza wykonana w oparciu o funkcje modelowanie liniowe w programie SPSS 21. Odpowiednio: lewy górny róg- tabela zmiennych w modelu, prawy górny róg- szczegółowa tabela zmiennych w modelu, lewy dolny róg – skorygowany R2, środek – wykres rozrzutu. Dane te wskazują, że taka zmienna nominalna jest nieistotna statystycznie i praktycznie bez znaczenia dla dopasowania modelu. Źródło: opracowanie własne.

Również w takim ujęciu wprowadzenie do modelu regresji wielorakiej informacji dotyczącej gmin nie poprawia w istotny sposób dopasowania, a sama zmienna nominalna nie jest istotna statystycznie (próg prawdopodobieństwa $p < 0,05$). Powyższa tabela wskazuje także, że spośród poszczególnych gmin wpływ istotny statystycznie ma wyłącznie gmina Rokietnica, która wpływa najsilniej spośród zmiennych dychotomicznych określających położenie w określone gminie. Wartość tego współczynnika jest dodatnia. Wnioski, które wyprowadzić można na podstawie powyższych informacji, można podsumować stwierdzeniem, że informacja na temat położenia obszaru w określonej gminie nie jest istotna statystycznie w modelu regresji, zatem tak ujęte dane o cechach ponadlokalnych, dotyczących całej gminy, nie zawierają informacji, które wzbogaciłyby predykcje przy pomocy regresji wielorakiej. To niezwykle istotne spostrzeżenie w ujęciu zastosowań predykcyjnych. Oznacza bowiem, że model jest jednakowy w badanych gminach, co realizuje pierwsze założenie modelu regresji opisane w rozdziale 5.

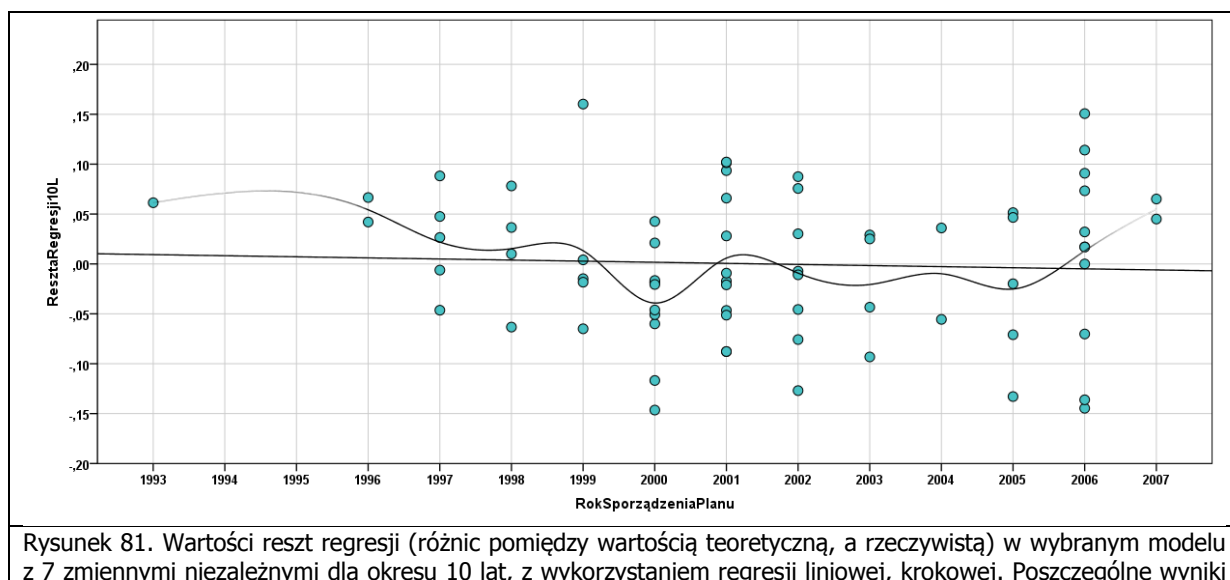


Rysunek 80. Wartości reszt regresji w wybranym modelu z 7 zmiennymi niezależnymi dla okresu 10 lat, z wykorzystaniem regresji liniowej, krokowej. Poszczególne wyniki przydzielone są do gmin, dla których pokazana jest średnia reszt. Porównanie to ilustruje graficznie średnią wartość reszt regresji (różnic pomiędzy wartością teoretyczną, a rzeczywistą) oraz ich rozrzut w odpowiednich gminach. Najbardziej od średniej odległa jest gmina czerwonak, jednakże różnice są niewielkie. Źródło: opracowanie własne.

W bardzo czytelny sposób wpływ na wartości reszt pokazuje powyższy wykres. Wynioskować na jego podstawie można, że średnia wartość reszt, która łącznie dla wszystkich gmin

dąży do zera, wyłącznie w jednej gminie, Rokietnicy jest różną od zera o więcej niż 5%, przy czym różnica ta nieznacznie przekracza tę wartość. Oznacza to, że w takim ujęciu podziałów terytorialnych heterogeniczność przestrzenna jest bardzo niewielka, gdyż 5% w skali dokładności predykcji oraz jej celu analitycznego jest mniejsza niż błąd standardowy, a średnia reszta w pozostałych gminach jest jeszcze bliższa zeru. Co do zasady, przy tak małych wartościach średnich, znacznie mniejszych niż błąd standardowy, niemożliwe jest wnioskowanie, że jest to wpływ uwarunkowań ponadlokalnych charakterystycznych dla całej gminy. W ujęciu wspomaganego procesu projektowania urbanistycznego sytuacja nie wyklucza wykorzystania modelu w pozostałych gminach aglomeracji poznańskiej, a także jako narzędzia analitycznego w gminach innych aglomeracji, chociaż w takim zastosowaniu skala prognozy nie pozwala na jej bezpośrednią interpretację, lecz na analizę porównawczą z uwzględnieniem szerszego kontekstu rozwoju obszarów mieszkaniowych danej aglomeracji.

Kolejną rozważaną kwestią, równie istotną w zastosowaniach analitycznych, jest zależność od roku wprowadzenia planu, co związane jest z pojęciem heterogeniczności szeregów czasowych⁵³⁴⁵³⁵. W tym zakresie kluczowe jest ustalenie, czy istnieje jakiś czytelny trend wskazujący na zmiany w tempie rozwoju przy zbliżonych czynnikach lokalnych w różnych okresach oraz ogólnie wraz z upływem lat. W pierwszej kolejności sprawdzić należy, w jakim stopniu zależności przestrzenne opisywane przez model liniowy są niejednorodne w planach uchwalonych w poszczególnych latach. Ukazuje to potencjalny błąd wynikający ze zmienności modelu w czasie. Następnie istotna jest weryfikacja, czy średnia wartość reszt na przestrzeni lat wzrasta lub maleje, co wskazywać może na konieczność ujęcia w jakiś sposób tej informacji w modelu prognostycznym. Ukazuje to ewentualną konieczność uwzględniania stałego lub cyklicznego trendu.



Rysunek 81. Wartości reszt regresji (różnic pomiędzy wartością teoretyczną, a rzeczywistą) w wybranym modelu z 7 zmiennymi niezależnymi dla okresu 10 lat, z wykorzystaniem regresji liniowej, krokowej. Poszczególne wyniki

⁵³⁴ Doszyń, M.: 2013, Zastosowanie metod ekonometrycznych Do badania heterogeniczności obiektów, *Studia i prace wydziału nauk ekonomicznych i zarządzania*, 31, s. 82-88.

⁵³⁵ Andrienko, G., Andrienko, N., Jankowski, P., Keim, D., Kraak, M. J., Maceachren, A. i Wrobel, S.: 2007, Geovisual analytics for spatial decision support: Setting the research agenda, *Geovisual Analytics for Spatial Decision Support*, 8(21), s. 840-850.

przydzielone są do roku uchwały. Wykres pozwala prześledzić błąd modelu w poszczególnych latach. Wykres zbliżony do jednej z funkcji prostych wskazywałby na kierunek zmienności modelu w czasie. Niewielkie różnice w reszcie regresji wskazują, że model jest prawie niezmienny w badanym przedziale czasu, tj. od roku 1993 do 2007. Źródło: opracowanie własne.

Poniższy wykres ilustruje rozkład reszt równania regresji w planach uchwalonych w poszczególnych latach. Ocena ewentualnego wpływu roku uchwały oparta jest o średnią wartość bezwzględną reszt regresji oraz średnią wartość reszt w planów miejscowych. Średnia bezwzględna wartość reszt jest proporcjonalna do odchylenia standardowego. Duże różnice w bezwzględnej wartości średniej oznaczałyby zmienność modelu w czasie. Pomimo lokalnych wahań niemożliwe jest określenie czytelnego wzrostu błędu standardowego ani jego spadku, co jest argumentem przemawiającym za niezmiennością zależności w modelu, który w podobnym stopniu tłumaczy uwarunkowania zjawiska rozwoju dla planów powstałych w różnych latach. Na powyższym wykresie zaznaczona jest także linia średnich wartości reszt. Jej analiza pozwala zauważyć niewielkie gwałtowne odchylenia średniej w poszczególnych latach, jednakże dla roczników z większą liczbą pomiarów niż 3 wartość ta nie przekracza 5%. Jak wynika ze spełnionych założeń modelu regresji, średnia reszt dla wszystkich prób jest równa zero. Oznacza to, że jeżeli w jakimś roku średnia wartość reszt jest znacznie większa od zera, to obszary objęte planem w danym czasie rozwijają się wolniej, natomiast ujemna wartość średniej reszt oznaczałaby szybszy rozwój MPZP z danego roku. Średnie wartości w latach 1993, 1996 i 2007 nieznacznie przekraczają 5%, jednakże wnioskowanie na ich podstawie jest wątpliwe ze względu na małą liczbę planów z tych lat. Na powyższym wykresie linia prosta ilustruje linię regresji zmiennej zależnej reszt i niezależnej roku sporządzenia plany. Jej wartość R^2 równa jest zaledwie 0,025, a jej przebieg jest prawie poziomy, co wskazuje na brak czytelnego ciągłego wzrostu lub spadku średniej wartości reszt. Rysunek 81 nie wskazuje także na żadną inną czytelną funkcję, która opisywałaby zmienność reszt modelu na przestrzeni czasu. Dokładniejsza weryfikacja występowania stałego wzrostu liniowego średniej wartości reszty, które wskazywałoby na potrzebę ujęcia dodatkowej zmiennej, zamieszczona jest w tabelach poniżej.

1. Zmienna zależna: Relatywny stopień wzrostu dla 10lat – wyłącznie czynniki lokalne							
	R	R ²	Skorygowane R ²	Błąd standardowy oszacowania	statystyka F	df	Istotność F
Model a: wszystkie predykatory	,911	,830	,809	,0741190	38,542	8	,000
Model b: regresja krokowa, istotność T:0.05	,910	,827	,809	,0741595	43,848	7	,000
2. Zmienna zależna: Relatywny stopień wzrostu dla 10lat – uwzględnienie czynników ponadlokalnych							
Model c: wszystkie modele plus rok uchwały	,911	,830	,806	,0746841	33,749	9	,000
Model d: wszystkie modele plus rok uchwały lub skorygowania uchwały po nowej ustawie	,912	,832	,808	,0742580	34,217	9	,000
Tabela 68. Porównanie modeli regresji dla okresu 10 lat. Model a: wszystkie osiem zmiennych niezależnych, model b: z 7 zmiennymi niezależnymi, z wykorzystaniem regresji liniowej, krokowej, model c: wszystkie osiem zmiennych niezależnych oraz rok uchwały, model d: wszystkie osiem zmiennych niezależnych oraz rok uchwały lub data zmiany uchwały, jeżeli MPZP było zmieniane. Skorygowane R ² wskazuje na mniejsze dopasowanie							

modeli regresji uwzględniających rok uchwały lub datę zmiany uchwały. Pozwala to stwierdzić, że wraz z upływem czasu w okresie 1993-2007 nie można zauważyć szybszego lub wolniejszego rozwoju obszarów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej. Źródło: opracowanie własne.

	Współczynniki niestandardyzowane		Współczynniki standaryzowane Beta	Statystyka t	Istotność
	B	Błąd standardowy			
(Stała)	-1,205	5,864		-,205	,838
Odległość od centrum	-,007	,001	-,312	-5,385	,000
Bilans zasobów przyrodniczych	,039	,006	,374	6,591	,000
Bilans uciążliwości	-,024	,003	-,471	-7,903	,000
Infrastruktura techniczna	,047	,006	,529	8,062	,000
Dostęp do strategicznych usług	,018	,004	,284	4,613	,000
Areał skorygowany o MPZP 600m	-,003	,001	-,284	-5,088	,000
Zabudowa szeregowa odsetek	-,255	,066	-,253	-3,863	,000
Zabudowa deweloperska odsetek	,039	,040	,061	,971	,335
Rok uchwały	,001	,003	,012	,224	,823

Tabela 69. Zestawienie zmiennych w modelu dla zmiennej zależnej relatywny stopień rozwoju w odstępnie 10 lat, w oparciu o wszystkie osiem zmiennych oraz z uwzględnieniem roku uchwały. Zauważyć można, że rok uchwały nie jest istotny statystycznie, co oznacza, że późniejszy lub wcześniejszy rok uchwały, w badanym zakresie 1993-2007 nie wpływa negatywnie, ani pozytywnie na rozwój. Źródło: opracowanie własne.

Tabele te wskazują, że model regresji liniowej uwzględniający jako zmienną niezależności rok wprowadzenia planu ma prawie identyczny współczynnik dopasowania R^2 , zatem zmienna nie zmniejsza błędów modelu, jest przy tym nieistotna statystycznie. Dotyczy to obu wariantów datowania planów: pierwszego, który bazował na pierwszej uchwale, oraz drugiego, który uwzględniał korektę planu wykonaną w oparciu o przepisy ustawy o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym z 2003 roku⁵³⁶. Możliwe jest zatem stwierdzenie, że rok powstania planu mierzony ogólnie w zakresie w latach 1997-2006 nie wskazuje na wahania średnich reszt modelu, poniżej błędów standardowego oszacowania, a ponadto na przestrzeni tych lat nie jest widoczny stały wzrost lub spadek wartości średnich reszt modelu. W pozostałych latach z powodu zbyt małej liczby pomiarów nie jest możliwe wyciągnięcie ogólnych wniosków, jednakże te pojedyncze przypadki nie odbiegają znacząco od średnich w latach 1997-2006. Pozwala to konkludować stałość zależności w ujęciu opisywanym przez model liniowy na przestrzeni dekady oraz brak wpływu roku postania planu miejscowego. Choć wnioskowanie o przyszłych zależnościach nigdy nie jest pewne, to powyższe ustalenia stanowią dobrą podstawę do wykorzystania modelu do zastosowań analitycznych w projektowaniu urbanistycznym.

Do oceny pozostaje zatem wpływ wejścia w życie nowej ustawy w 2003 roku, która zastąpiła wcześniejszą z roku 1994. Zasadniczo, jak zostało już wcześniej wzmiankowane, jeszcze w roku 2004

⁵³⁶ Op. cit. Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym, Rozdział 2, Art. 14 - 37.

większość uchwalanych MPZP oparta była o regulacje poprzedniej ustawy. Dotyczyło to także dużej liczby MPZP z 2005 roku, na co pozwalały przepisy zawarte w art. 85.2:

„Do miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego oraz planów zagospodarowania przestrzennego województw, w stosunku do których podjęto uchwałę o przystąpieniu do sporządzania lub zmiany planu oraz zawiadomiono o terminie wyłożenia tych planów do publicznego wglądu, ale postępowanie nie zostało zakończone przed dniem wejścia w życie ustawy, stosuje się przepisy dotychczasowe”⁵³⁷.

Równocześnie w uwzględnionej próbie badawczej zauważyć można tendencję do ponownego sporządzania planów bez wprowadzania istotnych zmian w zakresie przeznaczenia terenu kilka lat po wejściu w życie nowej uchwały. Mając wzgląd na oba powyższe fakty, plany zostały zweryfikowane nie tylko pod względem roku powstania, ale także ustawy, w oparciu o którą zostały sporządzone. Przedstawione poniżej są dwa porównania: pierwsze uwzględnia wyłącznie plany pierwotnie uchwalone w oparciu o przepisy nowej ustawy, drugie zawiera także plany ponownie zaktualizowane. Już jednak rzut oka na powyższy wykres (Rys. 81) pozwala wykluczyć skrajną zmianę w funkcjonowaniu modelu.

1. Zmienna zależna: Relatywny stopień wzrostu dla 10lat – wyłącznie czynniki lokalne							
	R	R ²	Skorygowane R ²	Błąd standardowy oszacowania	statystyka F	df	Istotność F
Model a: wszystkie predykatory	,911	,830	,809	,0741190	38,542	8	,000
Model b: regresja krokowa, istotność T:0.05	,910	,827	,809	,0741595	43,848	7	,000
2. Zmienna zależna: Relatywny stopień wzrostu dla 10lat – uwzględnienie czynników ponadlokalnych							
Model c: wszystkie zmienne plus dychotomiczna: Po Nowej Ustawie 2003 Z Aktualizacjami	,914	,835	,811	,0736391	34,910	9	,000
Model d: wszystkie zmienne plus dychotomiczna: Po Nowej Ustawie 2003	,912	,831	,807	,0745031	33,947	9	,000

Tabela 70. Porównanie modeli regresji dla okresu 10 lat. Model a: wszystkie osiem zmiennych niezależnych, model b: z 7 zmiennymi niezależnymi, z wykorzystaniem regresji liniowej, krokowej, model c: wszystkie osiem zmiennych niezależnych oraz zmienna dychotomiczna – ustawa w oparciu o którą sporządzony lub później skorygowany był MPZP (z roku 1994 lub 2003), model d: wszystkie osiem zmiennych niezależnych oraz zmienna dychotomiczna – ustawa w oparciu o którą sporządzony był MPZP (z roku 1994 lub 2003). Skorygowany R² wskazuje na porównywalne dopasowanie modeli regresji uwzględniających ustawę (z roku 1994 lub 2003). Pozwala to stwierdzić, że w badanym zakresie czasu oparcie MPZP o przepisy uchwały z 1994 lub 2003 prawie nie miało znaczenia dla przyszłego relatywnego stopnia rozwoju. Źródło: opracowanie własne.

	Współczynniki niestandardyzowane		Współczynniki standaryzowane Beta	Statystyka t	Istotność
	B	Błąd standardowy			
(Stała)	,109	,061		1,800	,077
Odległość od centrum	-,007	,001	-,313	-5,490	,000
Bilans zasobów przyrodniczych	,039	,006	,373	6,668	,000

⁵³⁷ Op. cit. Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym, Art. 85.2.

Bilans uciążliwości	-,023	,003	-,455	-7,598	,000
Infrastruktura techniczna	,047	,006	,534	8,426	,000
Dostęp do strategicznych usług	,020	,004	,304	4,934	,000
Areał skorygowany o MPZP 600m	-,003	,001	-,282	-5,120	,000
Zabudowa szeregową odsetek	-,260	,065	-,258	-3,995	,000
Zabudowa deweloperska odsetek	,051	,040	,080	1,294	,201
Po Nowej Ustawie 2003 pierwotnie lub z aktualizacjami	-,026	,020	-,078	-1,350	,182

Tabela 71. Model wielorakiej regresji liniowej predykcji – relatywny stopień wzrostu w ciągu 10 lat Model c: wszystkie 8. Zmiennych niezależnych oraz zmienna dychotomiczna: W oparciu o ustawę z 1994 albo w oparciu o nową ustawę z 2003 pierwotnie lub w myśl tej ustawy zaktualizowana uchwała. Wpływ przynależności do danej uchwały według powyższych zasad jest nieistotny statystycznie w badanym okresie. Źródło: opracowanie własne.

Powyższe tabele pokazują także stosunkowo niewielką zmianę dopasowania, a co więcej owa zmienna dychotomiczna określająca, czy obszar został objęty planem w oparciu o przepisy nowej ustawy lub zaktualizowany parę lat po pierwotnej uchwale, jest nieistotna statystycznie, a jej wpływ jest nieznacznie ujemny, co przy tej skali i braku istotności statystycznej uznać można za przypadek. **Nie mniej jednak wykluczyć można istotny wpływ regulacji zawartych w nowej ustawie na zmienność relatywnego stopnia rozwoju w badanym przedziale.**

Powyższe badania oraz testy pozwalają na sformułowanie szeregu wniosków. Przede wszystkim w tabelach z wynikami analizy regresji prezentowane są wyniki pozwalające na objaśnienie skali i kierunku wpływu poszczególnych zmiennych na stopień rozwoju w określonym odstępie czasu, 5, 10 lub 15 lat (Tab. 34, 55). Ponadto zarówno model regresji, jak i sztuczne sieci neuronowe stwarzają możliwość bezpośredniego zastosowania w procesie projektowym, czemu między innymi poświęcony jest kolejny rozdział. Ocena poszczególnych modeli każe zauważyć spadek błędu oszacowania wraz z odstępem czasu od uchwały, przy czym dla 5 lat błąd ten jest na tyle duży, że model tylko w ograniczonym stopniu spełnia swoje zadanie, natomiast optymalnym według kryteriów ujętych w rozprawie odstępem jest 10 lat, gdyż powyżej tej daty niemożliwe jest na tę chwilę ujęcie wielu istotnych przykładów planów sporządzonych w oparciu o nową ustawę z 2003 roku. Jednocześnie najlepsze dopasowanie osiągnięte jest dla odstępów 15 lat. Wyniki porównane zostały z tymi uzyskanymi poprzez wykorzystanie sztucznych sieci neuronowych. SSN oferowały zdecydowanie lepszą predykcję wyłącznie dla 5 lat. W pozostałych przypadkach porównanie to wykazało, że model liniowy jest odpowiedni do estymacji relacji warunkujących tempo rozwoju, gdyż złożone nieliniowe procesy generowały podobną skalę błędu, przy czym ich interpretacja, wykorzystanie i weryfikacja są znacznie trudniejsze zarówno w ujęciu objaśnienia, jak i zastosowania w projektowaniu urbanistycznym. Równocześnie zawarte w rozprawie sieci z powodzeniem wykorzystane mogą być w procesie projektowym jako narzędzie weryfikujące rezultat uzyskany przy pomocy równania regresji. W rozprawie zaproponowane zostało wiele modeli, z czego do dowodzenia podstawowej tezy rozprawy służy model opisany przez Równanie 31, zawarty w tabeli 47. Dla tego modelu wszystkie podstawowe założenia regresji wielorakiej zostały spełnione, a jedyną kwestią mogącą wpływać

negatywnie na estymację są korelacje pomiędzy zmiennymi, które ocenione mogą być jako słabe. Co więcej, powyższy rozdział odnosi się do charakterystycznych dla badań zjawisk przestrzennych, heterogeniczności i autokorelacji opisanych w podrozdziale 3.2.4. Autokorelacja do pewnego stopnia szacowana była poprzez zmienną areał mieszkaniowy skorygowany o sąsiednie MPZP w promieniu 600 metrów. Jest to estymacja dość ogólna, jednak została przyjęta ze względów praktycznych i zaowocowała możliwością ujęcia pewnej zależności istotnej statystycznie w modelu. Co prawda, odnosi się to tylko do części potencjalnych przyczyn autokorelacji, z drugiej strony analiza reszt regresji nie wskazuje na silne występowanie takiego zjawiska. Rzeczywistość przestrzenna rozwoju osiedli mieszkaniowych oraz samego wyznaczenia obszarów pod taką zabudowę jest bardzo złożona, dlatego dokładny opis tego zjawiska wydaje się niemożliwy. Analiza heterogeniczności przestrzennej rozpatrywana była na podstawie analizy reszt w odpowiednich obszarach, przede wszystkim według podziałów terytorialnych na gminy. Obserwowana heterogeniczność w takim ujęciu była na tyle słaba, że możliwe jest jej wykluczenie w estymacji stopnia rozwoju, co stwarza istotną referencję dla zastosowań analitycznych. Ostatecznie rozpatrywana heterogeniczność szeregów czasowych wskazuje na bardzo niewielką zmienność modelu na przestrzeni ujętego w badaniu okresu. Z pozostałych czynników ponadlokalnych nieistotne statystycznie jest także wprowadzenie nowej ustawy w 2003 roku i sporządzanie planów w oparciu o jej regulacje. W oparciu o streszczone powyżej wyniki stwierdzić można, że zjawisko rozwoju obszarów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej mierzone w przyjętej zmiennej relatywny stopień rozwoju dla 10 lat można skutecznie wyjaśnić można za pomocą regresji liniowej wielorakiej, co stwarza podstawę do objaśnienia procesów rozwoju osiedli, a także zastosowań w projektowaniu urbanistycznym.

6.3. Opis i ocena objaśnionego procesu rozwoju

6.3.1. Specyfika sposobu wykorzystania modelu w odniesieniu do cytowanych badań

Większość studiów opisywanych w cytowanych w rozdziale 3 opracowaniach dotyczy obszarów całego miasta lub większych. Co więcej, w przeważającej części tych przykładów nie jest przedstawiony projektu urbanistycznego oparty o analizę, a nawet ogólne wytyczne. Prace te kończą się na przeprowadzonej analizie, przedstawieniu danych i ewentualnych konsekwencji⁵³⁸⁵³⁹⁵⁴⁰⁵⁴¹⁵⁴². Inne prace natomiast przedstawiają odpowiednie rozwiązania i argumentują tezy dotyczące rozwoju,

⁵³⁸ Op. cit. Manna, M. L., Berck, P., Moritz, M. A., Batllori, E., Baldwin, J., G., Gately C. k., Richard, D.: 2014, Modeling residential development in California from 2000 to 2050: Integrating wildfire risk, s. 438–452.

⁵³⁹ Op. cit. Hegde, N. P., Muralikrishna, I. V., Chalapatirao, K. V.: 2008, Settlement growth prediction using neural network and cellular automata, s. 419-428.

⁵⁴⁰ Op. cit. Basse, R. M., Omrani, H., Charif, O., Gerber, P. i Bolis K.: 2014, Land use changes modelling using advanced methods: Cellular automata and artificial neural networks, s. 160-171.

⁵⁴¹ Op. cit. Thapa, R. B.: 2012, Scenario based urban growth allocation in Kathmandu Valley, s. 140-148.

⁵⁴² Op. cit. Almeida, C. M., Gleriani J. M., Castejon, E. F. i Soares-Filho B. S.: 2013, Using neural networks and cellular automata for modelling intra-urban land-use dynamics, s. 943–963.

w których przedstawiają scenariusze rozwoju⁵⁴³⁵⁴⁴, przy czym są to kwestie dotyczące ze względu na skalę i charakter decyzji gospodarki przestrzennej. Jak wcześniej wspomniano, żadna z odnalezionych prac nie dotyczyła obszarów tak małych i zarazem jednorodnych jak osiedla zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej objęte miejscowymi planami zagospodarowania przestrzennego w kwestii oceny rozwoju w zależności od czynników lokalnych. Równocześnie wspomniane były prace, w tym Marique i Teller⁵⁴⁵, które dotyczyły ewaluacji obszarów mieszkaniowej w rozważanej skali, również w kontekście decyzji projektowych. Wykorzystanie danych ilościowych oraz ocena odpowiednich parametrów możliwa jest do odnalezienia także w pracach Dąbrowskiej-Milewskiej⁵⁴⁶⁵⁴⁷, które odnoszą się do normatywu urbanistycznego jako zbioru wskaźników służących wspomaganie procesu projektowego. Do zarządzania informacjami, w tym danymi liczbowymi, w procesie projektowania urbanistycznego tworzone były dedykowane programy w tym Community Viz⁵⁴⁸. Szerszy opis metodologiczny wspierania procesu projektowania urbanistycznego zawarty jest w podrozdziałach 3.1 i 3.1. Zawarte są tam podstawowe wytyczne i doświadczenia wywodzące się z ogólnej kategorii Spatial Design Support Systems (SDSS), co tłumaczyć można jako systemy wspomaganie planowania przestrzennego, przy czym różnorodność możliwych sposobów integracji z procesem projektowym nie pozwala na określenie jednego obrazu takiego narzędzia, zakreśla wyłącznie ramy dla potencjalnego zastosowania, podkreślając istotne elementy. W tym kontekście szczególnie istotna jest otwartość systemu rozumiana jako możliwość dalszego rozwoju i adaptacji do nowych lokalizacji i sytuacji przestrzennych, a także czytelny sposób działania mechanizmu analitycznego, który zrozumiale objaśnia zjawisko⁵⁴⁹. Oznacza to, że badanie wykorzystane w rozprawie służyć może jako narzędzie analityczne, które ocenia atrakcyjność obszaru, odnosząc ją do predykcji rozwoju. Jest to zatem przede wszystkim narzędzie ewaluacji decyzji projektowych.

6.3.2. Opis zjawiska w obserwowanych przypadkach z podziałem na gminy

Chociaż w podrozdziale 6.2 zaprezentowane zostały odpowiednie miary R^2 i standardowego błędu oszacowania, a także wykresy rozrzutu, to prezentacja odpowiednich wyników powiązanych z konkretnymi lokalizacjami pozwoli po pierwsze przenieść te miary z poziomu rozważań statystycznych

⁵⁴³ Op. cit. Irwin, E., G. I Bockstael, N., E.: 2007, The evolution of urban sprawl: Evidence of spatial heterogeneity and increasing land fragmentation, s. 20672–20677.

⁵⁴⁴ Op. cit. Meentemeyer, R., K., Tang, W., Dorning, M., A., Vogler, J. B., Cunniffe, N., J., Shoemaker, D., A.: 2013, FUTURES: Multilevel Simulations of Emerging Urban–Rural Landscape Structure Using a Stochastic Patch-Growing Algorithm, s. 785–807.

⁵⁴⁵ Op. cit. Marique, A.-F. i Teller J.: 2014, Towards sustainable neighbourhoods: a new handbook and its application, s.177–183.

⁵⁴⁶ Dąbrowska-Milewska, G.: 2010 Urban planning standards as the means of rational land use in towns. *Technical Transactions*, 14(107), s. 18–19,

⁵⁴⁷ Dąbrowska-Milewska, G.: 2010, Czy w Polsce potrzebne są krajowe standardy urbanistyczne dla terenów mieszkaniowych?, *Architecturae et Artibus*, 3. s. 14–16,

⁵⁴⁸ Janes, G.M. i Kwartler, M.: 2008, Communities in control developing local models using community viz (Chapter 8), *Planning Support Systems for Cities and Regions*, red. R.K. Brail, Lincoln Institute of Land Policy: Cambridge, s. 168–180.

⁵⁴⁹ Op. cit. Densham, P., J.: 1991, Spatial decision support systems, s. 350–409

na pole urbanistyki, a ponadto stanowić będzie pierwszy krok na drodze do wytłumaczenia zjawisk w oparciu o studia przypadku. Przede wszystkim istotna jest odpowiedź na pytanie, jaką predykcję uznać można za wystarczającą. Pomimo że jest to kwestia subiektywna w procesie projektowym, poniższy wykres pozwolili zilustrować skalę dopasowania oraz błędu dla odpowiednich obszarów oraz jej zmienność w zależności od odstępu czasu od uchwały (5, 10 i 15 lat). Koncepcja przedstawiana w pracy zakładać będzie mocną koncentrację na diagnostyce obszarów najslabiej rozwijających się, natomiast rozróżnienie, czy obszar rozwinię się w skali przeciętnej, czy ponadprzeciętnej, pozostaje sprawą drugorzędą. Podejście takie wynika przede wszystkim z przyjętego celu przeciwdziałania rozlewaniu się miast, w którym dużą rolę odgrywa bardzo niska gęstość zabudowy⁵⁵⁰.

Pewna skala błędu jest niemożliwa do uniknięcia w przypadku tak złożonego zjawiska jak rozwój osiedla, które uwarunkowane jest indywidualnymi decyzjami inwestorów. Możliwa jest próba wyjaśnienia, czy w badanych przypadkach pewne uwarunkowania nie zostały uwzględnione w modelu regresji. Zależności takie mogą być nieparametryczne lub bardzo złożone, przez co praktycznie niemożliwe do opisu liczbowego, jednakże uzasadniałyby one zwiększone błędy. Ocena taka oznacza wykorzystanie wieloaspektowej, opisowej analizy urbanistycznej. W tym celu w ocenie rozwoju wprowadzony zostanie podstawowy podział na obszary rozwinięte poniżej średniej dla wszystkich obszarów oraz powyżej średniej według miary stopnia rozwoju i relatywnego stopnia rozwoju w danym odstępie czasu od uchwalenia planu miejscowego. W powyższym podziale za istotniejsze pod względem dokładności zostały uznane przypadki, gdzie tak mierzony rozwój był niższy niż średnia arytmetyczna, gdyż w pozostałych obszarach można stwierdzić ogólnie satysfakcjonujący rozwój, powyżej średniej, a więc wprowadzanie działań naprawczych w tych przypadkach nie jest aż tak istotne. Szczególnie istotne są plany o wartości rozwoju według przyjętych zmiennych dwukrotnie niższym niż średnia, gdyż są to przypadki szczególnie istotne w procesie projektowym. Ich skuteczna diagnoza jest o tyle ważna, że pozwala na podjęcie decyzji zwiększających atrakcyjność obszaru lub na podjęcie decyzji o innym przeznaczeniu terenu niż zabudowa mieszkaniowa jednorodzinna lub ewentualnie znacznym ograniczeniu jego obszaru. Dla miary odniesienia średni stopień rozwoju i relatywny stopień rozwoju przedstawione zostały w poniższej tabeli:

Zmienna zależna	Stopień rozwoju			Relatywny stopień rozwoju		
	5 lat	10 lat	15 lat	5 lat	10 lat	15 lat
Ogólnie	18,83%	35,01%	44,85%	21,79%	39,75%	49,95%
Czerwonak	16,79%	30,25%	44,67%	23,58%	39,60%	50,25%
Komorniki	20,13%	34,58%	NT	20,95%	36,36%	NT
Murowana Goślina	9,97%	24,65%	33,58%	10,35%	25,48%	34,76%
Oborniki	15,98%	30,35%	37,62%	19,20%	34,62%	40,83%
Rokietnica	25,55%	46,22%	54,52%	28,07%	50,23%	59,27%
Suchy Las	24,47%	41,27%	54,52%	28,05%	48,21%	65,36%

⁵⁵⁰ Nazarnia, N., Schwick, C. i Jaeger, J., A., G.: 2016, Accelerated urban sprawl in Montreal, Quebec City, and Zurich: Investigating the differences using time series 1951–2011, *Ecological Indicators*, 60, s. 1229–1251.

Szamotuły	12,91%	27,31%	27,22%	13,28%	27,89%	27,41%
Tarnowo podgórne	15,02%	32,54%	41,89%	16,88%	35,41%	45,26%
Tabela 72. Porównanie średnich wartości rozwoju według przyjętych miar dla poszczególnych gmin i dla całej próby. Źródło: opracowanie własne.						

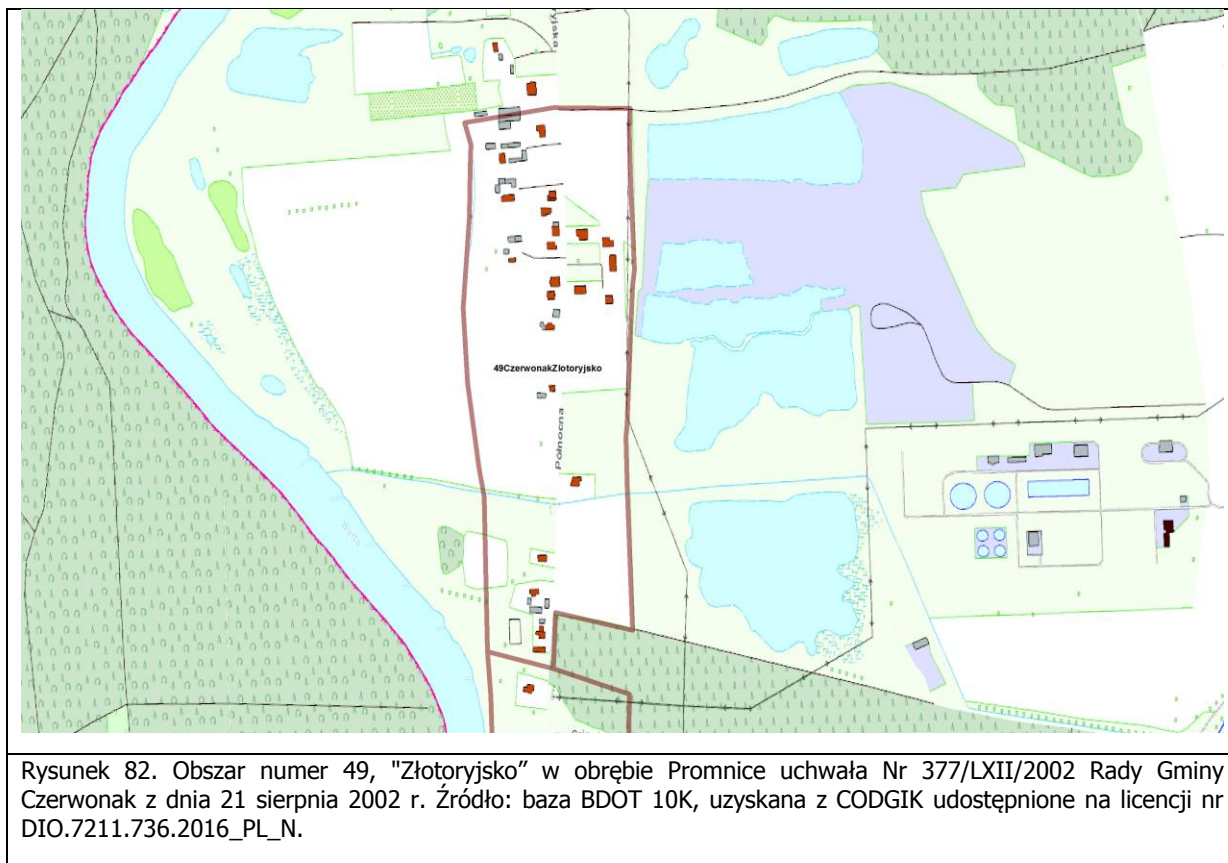
Powyższa tabela wskazuje na różnicę w średniej wartości dla poszczególnych gmin, przy czym we wcześniejszym rozdziale istotny wpływ położenia w poszczególnych gminach na rozwój nie został wykazany. Wnioskować na tej podstawie można, że tempa rozwoju w poszczególnych gminach są różne, przy czym zasadniczo gminy bardziej oddalone od centrum aglomeracji rozwijają się wolniej. Niemniej jednak każda z gmin ma swoją specyfikę, w związku z czym analiza urbanistyczna studiów przypadków w pomiarach odstających od wyników predykcji uporządkowana będzie według podziału na gminy.

Gmina Czerwonak

W gminie Czerwonak zauważyć można, że obszary uwzględnione w badaniu rozlokowane są na znacznej powierzchni, w tym w dużej wsi Czerwonak, we wsiach Bolechowo i Potasze, a także poza obszarami zasiedlonymi, między innymi koło wsi Mielno. Gmina ta ma niezwykle wartościowe zasoby przyrodnicze. Od wschodu większą część zajmuje Park Krajobrazowy Puszcza Zielonka wraz z otuliną, od zachodu sąsiaduje z obszarem chronionego krajobrazu Biedrusko, częściowo objętego obszarem Natura 2000. Sąsiaduje także z mniejszymi formami ochrony, w tym użytkiem ekologicznym Łęgi Potoku Różanego. Sprawia to, że zalesienie gminy jest bardzo duże, w dodatku przepływa przez nią rzeka Warta. W proporcji do innych gmin dostępność jezior jest umiarkowana, zwykle są to jeziora małe, znajdujące się w znacznej odległości od osiedli mieszkaniowych, najważniejsze to jeziora Kamińsko i Bolechowo. Warto zwrócić uwagę, że w gminie tej znajdują się dwie oczyszczalnie ścieków, sąsiadujące z wybranymi planami miejscowymi oraz linia kolejowa, które to elementy stanowią istotne źródła uciążliwości w tych obszarach.

W ramach tego ogólnego zarysu poszukiwać można planów, w których błąd oszacowania był największy, w celu uzasadnienia takiego stanu rzeczy. W pierwszej kolejności należy zwrócić uwagę na największy błąd występujący w obszarze o numerze porządkowym 47 i nazwie Kliny Północ. Jest to niewielki obszar w obrębie ewidencyjnym Kliny, w którym areał funkcji mieszkaniowej równy jest 7,16 ha. Objęty jest on uchwałą Nr 366/LX/2002 Rady Gminy Czerwonak z dnia 19 czerwca 2002 r. Reszta regresji równa jest aż 12,69%, co oznacza, że pomiar wykazał większą wartość relatywnego stopnia rozwoju niż predykcja. Interpretacja tego faktu rozpatrywana musi być w kontekście stwierdzenia, że obszar znajduje się w grupie najlepiej rozwiniętych z wartością relatywnego stopnia rozwoju równą 30,3% dla 5 lat, natomiast 78,4% dla 15 lat. Już sam ten fakt każe spojrzeć na rozważany błąd w oszacowaniu dla 10 lat, który oznacza wartość teoretyczną 57%, natomiast pomiarową 69,7%. Obie bowiem wskazują na bardzo dobry rozwój i pozwalają prawidłowo ocenić parametry. Bardziej istotny jest drugi pod względem wartości błąd pojawiający się w obszarze o

numerze 49 nazwanym „Złotoryjsko” w obrębie Promnicy objętym pierwszy raz planem miejscowym na podstawie uchwały nr 377/LXII/2002 Rady Gminy Czerwonak z dnia 21 sierpnia 2002 r., następnie zaktualizowanym poprzez zmianę w 2006 roku. Tutaj wartość pomiaru dla 10 lat wynosiła 25,4%, natomiast predykcja 16,6%. Poniżej zaznaczony jest schemat obszaru.



Pomijając kwestię uwzględnianej w modelu infrastruktury podziemnej, obszar jest pod kilkoma względami atrakcyjny. W pierwszej kolejności wymienić należy walory przyrodnicze, w tym bliskość rzeki Warty i lasu. Równocześnie oddziałują na niego znacząco uciążliwość w postaci pobliskiej oczyszczalni ścieków. W modelu czynnik ten został wprowadzony w oparciu o badanie z wykorzystaniem sztucznych sieci neuronowych, jednakże należy rozważyć, czy jego wpływ nie jest istotniejszy, niż wskazywałyby na to model regresji. Równocześnie warunki dojazdu do obszaru są bardzo niekorzystne. Przez środek prowadzi droga gruntowa, a najbliższa jezdnia utwardzona znajduje się dopiero w dystancje 0,8 km od granicy opracowania. Niestety drogi gruntowe są standardem na terenie nowych osiedli, jednakże w tym wypadku jakość i odległość takiego dojazdu są bardzo uciążliwe. Oczyszczalnia ścieków uwzględniona jest w modelu, lecz wnioskować można, że w regresji liniowej wpływ ten jest niedoszacowany. Warunki dojazdu jako subiektywne i jakościowe nie są uwzględnione w modelu.

Wnioski

Przypadek ten każe zwrócić szczególną uwagę na faktyczny obraz uciążliwości, także związanych z drogami dojazdowymi do obszaru, i uwzględnienia ich w ocenie przy skorygowaniu

wartości predykcji. Ocena taka jest ściśle jakościowa. Powyższy przykład pokazuje jednak, że może on znacząco obniżać relatywny stopień rozwoju, zatem należy poddać go indywidualnej ocenie, a przede wszystkim zadbać na etapie projektu o jakość tego dojazdu.

Gmina Komorniki

Ta gmina wiejska znajdująca się na południowy wschód od Poznania w dużej części stanowi przedłużenie zwartej zabudowy dzielnicy Poznania o nazwie Grunwald oraz miasta Luboń. Ta naturalna kontynuacja widoczna jest we wsiach Plewiska, Komorniki i Wiry. Przez teren przebiega autostrada A2, kolej oraz droga ekspresowa S11, można go zatem uznać za dobrze skomunikowany z centrum aglomeracji. Równocześnie zasoby przyrodnicze są zróżnicowane. Gmina od strony wschodniej sąsiaduje z Wartą. W części południowej znajdują się liczne obszary chronione w tym otulina Wielkopolskiego Parku Narodowego, obszar chronionego krajobrazu Dolina rzeki Wirynki, a także obszar specjalnej ochrony Natura 2000 Ostoja Rogalińska. Nie ma natomiast dostępu do jezior.

Co ciekawe, tylko w jednym obszarze pojawia się istotny błąd modelu dla prognozy dziesięcioletniej. Dotyczy on obserwacji o numerze 76 nazwanej „Komorniki”, w obrębie ewidencyjnym Komorniki objętym uchwałą nr li/305/2006 rady gminy Komorniki z dnia 13 czerwca 2006 r. Obszar ten jest bardzo dobrze rozwinięty, gdyż dla 10 lat pomiar relatywnego stopnia rozwoju wyniósł 68%, natomiast prognoza 54,4%.

Wnioski

Z jednej strony należy zwrócić uwagę, że ten błąd predykcji wystąpił w grupie planów najlepiej rozwiniętych, z drugiej natomiast, że na omawianym terenie organizacja inwestycji polegała na zrealizowaniu całej zabudowy przez dewelopera na sprzedaż. W takim przypadku rozwój obszaru jest mniej przewidywalny. W pozostałych przypadkach reszta regresji nie przekraczała 6%. Ponownie pozwala to zauważyć, że wysoka wartość zmiennej zależnej, chociaż jest pożądana, to zmniejsza liczbą dokładność predykcji.

Gmina Murowana Goślina

Gmina ta pod względem organizacji przestrzennej zabudowy mocno skoncentrowana jest wokół miasta Murowana Goślina, poza którym gęstość zabudowy jest bardzo niska. W próbie część obszarów pochodzi z pobliza Murowanej Gośliny, w tym ze wsi Rakownia, a reszta z terenów słabo zagospodarowanych. Pod względem przyrodniczym zauważyć można duże podobieństwo z sąsiednią gminą Czerwonak, przy czym odległość od rzeki jest większa i występuje więcej terenów rolniczych.

W gminie tej jest tylko jedna obserwacja, której reszta regresji wynosi niewiele ponad 10% dla relatywnego stopnia rozwoju mierzonego w odstępie 10 lat. Jest to obszar numer 55, o nazwie Długa Goślina objęty MZPZ uchwałą Nr 287/XXXII/2001 Rady Miejskiej w Murowanej Goślinie z dnia 3 września 2001 r. Wartość teoretyczna dla omawianej zmiennej to 30,9%, natomiast obserwowana to 20,7%. W ocenie przyczyn takiego rozwoju należy zwrócić uwagę na dwa fakty. Po pierwsze na mały areal zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej wynoszący 4,6 ha oraz na największą w gminie

odległość od centrum. Obszar ten ma najniższy możliwy dostęp do strategicznych usług i obiektów, gdyż w mierzonej odległości nie ma dostępu do żadnego z mierzonych obiektów. Warto zatem zwrócić uwagę na niewielki obszar, który zmniejsza liczbę inwestycji, które zacierają wpływ indywidualnych decyzji właścicieli działek oraz inwestorami.

Wnioski

Kluczowy w zrozumieniu zjawiska rozwoju w tym obszarze jest fakt, że model liniowy jest pewnym uproszczeniem, które w sytuacjach skrajnych wartości zmiennej estymuje mniej dokładnie. Oznacza to, że gdy jakaś ze zmiennych znacząco odbiega od wartości reszty prób lub przyjmuje skrajnie wysoką lub niską wartość, należy mieć do predykcji odpowiednio mniejsze zaufanie. Dotyczy to w tym przypadku dostępu do strategicznych usług i obiektów, przez co skłania do zwrócenia uwagi na zwiększone prawdopodobieństwa znacznego błędu w sytuacjach, gdy jeden z parametrów ma nietypową, skrajnie wysoką lub niską wartość.

Gmina Oborniki

Gmina oborniki znajduje się poza powiatem poznańskim, w powiecie obornickim. Podobnie jak w przypadku Murowanej Gośliny miasto Oborniki jest faktycznym centrum gminy skupiającym relatywnie dużą ilość zabudowy mieszkaniowej. Pozostała, pozamiejska część zabudowy zlokalizowana jest w niewielkich wsiach, a także obszarach nieurbanizowanych. Pod względem przyrodniczym gmina ma dużo terenów rolniczych, a także lasów i obszarów chronionych. Miasto sąsiaduje z obszarami Natura 2000 Dolina Wełny oraz Puszcza Notecka. Na terenie gminy występują także inne formy ochrony przyrody, w tym obszar chronionego krajobrazu Dolina Wełny i Rynna Gołaniecko-Wągrowiecka. Pozwala to stwierdzić, że obszar jest bardzo atrakcyjny przyrodniczo i krajobrazowo. Co więcej, przez miasto Oborniki przepływa Warta, co także związane jest z funkcjonowaniem w pobliżu miasta dużej oczyszczalni ścieków, która szczególnie mocno oddziałuje na jeden z obszarów.

Dla predykcji w odstępie 10 lat reszta równania regresji dla żadnego z obszarów nie była duża, największa wyniosła około 7%, co oznacza, że model był dobrze dopasowany i błąd pomiędzy wartością oszacowaną a zmierzoną był niewielki. Na uwagę zasługuje MPZP, w którym pojawia się oddziaływanie oczyszczalni ścieków. Ponownie, jak w gminie Czerwonak, wartość obserwowana jest niższa (o około 7%) od predykcji, co znowu świadczyć może o silniejszym negatywnym oddziaływaniu oczyszczalni ścieków od przewidzianego w badaniu regresji.

Wnioski

Należy zwrócić szczególną uwagę na znaczące uciążliwości. Można przewidywać ich jeszcze silniejsze oddziaływanie niż wynika z modelu regresji. Wziąwszy pod uwagę duże zasoby przestrzenne, realizacja zabudowy mieszkaniowej w obszarach takich uciążliwości jest wysoce bezzasadna.

Gmina Rokietnica

W gminie wiejskiej Rokietnica zauważyć można dwa obszary o większym stopniu rozwoju. Pierwszy to duża wieś Rokietnica, w obrębie i pobliżu której znajduje się większość planów miejscowych uwzględnionych w badaniu. Druga część dotyczy północnej części miasta Kiekrz, które leży na granicy z gminą Tarnowo Podgórne. Jest też parę istotnych wsi, w tym Mrowino i Napachanie. Przeważają tereny rolnicze, a po wschodniej stronie znajduje się pas obszarów chronionych Natura 2000, Dolina Samicy oraz Pawłowicko-Sobocki Obszar Chronionego Krajobrazu. Z gminą sąsiadują jeziora Kierskie, Duże i Małe oraz Jezioro Pamiątkowskie, które są znacznymi akwenami o rozbudowanej infrastrukturze turystycznej i licznych kąpieliskach. Są one jednak w znacznym oddaleniu (ponad 5 km) od centrum Rokietnicy.

Wszystkie trzy miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego charakteryzujące się stosunkowo dużymi resztami regresji łączy to, że zaliczają się do grupy wysoko rozwiniętych, co dotyczący ich błąd stawia w odrobinę innym świetle. Dwa, wśród których pojawia się błąd, łączy duży odsetek budynków zrealizowanych przez dewelopera. Są to odpowiednio: obszar 60 Rostowo, objęty MPZP uchwałą Nr XXXIV/346/2005 Rady Gminy Rokietnica z dnia 24 października 2005 z resztą regresji dla 10 lat równą 13,29%, gdzie duży odsetek budynków realizowany był przez dewelopera ArCraft, oraz obszar numer 3 o nazwie „Kares deweloper” objęty uchwałą Nr XXVII/277/2000 Rady Gminy Rokietnica z dnia 29 września 2000 r. z resztą równą 11,68% dla omawianej zmiennej. Następnym w kolejności był obszar 5 Oś Parkowe, realizowany w oparciu o uchwałę Nr XI/111/2003 Rady Gminy Rokietnica z dnia 27 października 2003 r., gdzie choć pojawiła się zabudowa deweloperska, to dotyczyła ona skromnego odsetka. Reszta regresji w tym przypadku to 9,32%.

Wnioski

Obszary te łączy przede wszystkim wysoki relatywny stopień rozwoju, co sprawia, że w kwestii ewaluacji model zadziałał prawidłowo, zdiagnozował ponadprzeciętny rozwój, który okazał się jeszcze szybszy niż prognoza. W dwóch przypadkach, gdzie błąd był największy wpływ na rozwój miał sposób organizacji inwestycji. Podstawowy wniosek dotyczy zatem stosowania modelu regresji przede wszystkim do sytuacji sporządzania planów miejscowych dla obszarów, w których zabudowa będzie realizowana indywidualnie, głównie na własne potrzeby mieszkaniowe. Inna realizacja zabudowy jest znacznie trudniejsza do oszacowania i wpływa negatywnie na jakość modelu.

Gmina Suchy Las

Największa liczba planów miejscowych pochodzi właśnie z gminy Suchy Las, która podobnie jak Rokietnica ma bardzo dużą średnią wartość stopnia rozwoju i relatywnego stopnia rozwoju. Jest to gmina wiejska, której głównym ośrodkiem jest duża wieś Suchy Las, która stanowi bezpośrednią kontynuację przedmieść Poznania. Znaczne zagęszczenie zabudowy rozciąga się wzdłuż drogi ekspresowej S11 przez wsie Jelonek, Złotniki, Złotkowo, Gołęczewo i Chłudowo. Oprócz zabudowy mieszkaniowej wzdłuż owej drogi występuje wiele obiektów wielkopowierzchniowych przemysłowych i

handlowych. Przed opisem walorów przyrodniczych warto wspomnieć, że gmina ta sąsiaduje z omawianymi wcześniej gminami Czerwonak i Rokietnica. We wschodniej części znajduje się duży obszar lasu objętego obszarem Natura 2000 Biedrusko. Z innych form ochrony od tej strony znajduje się obszar chronionego krajobrazu Biedrusko oraz rezerwat przyrody Meteoryt Morasko. Po stronie zachodniej natomiast znajduje się Obszar Natura 2000 Dolina Samicy, Pawłowicko-Sobocki Obszar Chronionego Krajobrazu. Wspomniany obszar Natura 2000 Biedrusko oraz znajdujący się na jego terenie poligon oddzielają terytorialnie wschodni fragment gminy, gdzie znajduje się duża wieś Biedrusko leżąca nad rzeką Wartą.

W gminie tej wartości reszt regresji przekracza 10% w trzech obszarach. Pierwszy obszar o największej reszcie równej -15,07% znajduje się właśnie w obrębie Biedrusko. Jego numer to 65, a nazwa brzmi „Nad stawem”. Objęty został uchwałą nr LVII/501/2006 rady gminy Suchy Las z dnia 21 września 2006 r. W tym wypadku ponownie relatywny stopień rozwoju dla tego obszaru jest wysoki, a duży odsetek realizowany był przez dewelopera. Trudniej wytłumaczyć stopień rozwoju w obszarze 66 o nazwie „Stefańskiego”, który objęty był uchwałą nr LI/433/2006 Rady Gminy Suchy Las. Przewidywany relatywny stopień rozwoju dla 10 lat to 28%, a obserwowany 42,4%.



Rysunek 83. Obszar 66. Stefańskiego uchwałą nr LI/433/2006 Rady Gminy Suchy Las. Źródło: Baza BDOT 10 K z CODGIK udostępnione na licencji nr DIO.7211.736.2016_PL_N.

Cechą charakterystyczną tego obszaru jest występowanie w sąsiedztwie dużych zasobów mieszkaniowych. Wiąże się to ze zjawiskiem autokorelacji, lecz co do zasady proces ten jest wielowymiarowy i trudny w opisie, a tylko w przybliżeniu szacowany jest poprzez zmienną areal mieszkaniowy jednorodzinny z uwzględnieniem wcześniejszych miejscowych planów w promieniu 600

metrów. Na sam obszar oddziałują uciążliwości w postaci sąsiedztwa przemysłu oraz torów kolejowych. Dodatkową trudnością w ocenie obszaru jest niewielki areał mieszkaniowy pozostawiony do wykorzystania. Zasadniczo areał ten wynosił około 7 ha, jednak w momencie wprowadzenia planu był w około 50% wypełniony, co znacząco ograniczyło liczbę inwestycji, wpływając na jakość predykcji. Ostatni z obszarów przekraczający próg reszty regresji na poziomie 10% ma numer 62 i nazwę „Ogrody Działkowe”. Objęty on został uchwałą nr LVII/502/2006 Rady Gminy Suchy Las z dnia 21 września 2006 r. Obszar ten rozwija się bardzo słabo, gdyż relatywny stopień rozwoju po 10 latach to około 23%. Równocześnie jest to przypadek bardzo nietypowy, gdyż mieści się w środku rodzinnych ogrodów działkowych „Słoneczny Stok” w Suchym Lesie. Na teren tego osiedla prowadzi stromy podjazd, który stanowić może znaczną przeszkodę w użytkowaniu dróg w okresie zimowym. Co więcej, aktualnie na terenie obszaru bardzo wiele obiektów jest w trakcie budowy, co oznacza, że chociaż wynik pomiaru był niższy, to ogólny rezultat nie różnił się tak znacząco od prognozy.

Wnioski

Rozważane powyżej przypadki każą zwrócić uwagę na zjawisko związane z autokorelacją przestrzenną polegające na oddziaływaniu na rozwój pobliskich zasobów mieszkaniowych rozumianych tutaj zarówno jako istniejące mieszkania, jak również jako obszary, na których realizować można zabudowę mieszkaniową. Jest to niezwykle złożona problematyka, która z pewnością mogłoby się stać obszarem dodatkowych, rozległych badań. Na tę chwilę stwierdzić należy, że w analizie rozwoju aspekt ten powinien być indywidualnie rozważony i opisany poza badaniem regresji, które szacuje go tylko w sposób uproszczony.

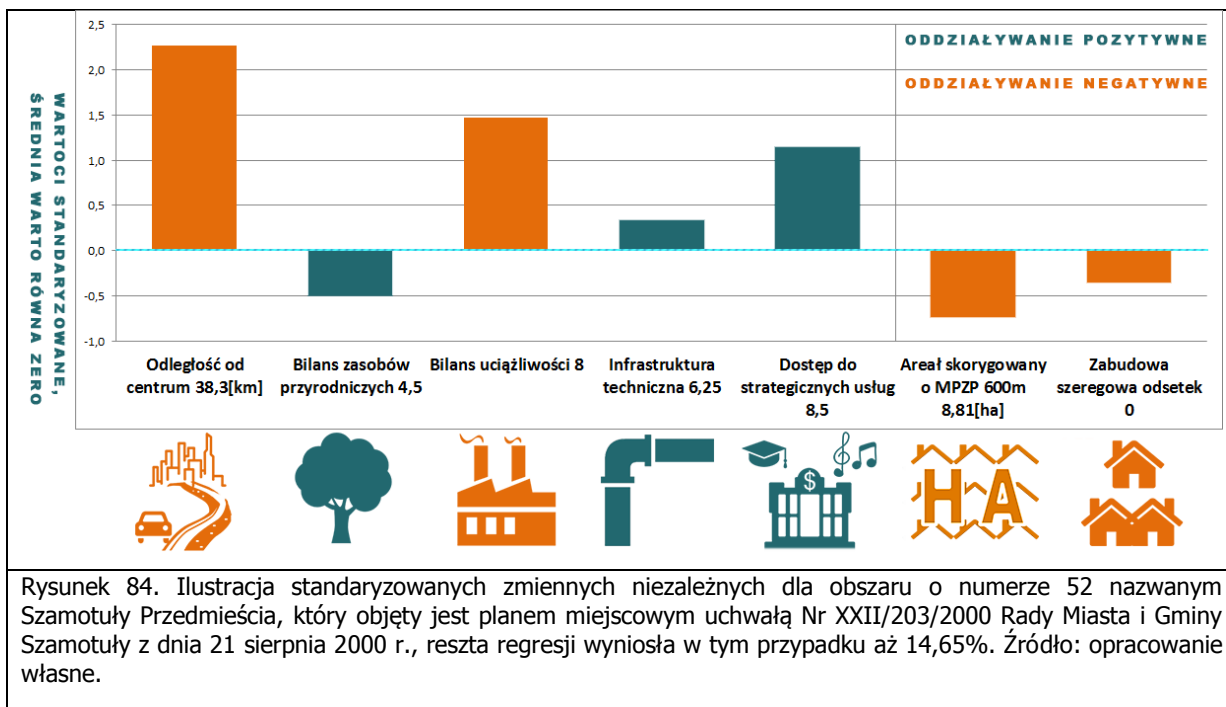
Gmina Szamotuły

Jest to gmina leżąca w powiecie szamotulskim, na obrzeżach aglomeracji poznańskiej. Jest ona bardzo oddalona od centrum aglomeracji i właśnie w jej obrębie znajdują się najbardziej oddalone pomiary w próbie. Także na tym obszarze znajdują się dwa obszary o największej dodatniej i najmniejszej ujemnej reszcie regresji. Większość zabudowy jest skupiona wokół miasta Szamotuły, istotna jest także wieś Pamiątkowo. Większość terenu ma charakter rolniczy, z niewielką powierzchnią lasów położonych dość daleko od miasta. Koło wsi Pamiątkowo znajduje się duże jezioro, w Szamotułach niewielkie, słabo zagospodarowane jezioro Jezioroko bez kąpielisk⁵⁵¹, zaś około 5 km na południe od centrum miasta znajduje się Zalew Radzyny. Przez obszar przeprowadzone są tory kolejowe, które przechodzą także przez miasto, co generuje uciążliwości. Negatywnie oddziałuje także przemysł, który znajduje się stosunkowo blisko obszarów mieszkalnych.

Jak zostało już wcześniej powiedziane, w gminie tej znajdują się dwa obszary o najmniejszej i największej wartości reszty regresji. Równocześnie w proporcji do innych części aglomeracji poznańskiej różnica ta jest bardzo znikoma. W obszarze o numerze 52 nazwanym Szamotuły

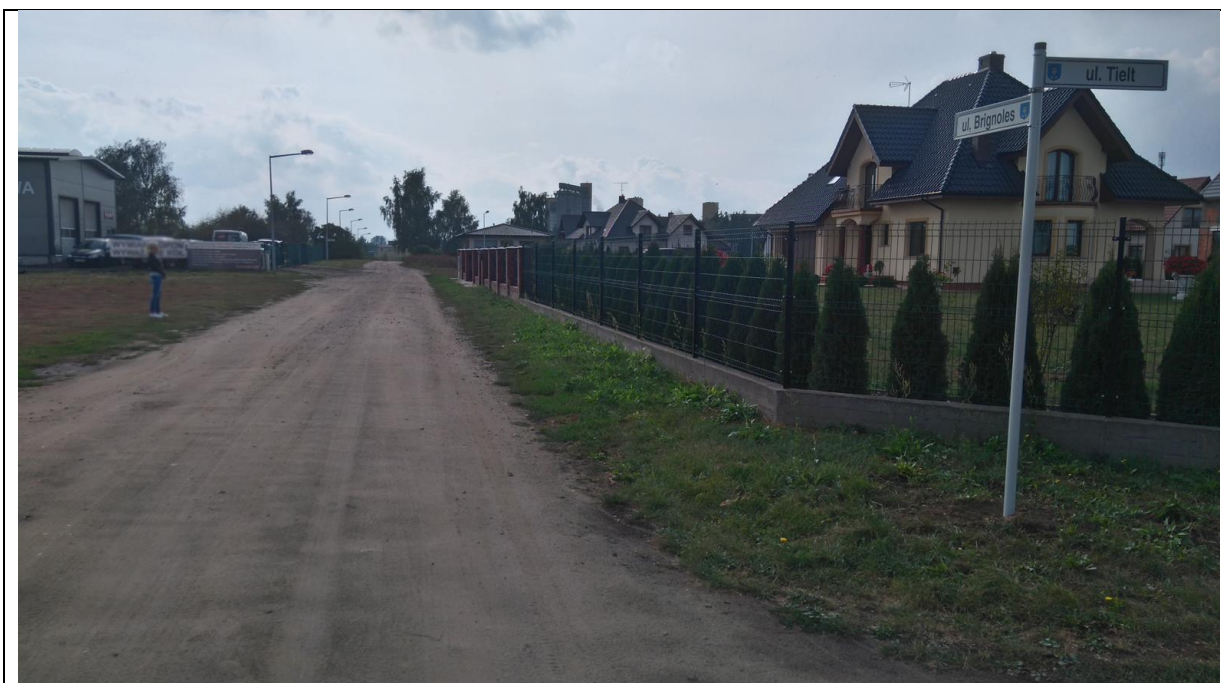
⁵⁵¹ <http://szamotuly.naszemiasto.pl/arttykul/szamotulskie-jeziorko-stanie-sie-kiedys-prawdziwa-perelka,3352376,art,t,id,tm.html>, dostęp: 05.05.2017.

Przedmieścia, który objęty jest planem miejscowym uchwałą Nr XXII/203/2000 Rady Miasta i Gminy Szamotuły z dnia 21 sierpnia 2000 r., reszta regresji dla zmiennej „relatywny stopień rozwoju” w odstępnie 10 lat wyniosła 14,65% przy wartości prognozowanej równej 26,3%, a obserwowanej 40,9%. Według pomiaru na obszar ten oddziałują silne i liczne uciążliwości. Dla porównania obszar numer 66 w gminie Suchy Las objęty planem miejscowym uchwałą nr LI/433/2006 Rady Gminy Suchy Las ma resztę równą 14,47%, a zatem wnioskowanie, że taki błąd jest odosobnionym przypadkiem, nie jest możliwe. Równocześnie, ze względu na największą dodatnią wartość reszty obszar ten poddany zostanie dokładniejszej analizie.



Sama ocena poszczególnych elementów zamieszczona na powyższej ilustracji pozwala stwierdzić, że negatywny wpływ odległości od centrum aglomeracji jest bardzo duży, co jest oczywiste dla tak oddalonych gmin. Równocześnie zasoby przyrodnicze, które w oddali od Poznania bywają niezwykle bogate, w tym przypadku są poniżej średniej dla całej próby uwzględnionej w badaniu. Od strony południowej obszar sąsiaduje ze zwartym układem bardzo wysokiej zieleni, głównie liściastej o obszarze około 2,2 ha, który wraz z pozostałymi drzewami odgradza osiedle od torów i przemysłu. W kierunku południowo-wschodnim, w odległości około 1 km znajduje się las, który chociaż ma powierzchnię ponad 60 ha, nie jest połączony z żadnym większym układem. Pozwala to określić dostępność z przeważającej części obszaru do dużego, lecz wydzielonego lasu oraz bezpośrednio sąsiedztwo zieleni wyspowej. Jakość zieleni na samym obszarze jest niska, brak przydrożnych drzew oraz roślin ozdobnych w części wspólnej, co zauważyć można na poniższym zdjęciu. Kolejnym punktem, w tym wypadku najbardziej wpływającym na oszacowanie, jest bilans uciążliwości. Na powyższym wykresie (Rys. 84) zauważyć można, że według przyjętego sposobu pomiaru uciążliwości są bardzo wysokie, znacznie powyżej średniej. Wynika to z sąsiedztwa torów kolejowych i uciążliwego przemysłu, w tym olejarni, której linia produkcyjna powoduje powstawanie

bardzo silnego zapachu, na który mieszkańcy skarżyli się w wywiadach. Mimo tego negatywnego wpływu obszar rozwinął się dosyć dobrze, co każe zadać pytanie, jak wytłumaczyć takie zjawisko. Odrobinę światła na problem rzuca mapa osiedla z klasyfikacją obiektów według mapy BDOT 10 000. Pokazuje ona, że osiedle oddziela od torów kolejowych w dużej części układ wysokiej zieleni, co więcej, jak widać na poniższej fotografii, w pozostałej części styku także znajdują się drzewa stanowiące przegrodę wizualną i akustyczną. Same tory znajdują się za spadkiem terenu, a dodatkowo oddzielone są murem. Sytuacja taka niejako ukazuje problem prostego pomiaru ilościowego, który nie uwzględnia złożonej problematyki urbanistycznej, a jedynie odpowiednie odległości. Zwrócić także należy uwagę na fakt, że obszar rozwija się po stronie północnej, gdzie negatywne oddziaływanie jest mniejsze, natomiast przy południowej granicy nie został zrealizowany żaden budynek.



Rysunek 85. Zdjęcie obszaru o numerze 52: Szamotuły Przedmieście, który objęty jest planem miejscowym uchwałą Nr XXII/203/2000 Rady Miasta i Gminy Szamotuły z dnia 21 sierpnia 2000 r., reszta regresji wyniosła w tym przypadku aż 14,65%. Źródło: zdjęcie autorskie.

Warunki dostępu do infrastruktury podziemnej i komunikacyjnej według przyjętej skali i w odniesieniu do ogółu przypadków są nieznacznie lepsze niż przeciętne, chociaż drogi do tej pory nie są utwardzone. Aspektem bardziej interesującym jest dostęp do strategicznych usług i obiektów. Jest on znacznie lepszy niż średnia, co oznacza, że położenie na obrzeżach miasta Szamotuły zapewnia dobrą dostępność badanych obiektów usługowych. Jest to niezwykle złożona zmienna, uwzględniająca wiele różnych budynków kultury, oświaty, sportu, rekreacji i innych. Dane te wprowadzane są do modelu jako pewne uproszczenie, zarówno pod względem opisu, jak i uwzględnienia zależności wyłącznie jako liniowej. W tym przypadku bliskość wymienionych powyżej usług faktycznie była wymieniana jako zaleta przez mieszkańców podczas wywiadów. Na szczególną

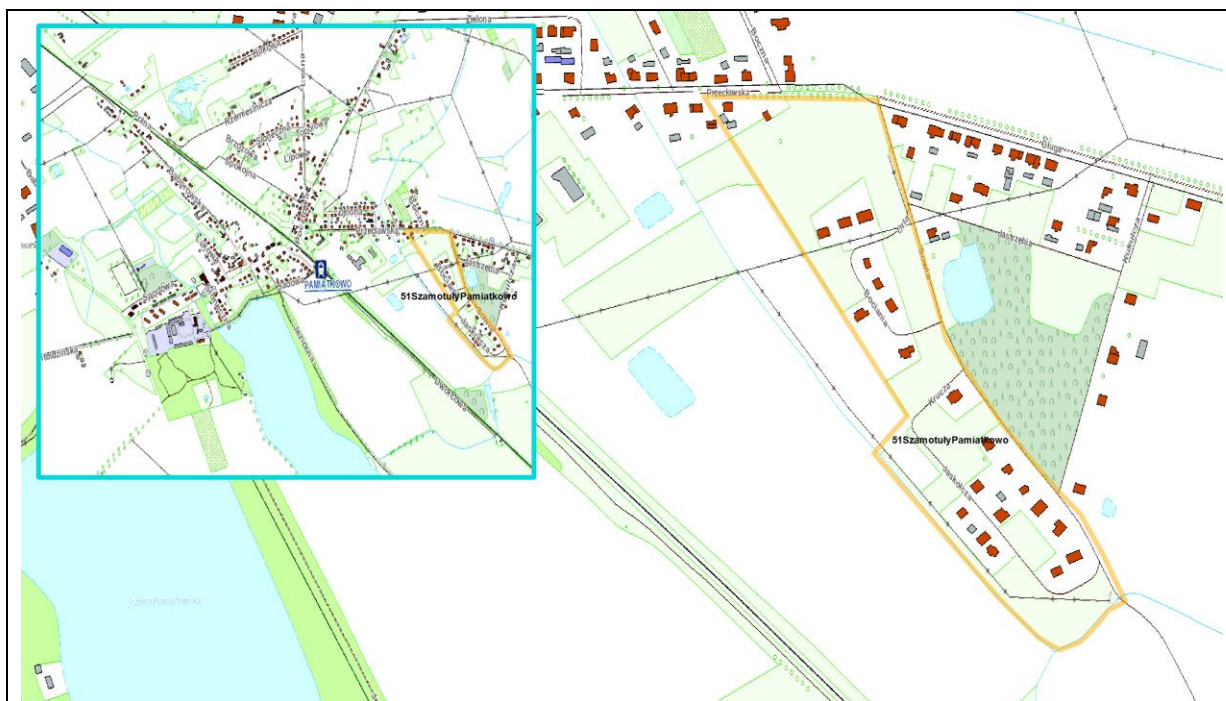
uwagę zasługuje charakter funkcji przewidzianej w planie. Otóż oprócz funkcji mieszkaniowej na obszarze dozwolona była także zabudowa określona mianem „rzemiosła”, w ramach której na terenie projektu realizowano później obiekty rozmaitych usług i nieuciążliwej, drobnej produkcji. Wpływ takiego działania jest trudny do oszacowania. Także w innych lokalizacjach z rozważanej próby przypadków dopuszczana była inna zabudowa prócz funkcji mieszkaniowej, jednakże w tym przypadku realizowana ona była na większą niż zwykle skale. Pozostaje jeszcze do rozważania najtrudniejszy do uchwycenia element uwarunkowań: wpływ dostępności terenów przeznaczonych pod zabudowę mieszkaniową. Kwestia ta opisywana jest w niezwykle uproszczony sposób według zmiennej numer sześć ze wcześniejszego wykresu (Rys. 84). Jej wartość jest poniżej średniej, co przy negatywnym wpływie zwiększa prognozowaną wartość relatywnego stopnia rozwoju. Przy próbie oceny faktycznego wpływu należy oprócz zestawienia ilościowego zwrócić także uwagę na jakość obszarów w bezpośrednim sąsiedztwie, gdyż jeśli sąsiednie nowo powstające osiedla są znacznie bardziej atrakcyjne (według przyjętych w badaniu zmiennych), to spodziewać się można, że ich negatywny wpływ będzie większy i będą one rozwijać się szybciej kosztem rozpatrywanego obszaru. W tym wypadku należy zwrócić uwagę, że osiedla bliżej centrum miasta są w bardzo dużej mierze wypełnione, co jest istotne przy indywidualnej ocenie.



Rysunek 86. Sytuacja przestrzenna obszaru o numerze 52 nazwanego „Szamotły Przedmieście”, objętego planem miejscowym Uchwałą Nr XXII/203/2000 Rady Miasta i Gminy Szamotły z dnia 21 sierpnia 2000 r. Źródło: Baza BDOT 10K, z CODGIK udostępnione na licencji nr DIO.7211.736.2016_PL_N.

Powyższa grafika wskazuje na specyfikę lokalizacji. Rozważany obszar rozwinął się znacznie lepiej, gdyż aż o jedną trzecią, niż wynikało to z prognozy opartej o analizę regresji. W rzeczywistości

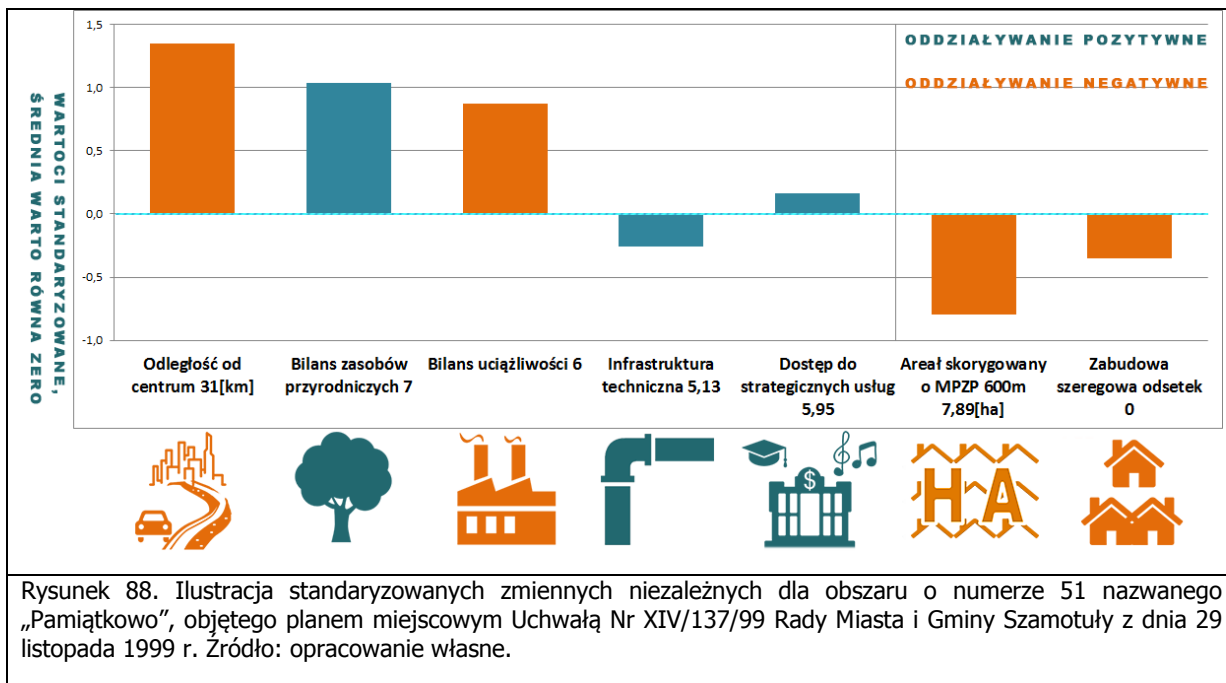
niektóre z uciążliwość pomimo niewielkiego dystansu nie oddziałują tak intensywnie, a kształt obszaru pozwala na realizację dużej części poza obrębem najsilniejszej emisji hałasu. Warto także zwrócić uwagę na subiektywny charakter oddziaływań niektórych form przemysłu, zwykle związanych z zapachem. Część mieszkańców stwierdzała, że zapach jest bardzo silny, ale nie jest nieprzyjemny, dla innych natomiast był nieznośny. Źródło znajduje się w tym przypadku po stronie zachodniej, co sprawia, że wpływ ten jest silniejszy. Teoretycznie, gdyby znajdował się z drugiej strony, to oddziaływanie byłoby jeszcze mniejsze, a oszacowanie w modelu pozostałoby na tym samym poziomie. Stanowi to pewne ograniczenie, które zmusza planistę do wzięcia poprawki na takie zjawisko.



Rysunek 87: Sytuacja przestrzenna obszaru o numerze 51 nazwanego „Pamiętkowo”, objętego planem miejscowym Uchwałą Nr XIV/137/99 Rady Miasta i Gminy Szamotuły z dnia 29 listopada 1999 r. Źródło: Baza BDOT 10K, z CODGIK udostępnione na licencji nr DIO.7211.736.2016_PL_N.

W kolejnym rozpatrywanym przypadku, o największym błędzie spośród wszystkich przypadków, wartość przewidywana jest znacznie większa od faktycznej. Wynoszą one odpowiednio 35,6% oraz 19,6%, co oznacza resztę regresji równą -16%. Jest to o tyle niebezpieczne, że predykcja wskazywała na zadawalający rozwój w odniesieniu do lokalizacji wybranych do badania na mapie aglomeracji, a rzeczywisty efekt okazał się znacznie gorszy. Obszar ten także znajduje się w gminie Szamotuły, przylega on krótszym bokiem do głównej ulicy wsi Pamiętkowo, która położona jest pomiędzy Rokietnicą a miastem Szamotuły, zatem odległość do Starego Rynku w Poznaniu, przyjętego w pracy za centrum Poznania, mierzona wzdłuż ulic jest umiarkowana w odniesieniu do rozpatrywanej próby i wynosi 31 km. W omawianej wsi, bardzo blisko obszaru, już w momencie sporządzenia uchwały, znajdował się przystanek kolejowy oraz przechodziła przez teren droga

krajowa 184, zatem stwierdzić można, że komunikacja z centrum aglomeracji jest dobra, mimo wszystko odległość widoczna w poniższej tabeli plasuje ją znacznie poniżej średniej.

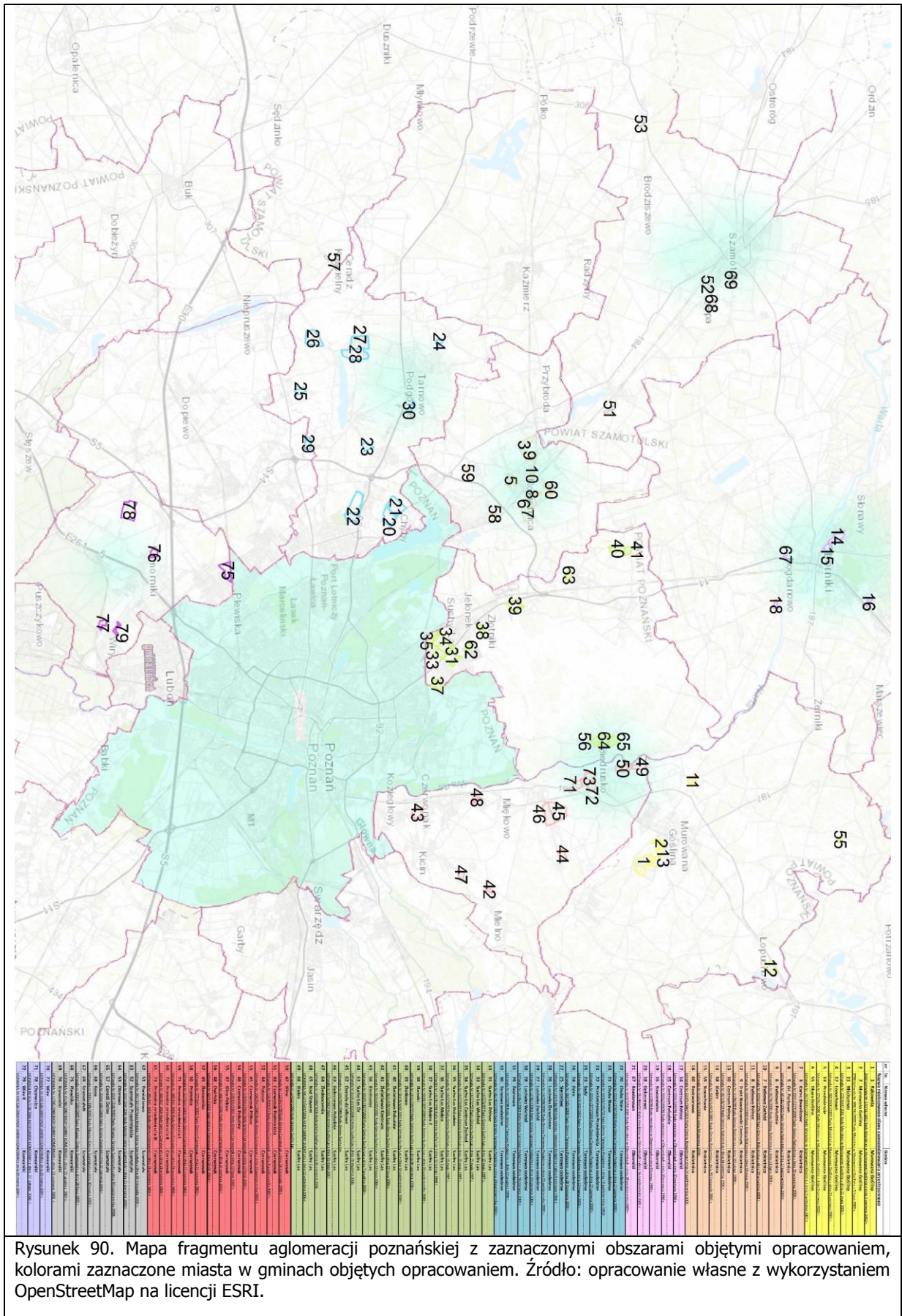


Wielkim atutem według przyjętych zmiennych, a także w opisowej analizie urbanistycznej są warunki przyrodnicze. W odległości mniejszej niż kilometr znajduje się kąpielisko nad dużym, zadbanym Jeziorem Pamiętkowskim oraz las otwarty o znacznej powierzchni, chociaż o układzie wyspowym, niepołączony z większym ekosystemem leśnym. W krajobrazie dominują pola uprawne, a tuż przy obszarze znajduje się niewielki staw. Chociaż teren objęty MPZP jest ogólnie zaniedbany, a zieleń niska w żaden sposób nieregulowana, nie brakuje także atrakcyjnych zgrupowań drzew pozytywnie wpływających na odbiór przestrzeni poprzez wzbogacenie krajobrazu oraz wspólne z zabudową mieszkaniową wydzielenie rozległych wnętrz urbanistycznych. Zjawiska te możliwe są do zaobserwowania na poniższym zdjęciu.



Rysunek 89. Zdjęcie obszaru o numerze 51 nazwanego „Pamiętkowo”, objętego planem miejscowym Uchwałą Nr XIV/137/99 Rady Miasta i Gminy Szamotuły z dnia 29 listopada 1999 r. Źródło: opracowanie własne.

Głównym źródłem uciążliwości są pobliskie tory kolejowe niewydzielone żadną barierą ani nawet pojedynczymi drzewami. Stanowiąc może to pewne uzasadnienie gorszego niż prognozowanego rozwoju w ciągu 10 lat. Drogi do tej pory nie zostały utwardzone, a stan uzbrojenia terenu i warunki dostępu do sieci były przeciętne w odniesieniu do uwzględnionych w badaniu obszarów, czyli obiektywnie niekorzystne. We wsi Pamiętkowo znajdowały się, w momencie uchwalenia planu miejscowego, szkoła podstawowa, stacja kolejowa i przychodnia, co gwarantuje dostęp do podstawowych usług w odległości około jednego kilometra. W skali rozważanych przypadków jest to uwarunkowanie nieznacznie powyżej średniej. Ostatecznie w sąsiedztwie było stosunkowo mało powierzchni przeznaczonych w MPZP na zabudowę mieszkaniową jednorodzinną, a pod względem typologii nie przewidywano budynków szeregowych. Łącznie orzec można, że obszar znajduje się w dość odległej od Poznania gminie, ma bardzo korzystne uwarunkowania przyrodnicze, lecz wpływa na niego negatywnie sąsiedztwo torów. Pozostałe wskaźniki są raczej przeciętne, poza wielkością zasobów mieszkaniowych ustalonych w miejscowych planach zagospodarowania przestrzennego, co jak zostało wykazane w badaniu regresji, pozytywnie wpływa na rozwój. Przede wszystkim stwierdzić należy, że areał mieszkaniowy jest stosunkowo mały, równy 7,8 ha, co także wpływa na trudniejszy do przewidzenia, bardziej przypadkowy rozwój, chociaż w puli opracowania uwzględniane są obszary znacznie mniejsze, zatem nie sposób uznać tego za główne uzasadnienie. Więcej powiedzieć może rzut oka na rozmieszczenie obszarów na mapie aglomeracji poznańskiej.



Rysunek 90. Mapa fragmentu aglomeracji poznańskiej z zaznaczonymi obszarami objętymi opracowaniem, kolorami zaznaczone miasta w gminach objętych opracowaniem. Źródło: opracowanie własne z wykorzystaniem OpenStreetMap na licencji ESRI.

Na rysunku 90 przedstawiona jest mapa, na której zauważyć można, że w gminach sąsiadujących bezpośrednio z miastem Poznań obszary są bardziej rozrzucone, natomiast wraz ze wzrostem odległości, większość przypadków, a wybór ich w ramach przyjętych kryteriów był losowy, zdecydowanie koncentruje się w pobliżu miast Murowej Gośliny, Oborników i Szamotuł. W znacznej odległości od tych miast, w tych odległych gminach, znajdują się obszary oznaczone na powyższej mapie numerami 53, 51 (obszar już omawiany), 55 i 12. Wszystkie one rozwinęły się słabo lub bardzo słabo, przy pomiarze relatywnego stopnia rozwoju w odstępach 10 lat od MPZP ich średnia wynosi około 15% i nie przekracza 21%. Średnia reszta wynosi -4%, co wskazuje, że prognoza ma tendencję do zawyżania teoretycznej wartości, chociaż trudno mówić o ewidentnej zasadzie w grupie 4 przypadków. Równocześnie poza argumentacją statystyczną należy zwrócić uwagę na możliwe motywacje osób decydujących się na zamieszkanie na wybranym terenie. W przypadku wyżej wymienionych miast domniemywać można, że duża pula potencjalnych inwestorów związana jest z daną miejscowością, także w kwestii zatrudnienia. Analiza ruchu drogowego pozwala podzielić sposób użytkowania obszarów aglomeracji na osiedlanie się w obszarach suburbanizacji przy ciągłej prawie codziennej komunikacji z dużym miastem, co związane jest zwykle z zatrudnieniem, oraz na zamieszkanie oraz pracę w ośrodkach satelitarnych względem aglomeracji i tylko okazjonalne podróże do jej centrum⁵⁵². Badanie tych proporcji pozwoliłoby na lepsze zrozumienie rozwoju takich obszarów, jednakże już na tym etapie wnioskować można o zróżnicowanych motywach inwestycji oraz sposobie rozlokowania osiedli mieszkaniowych, co przekłada się bezpośrednio na zastosowanie modelu regresji w projektowaniu urbanistycznym.

Wnioski

Rozważane powyżej plany miejscowe pozwalają na wyprowadzenie trzech, niezwykle istotnych spostrzeżeń. Przede wszystkim oddziaływanie niektórych uciążliwości może zostać zniwelowane, na przykład poprzez zieleń buforową. Co więcej, niektóre uciążliwości mają charakter bardzo subiektywny i ujęcie ich w ramach przyjętego pomiaru zmiennej nie jest proste. Oznacza to konieczność rozważenia w projekcie wpływu oddziaływania z uwzględnieniem elementów, które je potęgują lub ewentualnie osłabiają. Kolejny wniosek dotyczy wprowadzania innych funkcji niż zabudowa mieszkaniowa jednorodzinna w ramach ocenianych obszarów. W związku z przyjętymi założeniami obszary takie także podlegają badaniu, co związane jest z powszechnością ich występowania. Ostatnia, najbardziej istotna kwestia dotyczy rozróżnienia działania modelu ze względu na obszar suburbanizacji. Zauważyć można w tym zakresie pewną heterogeniczność przestrzenną. Obszary zabudowy mieszkaniowej w dużej odległości od centrum aglomeracji rozwijają się znacznie wolniej, gdy są oddalone od miast lub dużych wsi. Z drugiej strony w mniejszej odległości od Poznania nawet obszary całkowicie poza strefą zabudowy rozwijają się w sposób opisywany przez model. Spostrzeżenia te pozostają jednak w sferze analizy opisowej, pod względem badania

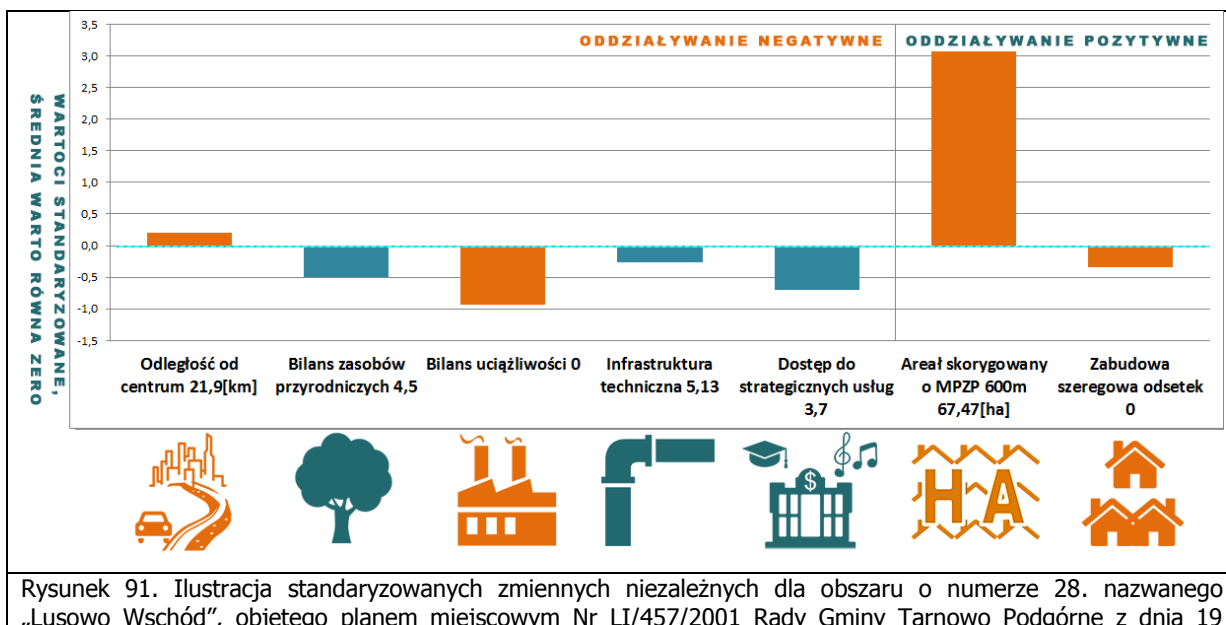
⁵⁵² Ewing, R., Pendall, R. i Chen, D.: 2003, 'Measuring Sprawl and Its Transportation Impacts', *Transportation Research Record*, 1831, 175-183.

statystycznego uwzględnienie takich zależności uwarunkowane byłoby uchwyceniem bardzo złożonej autokorelacji przestrzennej przy niezwykle bogatej bazie danych na temat zasobów mieszkaniowych i ich rozlokowania.

Gmina Tarnowo Podgórne

Ostatnią z gmin, w których przeprowadzono badanie, jest zlokalizowane w zachodniej części aglomeracji Tarnowo Podgórne. Na terenie gminy znajduje się wiele rozproszonych skupisk zabudowy. Największe zlokalizowane są w okolicach sąsiadujących z Poznaniem wsi Przeźmierowo i Baranowo. Inne znaczące skupiska są także w pobliżu wsi Tarnowo Podgórne, Sady, Chyby i Lusowo. Pod względem komunikacji dobrze rozwinięta jest sieć dróg, a także krajowa droga numer 92 łączy obszary dość efektywnie z centrum aglomeracji, jednakże nie występuje sieć kolejowa, co stanowi interesujące novum w porównaniu do rozważanych wcześniej przypadków. Przyrodniczo teren ten wyróżnia się dostępem do dwóch dużych jezior, w tym Jeziora Kierskiego oraz Jeziora Lusowskiego. Pod względem krajobrazu przeważają pola uprawne, niewielką część stanowią lasy o strukturze wyspowej. Z puli uciążliwości wykluczyć należy tory kolejowe, jednakże wzdłuż drogi 92 znajduje się dużo wielkopowierzchniowych obiektów przemysłowych, w tym uciążliwych. Równocześnie większość powierzchni gminy leży w obszarze oddziaływania lotniska Ławica, co wiąże się z hałasem, zgłaszanym także przez mieszkańców podczas wywiadów. Oddziaływanie to dotyczy całego obszaru, zatem jest składową ewentualnej heterogeniczności przestrzennej, a nie zmienną w badaniu.

Błąd o wartości bezwzględnej większej niż 10% wystąpił w jednym przypadku. Dotyczy to obszaru o nazwie Lusowo Wschód i numerze 28, który objęty jest miejscowym planem zagospodarowania przestrzennego uchwałą Nr LI/457/2001 Rady Gminy Tarnowo Podgórne z dnia 19 czerwca 2001 r. Jest to obszar dość ciekawy, dlatego wart jest szerszego omówienia. We wstępie należy przedstawić zestawienie zmiennych by ukazać ogólną charakterystykę.



czerwca 2001. Źródło: opracowanie własne.

Na powyższym zestawieniu widać, że większość zmiennych, zarówno wpływających pozytywnie, jak i negatywnie, jest bardzo zbliżona do średniej dla wszystkich obszarów. Jako największą korzyść uznać można brak uciążliwości i dość wartościowe warunki przyrodnicze, jednakże w tej materii bardzo wiele obszarów ma dostęp do bardzo wysokiej jakości zasobów przyrodniczych, więc na ich tle obszar ten wypada gorzej niż przeciętnie. To, co faktycznie wyróżnia obszar, to uogólniona zmienna opisująca stan zasobów mieszkaniowych w okolicy obszaru w momencie wprowadzenia uchwały. Wartość ta o negatywnym wpływie jest tu niezwykle wysoka. Co prawda w badaniu regresji wykazany został wpływ tej zmiennej na dość niskim poziomie i z tego właśnie powodu przytoczony został powyższy przykład, by szerzej opisać to zjawisko.

Wnioski

Jak zostało wspomniane, model regresji wielorakiej oparty o funkcję liniową jest pewnym uproszczeniem i uogólnieniem badanej zależności przestrzennej, przy czym w niektórych przypadkach właśnie ten opis liniowy spośród wielu prostych funkcji jest najlepiej dopasowany. W przypadku areálu skorygowanego o MPZP w odległości 600 metrów problem rozpatrywać można na dwóch poziomach. Przede wszystkim sam pomiar jest bardzo ogólny i nie uwzględnia wielu elementów, takich jak liczba dostępnych mieszkań, możliwość realizacji zabudowy w oparciu o decyzję o pozwoleniu na budowę oraz porównanie atrakcyjności sąsiednich obszarów. Takie uproszczenie wynika z założeń, szczególnie dążenia do prostoty związanej z praktycznym zastosowaniem oraz możliwym usunięciem elementów subiektywnych w celu uzyskania powtarzalnych rezultatów bez względu na opinię projektanta. Drugim elementem jest natomiast ocena, czy wpływ ten jest liniowy. Samo istnienie takiej zależności zostało dowiedzione w badaniu regresji, jednakże dokładny jego przebieg jest niezwykle trudny do zbadania. Na podstawie ogólnych obserwacji całej próby wnioskować można o pewnym granicznym poziomie, do którego wpływ tej zmiennej jest bardzo niewielki, lecz gdy wartość ta zostanie przekroczona, gwałtownie wpływa na rozwój. Ta enigmatyczna granica też wydaje się zależna od uwarunkowań lokalnych oraz odległości od centrum aglomeracji, lecz aspekt ten pozostaje w sferze wyczucia i doświadczenia urbanisty, gdyż jednoznaczne określenie tego w badaniu statystycznym jest trudne i wymaga większej próby danych z wielu aglomeracji. Wniosek płynący z tych ustaleń streścić można jako konieczność jakościowej oceny lokalnych zasobów mieszkaniowych w skali do planowanej inwestycji oraz potencjalną możliwość regulacji stopnia rozwoju poprzez zwiększanie lub zmniejszania powierzchni przeznaczonej na zabudowę mieszkaniową jednorodziną.

Wnioski z opisu zjawiska w poszczególnych gminach

Porównanie wyników w odpowiednich gminach miało na celu przede wszystkim wykluczenie zróżnicowania w nich zależności. Świadczyłoby to o występowaniu tak ujętej heterogeniczności

przestrzennej i czytelnym wpływie czynników ponadlokalnych, różnych dla poszczególnych jednostek podziału terytorialnego w aglomeracji poznańskiej. Badanie wykazało, że różnice te są bardzo niewielkie i w ogólnej, stosunkowo małej, skali błędu można je pominąć. Studium wybranych przypadków pozwala także odnaleźć szereg zjawisk nieujętych w modelu, objaśnionych jednak w ogólny sposób w powyższej ocenie jakościowej, które mogą zwiększać skalę błędu mierzoną poprzez wielkość składnika resztkowego równania regresji. Ich wspólną cechą jest uproszczenie w pomiarze złożonej rzeczywistości przestrzennej do wybranych parametrów uwzględnianych w modelu. Istotne jest zatem rozpatrywanie każdej sytuacji indywidualnie i odpowiednie wzięcie poprawki na zjawiska w sposób zbyt ogólny uwzględnione w równaniu. Na podstawie przeanalizowanych przypadków możliwe było wynotowanie zjawisk i sytuacji wpływających na większy błąd modelu:

Zjawisko wpływające na większy błąd modelu		Interpretacja, potencjalny sposób wpływu
1	Bardzo dobre uwarunkowania wpływające na bardzo wysoki stopień rozwoju.	Dynamiczny rozwój jest mniej przewidywalny, możliwa znaczna reszta dodatnia lub ujemna.
2	Zorganizowany sposób inwestycji, jeden inwestor zagospodarowujący znaczną lub całą przestrzeń.	Decyzje zależne od planu działania pojedynczego podmiotu są trudniejsze do przewidzenia, niż dla dużej grupy osób, gdzie możliwe jest wnioskowanie statystyczne. W większości wypadków obszar bardziej rozwinięty niż wynika z prognozy. Dla 15 lat zmienna ta jest istotna statystycznie.
3	Bardzo małe obszary, poniżej 5 ha zabudowy mieszkaniowej.	Przy małej liczbie inwestycji oszacowania statystyczne są mniej miarodajne.
4	Znaczne, trudne do oceny zasoby mieszkaniowe w sąsiedztwie obszaru.	Zasadniczy wpływ znacznej liczby mieszkań w sąsiedztwie obszaru ujemnie wpływa na rozwój, jednak indywidualnie należy oceniać atrakcyjność sąsiednich obszarów. Model uwzględnia wyłącznie bardzo prosty obraz.
5	Silne, niejednoznaczne uciążliwości – najgorsze oczyszczalnie ścieków, spalarnie.	We wszystkich przypadkach w pobliżu oczyszczalni ścieków rozwój był zdecydowanie niższy, niż wynikałoby z prognozy. Równocześnie uwzględniać należy subiektywną uciążliwość i ewentualne bufony chroniące przed oddziaływaniem.
6	Lokalizacja poza obszarami zagospodarowanymi na obrzeżach aglomeracji.	Wpływ ujemny. Projekty zawarte w planach miejscowych rozwijane poza obszarami zagospodarowanymi, daleko od obiektów użyteczności publicznej i usługowych bardzo źle się rozwijają, gdy są źle skomunikowane z miastem Poznaniem.
7	Duży wstępny stopień rozwinięcia.	Wpływ dodatni lub ujemny. Ocenic należy dotychczasowe funkcjonowanie osiedla oraz jego stan przestrzenny.
8	Jakość dojazdu, transport w gminie.	Ogólny zły stan dróg wpływa na stopień rozwoju w całej gminie. Jest to czynnik ponadlokalny.
9	Skrajne przypadki wartości jednej ze zmiennej – bardzo duże lub bardzo małe.	Wpływ takich zjawisk jest trudny do oceny. Model liniowy oparty jest o pomiary. Skrajnych pomiarów jest zdecydowanie mniej, szczególnie wzięwszy pod

	uwagę, że większość zmiennych ma rozkład zbliżony do normalnego.
Tabela 73. Zestawienie zjawisk wyszczególnionych na podstawie studiów przypadku pomiarów odstających w poszczególnych gminach wpływających na dużą bezwzględną wartość reszty regresji (służącej do oszacowania błędu modelu w danym przypadku). Źródło: opracowanie własne.	

W kontekście przedstawionych powyżej i na bieżąco omówionych sytuacji przestrzennych wpływających na rozbieżności w predykcji oraz pomiarze najbardziej niezrozumiałe jest lokalizowanie osiedli mieszkaniowych w pobliżu oczyszczalni ścieków. O ile w Poznaniu lub innym wielkim mieście kompromis taki jest zrozumiały wobec wysokiej ceny gruntów, o tyle przeznaczanie terenów niezagospodarowanych, na obrzeżach aglomeracji na taką zabudowę we wszystkich przypadkach znacznie, nawet poza miarę uwzględnioną w modelu, obniżało rzeczywistą wartość stopnia rozwoju. Niezwykle istotne jest także zagadnienie kształtowania osiedla w taki sposób, by zmniejszyć faktyczne uciążliwości, nawet jeśli nie wpłynie to na model. W studiach przypadków zauważyć można, że rozwiązania takie pozytywnie wpływają na rozwój. Nadto warto zwrócić uwagę na spostrzeżenie dotyczące wyboru lokalizacji osiedli mieszkaniowych w odpowiednich strefach suburbanizacji. W pobliżu centrum aglomeracji powstaje wiele osiedli na terenach dotąd zupełnie niezagospodarowanych, w dużym oddaleniu od jakiegokolwiek centrum, nawet małej wsi. Jest to charakterystyczny element suburbanizacji, której pełniejsze zrozumienie jest niezwykle ważne w działaniach analitycznych. Procesy te opisywane są w literaturze z uwzględnieniem podziału na ruralizację i pery urbanizację, które dotyczą różnych obszarów aglomeracji⁵⁵³. Ocena takich zjawisk oczywiście ma charakter lokalny, zatem związana jest z odniesieniem do studiów związanych z konkretnym obszarem metropolitalnym⁵⁵⁴⁵⁵⁵.

7. Zastosowanie w projektowaniu urbanistycznym

7.1. Koncepcja wykorzystania modelu

7.1.1. Wykorzystanie modelu regresji jako realizacja analitycznych i prognostycznych zadań projektu urbanistycznego w systemie planowania przestrzennego

W celu opisu możliwości wykorzystania modelu regresji w projektowaniu urbanistycznym należy dokonać podstawowego podziału celów projektowania urbanistycznego wyszczególnionych w rozdziale drugim. W podstawowym ujęciu dotyczą one spełnienia założeń jakościowych i ilościowych przestrzeni kształtowanej poprzez projekt. W szerszej perspektywie widoczna jest także druga grupa

⁵⁵³ Małek, J.: 2011, Historyczne i współczesne uwarunkowania procesów suburbanizacji, *przestrzeń i FORMa*, 16, s. 432-442.

⁵⁵⁴ Idczak, P.: 2016, Peryurbanizacja w Poznańskim Obszarze Metropolitalnym, *Studia i Prace WNEiZ US*, 2(46), s. 244- 253.

⁵⁵⁵ Op. cit. Beim, M: Modelowanie procesu suburbanizacji w aglomeracji poznańskiej z wykorzystaniem sztucznych sieci neuronowych i automatów komórkowych, s. 156-183.

dążeń zmierzających do współkształtowania polityki przestrzennej. W prostszych słowach, rolą urbanisty w procesie projektowym oprócz przygotowania optymalnego projektu jest także współdziałanie z pozostałymi podmiotami odpowiedzialnymi za kształtowanie przestrzeni. Realizowane może to być między innymi poprzez dostarczanie im informacji pozwalających na formułowanie spójnej i efektywnej gospodarki przestrzennej. Składa się to na złożony system relacji pomiędzy podsystemem decyzyjnym, normowania i planowania opisanymi przez Chmielewskiego⁵⁵⁶.

W pierwszej kolejności opisane zostanie w jaki sposób projekt urbanistyczny dostarczać może informacji zwrotnych dla celów kształtowania rozwiązań przestrzennych. W pracy przyjęto, że projekt urbanistyczny jest integralną i kluczową częścią procesu kształtowania przestrzeni. Projekt wynika z i zarazem stanowi zwięźczenie ustaleń planistycznych oraz zbioru elementów gospodarki przestrzennej. Z tego powodu na początku rozprawy w rozdziale drugim opisany został ten kontekst teorii planowania urbanistycznego. Równocześnie nie jest to pełny opis tej relacji pomiędzy gospodarką przestrzenną a projektem urbanistycznym osiedla, gdyż oddziaływanie to ma charakter dwustronny. Z jednej strony gospodarka przestrzenna (i bardziej ogólnie – wielkoskalowe formy planowania przestrzennego) tworzy uwarunkowania, które urbanista musi brać pod uwagę przy projektowaniu osiedla, z drugiej natomiast właśnie te szczegółowe działania pozwala na dostarczenie informacji zwrotnych dla procesu decyzyjnego w kształtowaniu polityki przestrzennej. To oznacza uzupełnienie deficytu informacyjnego na bardziej ogólnych szczeblach planowania przestrzennego bezpośrednio analizami z projektu urbanistycznego w małej skali. Przy pomocy opracowanego modelu regresji służącego objaśnieniu, ewaluacji, a także prognozie przedstawić można następujące zadania w procesie projektowania osiedla mieszkaniowego odnoszące się do wyższych szczebli planowania i gospodarki przestrzennej. Wynikają one z systemu obiegu planistycznego opartego o schemat zawarty w opracowaniu Chmielewskiego⁵⁵⁷. Są to:

- ocena zasadności decyzji planistycznych: ewaluacja założeń i wcześniejszych decyzji, ocena zasadności ogólnej, ocena szczegółowych wytycznych,
- informacje o koniecznych działaniach w większej skali: szerszych działaniach infrastrukturalnych, zadaniach naprawczych, potrzebnych inwestycjach,
- informacja o parametrach projektu w odniesieniu do czasu i przestrzeni (prognoza).

I. Ocena zasadności decyzji planistycznych

Pierwsze z powyższych zadań odnosi się do pewnego programu przewidzianego w ramach systemu planowania, który zakłada przygotowanie projektu urbanistycznego o określonych parametrach w danej lokalizacji. Przystąpienie do sporządzenia MPZP poprzedzone jest uchwałą rady gminy, której integralną częścią jest załącznik graficzny przedstawiający lokalizację przyszłego planu, z zaznaczonymi dokładnymi granicami opracowania. Obowiązek sporządzenia owego dokumentu spoczywa na wójcie, burmistrzu lub prezydencie miasta, co wyrażają słowa:

⁵⁵⁶ Op. cit. Chmielewski, J.: 1996, Teoria urbanistyki. Wybrane zagadnienia, s. 346-348.

⁵⁵⁷ Ibidem, s. 344.

„Wójt, burmistrz albo prezydent miasta sporządza projekt planu miejscowego, zawierający część tekstową i graficzną, zgodnie z zapisami studium oraz z przepisami odrębnymi, odnoszącymi się do obszaru objętego planem, wraz z uzasadnieniem”⁵⁵⁸.

Poprzedza to wykonaniem analiz dotyczących zasadności oraz zgodności ze studium uwarunkowań i kierunków rozwoju. Następnie uwzględnia wnioski złożone według procedury przedstawionej w ustawie, a potem występuje o szereg opinii, w tym do komisji urbanistyczno-architektonicznej, a także dokonuje uzgodnień projektu planu. Już sam ten uproszczony opis wskazuje, że informacje płynące z projektu planu stanowią podstawę szeregu ustaleń i decyzji.

Dla urbanisty oznacza to, że faktyczny obowiązek weryfikacji zasadności danego projektu w określonej lokalizacji jest zadaniem ustawowym. Dostarczenie już we wstępnej fazie informacji na temat prognozowanego rozwoju osiedla mieszkaniowego wynikające z analizy wstępnego projektu urbanistycznego może być kluczowe dla organu odpowiedzialnego do podjęcia określonej decyzji o przystąpieniu do sporządzenia MPZP. W związku z tym analizę przy wykorzystaniu modelu regresji sprowadzić można do serii pytań, na które oczywiście odpowiedzieć musi podmiot odpowiedzialny określony w ustawie. Jednakże stworzenie bazy informacyjnej zawierającej odpowiedzi na te pytania może być niezwykle pomocne dla urbanisty. Pierwsze, najbardziej fundamentalne w ujęciu zabudowy jednorodzinnej brzmi:

- A. Czy w danym obszarze zasadne jest wprowadzanie zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej poprzez miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego?

Chociaż pozornie wydaje się to kwestia gospodarki przestrzennej, to sytuacja jest bardziej złożona, gdyż informacja zwrotna uzyskana przez analizę projektu, nawet w jego wstępnym etapie, przedstawia prócz prognozowanego stopnia rozwoju także bilans parametrów, które pozwalają stwierdzić, jakie działania należałoby podjąć w celu zwiększenia atrakcyjności obszaru. Informacja zatem udzielona w ramach wspierania procesu decyzyjnego związanego z tym pytaniem uwzględniałaby także odpowiedź na kolejna pytanie:

- B. Jakie ogólne uwarunkowania, wytyczne i ograniczenia należy przewidzieć dla projektu planu, żeby stopień rozwoju był zadowalający?



Dopiero w kontekście tego drugiego pytania możliwe jest pełna odpowiedź na poprzednie, bowiem nietrudno wyobrazić sobie, że atrakcyjność prawie każdego obszaru poprzez znaczące inwestycje i intensywne zmiany uwarunkowań lokalnych można zwiększyć, co wpłynie także na prognozowany stopień rozwoju. Jednakże w sytuacji, gdy ekonomiczny, społeczny czy środowiskowy koszt takiego przedsięwzięcia jest zbyt duży, a bez niego rozwój nie osiągnie pożądanej skali, stwierdzić można, że przystąpienie do sporządzenia planu wyznaczającego obszary zabudowy mieszkaniowej jest niezasadne, a wydatkowanie mniejszych środków w innej lokalizacji przyniesie lepszy efekt, według przyjętych przez decydentów kryteriów.

⁵⁵⁸ Op. cit. Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym, Art. 15.1

II. Informacja o potrzebnych działaniach w większej skali – diagnoza potencjału i problemów

Drugie z zadań polega na określeniu koniecznych działaniach w większej skali, szerszych działań infrastrukturalnych, zadań naprawczych i potrzebnych inwestycji. W praktyce przy analizie z wykorzystaniem modelu regresji oznacza to szczegółową, merytoryczną diagnozę słabych i silnych cech danej lokalizacji pod względem potencjału rozwoju zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej. Na poniższej tabeli zaznaczone są odpowiednie parametry i cechy przestrzenne wprowadzane do modelu w formie zmiennych. W tej relacji dostarczania informacji potrzebnych na różnych szczeblach planowania przestrzennego poprzez proces projektowania urbanistycznego uwzględnić należy działania, które nie kształtują projektu, lecz wskazują problemy przestrzenne, a także niewykorzystany potencjał:

Cecha przestrzenna (zmienna w modelu)	Informacje przekazywane na wyższe, bardziej ogólne szczeble planowania przestrzennego z ustaleń pochodzących z procesu projektowego z wykorzystaniem modelu regresji. Wybrane podstawowe działania wpływające na rozwój.
 Odległość od centrum	W oparciu o odległość możliwa jest diagnoza profilu użytkowania wynikające ze struktury suburbanizacji. Poprawa rozwoju: inwestycje drogowe, poprawa jakości dróg, nowe połączenia. Zmiany te mogą nie wpłynąć na wartość zmiennej, jednak mimo to oddziałują na rzeczywistość i należy je rozważyć.
 Bilans zasobów przyrodniczych	Określenie, które zasoby stanowią największy potencjał i jak możliwe je wykorzystać. Poprawa rozwoju: rewitalizacja wartościowych obszarów, wprowadzenie terenów zieleni publicznej, zagospodarowanie dostępnych zasobów (np. plaże, poprawa jakości wód).
 Bilans uciążliwości	Ocena uciążliwości i propozycja działań naprawczych. Poprawa rozwoju: zlikwidowanie uciążliwości, zmiana lokalizacji lub granic opracowania, wprowadzenie przestrzeni buforowych chroniących przed oddziaływaniem, inwestycje dążące do ograniczenia uciążliwości.
 Infrastruktura techniczna	Określenie skali inwestycji potrzebnych, by uzyskać założony rozwój, ocena zasadności inwestycji; model regresji wykazać może, że pomimo znaczących inwestycji obszar pozostanie nieatrakcyjny i stopień rozwoju pozostanie poniżej założonego. Poprawa rozwoju: inwestycje.
 Dostęp do strategicznych usług	Analiza dostępności i zapotrzebowania na określone obiekty, potrzeba zależna od strefy i kategorii suburbanizacji. Poprawa rozwoju: potencjalny wpływ i ocena zasadności przeprowadzenia kosztownej inwestycji polegającej na przykład na realizacji obiektu użyteczności publicznej, a także utrzymania lub przekształceń obiektów istniejących.

 <p>Areał skorygowany MPZP 600m</p>	<p>Szczegółowa ocena zasobów mieszkaniowych. Poprawa rozwoju: dostosowanie wielkości planowanego osiedla do potencjalnego stopnia rozwoju, ocena zapotrzebowania na funkcję mieszkaniową oraz faktycznego wpływu przeznaczenia większej powierzchni na potencjalny rozwój.</p>
 <p>Zabudowa szeregowa odsetek</p>	<p>Ocena zasadności wprowadzania takiej funkcji. Poprawa rozwoju: zmniejszenie odsetka zwiększa stopień, ale należy ujmować to działanie w odniesieniu do zestawień liczby budynków, gdyż obraz w tym kontekście wygląda zupełnie inaczej. Pomimo niższego relatywnego stopnia rozwoju czasami przy zabudowie szeregowej możliwe jest zrealizowanie większej liczby domów.</p>
<p>Tabela 74. Schemat oceny możliwości wpływu na relatywny stopień rozwoju poprzez narzędzia planowania przestrzennego w większej skali przyporządkowane zmiennym zależnym w modelu regresji. Opisane także wybrane, podstawowe działania wpływające na rozwój. Źródło: opracowanie własne.</p>	

Chociaż powyższa tabela wskazuje na sposoby poprawy stopnia rozwoju osiedla poprzez zwiększenie jego atrakcyjności, to nie zawsze warunkuje to zmianę wartości zmiennej niezależnej. W wielu przypadkach faktycznie poprawa dokonywana jest na poziomie jakościowym, nie uwzględnianym w modelu, lecz w sferach diagnozowanych przez analizę jakościową. Przykładem może być przeciwdziałanie wpływowi uciążliwości poprzez wprowadzanie buforów redukujących oddziaływanie.

III. Zestawienie prognozowanych parametrów projektu

Konieczność wykonywania analiz, w tym prognostycznych, wynika bezpośrednio z ustawy⁵⁵⁹, a co więcej stanowi podstawę kształtowania efektywnego procesu decyzyjnego^{560,561,562} także w ujęciu prognoz zawartych w MPZP z perspektywy wyższych szczebli planowania i gospodarki przestrzennej⁵⁶³. W takim ujęciu naturalnym zadaniem projektanta jest dostarczenie zestawienia istotnych informacji ilościowych i jakościowych w poszczególnych fazach projektu, począwszy od wstępnych analiz aż po etap końcowy. Takie estymacje pozwalają na podjęcie odpowiednich decyzji i skuteczne zarządzanie zasobami w gminie. Wskazują one przybliżony bilans finansowy, wykorzystanie sieci zaopatrzenia w media oraz obciążenie dróg, co łącznie stanowi podstawę dla szerszych analiz. Zbieranie i zarządzanie takimi danymi pozwala lepiej wykorzystać dostępne środki, a także uniknąć

⁵⁵⁹ Op. cit. Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym, Art.14.

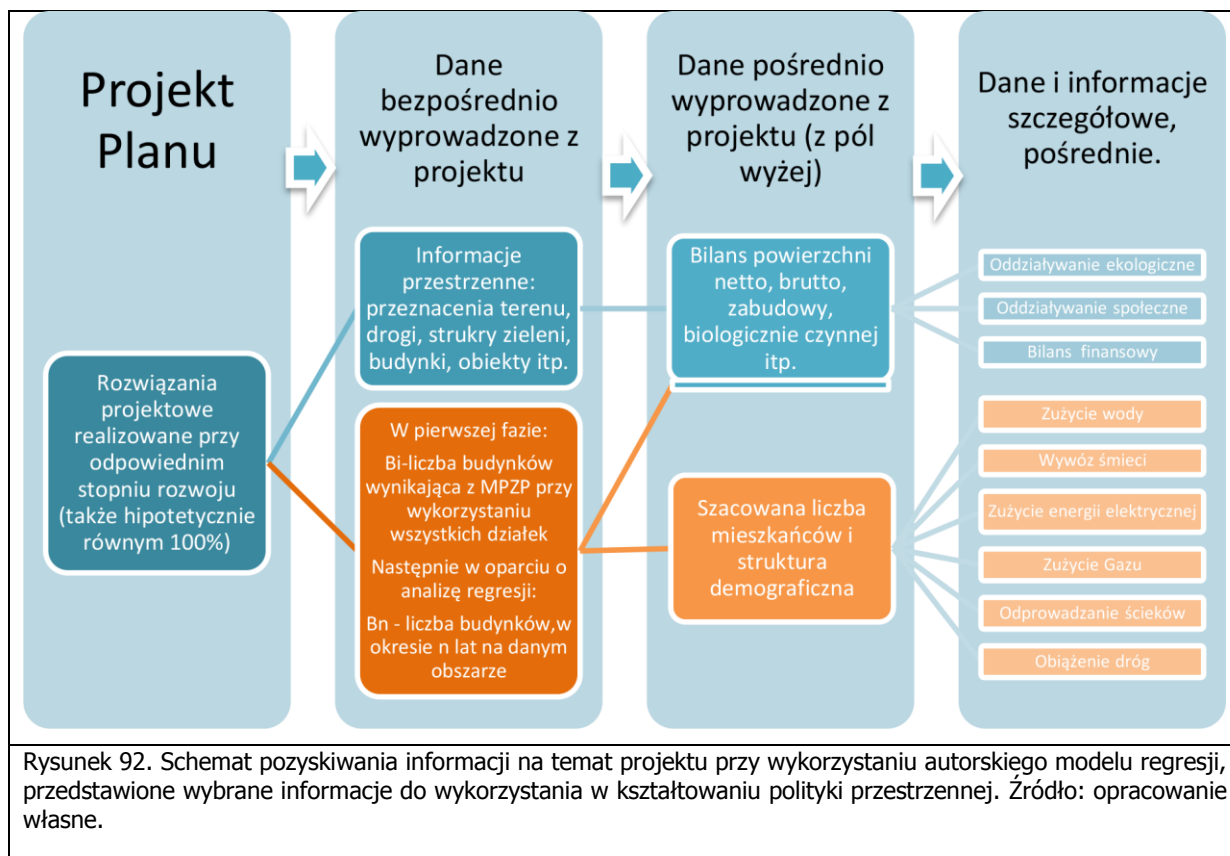
⁵⁶⁰ Prus, B.: 2014, Wybrane przykłady zastosowania informacji przestrzennej na potrzeby identyfikacji obszarów problemowych, *infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*, 1(1), Polska Akademia Nauk, Oddział w Krakowie, s. 49–60.

⁵⁶¹ Op. cit. Albrechts, L.: 2004, *Strategic (spatial) planning reexamined*, s. 743 – 752.

⁵⁶² Chądzyńska, E.: 2001, Model empiryczny badań preferencji mieszkańców – wybrane metody matematyczne, *Katedra Planowania Przestrzennego Wydziału Politechniki Wrocławskiej*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, s. 96-98

⁵⁶³ Sleszyński, P., Komornicki, T., Deręgowska, A. i Zielińska, B.: 2012, Analiza stanu i uwarunkowań prac planistycznych w gminach w 2012 roku, *Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN na zlecenie Ministerstwa Infrastruktury i Rozwoju*, Warszawa, s. 112-113

problemów, których późniejsze rozwiązywanie może być kłopotliwe. Przechodząc jednak z ogólnych perspektyw do elementów wykorzystanych w koncepcji zastosowania modelu regresji, rozpocząć można od przedstawienia zasady działania oraz wartości szacowanych w oparciu o model. Przewidziana zasada działania oparta jest o uzyskany przez model badania regresji, który pozwala na oszacowanie orientacyjnej liczby budynków zrealizowanych w danym czasie. Procedura ta opisana jest krok po kroku w kolejnym podrozdziale. Według wzoru przedstawionego w równaniu 12 zakładane jest wyznaczenie liczby budynków wynikających z MPZP oznaczonego symbolem „ B_i ”, a w oparciu o prognozowaną zmienną zależną stopień rozwoju „ R_n ” liczby budynków „ B_n ” zrealizowanych w odstępie 5, 10 lub 15 lat od momentu uchwalenia miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego. Oznacza to, że zarówno w odniesieniu do liczby „ B_n ”, jak i „ B_i ” możliwe jest oszacowanie, w oparciu o dane przytoczone w rozdziale 4, liczby mieszkańców oraz podstawowych parametrów ukazanych na poniższym schemacie.

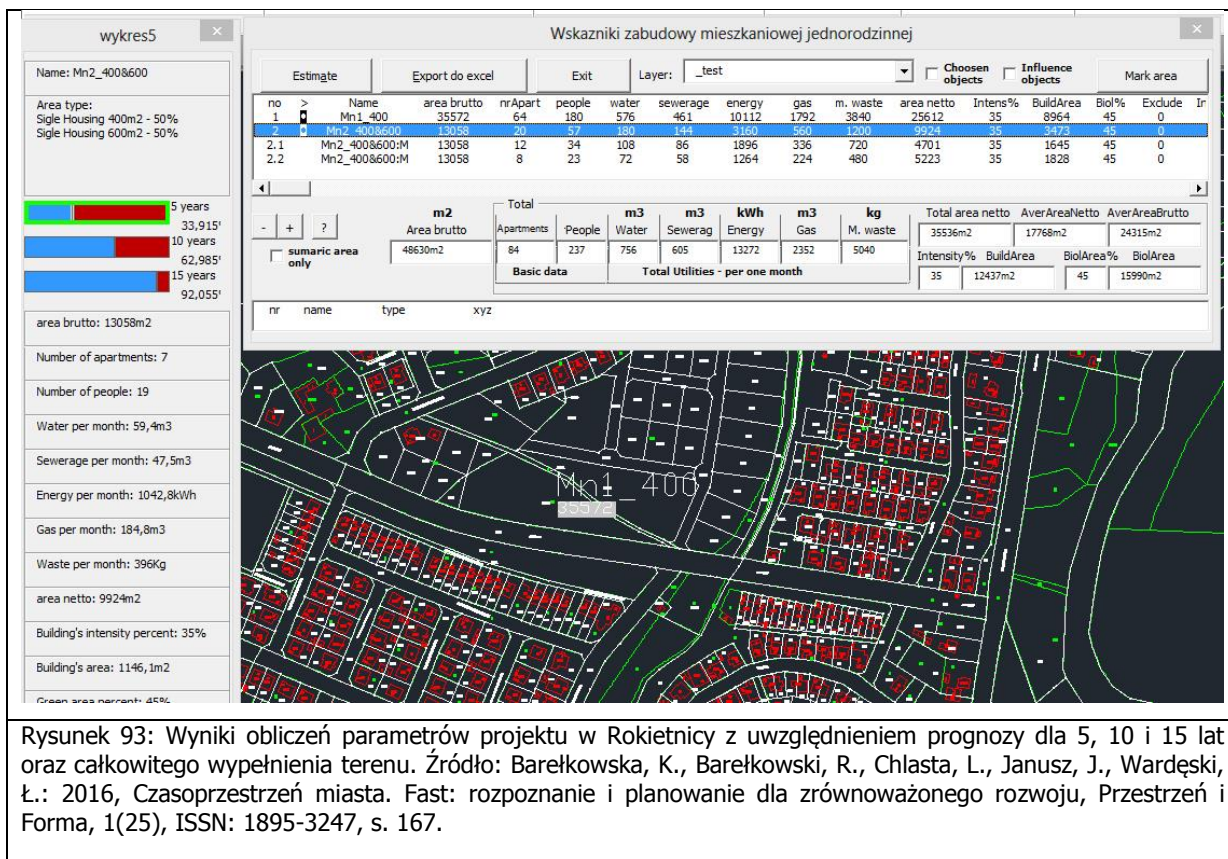


Z ilustracji można łatwo odczytać procedurę zaproponowaną do pozyskania odpowiednich informacji. Pierwszym etapem jest omawiana w rozdziale poświęconym metodologii analiza symulacyjna. W oparciu o projekt już nawet we wczesnej fazie opracowania dokonywana jest symulacja podziału na działki w oparciu o przyjęte założenia realizacji zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej. Stanowi to podstawę do oszacowania liczby mieszkańców w sytuacji hipotetycznego wykorzystania całej powierzchni mieszkaniowej. W oparciu o te dane wraz ze statystyką regionalną możliwe jest oszacowanie kolejnych parametrów, w tym między innymi wykorzystania mediów i obciążenia dróg. Równolegle dokonywany jest bilans pozostałych parametrów projektu, takich jak

odpowiednie powierzchnie, w tym biologicznie czynna, projektowane drogi, zieleń i odpowiednie przewidziane w planie funkcje, budynki i obiekty. Na tej podstawie możliwa jest analiza jakościowa, oszacowanie oddziaływania ekologicznego, kulturowego, społecznego i innych, a także bilans finansowy. Kolejnym etapem jest wprowadzenie analizy regresji, która pozwala na skorygowanie tych wartości o orientacyjną prognozę oraz ewaluację. Procent uzyskany jako wynik równania regresji pozwala na oszacowanie liczby budynków w danym roku, a to następnie wpływa na korektę wszystkich estymowanych parametrów.

W ujęciu dociekań naukowych środowisko, w którym taka analiza jest wykonywana, jest drugorzędne. Potrzebne kalkulacje wykonać można nawet na kartce papieru, jednakże z perspektywy praktycznego zastosowania istotna jest automatyzacja działania, integracja ze środowiskiem projektowania i łatwy dostęp do zasobów informacji przestrzennych w tym serwisów GIS. Integracja taka praktycznie wykorzystana była w studium przypadku we wsi Kowanówko pod Obornikami Wielkopolskimi⁵⁶⁴. Analiza ta nie zawierała jeszcze elementów prognozy, lecz zaproponowany mechanizm kalkulacji w oparciu o autorski interfejs opracowany w języku VBA. Połączony on był z programem Autodesk Autocad, co pozwoliło na zautomatyzowane wykonanie omawianego bilansu dla różnych wariantów stopnia rozwoju. Na bazie tego samego kodu przeprowadzona była kalkulacja z wykorzystaniem narzędzia analitycznego FAST, której rezultaty widoczne są na poniższej grafice. Należy przy tym nadmienić, że narzędzie FAST wykorzystuje zupełnie inną metodę analityczną niż zawarta w rozprawie analiza regresji. Stanowi w całości odrębne opracowanie, a przy tym bogate źródło doświadczeń i bazę metodyczną w kwestiach możliwości wykorzystania analiz w projektowaniu urbanistycznym.

⁵⁶⁴ Janusz, J.: 2014, Model symulacyjny jako prognoza rozwoju zagospodarowania z zachowaniem ładu przestrzennego. *Przestrzeń jako laboratorium. Perspektywy, studia, interwencje*. Red.: Robert Barełkowski, Wydawnictwo Exemplum, 26-35.



Powyższe informacje postrzegać można na dwóch poziomach. Oprócz wspomnianego dostarczania informacji na temat projektu i jego potencjalnej realizacji podmiotom odpowiedzialnym za kształtowanie polityki przestrzennej dane te także wewnątrz organizują proces projektowy, stanowiąc element ewaluacji i budowania podłoża informacyjnego pod dalsze decyzje, co opisane jest poniżej.

7.1.2. Zastosowanie w procesie projektowym

Ogólne zadanie modelu w procesie projektowym polega na dostarczaniu informacji, także dotyczących parametrów projektu, w odniesieniu do prognozowanego stopnia rozwoju po 5, 10 lub 15 latach. Wykorzystanie tych informacji może być dowolne, jednakże w rozprawie opracowana została kompleksowa koncepcja wspomagania projektowania urbanistycznego osiedli mieszkaniowych związanego z przygotowaniem miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego. Opis ten rozpocząć należy od przytoczenia zawartego w drugim rozdziale uproszczonego zestawienia celów projektowania urbanistycznego. W ujęciu przedstawionym przez Ossowicza, opisanym w rozdziale 2, kluczowe jest wykorzystanie szeroko pojętych zasobów, wśród których wymienia on zasoby ludzkie, środowisko przyrodnicze, kapitał, wiedzę i technologię, zagospodarowanie przestrzenne, położenie i powiązania transportowe, potencjał kulturowy i wizerunek⁵⁶⁵. W odpowiednio mniejszej skali osiedla

⁵⁶⁵ Op. cit. Ossowicz, T.: 2003, Metoda Ustalania Kolejności Przedsięwzięć Polityki Przestrzennej Miasta Wielkiego, s. 42-44.

mieszkaniowego jednorodzinnego w rozprawie wybrane zostały poniższe uniwersalne cele projektowe nakierunkowane na wykorzystanie i zachowanie lokalnych zasobów. Są to:

- A. dbałość o ład przestrzenny, w tym przeciwdziałanie rozlewaniu się miast,
- B. dbałość o wartości przyrodnicze i ekologię,
- C. dbałość o jakość zamieszkania,
- D. dbałość o aspekty ekonomiczne, w szczególności rozsądne wydatkowanie środków publicznych,
- E. dbałość o poszanowanie praw i interesów mieszkańców oraz podmiotów, których dotyczy projekt.

Możliwe jest sformułowanie jeszcze jednego celu, który choć ściśle powiązany z powyższymi, z uwagi na badanie zmiennej stopnia rozwoju warto go wyszczególnić:

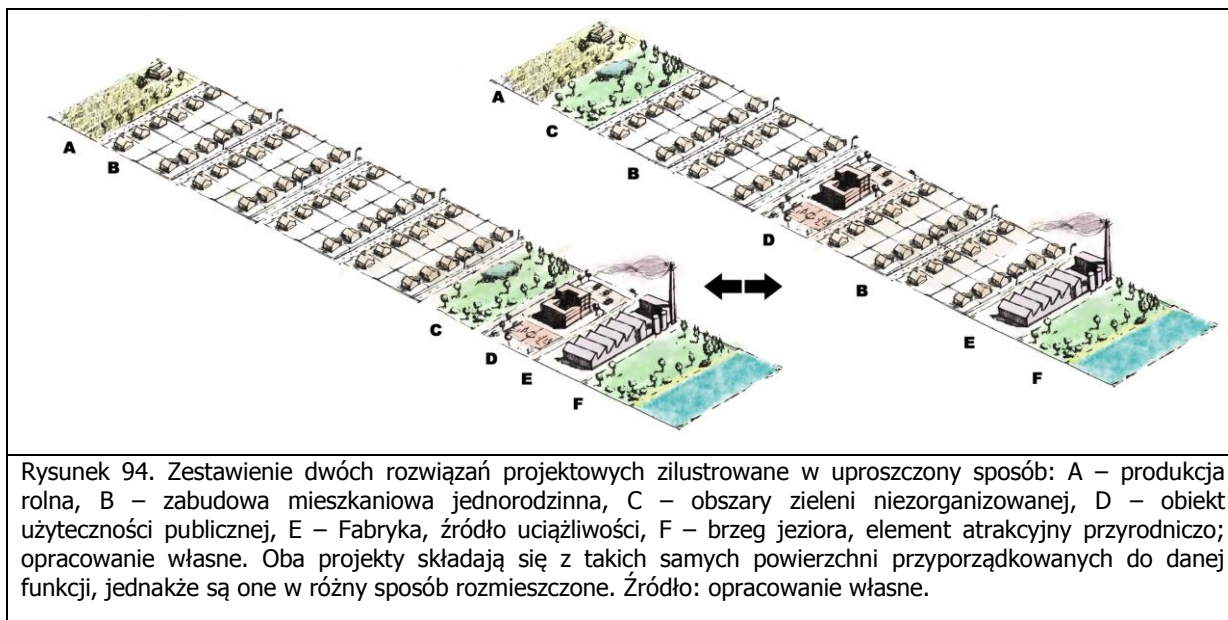
F. dążenie do uzyskania możliwie największego stopnia rozwoju, w możliwie krótkim czasie.

Oczywiście zadań takich wypisać można mnóstwo i oznaczałoby to przepisywanie podręczników projektowania urbanistycznego. Wyszczególniony punkt związany bezpośrednio ze stopniem rozwoju jest o tyle istotny, że oparty jest o zmienną zależną, która objaśniana jest w rozprawie w oparciu o czynniki lokalne. Co więcej, praca dostarcza także narzędzia do jego oszacowania i analizy. Uzyskanie wysokiej wartości zmiennej stopnia rozwoju, pośrednio wyznaczanego poprzez relatywny stopień rozwoju, wpływa na wszystkie z wymienionych powyżej wartości w planowaniu przestrzennym. Wysoki stopień rozwoju poprawia ład przestrzenny, gdyż warunkuje czytelność formy urbanistycznej uzyskiwanej poprzez realizację zabudowy i zagospodarowania terenu. Szczególnie istotne jest jednak, że wysoki rozwój ogranicza zjawisko rozlewania się miast poprzez zwiększenie gęstości zabudowy, co wpływa na wiele aspektów planowania przestrzennego, w tym ochronę przyrody, redukcję kosztów publicznych i uciążliwych dojazdów.

Ochrona i rozwój wszystkich z powyższych wartości możliwa jest przez wiele innych działań, także niezwiązanych bezpośrednio ze zwiększaniem potencjalnego stopnia rozwoju. Najważniejsze z nich przedstawione zostaną w poniższym podrozdziale. Niestety w działaniach projektowych pogodzenie wszystkich z powyższych wartości w każdym obszarze nie jest możliwe, gdyż często stoją one ze sobą w sprzeczności. Dążenie do optymalizacji projektu zakłada zatem oprócz dążenia do jak najlepszego wykorzystania wszystkich zasobów, także określenie ich wzajemnych proporcji. Poniżej zamieszczone zostaną tylko działania projektowe związane z wykorzystaniem modelu regresji wpływające na zwiększenie relatywnego stopnia rozwoju.

1. Rekonfiguracja rozlokowania odpowiednich funkcji i obiektów w celu lepszego wykorzystania lokalnych zasobów i ograniczenia negatywnego wpływu uciążliwości

Jest to niezwykle ważne, gdyż zakłada poszukiwanie rozwiązania optymalnego. Oczywiście wiele przykładów uznać można za oczywiste i nie wymagające zastosowania modelu regresji, jednakże w sytuacji, gdy alternatywne rozwiązania projektowe zawierają pewien kompromis w wyborze pomiędzy różnymi wartościami z wymienionych we wstępie podrozdziału, sytuacja staje się zdecydowanie bardziej skomplikowana i konieczne są analizy.



Na powyższym schemacie przedstawiony jest syntetyczny, uproszony przykład, w którym funkcje ułożone są w dwóch wariantach. Przewidziany jest obszar mieszkaniowy o określonej, stałej wielkości, zieleni parkowa oraz obszar usługowy, na którym znajduje się szkoła i boisko sportowe. W sąsiedztwie obszaru znajduje się uciążliwość w formie obiektu przemysłowego, a tuż za nim zieleni rekreacyjna, bezpośrednio nad jeziorem. Przedstawione ilustracje są symboliczne i nie zawierają faktycznych proporcji, a w rozważanym projekcie wielkości byłyby wielokrotnie większe. W wariacie po lewej stronie przedstawione jest skrajne rozwiązanie, które zakłada całkowite odsunięcie funkcji mieszkaniowej od źródła uciążliwości, lecz związane jest to z bardzo dużym oddaleniem od istotnego zasobu przyrodniczego całego osiedla. Co więcej, lokalizacja szkoły poza osiedlem, przy znacznych jego rozmiarach oznaczałaby brak pieszego dostępu do szkoły dużej części mieszkańców. Alternatywnie przedstawiony został uproszczony schemat projektu, w którym część usługowa ze szkołą przesunięta została na środek, a obszar zieleni przeniesiony na drugą stronę osiedla. W tym układzie atrakcyjność osiedla podnosi bliższa dostępność szkoły, ponadto fragment osiedla został bardzo zbliżony do jeziora, co ma duże znaczenia dla prognozowanego stopnia rozwoju. Przeniesienie obszaru zieleni na drugą stronę osiedla zapewnił także w tamtej części dostęp do zieleni. Niestety ekspozycja na negatywne oddziaływanie fabryki została zwiększona. Oczywiście są to dwa skrajne przykłady zakładające wyłącznie rekonfiguracje i możliwe jest poszukiwanie kolejnych rozwiązań, w tym łączących cechy obu propozycji. Pozostaje jednak kwestia odpowiedzi na pytanie, która z przedstawionych propozycji zapewni większy stopień rozwoju, a następnie, którą można uznać za

oferującą lepsze odniesienie do wartości w projektowaniu urbanistycznym wyszczególnionych na początku podrozdziału. Przykład ten nie dostarcza dostatecznej puli informacji, między innymi określony nie jest typ i skala uciążliwości związanej z przemysłem. W pierwszej kolejności należy naturalnie rozważyć ewentualny wpływ na zdrowie mieszkańców, jeśli jednak nie występuje w tej sytuacji zagrożenie zdrowia, a oddziaływanie ma wyłącznie wpływ na jakość zamieszkania, to porównanie obu sytuacji jest możliwe właśnie dzięki analizie regresji. Warto także dodać w kwestii przemysłu, że w wywiadach z mieszkańcami pojawiał się wątek obawy nawet przez przemysłem, który nie emituje hałasu ani zapachów, uzasadniany domniemaną możliwością awarii i skażenia obszaru lub budową w sąsiedztwie nowej fabryki (na obszarach przemysłowych), która będzie bardzo uciążliwa. Sprawa zatem nie jest jednoznaczna. Regresja wieloraka wykorzystana w rozprawie miała na celu objaśnienie wpływu takich lokalnych uwarunkowań, co pozwala w oparciu o to badanie spojrzeć szerzej na tę sytuację. Najważniejsze jest jednak, że dzięki wykorzystaniu sformułowanego modelu w procesie projektowym, możliwe jest ilościowe oszacowanie wpływu na stopień rozwoju i wybranie opcji bliższej optimum. Jeśli przykład z fabryką jest zbyt jaskrawy, to należy pamiętać, że jest to przykładowa uciążliwość. Innym przykładem mogłyby być tory kolejowe lub droga szybkiego ruchu. Istotne jest, że w rozbudowanych projektach urbanistycznych dotyczących osiedli mieszkaniowych występują sytuacje, w których ocena wpływu wad i zalet poszczególnych rozwiązań jest trudna do intuicyjnego oszacowania.

2. Dostosowanie projektowanych elementów sieci infrastruktury technicznej i komunikacyjnej do przewidywanego rozwoju

Punkt ten zakłada ustalenie liczby mieszkań po upływie określonego czasu oraz odniesienie się do tych szacunków w szczegółowym projekcie sieci, infrastruktury oraz przewidzianych inwestycji. Dla przykładu, liczba budynków przewidziana w projekcie mogłaby zmuszać do szybkiego wybudowania nowej drogi. Równocześnie przy oszacowaniu, że stopień rozwoju w ciągu najbliższych 10 lat pozostanie w okolicach 15%, idea wymaga ponownej weryfikacji, a już na pewno innego priorytetu.

3. Dopasowanie skali inwestycji publicznych do prognozowanego rozwoju

Zasadniczo rozumienie tego punktu zbliżone jest do poprzedniego, z tym że oprócz infrastruktury komunikacyjnej i uzbrojenia terenu dochodzą także obiekty użyteczności publicznej. Ocena prognozowanego stopnia rozwoju przesądzić może zarówno o konieczności realizacji takich obiektów celem zwiększenia atrakcyjności obszarów lub odwrotnie braku zasadności takiej inwestycji. Prostym przykładem jest szkoła podstawowa, której powstanie i funkcjonowanie zależne jest od liczby mieszkańców w danym obszarze⁵⁶⁶. Rozważania nie dotyczą także samej decyzji o lokalizacji takich

⁵⁶⁶ Chlasta, L.: 2016, Educational buildings as part of sustainable urban planning, Sustainable City XI / Editors: A. Galiano-Garrigos, University of Alicante, Spain C.A. Brebbia, Wessex Institute, UK, Transactions on Ecology and the Environment, WIT, s. 79-91.

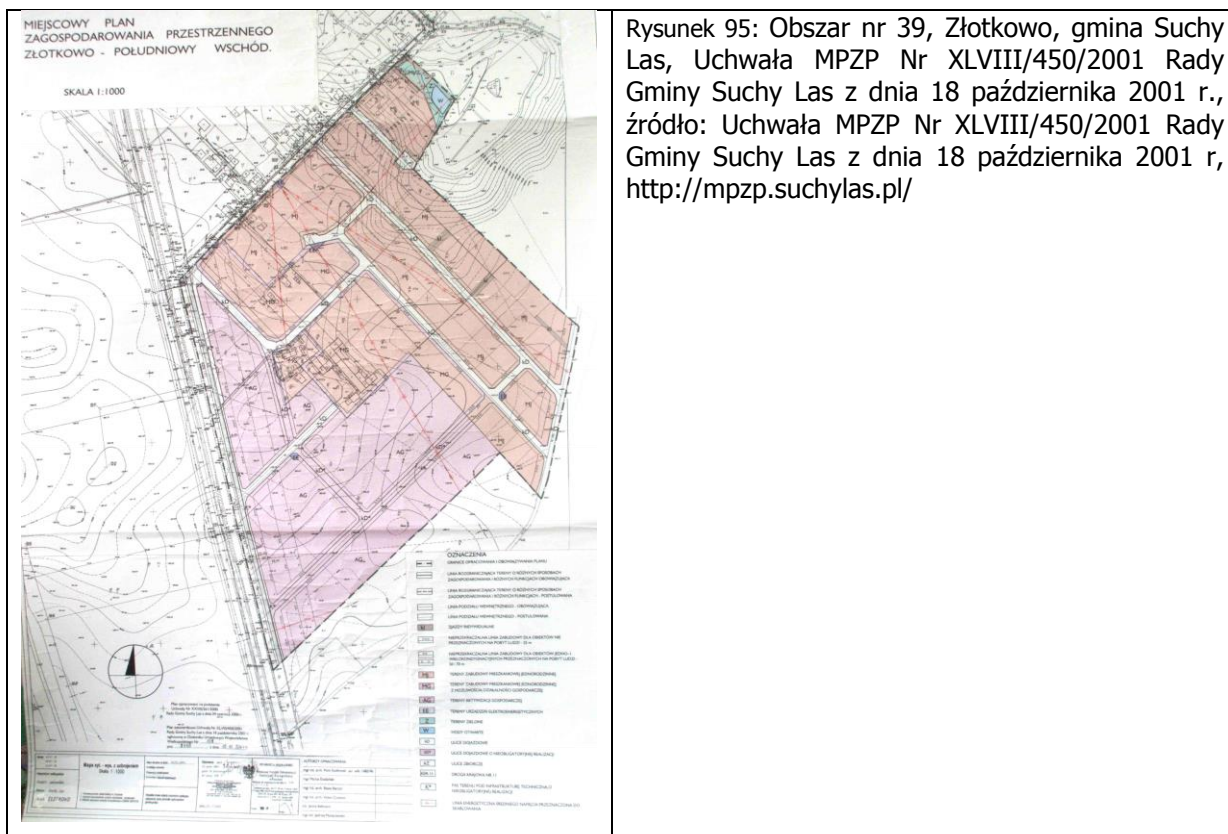
obiektów, ale także bardziej szczegółowych aspektów funkcjonowania, w tym wielkości i możliwości rozbudowy.

4. Wprowadzenie w projekcie obszarów funkcji lub odpowiednich obiektów zwiększających atrakcyjność obszaru

Oprócz wspomnianych wcześniej obiektów użyteczności publicznej są to także obszary sportu i rekreacji, a także zieleń parkowa i inne formy, które zmniejszają powierzchnię zabudowy mieszkaniowej. Wprowadzanie takich rozwiązań często wiąże się z kosztami, ale mogą one efektywnie zwiększyć atrakcyjność obszaru i w ostateczności stopień rozwoju.

5. Ewentualne usunięcie z obszaru infrastruktury i budynków potrzebnych, lecz uciążliwych, zaproponowanie alternatywy

Jak wskazuje model regresji wielorakiej, uciążliwości w dużym stopniu zmniejszają prognozowany stopień rozwoju, jednakże ich usunięcie może być bardzo kosztowne i w większości przypadków łatwiej wybrać inny obszar pod zabudowę mieszkaniową jednorodziną. Równocześnie w przypadku uciążliwości, które jeszcze nie powstały, sprawa jest bardziej skomplikowana. Diagnoza bardzo niskiego prognozowanego stopnia rozwoju może być przesądzającym argumentem w decyzji o nielokalizowaniu w projekcie określonej, na przykład funkcji przemysłu. Styk taki jest niekorzystny, jednakże występuje on w wielu przykładach. Istotne jest oszacowanie jego wpływu i podjęcie decyzji projektowej. Poniżej (Rys. 58) zauważyć można rysunek miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego, który przekształca dotychczasową funkcję produkcji rolnej na funkcję przemysłową lub handlową oraz na zabudowę mieszkaniową jednorodziną. Plan nie wprowadza przy tym żadnej przestrzeni buforowej, a obszary potencjalnej produkcji znajdują się od strony zachodniej. W ciągu dziesięciu lat relatywny stopień rozwoju wyniósł 33,9%, natomiast prognozowany 36,7%. Analiza regresji pozwala oszacować, jaki wpływ na rozwój miała ta decyzja.



Rysunek 95: Obszar nr 39, Złotkowo, gmina Suchy Las, Uchwała MPZP Nr XLVIII/450/2001 Rady Gminy Suchy Las z dnia 18 października 2001 r., źródło: Uchwała MPZP Nr XLVIII/450/2001 Rady Gminy Suchy Las z dnia 18 października 2001 r, <http://mpzp.suchylas.pl/>

6. Wprowadzenie buforów pozwalających na zmniejszenie negatywnego oddziaływania

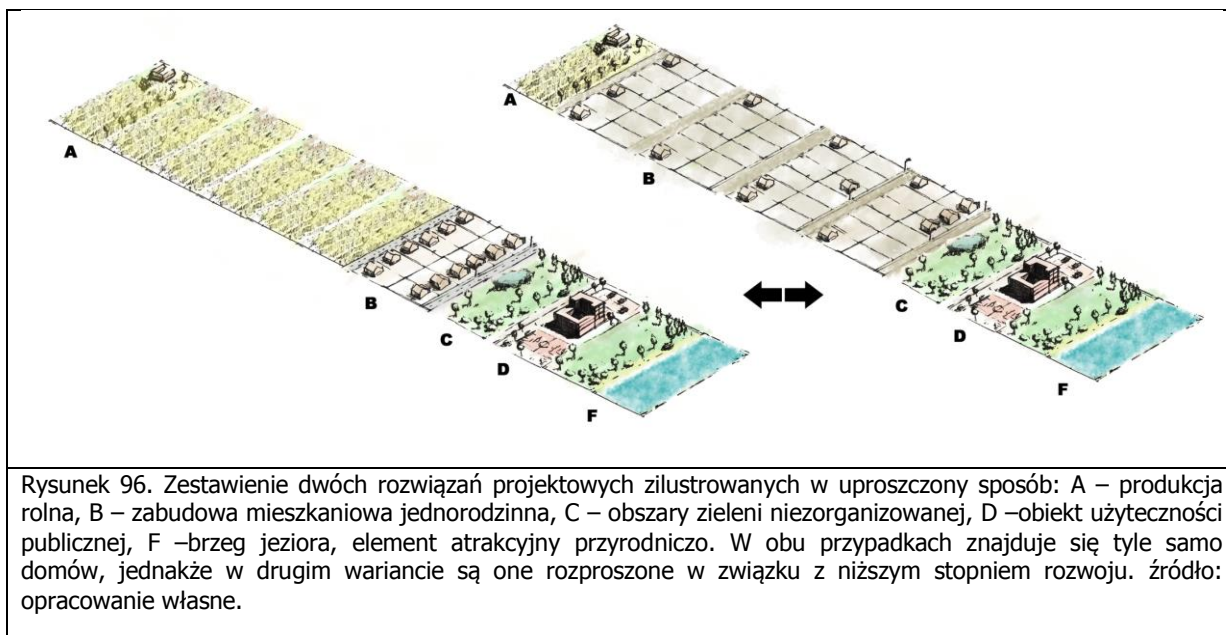
W tym przypadku można stwierdzić, że takie działanie zawsze jest elementem poprawnego projektowania, jednakże w praktyce wiąże się ono z kosztami oraz utratą przestrzeni pod zabudowę jednorodzinną. Równocześnie możliwy jest dobór różnej skali takiego działania w zależności od zdiagnozowanej potrzeby. W niektórych potrzebach bufor taki jest konieczny dla zwiększenia atrakcyjności obszaru, gdyż bez niego według prognozy obszar bardzo słabo się rozwinie. Co istotne, w tym przypadku nie jest dostępna informacja zwrotna, gdyż sposób pomiaru nie uwzględnia buforów, ale ich wpływ jest zjawiskiem dowodzonym⁵⁶⁷ oraz ukazany na studiach przypadku zawartych wcześniej w rozprawie.

7. Uwzględnienie faktycznego zapotrzebowania w celu regulacji ilości projektowanej zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej

Jest to aspekt szczególnie istotny. Przedstawiony w rozprawie model regresji dowodzi negatywnego wpływu wielkości lokalnych obszarów mieszkaniowych na zmienność stopnia rozwoju. Interpretacja tego faktu oparta jest o poruszane w wielu cytowanych pracach w podrozdziale 3.2 i omawiane w analizowanych studiach przypadku zjawisko autokorelacji przestrzennej. Zauważyć

⁵⁶⁷ Barełkowska, K. i Chłasta, L.: 2014 Suburban buffers as key areas in a sustainable city, red: C. A. Brebbia, R. Pulselli and S. Bastianoni, *The Sustainable City IX. Urban Regeneration and Sustainability*, WIT Transactions on Ecology and the Environment, Wessex Institute of Technology, WIT Press, Southampton & Boston, s. 686-687.

można, że fenomen ten jest zdecydowanie bardziej złożony, a zaproponowany pomiar jest tylko pewnym praktycznym uproszczeniem. Równocześnie wywód na ten temat zawarty w pracy zachęca do głębszego badania tego zjawiska. W sferze samej metody poprawy projektu pod względem przyszłego stopnia rozwoju działaniem podstawowym jest ograniczenie obszaru przeznaczonego na zabudowę jednorodziną. Oczywiście decyzja taka wynikająca z zastosowania modelu regresji spotkać się może ze sprzeciwem osób zainteresowanych, na przykład sprzedają działek budowlanych, jednakże właśnie rzeczony model stanowi mocny argument uzasadniający decyzję projektową.



Powyższa ilustracja demonstruje niezwykle częsty w uwzględnionych w badaniu obszarach przypadek przekształcenia obszarów produkcji rolnej na zabudowę mieszkaniową jednorodziną. Ukazane są alternatywne rozwiązania projektowe, w których pojawia się duża różnica w areale nowej funkcji. W takich przypadkach równanie regresji pozwala wykazać, jakie są przewidywane perspektywy rozwoju i oszacować liczbę budynków, które powstaną. Przeznaczenie zbyt dużego obszaru w stosunku do prognozy powoduje utratę dotychczasowej funkcji oraz chaos przestrzenny związany z niezagospodarowanym znacznym obszarem. Na powyższej ilustracji w obu przykładach zrealizowana jest taka sama liczba budynków mieszkalnych.

8. Dostosowanie liczby mieszkań do bieżącego stanu i prognozowanego rozwoju, decyzje w kwestii taksonomii budynków i wielkości działek

Zmienna obrazująca wielkość działek nie uzyskała istotności statystycznej w badaniu regresji. Pozostaje jednak kwestia rozważenia zabudowy szeregowej. W badaniu wykazano, że negatywnie wpływa ona na stopień rozwoju, przy czym zwiększa znacząco liczbę mieszkań możliwych do zrealizowania na danym obszarze. Daje to pewne pole do kontroli relatywnego stopnia rozwoju. Wybór typologii jest kwestią preferencji, jednakże przy niskich perspektywach rozwoju wybór w MPZP zabudowy szeregowej doprowadzić może do jeszcze niższego stopnia rozwoju i nieefektywnego

wykorzystania obszaru. Z drugiej strony w sytuacji, gdy popyt w danej lokalizacji jest znaczący, co diagnozuje równanie regresji, a obszar znajduje się blisko miasta, warto wprowadzić taką zabudowę, gdyż pozwala ona przeciwdziałać eksurbanizacji.

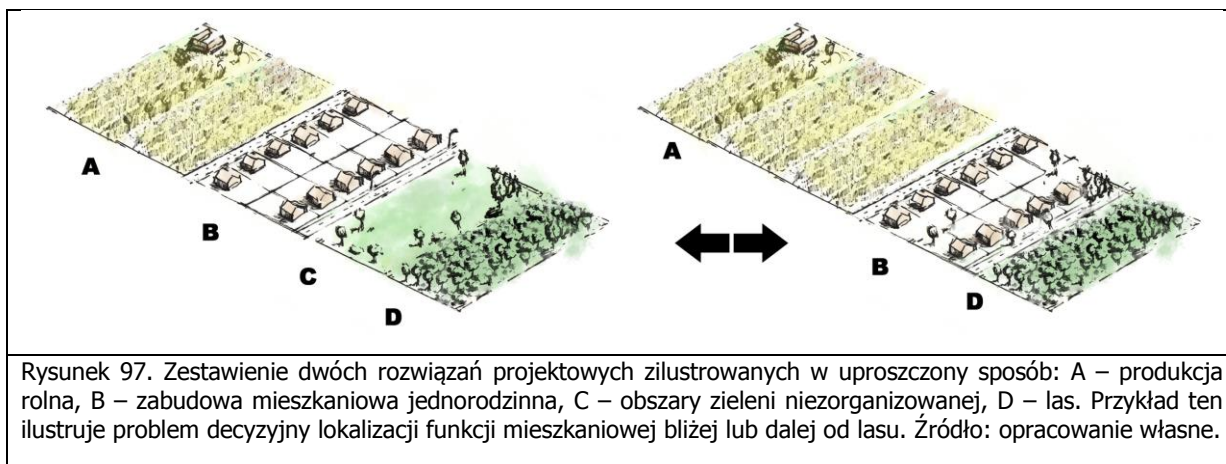
9. Nałożenie lub zwolnienie z określonych obowiązków inwestora prywatnego, w tym zapisy dotyczące parametrów zabudowy

Przykładem takiej regulacji jest jednorazowa opłata od wzrostu wartości nieruchomości w wyniku uchwalenia planu miejscowego. Chociaż co do zasady jest to decyzja nieleżąca w mocy projektanta i nie jest ściśle elementem projektu, jednakże ograniczenia dotyczące podziału i łączenia działek są już elementem projektu podobnie jak charakterystyka dopuszczonej zabudowy, a także metod ogrzewania. W tej materii w niektórych miejscowych planach zagospodarowania przestrzennego pojawiają się istotne ograniczenia. W sytuacji, gdy prognozowany stopień rozwoju jest bardzo wysoki, nie ma przeciwwskazań do określenia w pracy rozwiązań ekologicznych, a także wymagań dotyczących rozwiązań architektonicznych poprawiających ład przestrzenny. W przeciwnym razie, gdy prognozowany stopień rozwoju jest niski, wprowadzenie takich ograniczeń stwarza ryzyko powstania bardzo małej liczby budynków.

10. Odniesienie do elementów przyrodniczych zawartych w projekcie

Wykazany w badaniu pozytywny wpływ na stopień rozwoju bliskości lasów, jezior i innych walorów przyrodniczych skłaniałby do lokalizowania zabudowy w bezpośrednim sąsiedztwie takich obszarów. Równocześnie w wielu przypadkach ma to negatywne oddziaływanie ekologiczne. Chociaż zachowanie zasobów przyrodniczych jest jednym z podstawowych filarów zrównoważonego rozwoju, to równie podstawową zasadą jest zaspokajanie potrzeb, które zakłada indywidualną ocenę każdej rzeczywistości przestrzennej, oraz zapewnienie potrzebnej liczby mieszkań⁵⁶⁸. Poniższy przykład ilustruje sytuację przestrzenną, w której zabudowa zaplanowana może być bliżej lasu, lecz obecnie w miejscu tym znajduje się łąka. Przy podjęciu takiej decyzji rozważyć należy szereg czynników, w tym ocenę ekosystemu i jakość gruntu rolnego. Obraz ten uzupełnia jednak wpływ takiej decyzji na prognozowany stopień rozwoju, który uzupełnia bilans określonego rozwiązania.

⁵⁶⁸ Kowalewski, A.: 2005, Rozwój zrównoważony w procesach urbanizacji, *Nauka*, 1, s. 135-136.



Wnioski

Powyższy podrozdział wskazuje szereg sytuacji, w których wykorzystanie opracowanego w rozprawie modelu regresji wielorakiej dostarcza informacji pozwalających na podjęcie określonej decyzji projektowej. Uzupełnia to obraz poprzedniego podrozdziału, w którym opisane było pozyskiwanie informacji dla celów planowania przestrzennego poza projektem urbanistycznym wykonywanym na danym obszarze. W odniesieniu do wskazanych wartości przestrzennych wyszczególnione zostały pewne aspekty w projekcie, w których określone rozwiązania projektowe ujemnie lub dodatnio wpływają na te wartości, a także bezpośrednio na stopień rozwoju. Wspieranie decyzji w tym zakresie może być dokonywane przy pomocy modelu regresji. Oprócz opisanej dziesiątki z pewnością można by wynotować więcej pomniejszych sposobów wpływania na rozwój. W oparciu o uzyskane wyniki analizy regresji w przewidzianych grupach decyzji projektowych zaproponowane mogą być różne metody optymalizacji projektu w myśl przyjętych założeń, począwszy od jednorazowych decyzji aż po iteracyjne poszukiwanie optymalnych rozwiązań.

7.1.3. Proponowana metoda wykorzystania narzędzia

Już we wstępie rozprawy podkreślane były jej dwa podstawowe cele: objaśnienie zależności warunkujących rozwój obszarów mieszkaniowych i wykorzystanie modelu w projektowaniu urbanistycznym. O ile pierwsza z tych części ma charakter ściśle badawczy, to druga zawiera także elementy wdrożeniowe wynikające z badań. W poprzednim podrozdziale opisane zostały aspekty, w których takie wdrożenie pozwala na optymalizację projektu, poniżej natomiast znajduje się propozycja metody wykorzystania modelu regresji w procesie projektowym. Opis ten zawiera ustalenia wynikające z wykorzystanych metod badawczych w szczególności studiów przypadku, badań korelacyjnych, symulacyjnych, analizy opisowej i studium literatury. Proponowana procedura została opisana poniżej z podziałem na 7 punktów, których kolejność wynika z chronologii, chociaż w ramach poszczególnych etapów planowania mogą one być realizowane równocześnie i wzajemnie się uzupełniać. Koncepcja ta przedstawiona jest także na trzech przykładach w kolejnym podrozdziale. Punktem wyjścia proponowanej procedury jest zebranie potrzebnych do wykonania analizy

materiałów, co ułatwić ma praktyczne wykorzystanie modelu. W kolejnym etapie przewidziana jest wstępna analiza z wykorzystaniem modelu regresji dla najbardziej ogólnego wariantu, który zakłada wykorzystanie całego obszaru na zabudowę mieszkaniową jednorodziną. Działanie takie pozwala zebrać zastane uwarunkowania lokalne i w formie analizy ująć je jako punkt wyjścia dla przyszłych działań projektowych wpływających na te uwarunkowania rozwoju. Stanowi to bazę i referencję dla zmian wynikających z procesu projektowego. Dwa następne etapy poświęcone są ocenie jakościowej obszaru. Pierwszy z nich dotyczy diagnozy zjawisk mogących wpłynąć na dokładność modelu. Oparte jest to głównie o zawarte w rozprawie badania studiów przypadku oraz poszukiwanie elementów nie uwzględnianych w pomiarach, które mogą mieć faktyczny wpływ. Drugi z rozważanych etapów jakościowych dotyczy ustalenia wytycznych i celów projektowych, zarówno w ujęciu oczekiwanego stopnia rozwoju, jak i w bardziej holistycznym spojrzeniu, w którym uwzględnione są ponadto pozostałe wartości przestrzenne, ich rozwój lub ochrona. Na tym podłożu kształtowane są następnie rozwiązania projektowe, co stanowi treść punktu szóstego. Założeniem tej fazy jest ocena wpływu poszczególnych decyzji projektowych na szacowany za pomocą modelu relatywny stopień rozwoju. W wyniku tych działań ustalane są następnie propozycje projektów. Dzięki wykorzystaniu modelu regresji stanowią one wariantowe scenariusze rozwoju wraz z opisem ilościowym i jakościowym wynikającym z prognozy. Podsumowaniem procesu jest wybór jednego z wariantów oraz przedstawienie argumentacji, w tym porównanie danych ilościowych wynikających z badania. Łącznie stwierdzić można, że procedura rozpoczyna się od wstępnego badania regresji poprzedzonego zebraniem danych. Następnie obraz projektu jest uzupełniany o warstwę oceny jakościowej, żeby kolejno możliwe było przeprowadzenie kluczowego dla całego procesu projektowania wspomaganego modelem ewaluacyjnym. Ostatecznie zaawansowane stadia koncepcji, w tym wybrany wariant, opisywane są ilościowo w ujęciu porównawczym, ewaluacyjnym i prognostycznym. Szczegółowy opis tych etapów zawarty jest w poniższych podpunktach:

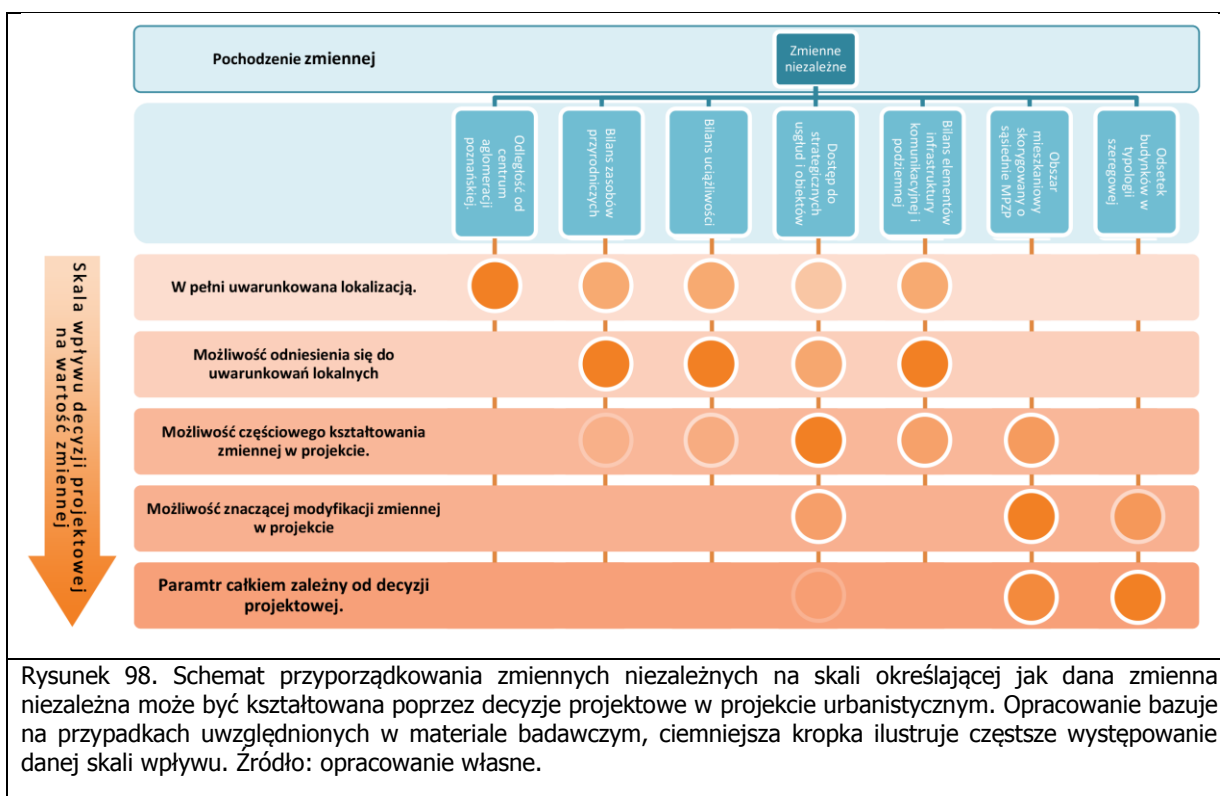
1. Określenie i pozyskanie potrzebnych materiałów

Przedstawiony model regresji oparty jest o informacje, w tym dane przestrzenne. Opis wykorzystanych w opracowaniu źródeł opisany jest w podrozdziale 5.2 poświęconym pracy z materiałem badawczym. Oczywiście wykorzystane mogą być także inne źródła nieużyte w rozprawie. Przed przystąpieniem do analizy, wykonywanej jako integralna część projektu, konieczne jest stwierdzenie, że zebrane materiały pozwolą na wyznaczenie wszystkich zmiennych wymienionych w tabeli 20. Już na tym etapie czytelny jest pewien podział zmiennych: na zmienne proste i złożone. Zmienne proste bazują na pomiarze jednego parametru, złożone natomiast szacowane są w oparciu o pomiary kilku elementów. Kwestia ta została omówiona w rozdziale 6. W kwestii podstawowej dla tego podpunktu, wytypowania i zgromadzenia odpowiednich źródeł danych niezbędne jest zapoznanie się z metodami pomiaru zmiennych złożonych zawartych w podrozdziałach 5.2, 6.1 i 6.2. Pozwoli to na określenie zakresu i charakterystyki źródeł, przy czym zawsze możliwe jest posłużenie się źródłami wyszczególnionymi w pracy, chociaż część z nich jest licencjonowana. Tylko zebranie kompletnej puli

danych stanowić może podstawę do dalszych analiz, a opieranie się na orientacyjnych szacunkach możliwe jest tylko pomocniczo we wczesnych stadiach wdrożenia. Oczywiście oprócz baz danych nieocenionymi źródłami informacji są osobiste inwentaryzacje, wywiady z mieszkańcami i partycypacja społeczna.

2. Wstępna ocena obszaru, podstawowy bilans oddziaływań i parametrów

Po zebraniu materiałów i zapoznaniu się z tematem opracowania można przystąpić do analizy regresji, która polega na analizie możliwości wpływu na określone aspekty cech przestrzennych ujętych w ramach zmiennej. W niektórych przypadkach wartość określonej zmiennej niezależnej można znacząco zmienić poprzez odpowiednie rozwiązania projektowe, w innych nie jest możliwa żadna zmiana. Chociaż możliwość wpływania na zmienne w projekcie jest kwestią indywidualną, to na podstawie analiz opisowych z podrozdziału 6.3 wprowadzić można podział na zmienne wynikające z uwarunkowań lokalnych oraz związane z wybranymi rozwiązaniami projektowymi. Nie jest to przy tym skala dychotomiczna, lecz ciągła. Poniżej przedstawiony jest schemat przyporządkowujący daną zmienną do danego położenia na skali możliwości wpływu. Na osi zaznaczona została także skala porządkowa.



Ukazana zależność bazuje na materiale badawczym, przy czym ciemniejszą kropką ilustrowane jest częstsze występowanie danej skali wpływu. Analiza taka jest przydatna w późniejszych fazach opracowania, gdyż stanowi podstawę do oceny możliwości wpływu na stopień rozwoju poprzez modyfikacje rozwiązań projektowych. Po przeprowadzeniu analizy opisaną na

rysunku 98 możliwe jest przystąpienie do dalszej oceny obszaru. W pierwszej kolejności są to badania symulacyjne opisane w podrozdziale 5.3, które pozwalają na ogólne oszacowania bilansów powierzchni danych funkcji i dróg, liczby budynków i liczby mieszkańców dla różnych ogólnych wariantów rozwoju. Następnie przewidziane są też pierwsze, wstępne prognozy. Wspomniane ogólne warianty mają posłużyć jako ujęcie pewnych ram ilościowych porządkujących rozważane dążenia i cele projektowe. Całość ujęta jest w kontekście przewidywanego stopnia rozwoju. Teren aglomeracji nie jest jednolity, zatem opis tej analizy jest relatywny i odnosi się do charakterystyki danej lokalizacji, co stanowi niejako element kolejnego punktu.

3. Analizy jakościowe i opisowe, diagnoza zjawisk i cech mogących wpłynąć na błąd modelu, indywidualna ocena zjawisk, wstępna analiza regresji

Faza ta polega na uzupełnieniu liczbowej oceny o ewaluację jakościową opartą na analizach urbanistycznych, w tym funkcjonalnych i kompozycyjnych. Jej celem jest, w ujęciu bardziej ogólnym, zwrócenie uwagi na zjawiska niezawarte w modelu, a także diagnoza charakterystycznych przypadków, w których błąd modelu może być większy. Co więcej, podpunkt ten mieści w sobie ocenę wstępnej analizy. Jej wynik uzupełniony o analizę jakościową służy za podstawę do oceny wpływu decyzji. Warto także wspomnieć, że taka analiza wykorzystywana będzie we wszystkich późniejszych etapach pracy poprzez ocenę wzrostu lub spadku stopnia rozwoju i pozostałych parametrów względem wstępnej ogólnej analizy regresji z tego podpunktu.

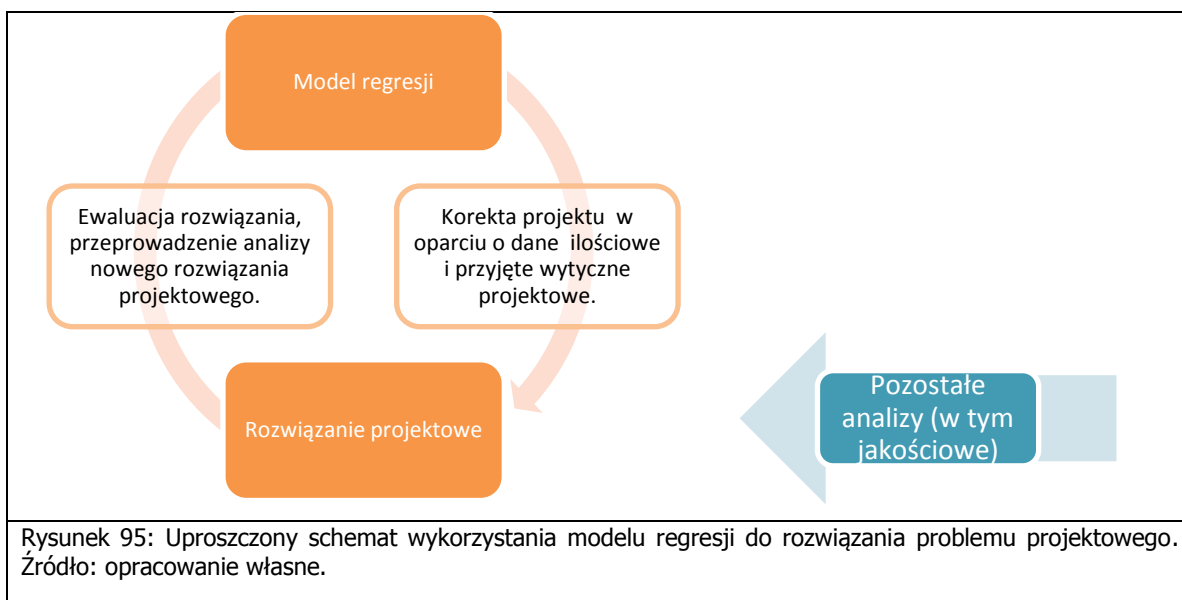
4. Ustalenie, zebranie i weryfikacja założeń oraz wytycznych jako intuicyjna koncepcja projektowa

Przedstawione w tym miejscu działania rozpoczęte mogą być nawet na długo przed zebraniem pełnych informacji o obszarze, jednakże właśnie w tej fazie konieczne i możliwe jest ich skonkretyzowanie i systematyzacja. Konieczne, gdyż stanowi podłoże dla działań projektowych i interpretacji poprzednich analiz, a możliwe dlatego, że oparte są o powyższe analizy, zarówno jakościowe i ilościowe. W ujęciu ilościowym oznacza to określenie, jaki jest oczekiwany w projekcie wzrost relatywnego stopnia rozwoju. Wcześniejsze badania pozwalały na określenie struktury wartości przestrzennych w projekcie, a także możliwych do osiągnięcia celów i perspektywy zagrożeń dla danego obszaru. Łącznie składa się to na obraz zbioru wytycznych, celów i dążeń w projekcie, których osiągnięcie podlegać będzie ewaluacji poprzez wykorzystanie modelu regresji. Zebrane informacje i przeprowadzane analizy, w tym jakościowe, pozwalają na stworzenie koncepcji projektowej, która obok przedstawionych założeń i spostrzeżeń zawierać będzie także wstępne propozycje projektowe przedstawione jako wynik interpretacji sytuacji przestrzennej przez urbanistę. Koncepcja taka ma formę rysunku z oznaczeniami i zwięzłym opisem, co najlepiej zilustrowane jest na przykładach w kolejnym podrozdziale. Ten intuicyjny projekt jest bardzo istotny, gdyż wraz z symulacją automatyczną stanowi dwa podstawowe elementy do dalszej pracy nad kształtowaniem rozwiązań

projektowych wspomaganym modelem regresji. Relacja tych dwóch elementów oparta jest na kontraście, gdyż intuicyjny szkic wskazuje na aspekty jakościowe, natomiast wstępna symulacja rozwoju metodą automatyczną ilustruje parametry ilościowe, przede wszystkim szacowaną liczbę działek. Na tej podstawie urbanista wie, jakie jest maksimum, i dąży do zbilansowania rozwiązania przestrzennego w kierunku wytycznych zsyntezowanych w formie koncepcyjnego projektu, także kosztem redukcji liczby działek wynikającej ze wstępnej analizy symulacyjnej podziału obszaru.

5. Kształtowanie rozwiązań projektowych

Etap ten w przewidzianej metodzie jest najbardziej rozbudowanym i czasochłonnym elementem, w którym projektant przechodzi przez wszystkie stadia zaawansowania projektu. Jest on też bardzo silnie uwarunkowany procedurą planistyczną w ramach miejscowym planów zagospodarowania przestrzennego opisaną w ustawie o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym z 2003 roku⁵⁶⁹. W określonych sytuacjach możliwy jest powrót do tego etapu z późniejszych faz, w przypadku konieczności wprowadzenia zmian wynikających z uwag, opinii i uzgodnień. Z perspektywy rozprawy istotne są jednak w szczególności działania związane z wykorzystaniem modelu regresji. Wraz z rozwojem projektu analiza ta staje się coraz bardziej skonkretyzowana, gdyż możliwe jest bardziej szczegółowe i jednoznaczne określenie zmiennych w równaniu regresji. Samo wspieranie projektowania poprzez stworzony w rozprawie model oparte jest o mechanizm sprzężenia zwrotnego, w której analiza pozwala na poszukiwanie optymalnego w zakresie przyjętych kryteriów rozwiązania. Opisuje to poniższy schemat:



Rysunek 95: Uproszczony schemat wykorzystania modelu regresji do rozwiązania problemu projektowego. Źródło: opracowanie własne.

Liczba tych iteracji jest kwestią indywidualną dla każdego projektu, a co do zasady rośnie wraz ze złożonością problematyki przestrzennej i puli rozważanych możliwości. Innymi słowy, to

⁵⁶⁹ Op. cit. Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym, Rozdział 2, Art. 14 - 37.

poszukiwanie rozwiązania w oparciu o analizy regresji może być oparte o jedną korektę lub wiele cykli zmian w kierunku pożądanego wyniku analizy. Warto także zaznaczyć, że model regresji jest narzędziem wspierającym proces projektowania urbanistycznego, lecz decyzje i rozwiązania powinny bazować także na pozostałych studiach i ustaleniach, niemożliwych do uchwycenia przez stosunkowo prosty schemat działania modelu regresji. Pozwala to na zachowanie wartości przestrzennych nie związanych ściśle ze stopniem rozwoju, a także na odniesienie się do elementów projektu nieuwzględnianych przez model regresji. Przykładem może być sposób oddzielenia zabudowy mieszkaniowej od źródła uciążliwości w formie torów kolejowych poprzez szeroki pas zieleni wysokiej, który faktycznie zmniejsza to oddziaływanie, lecz w pomiarze uwzględnionym w badaniu nie byłby uwzględniony, gdyż pomiar jest pewnym uproszczeniem opartym wyłącznie na odległości.

Wykorzystanie równania regresji do wyznaczenia prognozowanego stopnia rozwoju jest proste i polega na wprowadzeniu zmierzonych zmiennych do równania. W kolejnym podrozdziale zostanie to ukazane na przykładach. Stwierdzić należy, że jest to metoda, która może nie wymagać nawet wykorzystania komputera i w pełni zrealizować ją można przy pomocy nośników analogowych, ręcznych rysunków, pomiarów i obliczeń. Ten proces ułatwić może wykorzystanie programów pozwalających na przetwarzanie rysunków wektorowych, danych przestrzennych i liczbowych. Niezwykle efektywny w tym zakresie jest Esri ArcGis lub darmowy, wspomniany wcześniej QGIS. Oba te programy pozwalają na zautomatyzowanie procesu analitycznego, chociaż możliwe jest także wykorzystanie wielu innych produktów dostępnych zarówno darmowo, jak i odpłatnie. Zaproponowana w rozprawie metoda opiera się na autorskim narzędziu, które zostało opracowane jako system wspomagający planowania przestrzennego ukierunkowany na efektywne przetwarzanie danych ilościowych, kategoriowych, a także zorientowanych przestrzennie. Środowisko to zintegrowane jest z programem Autodesk Autocad, napisane w języku VBA i pozwala na przeprowadzanie analizy w sposób zautomatyzowany już w programie Autocad, co pozwala na połączenie z procesem planistycznym. Analizy z opracowanym w ten sposób autorskim interfejsem pozwalały na skuteczne wykorzystanie innych modeli prognostycznych w procesie projektowym⁵⁷⁰⁵⁷¹. Dodatkowym argumentem za tym środowiskiem jest opracowanie w nim opublikowanej w 2016 metody automatycznej symulacji podziału obszaru na działki według założonych parametrów, co pozwala na szybką symulację we wczesnych fazach projektu⁵⁷².

Podsumowując, w przedstawionej strukturze metodycznej omawiany etap uznać można za kluczowy dla wykorzystania modelu w projektowaniu. Sposoby wpływu na parametry przy pomocy odpowiednich działań projektowych opisane zostały w podrozdziale 7.1.2 według rysunku 98. Warto przypomnieć o konieczności zwrócenia szczególnej uwagi na wpływ danych decyzji na pozostałe

⁵⁷⁰ Janusz, J.: 2016, Fast simulation tool: SDSS for housing development and more, *International Journal of Sustainable Development and Planning*, 1(11), s. 46-57.

⁵⁷¹ Janusz, J.: 2016, Toward the quality assessment of multi-criteria data in planning for housing areas, *The Sustainable City XI*, red: A. Galiano-Garrigos, University of Alicante, Spain C.A. Brebbia, Wessex Institute, UK, *Transactions on Ecology and the Environment*, WIT, s. 105-116.

⁵⁷² Op. cit. Janusz, J.: 2016, Model symulacyjny podziału na działki w zabudowie mieszkaniowej jednorodzinnej, s. 305 - 318.

wartości przestrzenne, w tym dotyczące ekologii, kwestii społecznych i kulturowych, a także ekonomii, w tym dbałości o budżet gminy. Ponadto należy pamiętać, by model traktować jako narzędzie pomocnicze, co przekłada się na kilka aspektów. Pierwszym z nich jest uwzględnienie zdiagnozowanych we wcześniejszym podpunkcie możliwości wystąpienia zwiększonego błędu prognozy. Kolejny polega na ocenie zjawisk nietypowych. Radykalne działania, na przykład olbrzymie inwestycje z zakresu infrastruktury i obiektów użyteczności publicznej w obszarze bardzo nieatrakcyjnym z licznymi uciążliwościami, zdarzały się sporadycznie, zatem trudno jednoznacznie przewidzieć skutek takich radykalnych działań. W określeniu, jaka skala zmiennych jest standardowa, pomóc może podrozdział 6.1, w którym przedstawione i opisane są poszczególne zmienne. Ostatecznie wspomnieć warto o konieczności posługiwania się w projekcie także innymi metodami analitycznymi, doświadczeniami praktycznymi, wiedzą ekspercką oraz odpowiednim przygotowaniem zawodowym.

6. Propozycja wariantowych projektów urbanistycznych, ich kompleksowy opis ilościowy i jakościowy

W kontekście celów niniejszej rozprawy fundamentalne znaczenie ma opisanie, co do projektu urbanistycznego wnosi opracowany model, jakie informacje o projekcie zebrać i przedstawić można przy pomocy analizy regresji. Jest to dodatkowa analiza porównawcza odwołująca się do metod statystycznych bazujących na próbie 72 obszarów objętych miejscowymi planami zagospodarowania przestrzennego, co stwarza czytelne kryterium ewaluacji w zakresie stopnia rozwoju nawet w opracowaniach ulokowanych w innych aglomeracjach oraz innych uwarunkowaniach wynikających z aspektów prawnych, kulturowych i ekonomicznych. Naturalnie, wraz ze wzrostem różnic pomiędzy rozważanym obszarem, a próbą z rozprawy analiza staje się trudniejsza w interpretacji i wyprowadzeniu wniosków. Jednakże w obrębie wariantowych rozwiązań projektowych zarówno pod względem argumentacji, jak i oceny analiza taka stanowi merytoryczny punkt odniesienia. Kolejną pulą ważnych informacji, którą wnosi rozprawa, jest prognoza rozwoju. Jej opis poprzedzić należy stwierdzeniem, że zarówno dynamika, jak i złożoność systemu stoją na przeszkodzie dokładnym przewidywaniom⁵⁷³. Dynamika oznacza w tym wypadku, że podmiot badania podlega zmianom, co wykracza nawet poza pojęcie heterogeniczności przestrzennej i czasowej. Niezwykle wysoki stopień złożoności rozwoju obszarów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej, pochodnej zjawisk społeczno-gospodarczych, ustanawia wysoki poziom trudności dla precyzji statystycznego odwzorowania zależności. Opis statystyczny pomija istotne źródła indywidualnych decyzji inwestorów, a to wymaga uwzględnienia pewnego błędu: wynik obarczony jest niedokładnością, której miary częściowo przedstawione zostały w rozprawie. Niewątpliwie dokładna wiedza na temat przyszłego rozwoju obszaru umożliwiłaby prowadzenie efektywnej polityki przestrzennej i wybieranie optymalnych

⁵⁷³ Tung, H. K. K., i Wong, M. C. S.: 2011, *Financial Risk Forecasting with Non-Stationarity*, red: Gregoriou, G., N. i Pascalau, R. *Nonlinear Financial Econometrics: Forecasting Models, Computational and Bayesian Models*, ISBN 978-1-349-32896-3, s. 28-50

rozwiązań projektowych, jednakże przewidywania o takiej sprawdzalności nie są dostępne. Praktyka wymaga zatem działania w oparciu o ocenę prognozowanego skutku, przy czym może mieć ona różny zakres i dokładność. Ustalenie w MPZP funkcji mieszkaniowej wymaga wszak przewidywania, że chociaż jeden budynek mieszkaniowy powstanie w danym obszarze, inaczej jest sprzeczne z opisanymi z przytoczonymi pryncypiami planowania przestrzennego. Przedstawiony model regresji, choć obarczony błędem i ryzykiem różnic w innych miejscach i czasie, oparty jest na ugruntowanej metodologii analizy statystycznej. Chociaż z naukowego punktu widzenia najbezpieczniej byłoby nałożyć ograniczenia ściśle ograniczenia na ewentualne zastosowania prognostyczne, w tym stwierdzenia takich samych uwarunkowań wynikających z lokalizacji i zasad rozwoju obszarów mieszkaniowych, identycznej koniunktury i wielu innych, to praktycznie uniemożliwiałyby to wykorzystanie modelu do prognoz. Zamiast tego w rozprawie proponowane jest uwzględnienie danych wynikających z modelu do oszacowania stopnia rozwoju i związanych z nimi parametrów przy przyjęciu możliwości błędu według oszacowanych w rozprawie miar R^2 , skorygowanego R^2 oraz błędu standardowego, a także holistyczne rozważenia kontekstu i uwarunkowań projektu, które wpłynąć mogą na przyszły stopień rozwoju. Taki opis wynikający z badania regresji uzupełnia projekt o skalę czasu warunkującą pozostałe parametry projektu, w szczególności dotyczące funkcjonowania infrastruktury technicznej, zapotrzebowania na obiekty użyteczności publicznej, wskaźników zabudowy oraz zasad ochrony i kształtowania ładu przestrzennego oraz ochrony środowiska. Oznacza to przedstawienie informacji potrzebnych zarówno do oceny projektu, jak i kształtowania polityki przestrzennej na wyższym szczeblu według metod określonych w podrozdziale 6.3.1.

7. Ewaluacja przedstawionych wariantów oraz wybór jednego projektu wraz z dostarczeniem argumentacji opartej o dane ilościowe

Punkt ten bezpośrednio wynika z poprzedniego. Wyszczególnienie osobnego punktu związane jest z podkreśleniem następstwa czasowego tych działań. Podkreślić w nim warto ukierunkowanie na ilościowy opis i merytoryczną argumentację wpływającą na skuteczną ocenę i wybór optymalnego rozwiązania, które często leży poza władzą urbanisty. Uzasadnianie projektu jest bardzo istotne w odniesieniu do opisanych w rozdziale 2 zasad publicznego zarządzania, w którym kluczową rolę odgrywa dostęp do informacji publicznej, przy czym informacje w przeciwieństwie do danych obejmują opracowania i analizy wraz z ich podłożem metodologicznym.

Wnioski

Przed wszystkim wykorzystanie równania regresji wynika z zaproponowanych metod pomiaru i uzupełnione jest o inne metody badawcze związane z analizą rozwoju obszarów mieszkaniowych przedstawione w rozprawie. W razie chęci praktycznego stosowania modelu konieczne jest zapoznanie się z całością rozprawy wraz z załącznikami. Ponadto pozostałe badania zawarte w rozprawie, w szczególności rozdział 4 pozwalają na wprowadzanie modyfikacji lub uzupełniania, co stanowiłoby wartościową perspektywę pracy jako rozszerzenie badania i stosowanie modelu w innych aglomeracjach. Także w kwestii modyfikacji sposobu wykorzystania istotna jest

wiedza na temat całości rozprawy. Samo użycie modelu według opisanej procedury dostarcza informacji zarówno użytecznych w procesie projektowym, jak i na innych szczeblach planowania przestrzennego. Ostatecznie przypomnieć należy, że podstawową funkcją metody jest analiza służąca poszukiwaniu efektywnych rozwiązań projektowych, natomiast prognoza w systemach dynamicznych i złożonych zawsze obciążona jest błędem i ryzykiem.

7.2. Wariantowe studium ewaluacyjne – Szamotuły

7.2.1. Analiza wybranego obszaru z puli badawczej ukazująca wariantowe scenariusze rozwoju.

Wybrany do opracowania obszar to przypadek omawiany już wcześniej w ramach największej reszty dodatniej, co oznacza błąd polegający na wyniku badania regresji niższym niż późniejszy rozwój. Wybór ten wynika przede wszystkim z potrzeby ukazania odporności procedury wspomagania procesu projektowania urbanistycznego na takie błędy oraz złożonej sytuacji przestrzennej pozwalającej znacząco i czytelnie wpływać na wiele elementów projektu, które warunkują rozwój. Na wstępie należy zaznaczyć, że bezwzględna wartość reszty w tym przypadku jest na trzecim miejscu w całej puli uwzględnionej w badaniu i wynosi 14,65%, przy wartości prognozowanego relatywnego stopnia rozwoju równej 26,3%, natomiast zmierzonego na poziomie 40,9%. Wśród omawianych już zastrzeżeń wpływających na możliwość zwiększonego błędu występują przede wszystkim nieuwzględniane w modelu regresji bufora ograniczające wpływ uciążliwości oraz różnorodność funkcji dopuszczonych w planie i konsekwentnie realizowanej. Oznacza to w tym przypadku możliwość budowania innych obiektów niż mieszkaniowe. Określone jest to w uchwale nr XXII/203/2000 Rady Miasta i Gminy Szamotuły z dnia 21 sierpnia 2000 r.⁵⁷⁴ jako tereny usług i rzemiosła z prawem budowy budynków mieszkalnych oznaczanych skrótami „1UR/M-7UR/M”. Nadto plan wprowadza zieleń publiczną o symbolu „ZP” i teren stacji transformatorowej „EE”, a także obsługi komunikacyjnej. Ta interesująca propozycja przeznaczenia terenu oznaczona symbolem „UR/M” wyszczególnia budynki rzemieślnicze, warsztatowe oraz mieszkaniowe. Szczegółowo rozwiązanie to omówione zostanie niżej, jednakże już samo przedstawienie takiego podejścia pokazuje, jak różne rozwiązania urbanistyczne przewidzieć można w projekcie, przy czym sam opis zawarty w omawianym planie definiuje strukturę urbanistyczną tego obszaru. W poniższym opisie zachowane zostanie siedem punktów zastosowania modelu regresji, przy czym sam projekt ogólnikowo traktować będzie kwestie niezwiązane z tym modelem.

1. Ocena, jakie informacje są potrzebne, decyzja co do pozyskania materiałów.

Zbieraniu danych przy ocenie planu miejscowego opracowanego w przeszłości napotyka na wiele paradoksów, gdyż z jednej strony część informacji jest już dostępna, czy to w formie obserwacji

⁵⁷⁴ Uchwała nr, XXII/203/2000 Rady Miasta i Gminy Szamotuły z dnia 21 sierpnia

już zaistniałych zjawisk, czy też w dokumentach związanych z uchwałą (w tym samą uchwałą). Z drugiej strony sytuację z roku 2000 należałoby rozpatrywać w kontekście braku serwerów GIS, które aktualnie udostępniają mnóstwo potrzebnych informacji, w tym nieodpłatnie. Oznacza to, że punkt ten nie do końca jest adekwatny w analizie wybranego obszaru z puli badawczej.

W tym przypadku zadanie zbierania danych ułatwia dokument uchwały, który opisuje infrastrukturę techniczną oraz w zwięzły sposób specyfikę lokalnej zabudowy. Co więcej, dużo miejsca w opisie poświęcone jest uwarunkowaniom wodno-gruntowym oraz zagadnieniom związanym z ochroną przyrody. Oczywiście konieczne jest także pozyskanie wszystkich materiałów potrzebnych do sporządzenia projektu, które byłyby potrzebne bez wykorzystania modelu regresji, w szczególności mapy zasadniczej. Wziąwszy także pod uwagę dotychczasowe przeznaczenie terenu na produkcję rolną, przydatna byłaby mapa glebowo-rolnicza. Co więcej, przy uwzględnieniu koncepcji lokowania obiektów użyteczności publicznej ważne jest uzyskanie informacji o własności gruntu. Posłużyło do tego archiwum wykazu nieruchomości oraz dane katastralne, które pozwoliły określić, które działki na obszarze opracowania stanowiły własność gminy⁵⁷⁵. Pełne informacje na ten temat możliwe są także do uzyskania w Wydziale Nieruchomości i Gospodarki Przestrzennej Urzędu Miasta i Gminy Szamotuły. Ostatecznie nieocenionym źródłem informacji w projektowaniu urbanistycznym jest osobista inwentaryzacja obszaru, ze szczególnym uwzględnieniem uciążliwości oraz walorów przyrodniczych w kontekście prezentowanego modelu regresji. W prezentowanej teoretycznej ocenie *post factum* pozwala to także na ocenę sposobu realizacji zapisu planu, zarówno w kwestii ilościowej, jak i jakościowej, oraz wywiad z mieszkańcami na temat uciążliwości i zalet. W przypadku obszarów, gdzie na terenie opracowania lub w jego pobliżu jest już zabudowa, wywiad taki jest możliwy nawet w praktycznych przykładach wspomagania procesu projektowego przy wykorzystaniu modelu regresji.

2. Wstępna ocena obszaru, podstawowy bilans oddziaływań i parametrów

Według klasyfikacji przedstawionej na rysunku 98 określone cechy obszaru uwzględniane w modelu jako zmienne i istotne dla interpretacji wyników podlegają możliwości modyfikacji w projekcie w różnym stopniu, począwszy od możliwości zmiany aż po prawie całkowite uzależnienie od rozwiązań projektowych. Opis sytuacji przestrzennej w kontekście badania regresji odnosić się będzie do poszczególnych grup warunkujących dane zmienne wraz z komentarzem na temat możliwości wpływu lub odniesienia się do nich w projekcie, co przydatne będzie w formułowaniu celów i możliwych działań w punkcie 4.

Stan na rok 2001.			
LP	UN	Uproszczona Nazwa	Wartość (S - stałe) (WO - wstępnie określone), (PS - przyjęte szacunkowo)
	PN	Pełna nazwa	
1	UN	OdległośćOdCentrum	Stała wartość - 38,2 km (S)
	PN	Odległość od centrum aglomeracji poznańskiej.	

⁵⁷⁵ Archiwum wykazu nieruchomości, w tym nieruchomości gruntowych przeznaczonych do sprzedaży w drodze przetargu, źródło: <http://bip.szamotuly.pl/Article/get/id,29320.html>, dostęp dn., 07.07.2017.

2	UN	BilansZasobowPrzyrodniczych	Wstępnie szacowna – 4 pkt = 2 [las]+ 0,5[zielenWObszarze]+1,5 Las: Dostępność z przeważającej części obszaru (.25), Duży, lecz wydzielony obszar (.25) (WO: (0.25+0.25)*4 ^b =2 pkt) , Jakość zieleni na obszarze: Przeciętna jakość zieleni (WO: 0.(3)*1,5 =0,5)
	PN	Łączny bilans zasobów przyrodniczych dla danego obszaru	
3	UN	BilansUciązliwosci	Wstępnie szacowana – 8 pkt W pobliżu uciążliwy przemysł (WO: 0,25*12 ^b), Oddziaływanie torów na części obszaru (WO: 0,5 ^a *6 ^b), Oddziaływanie drogi na części obszaru (PS: 0,083 ^a *6 ^b),
	PN	Łączny bilans uciążliwości dla danego obszaru	
4	UN	DostepDoStrategicznycyUsług	Wstępnie szacowna – 8,5 pkt Obszar miał dostęp w 2001r. do obiektów w odległościach: boisko sportowe – 1000m (0,2 ^b), przedszkole do 1000m (1 ^b), Szkoła podstawowa do 2500 m (3,5 ^b), liceum do 2500 m (1 ^b), sala sportowa w odległości do 1000 m (0,1 ^b) plus 2500m (0,3 ^b), ośrodek kultury do 2500m (0,3 ^b), biblioteka do 2500 m (0,2 ^b), stacja PKP do 1500 m (0,4 ^b) plus 2500 (1,5 ^b)
	PN	Łączny bilans uciążliwości dla danego obszaru	
5	UN	Infrastruktura	Wstępnie szacowna – 6,25 pkt Sieć kanalizacyjna – Aktualnie brak sieci, w pobliżu kanalizacja, podłączenie zaprojektowana i przewidziane w MPZP , (S:0.5*4,25 ^b), Sieć elektryczna - Stacje transformatorowe w planie - istniejąca i nowoprojektowana sieć (WO:0.75*2 ^b), Sieć wodociągowa na obszarze istniejąca i nowoprojektowana (WO: 0,75*2,5 ^b), Sieć gazowa: Planowane doprowadzenie gazu, w nieokreślonym terminie (S: 0,25*1 ^b), utwardzenie dróg wewnętrznych – nie planowane (PS: 0,1*5).
	PN	Bilans elementów infrastruktury komunikacyjnej i podziemnej.	
6	UN	ArealSkorygowanyOMPZP600 m	Wstępnie szacowna – 10,5 ha W sąsiedztwie: (S: 2 ha) W promieniu 600 metrów 2 ha przeznaczone w MPZP na zabudowę mieszkaniową jednorodziną. Na Obszarze zrealizować można 8.5 ha samej powierzchni mieszkaniowej.
	PN	Obszar mieszkaniowy skorygowany o sąsiednie miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego	
7	UN	ZabudowaSzeregowaOdsetek	Wstępnie szacowna – 0
	PN	Odsetek budynków w typologii szeregowej	
8	UN	ZabudowaDeweloperskaOdsetek	Wstępnie szacowna – 0
	PN	Odsetek zabudowy zrealizowanej z sposób zorganizowany	
9	UN	StopienRozwoju0	Zmierzona – 0%
	PN	Stopień rozwoju w momencie wprowadzenia plany miejscowego	
11	UN	RokSporządzeniaPlanu	2001
	PN	Rok uchwalenie miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego w danym obszarze.	
– procent powierzchni oddziaływania, b – współczynnik służący oszacowaniu zmiennej złożonej z równań: Równanie 25, Równanie 26, Równanie 27 i Równanie 28.			
Tabela 75. Przyjęte w badaniu zestawienie zmiennych dla obszaru 52; uproszczone i pełne nazwy zmiennych niezależnych oraz sposoby i źródła ich pomiaru dla wybranego przykładu. Źródło: opracowanie własne.			

W oparciu o powyższe oszacowania możliwe jest przeprowadzenie wstępnej analizy, która pozwoli określić ogólną skalę przewidywanego stopnia rozwoju. Analiza relatywnego stopnia rozwoju wykonana zostanie dla 10 i dla 15 lat. Wariant dziesięcioletni zostanie rozpisany nieco bardziej szczegółowo, by ukazać sposób wykorzystania równania regresji.

Poniżej zamieszczone jest omówione wcześniej Równanie 31 z tą różnicą, że wprowadzone wartości współczynników dla zmiennych niezależnych są zaokrąglone do większej liczby miejsc po przecinku.

$$y_i = -0,0066116981 \cdot X_{Ai} + 0,0391734634 \cdot X_{Bi} - 0,0246989656 \cdot X_{Ci} + 0,0476941699 \cdot X_{Di} \\ + 0,0188048045 \cdot X_{Ei} - 0,0030834416 \cdot X_{Fi} - 0,2347176685 \cdot X_{Gi} + 0,1039702279 + \varepsilon_i$$

Do powyższego równania wstawić należy odpowiednie oszacowane w tabeli 75 wartości.

$$y_{52} = -0,0066116981 \cdot 38,3 + 0,0391734634 \cdot 4 - 0,0246989656 \cdot 8 + 0,0476941699 \cdot 6 \\ + 0,0188048045 \cdot 8,5 - 0,0030834416 \cdot 10,5 - 0,2347176685 \cdot 0 + 0,1039702279$$

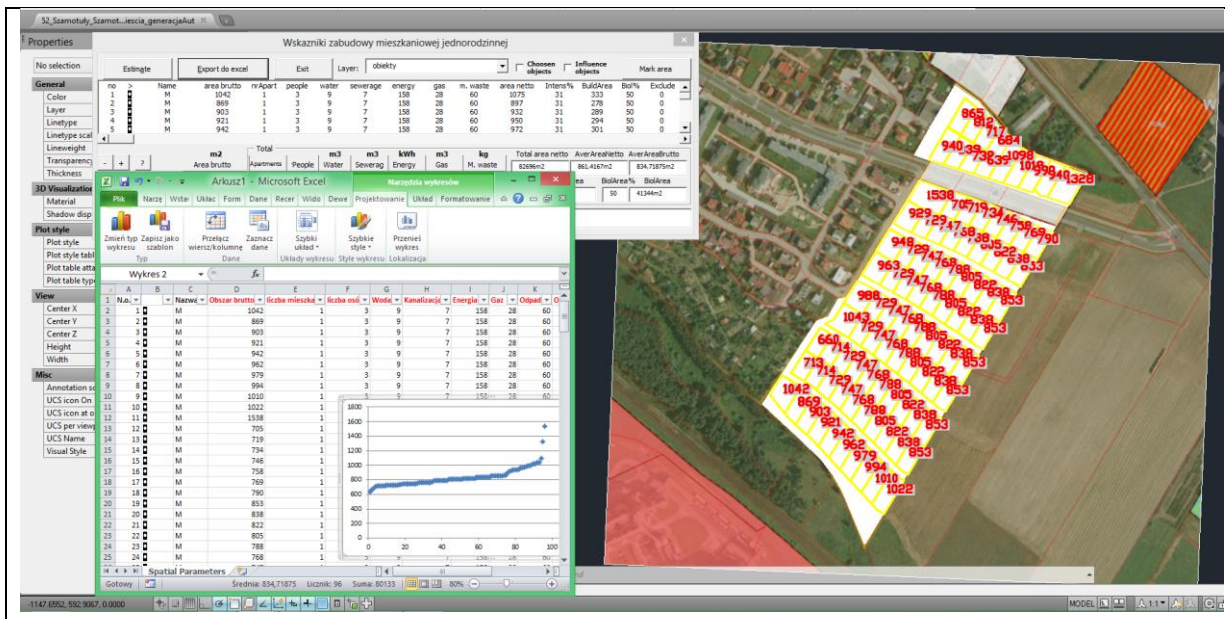
Ostatecznie po rozwiązaniu równania uzyskana zostaje szacowana wartość teoretyczna relatywnego stopnia rozwoju w odstępie 10 lat przy przyjętych parametrach. Wynosi ona:

$$y_{52} = 23,54\%$$

Równanie 33. Wyznaczenie szacowanej wartości relatywnego stopnia rozwoju dla obszaru numer 52, gdzie XA - Odległość od centrum, XB - Bilans zasobów przyrodniczych, XC - Bilans uciążliwości, XD - Infrastruktura techniczna, XE - Dostęp do strategicznych usług, XF - Areał skorygowany o MPZP 600m, XG - Zabudowa szeregową odsetek, (Tab. 47), i – numer obserwacji, ε_i – reszta równania regresji, y_i – zmienna zależna relatywny stopień rozwoju w odstępie 10 lat. Źródło: opracowanie własne.

Równocześnie analiza dla 15 lat przy tych wstępnie oszacowanych parametrach wskazuje na 31,9%. Są to wstępne dane, które wymagają późniejszego objaśnienia i weryfikacji także jakościowej, na tę chwilę jednak tworzą wstępny obraz.

Drugi etap to bilans podstawowych parametrów przy różnych wariantach projektu w ramach wstępnych założeń. Oznacza to oszacowanie liczby budynków mieszkaniowych oraz wynikających z tego pozostałych aspektów takich jak chociażby zużycie mediów, co w połączeniu ze wstępnymi szacunkami na temat rozwoju pozwala na ocenę wpływu inwestycji. Rozważane są dwa skrajne przypadki przyjęte wstępnie jako dolna i górna granica wielkości działki w tym obszarze: podział na działki o średniej wielkości około 800 m² oraz podział na działki o średniej wielkości około 1500 m². Jak zostało wspomniane wcześniej, w symulacji tej wykorzystywany jest autorski skrypt w języku VBA wykorzystujący Autodesk Autocad, co jest elementem automatyzacji procesu, który można także wykonać analogowo.



Rysunek 99. Symulacja podziału na działki według przyjętych kryteriów oraz zestawienie podstawowych parametrów przy pomocy autorskiego narzędzia do bilansu i podziałów automatycznych. Źródło: opracowanie własne na podkładzie: Ortofotomapa, CODGIK udostępnione na licencji nr DIO.7211.736.2016_PL_N.

W zilustrowanym powyżej przykładzie przewidziana jest wielkość działki równa około 800 m². W rezultacie symulacji wygenerowane zostało 96 działek o średniej wielkości 834 m². Powierzchnia samej funkcji mieszkaniowej wynosi 8,01 ha, dróg 1,4 ha, natomiast pozostałą (0,65 ha) stanowi zieleni urządzone. Oznacza to, że około 80% zostało wykorzystane jako działki, którą to wartość należałoby jeszcze skorygować o urządzenia energetyki. W drugim wariantcie, w którym średnia wielkość to 1500 m², przewidziana liczba budynków to 55, a obszar mieszkaniowy wynosi 8,2610 ha. Warto przypomnieć, że w miejscowym planie dla tego obszaru przewidziane zostały 44 budynki mieszkaniowe w osobliwej funkcji „tereny usług i rzemiosła z prawem budowy budynków mieszkalnych”, co wynika także z bardziej rozbudowanego układu ulic oraz znacznie większej powierzchni zieleni zorganizowanej. W oparciu o dane statystyczne z rozdziału 4 sporządzić można sumaryczny bilans obszaru w odstępach czasu.

Średnia wielkość działki	Odstęp czasu	Relatywny stopień rozwoju	liczba budynków	liczba osób	Zużycie wody [m ³]	Energia [KWh]	Gaz [m ³]	Odpady [m ³]	f.m. netto [ha]
1502 m ²		100,0%	55	155	517	10333	5167	3300	8,2610
	10 lat	23,5%	13	36	122	2432	1216	777	
	15 lat	31,9%	18	49	165	3296	1648	1053	
834 m ²		100,0%	96	288	960	19200	9018	6132	8,0133
	10 lat	23,5%	23	68	226	4520	2123	1443	
	15 lat	31,9%	31	92	306	6125	2877	1956	

Tabela 76. Zestawienie orientacyjnych parametrów wynikających ze wstępnej analizy dla przyjętego podziału na działki o areale około 1500 metrów kwadratowych oraz 800 metrów kwadratowych. Źródło: opracowanie własne.

Powyższe wstępne zestawienie informacji stanowi pewną podstawę do ustalenia ogólnych kierunków działań projektowych i wyznaczenia założeń wynikających z potrzeb, skali wsi lub miasta oraz lokalnej infrastruktury. W tym wypadku jest to liczba osób w skali miasta Szamotuły niewywierająca zbyt wielkiego wpływu, jednakże w skali małych wsi lub znacznie większych opracowań dane wynikające z tego wstępnego zestawienia wykorzystać można do ustalenia możliwości infrastrukturalnych, a także ewentualnej decyzji o lokalizacji w na terenie objętym planem obiektów użyteczności publicznej.

3. Analizy jakościowe i opisowe, diagnoza zjawisk i cech mogących wpłynąć na błąd modelu, indywidualna ocena zjawisk

Efekty, które mogły wpłynąć na zwiększoną resztę w tym obszarze, zdiagnozowane zostały w opisie rozpoczynającym się od strony 331. W tym miejscu zamieszczony został także opis sytuacji przestrzennej podsumowany wykresem (Rys. 84). Pozostaje zatem przejść do elementów nieopisywanych w tamtej części, a następnie do wniosków. Obszar leży na południowo-wschodnich obrzeżach miasta Szamotuły. Chociaż jest to znaczna odległość od centrum aglomeracji poznańskiej, równa w przybliżeniu 38,2 km, to równocześnie główny rynek Szamotuł oddalony jest zaledwie 2,2 km od obszaru⁵⁷⁶. Wnioskować stąd można, że duża część realizowanych budynków nie jest związana z procesem suburbanizacji, lecz zwykłym rozwojem tego miasta. Kolejnym elementem, na który zawsze warto zwrócić uwagę, jest bliższe i dalsze sąsiedztwo, nie tylko pod względem stwierdzenia obecności odpowiednich budynków, ale także przesłedzenia stanu i tempa rozwoju. Otoczenie to jest niezwykle złożone, gdyż w sąsiedztwie pojawia się wiele uciążliwości, począwszy od torów kolejowych, a kończąc na sąsiedztwie od strony zachodniej uciążliwego przemysłu, w tym olejarni. Są to zresztą elementy bezpośrednio uwzględniane w modelu i oszacowane w formie ilościowej. To, na co koniecznie należy zwrócić szczególną uwagę, a co nie jest oceniane w modelu, to dynamika rozwoju sąsiednich obszarów, zwłaszcza mieszkaniowych. W kierunku centrum Szamotuł już w momencie wprowadzenia planu zrealizowana była zabudowa mieszkaniowa jednorodzinna. Zauważyć można, że większość z działek została już w tamtym momencie wykorzystana, a sama zabudowa jest bardzo gęsta. Od strony uciążliwych torów kolejowych i przemysłu znajdowały się już wtedy ogrody działkowe. Pierwszy z tych faktów, gęsta sąsiednia zabudowa, ukazuje duży potencjał obszaru, drugi natomiast, zaplanowany bufor oddzielający budynki mieszkalne od torów, wskazuje na potrzebę odsunięcia domów od źródeł uciążliwości. Po przeciwległej stronie znajdują się pola uprawne, a za nimi wzdłuż głównej drogi kolejne domy i zabudowa siedliskowa. Wskazuje to, że będąca w bezpośrednim sąsiedztwie droga stanowi oś dalszego rozwoju i nawet na obszarach znajdujących się w większej odległości od Szamotuł pojawia się zabudowa, a w bliższym dystansie większość przestrzeni pod tę funkcję została wykorzystana. Inne światło na potencjał rozwoju obszaru rzuca tabela 11, która wskazuje, że gmina ta rozwija się pod względem liczby nowych mieszkań w tempie

⁵⁷⁶ Uchwała nr, XXII/203/2000 Rady Miasta i Gminy Szamotuły z dnia 21 sierpnia.

umiarkowanym, znacznie wolniej od gmin sąsiadujących z Poznaniem, jednak szybciej niż średnia dla Polski. Łącznie wnioskować można, że jest to teren, który jest dobrze skomunikowany zarówno z centrum aglomeracji, jak i z miastem Szamotuły. Leży on na granicy obszaru o wysokiej gęstości zabudowy od strony Poznania, więc wraz z rozwojem miasta będzie on atrakcyjny pod względem mieszkalnictwa. Zależy jest to jednak od tego, czy i w jakim stopniu rozrastać się będzie miasto Szamotuły. Równocześnie w sąsiednich układach urbanistycznych zarysowała się potrzeba oddzielenia osiedla od źródła uciążliwości poprzez zrealizowanie innej funkcji.

4. Ustalenie, zebranie i weryfikacja założeń i wytycznych

Powyższe obserwacje przekształcić można w pewne ustalenia oraz wytyczne. W tym wypadku możliwe jest skonfrontowanie ich z ustaleniami istniejącego planu. Przede wszystkim obszar ten leży w sąsiedztwie terenów mieszkalnych o wysokiej gęstości, z przeważającymi budynkami szeregowymi i wielorodzinnymi. Skutecznie chroni to miasto przed nadmiernym rozrostem i niejako zmianą jego skali i charakteru. W tym kontekście ocenić można niską liczbę działek zaproponowaną w planie, jako sprzeczną z dotychczasową widoczną w tej części gminy polityką planistyczną oraz założyć realizacją większej liczby mieszkań. Co więcej, bliżej centrum funkcja mieszkaniowa staje się bardziej homogeniczna. Tuż przy granicy opracowania pojawiają się nieliczne, niewielkie budynki produkcyjne, o charakterze rzemieślniczym takie jak zakłady ślusarskie, jednakże już w odległości 100 metrów proceder ten zanika i pozostaje charakter zadbanej przestrzeni mieszkaniowej. Wskazuje to na dwie potrzeby, z jednej strony na zauważoną w omawianym planie potrzebę lokalizacji drobnych, nieuciążliwych obiektów produkcji i usług, z drugiej strony, co ważniejsze, na potrzebę zachowania porządku przestrzennego w zwartym układzie osiedla i czytelne wydzielenie tych funkcji. W sąsiedniej przestrzeni czytelna jest także myśl urbanistyczna polegająca na odsunięciu zabudowy mieszkaniowej od źródeł uciążliwości, w szczególności torów kolejowych poprzez wprowadzenie innej funkcji. Warto także zwrócić uwagę, że projekt obejmuje obszar wykorzystywany do produkcji rolnej, zatem usunięcie tej funkcji jest pewnym kosztem, który zrekompensować może stosunkowo wysoki stopień rozwoju i sprawne przekształcenie w nową funkcję. W połączeniu ze strukturą miasta i wpisaniem się w charakter sąsiedniej zabudowy pozwala to na wyprowadzenie kolejnej konkluzji, że należy w tym wypadku dążyć do wysokiego relatywnego stopnia rozwoju, co osiągnąć można przez niwelowanie wpływu uciążliwości oraz zwiększanie atrakcyjności obszaru. Co więcej, w tym studium przypadku możliwe było także zweryfikowanie rozwoju w perspektywie czasu. Kluczowe w takiej ocenie było stwierdzenie przeznaczenia większości działek na zabudowę mieszkaniową oraz czytelny nieokreślony w planie podział przestrzenny funkcji produkcyjnej i mieszkaniowej, gdzie pierwsze z nich znajdują się bliżej drogi, natomiast domy mieszkaniowej bliżej torów.



Równocześnie w dużej części terenu funkcje te są całkowicie wymieszane, co tworzy chaos przestrzenny. Architektura produkcyjnych budynków z płyty wielowarstwowej, o prostej geometrii w żaden sposób nie koresponduje do złożonych brył wielospadowych dachów krytych dachówką, co widoczne jest na zdjęciu (Rys. 85). W tym przypadku, w związku z dostępnością planu miejscowego oraz rozpatrywaniem projektu *post factum* nie będzie przedstawiona intuicyjna, wstępna koncepcja, gdyż jej zakres wyczerpuje istniejący projekt MPZP, który ilustruje rozwiązania wygenerowane bez wykorzystania analizy regresji.

5. Kształtowanie rozwiązań projektowych

W tym przypadku w trakcie projektowania dostępny był dodatkowy punkt odniesienia. Możliwe było porównania wyników w rzeczywistym rozwoju na przestrzeni około 17 lat, gdyż rozpatrywany obszar zagospodarowany był w przeszłości i możliwe jest zaobserwowanie skutków regulacji i uwarunkowań w formie osiedla. Innymi słowy, umożliwiło to porównanie badania regresji z zaobserwowanym na przestrzeni lat faktycznym rozwojem zarówno pod względem jakościowym, jak i ilościowym. Przy wdrożeniu modelu w aktualnych projektach perspektywa taka nie jest dostępna. Kwestia oceny jakościowej wspomogła sformułowanie wytycznych z poprzedniego punktu. Ocenę ilościową opartą o model regresji wraz z wiedzą na temat skali błędu w tym przypadku odnieść można do projektu w kwestii kształtowania rozwiązań wpływających potencjalnie na zmianę stopnia rozwoju na przestrzeni lat. Taka analiza ma charakter ewaluacyjny i jest niejako niezależna od wielkości błędu w danym przypadku, gdyż wskazuje na wzrost lub spadek tej wartości zmiennej objaśnianej niezależnie od dokładności prognozy. Oznacza to, że w ocenie rozważanego projektu, oprócz zwykłych elementów oceny aspektów przestrzennych wprowadzane jest także porównanie zmiany

relatywnego stopnia rozwoju odniesione do wartości początkowej symulacji oraz dodatkowo do faktycznego efektu wynikającego z planu.

6. Propozycja wariantowych projektów urbanistycznych, ich kompleksowy opis ilościowy i jakościowy

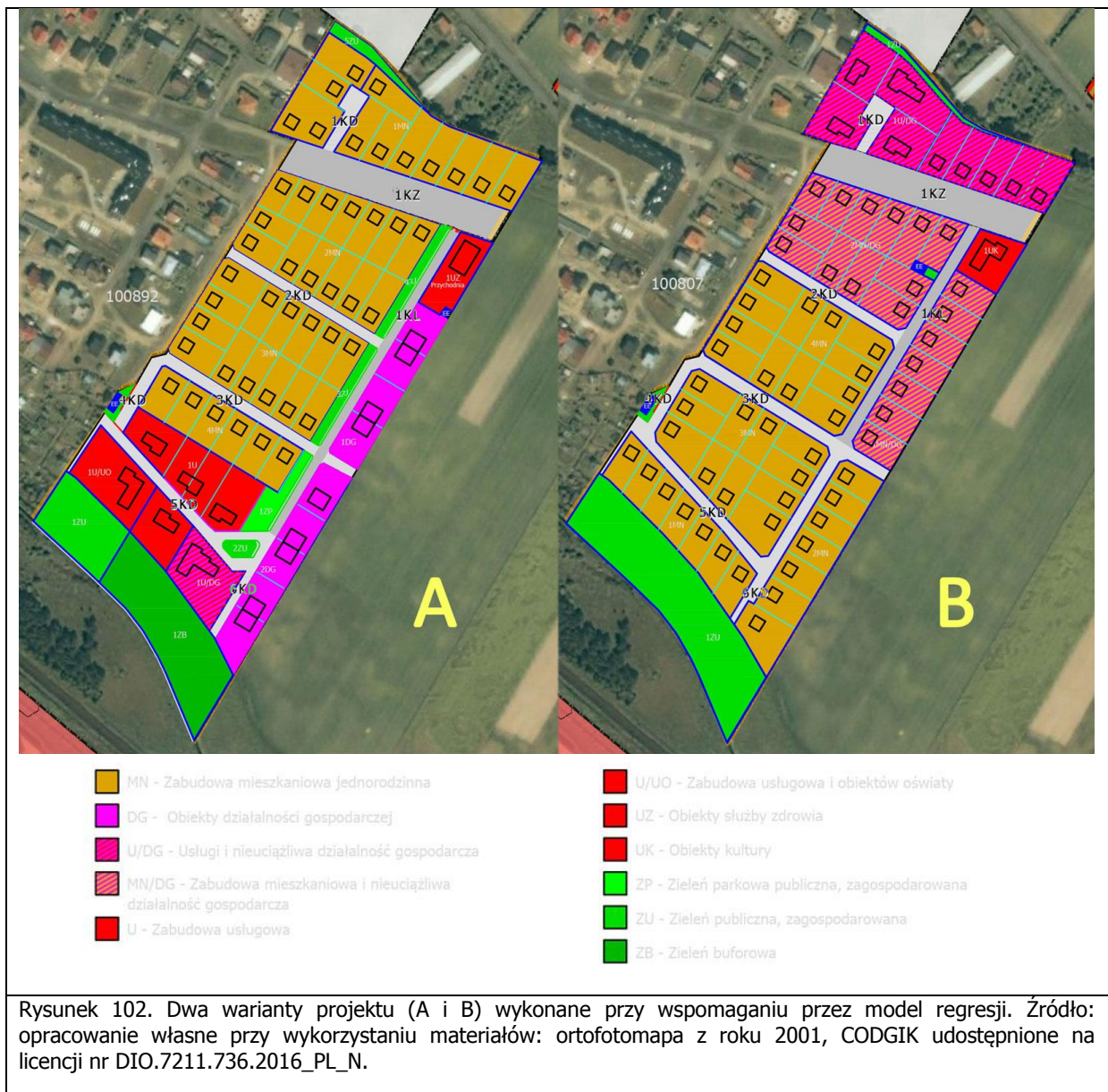
Ostatecznie w procesie projektowym zaproponowane zostały dwa wariantowe rozwiązania, trzecim uproszczonym wariantem jest model generyczny przewidujący wyłącznie funkcję mieszkaniową oraz niezbędną komunikację (Rys. 99). Niestety takie rozwiązania zauważyć można na wielu przykładach planów miejscowych z puli badawczej. Oba zaproponowane warianty odnoszą się do przedstawionych powyżej założeń, w tym wprowadzenia, oprócz funkcji mieszkaniowej, także obszaru dedykowanego na niewielki, nieuciążliwy przemysł i usługi oraz wprowadzenie pasa zieleni ochronnej od strony torów kolejowych. Takie elementy zawarte były tak w miejscowym planie, którego rysunek zaznaczony jest poniżej.



Rysunek 101: Rysunek projektu uchwały nr XXII/203/2000 Rady Miasta i Gminy Szamotuły z dnia 21 sierpnia 2000 r. Ortofotomapa, CODGIK udostępnione na licencji nr DIO.7211.736.2016_PL_N.

Powyższy rysunek planu miejscowego (Rys. 101) jest o tyle istotne, że wskazuje on na liczbę działek przewidzianych do zabudowy, co pozwala na dokonanie bilansu i porównania. Proces korzystania z modelu regresji pozwala na wielokrotną zmianę i weryfikację decyzji projektowych, także kierowaną przez wytyczne wyniku badanej zmiennej stopnia rozwoju oraz parametrów z niej wynikających. Całość ta przedstawiona zostanie w sposób syntetyczny, którego nadrzędnym celem jest pokazanie metody wykorzystania modelu, przede wszystkim wyznaczania zmiennych. Opis ten

wzbogacony będzie o najważniejsze przykłady wnioskowania w oparciu o obliczenia. Poniżej przedstawione są owe dwa uproszczone projekty wraz z oznaczeniem odpowiednich obszarów.



Wariant A

Wariant pierwszy oznaczony został literą „A”. W silny sposób kierowany był wynikami analiz regresji, a także ogólnych ustaleń sformułowanych w oparciu o badanie objaśniające z poprzedniego rozdziału. Oznacza to wydzielenie przestrzenne funkcji nieuciążliwego, drobnego przemysłu i działalności gospodarczej (określonej jako DG) od zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej, możliwe największe oddzielenie i odsunięcie projektowanych domów od źródeł uciążliwości w postaci torów kolejowych i uciążliwego przemysłu, a także zadbanie o wprowadzenie zieleni w projektowanym obszarze, zarówno w formie centralnej, jak i na głównej osi komunikacyjnej. Formalnym założeniem było także dążenie do możliwie największej wartości zmiennej relatywnego stopnia rozwoju i

uzyskanie wysokiej jakości zamieszkania. Równocześnie projekt zakłada nałożenie znaczących ograniczeń i wymagań przy realizacji projektu. Wyznacza ściśle obszary zabudowy, poświęca pewien obszar na zielen, także zorganizowaną. W rezultacie, w podziale na odpowiednie zmienne niezależne można ją wyznaczyć w następujący sposób.

Odległość od centrum, sposób organizacji, odsetek zabudowy szeregowej, areal mieszkaniowy

Odległość od centrum aglomeracji jest stała i wynosi 38,3 km. Na etapie sporządzania rozważanego planu, w 2000 roku, nie była planowana żadna zorganizowana inwestycja deweloperska na tym obszarze, zatem ten odsetek zabudowy zorganizowanej pominięty został w modelu. Ponadto zgodnie z wcześniejszą analizą jakościową na obszarze nieprzewidziana jest zabudowa szeregowa, zatem jej odsetek przyjęty został jako 0. Ostatnim etapem w wyznaczaniu zmiennej jest areal mieszkaniowy skorygowany o MPZP wewnątrz okręgu o promieniu 600 metrów. W tym wypadku wyznaczenie tej wartości opiera się o stałą wartość sąsiednich planów. Dotyczy to jednego MPZP zawartego w uchwale Nr XI/92/99, który zwiększa wyznaczany areal mieszkaniowy o 2,05 ha. Pozostałe plany miejscowe powstały później, więc nie mogą być uwzględnione w obliczeniach. Pozostaje jeszcze wyznaczenie powierzchni, na której realizowana może być jako podstawowa zabudowa mieszkaniowa jednorodzinna. W sporządzonym projekcie równa ona jest 4,45 ha. Łącznie oznacza to:

$$X_F - \text{areal skorygowany o MPZP 600 m} = 2,05 \text{ ha} + 4,45 \text{ ha} = 6,5 \text{ ha}$$

Poprzednie zmienne zapisać można dla porządku odpowiednio:

$$X_A - \text{odległość od centrum} = 38,3 \text{ km}$$

$$X_G - \text{zabudowa szeregowa odsetek} = 0$$

$$X_H - \text{zabudowa zorganizowana odsetek} = 0$$

Pozostaje kwestia wyznaczenia zmiennych niezależnych złożonych. W tym wypadku konieczne są tabele pozwalające na to wyznaczenia zawarte w rozdziale 5.

Bilans zasobów przyrodniczych

Ustalenie rozważanego jako pierwszy bilansu zasobów przyrodniczych oparte jest o tabelę 16.

Dla wariantu A oznacza to odpowiednio:

Cecha	Opis według skali	Wartość
Zieleń publiczna	Dostęp do wysoce zorganizowanej zieleni publicznej	0,75
Las otwarty	Bezpośrednie sąsiedztwo 0,375, wyspowy fragment (do 15 ha) 0,125	$0,375 + 0,125 = 0,5$
Struktury zieleni na obszarze	Kompletny układ kompozycyjny projektowanej zieleni (projektowana zieleń o różnorodnej funkcji, w tym wzdłuż głównej osi kompozycyjnej)	1

Tabela 77. Bilans zasobów przyrodniczych w wariantcie projektu A, dla obszaru MPZP Nr XXII/203/2000 Rady Miasta i Gminy Szamotuły z dnia 21 sierpnia 2000 r. Źródło: opracowanie własne.

Pomiar ten w oparciu o równanie Równanie 25 pozwala na wyznaczenie zmiennej niezależnej w następujący sposób:

$$\begin{aligned}
 X_B &= \text{BilansZasobowPrzyrodniczych} \\
 &= 4 * (0.125 + 0.375)(\text{DostepDoLasuOtwartego}) + 2,5 * 0(\text{DostepDoJeziora}) + 2 \\
 &\quad * 0.75(\text{DostepDoZieleniPublicznej}) + 1,5 * 1(\text{ZielenWObszarze}) + 1.5 \\
 &\quad * 0(\text{BliskośćRzeki}) + 0.5 * 0(\text{DostepDoWody (małych akwenów, np. stawy)}) + 1,5 \\
 &= 6.5
 \end{aligned}$$

Równanie 34: X_B - Bilans zasobów przyrodniczych wyznaczany na podstawie pomiarów dla danego obszaru 52 w wariantcie projektu A. Źródło: opracowanie własne.

Uzyskanie możliwie wysokiej wartości było celem projektu. Możliwe było to poprzez poświęcenie części obszaru na zielen parkową i zorganizowaną. Takie działanie związane jest także z pewnymi kosztami, jednakże w oparciu o model regresji oszacować można, na ile takie działania są opłacalne. Niemniej jednak niewątpliwie podnoszą jakość zamieszkania.

Bilans uciążliwości

Według kolejności następny jest bilans uciążliwości, który w projekcie odgrywał szczególnie istotną rolę. Związane było to z występowaniem znacznych uciążliwości w obszarze, zarówno uwzględnianych przez mieszkańców, jak również tych wynikających z elementów mierzonych w badaniu. Celem działania w wariantcie A było możliwe zmniejszanie uciążliwości. Oczywiście należy w dużym stopniu zwrócić uwagę na fakt, że oprócz odległości pomiędzy uciążliwością a zabudową jednorodziną pojawił się bufor, który faktycznie zmniejszałby dokuczliwość sąsiedztwa torów i przemysłu. Ze względu na subiektywny charakter takiej sytuacji nie jest to uwzględniane w modelu regresji, jednak przy ewaluacji wariantów należy o tym pamiętać. Bilans dokonywany był w oparciu o tabelę 17.

Cecha	Opis według skali	Wartość
Tory kolejowe	Oddziaływanie w odległość 400 metrów na 1,91 ha z 4,5 ha	1,91 ha/4,5 ha = 0,42
Przemysł	Przemysł o dużej uciążliwość, emisja hałasów i zapachów (olejarnia) w odległości do 500 metrów (0,5)	0,5*1,82 ha/4,5 ha = 0,20

Tabela 78. Bilans uciążliwości w wariantcie projektu A, dla obszaru MPZP Nr XXII/203/2000 Rady Miasta i Gminy Szamotuły z dnia 21 sierpnia 2000 r. Źródło: opracowanie własne.

Pozwala to na wyznaczenie zmiennej według Równanie 26:

$$\begin{aligned}
 X_C &= \text{BilansUciążliwości} \\
 &= 6 * \frac{1,91ha}{4,5ha} (\text{ToryKolejowe}) + 12 * 0.5 * \frac{1,82}{4,5ha} \text{SasiedztwoPrzemyslu} + 2 \\
 &\quad * 0(\text{UciążliweObiektyRolnicze}) + 6 * 0(\text{SąsiedztwoRuchliwejDrogi}) + 2 \\
 &\quad * 0(\text{ZabudowaWielorodzinna}) + 2 * 0(\text{LiniaWysokiegoNapięcia}) = 4,97
 \end{aligned}$$

Równanie 35: X_c - Bilans uciążliwości wyznaczany na podstawie pomiarów dla danego obszaru 52 w wariancie projektu A. Źródło: opracowanie własne.

Taki stopień redukcji uciążliwości poprzez odsunięcie zabudowy mieszkaniowej nie był związany z większymi stratami niż w MPZP XXII/203/2000. Nie zakładał także wykluczenia znaczących obszarów z zabudowy. Realizacja tego założenia możliwa była dzięki rozdzielaniu pierwotnie złączonych w planie funkcji mieszkaniowej, działalności gospodarczej i usług. Ostatecznie pozwoliło to na odsunięcie homogenicznej funkcji mieszkaniowej od źródła uciążliwości oraz równocześnie zorganizowanie czytelnego centrum aktywizacji gospodarczej w ramach przewidzianej funkcji.

Dostęp do strategicznych usług i obiektów

Rozważany obszar znajduje się blisko miasta Szamotuły, w związku z czym dostęp ten uznać można za dobry w porównaniu do innych planów ujętych w badaniu. Analiza regresji pozwoliła jednak wykazać, że wpływ na relatywny stopień rozwoju będzie mieć lokalizacja obiektów służby zdrowia takich jak gabinety lekarskie lub przychodnia. Poniższy bilans wykonany jest w oparciu o tabelę 18. Ze względu na prostotę pomiaru ukazany on zostanie wyłącznie w oparciu o równanie:

$$\begin{aligned}
 \text{DostępDoUsług} &= 0,3 * 1(\text{PrzychodniaGabinetyLekarskie1000m}) + 0,1 \\
 &* 1(\text{PrzychodniaGabinetyLekarskie500m}) + 0,2 * 1(\text{BoiskoSportowe1000m}) + 0,05 \\
 &* 0(\text{BoiskoSportowe500m}) + 1 * (\text{Przedszkole1000m}) + 0,2 * 0(\text{Przedszkole500m}) + 3,5 \\
 &* 1(\text{SzkołaPodstawowa2500m}) + 0,5 * 0(\text{SzkołaPodstawowa1000m}) + 0,5 \\
 &* 0(\text{SzkołaPodstawowa500m}) + 1 * 1(\text{LiceumTechnikum2500m}) + 0,25 \\
 &* 0(\text{LiceumTechnikum1000m}) + 0,3 * 1(\text{SalaSportowa2500m}) + 0,1 * 1(\text{SalaSportowa1000m}) \\
 &+ 0,3 * 1(\text{OśrodekKultury2500m}) + 0,1 * 0(\text{OśrodekKultury1000m}) + 0,2 \\
 &* 1(\text{Biblioteka2500m}) + 0,1 * 0(\text{Biblioteka1000m}) + 0,3 * 0(\text{UrządPocztowy2500m}) + 0,1 \\
 &* 0(\text{UrządPocztowy1000m}) + 1,5 * 1(\text{StacjaPKP2500m}) + 0,4 * 1(\text{StacjaPKP1500m}) + 3 \\
 &* 0(\text{Uniwersytet2000m}) = \\
 &= 0,3 * 1(\text{PrzychodniaGabinetyLekarskie1000m}) + 0,1 * 1(\text{PrzychodniaGabinetyLekarskie500m}) + 0,2 \\
 &* 1(\text{BoiskoSportowe1000m}) + 1 * (\text{Przedszkole1000m}) + 3,5 * 1(\text{SzkołaPodstawowa2500m}) \\
 &+ 1 * 1(\text{LiceumTechnikum2500m}) + 0,3 * 1(\text{SalaSportowa2500m}) + 0,1 \\
 &* 1(\text{SalaSportowa1000m}) + 0,3 * 1(\text{OśrodekKultury2500m}) + 0,2 * 1(\text{Biblioteka2500m}) + 1,5 \\
 &* 1(\text{StacjaPKP2500m}) + 0,4 * 1(\text{StacjaPKP1500m}) = \\
 &= 0,3 + 0,1 + 0,2 + 1 + 3 + 1 + 0,3 + 0,1 + 0,3 + 0,2 + 1,5 + 0,4 = 8,9
 \end{aligned}$$

Równanie 36: X_e - Dostęp do strategicznych usług wyznaczany na podstawie pomiarów dla danego obszaru 52 w wariancie projektu A. Źródło: opracowanie własne.

Jak wskazują powyższe wyliczenia, wpływ przeznaczenia części obszaru na obiekty służby zdrowia zwiększa zmienną, która znajduje się już na wysokim poziomie. Równocześnie, zmiana ta jest mało istotna, dlatego przy pomocy modelu regresji rozważyć można wpływ tej decyzji. Mianowicie

według modelu rozwoju dla 10 lat lokalizacja takiego obiektu zwiększa relatywny stopień rozwoju o 0,75%. Stanowi to przykład kształtowania decyzji projektowych w oparciu o wykorzystanie modelu regresji.

Infrastruktura podziemna i komunikacyjna

Ten element oceny podlega stosunkowo niewielkim modyfikacjom. Wszystkie elementy infrastruktury podziemnej opisane są w miejscowym planie zagospodarowania przestrzennego w uchwale nr XXII/203/2000. Do tej kalkulacji dodany został element utwardzenia dróg. W projekcie przewidziane zostało utwardzenie drogi przebiegającej wzdłuż pasa zieleni, oznaczonej na rysunku jako „1KL”, oraz zgodnie z polityką gminy kontynuacja poszerzonej drogi utwardzonej wraz z traktem pieszym, „1KZ”, i obszarem zieleni. Ten drugi fragment trasy przewidziany jest także w MPZP, dąży on do połączenia z drogą główną. Utwardzenie tych dróg, oprócz połączenia z pobliską drogą główną, ma na celu przede wszystkim zapewnienie wygodnego dojazdu do obszaru przeznaczanego na usługi i działalność gospodarczą. Ponadto związane jest z kompleksowym wykonaniem pasa zieleni i obszaru zieleni parkowej. Łącznie w projekcie przewidziane zostało około 1230 metrów dróg, z czego planowane jest utwardzenie 505 metrów, tego 200 metrów wynika z bezpośrednich celów gminy i jest kontynuacją już utwardzonej trasy widocznej na ortofotomapie, oznaczonej w projekcie jako 1KZ. Łącznie pozwala to oszacować wpływ infrastruktury w oparciu tabelę 19.

Cecha	Opis według skali	Wartość
Sieć kanalizacyjna	Aktualnie brak sieci, w pobliżu kanalizacja, podłączenie zaprojektowana i przewidziane w MPZP (0,5) (§12 MPZP)	0.5
Sieć elektryczna:	Stacje transformatorowe w planie – istniejąca i nowo projektowana sieć (§10 MPZP)	0.75
Sieć gazowa	Planowane doprowadzenie gazu, w nieokreślonym terminie (§11 MPZP)	0.25
Sieć wodociągowa	Istniejący układ sieci wodociągowo, niewystarczający, częściowy (§12 MPZP)	0.75
Planowane utwardzenie drogi	505 metrów przewidziane w planie do koniecznego utwardzenia, łącznie 1230 metrów dróg	505 m/1230 m = 0,41

Tabela 79. Infrastruktura techniczna w wariantcie projektu A, dla obszaru MPZP Nr XXII/203/2000 Rady Miasta i Gminy Szamotuły z dnia 21 sierpnia 2000 r. Źródło: opracowanie własne..

W oparciu o te dane możliwe jest wyznaczenie zmiennej złożonej infrastruktura podziemna i komunikacyjna według Równanie 28:

Infrastruktura Podziemna i Komunikacyjna

$$\begin{aligned}
 &= 5 * 0.41(\text{Planowane Utwardzenie Drog}) + 4.25 * 0.5(\text{Sieć Sanitarna}) + 2,5 \\
 &* 0.75(\text{Sieć Wodociągowa}) + 2 * 0.75(\text{Sieć Elektryczna}) + 1 * 0.25(\text{Sieć Gazowa Ciepłownicza}) \\
 &= 7.8
 \end{aligned}$$

Równanie 37: X_D - Infrastruktura techniczna wyznaczana na podstawie pomiarów dla danego obszaru 52 w wariancie projektu A. Źródło: opracowanie własne.

Na tym etapie zaznaczyć można, że opisana w ten sposób infrastruktura jest tylko w określonym stopniu możliwa do modyfikacji. Zaproponowany został odcinek drogi długości 300 metrów, który jest inwestycją kosztowną, jednakże efekt oszacowany za pomocą modelu ukazać może, że jest to inwestycja opłacalna.

Równanie regresji

Uzyskane w taki sposób zmienne wprowadzić można do równania regresji, by oszacować wartość relatywnego stopnia rozwoju i stopień rozwoju. Warto przypomnieć, że są to dwa warianty opisu tego samego zjawiska, a przy braku dotychczasowej zabudowy wartości te są równe. W pierwszej kolejności odpowiednie zmienne pokazane zostaną dla podstawowego modelu szacującego relatywny stopień rozwoju dla 10 lat w oparciu o Równanie 31. W związku z faktem, że jest to analiza uznana za najważniejszą, wartości zaokrąglone zostaną do 10 miejsc po przecinku:

$$\begin{aligned}
 y_{52} &= -0,0066116981 \cdot X_{Ai} + 0,0391734634 \cdot X_{Bi} - 0,0246989656 \cdot X_{Ci} + 0,0476941699 \cdot X_{Di} \\
 &+ 0,0188048045 \cdot X_{Ei} - 0,0030834416 \cdot X_{Fi} - 0,2347176685 \cdot X_{Gi} + 0,1039702279 + \varepsilon_i \\
 y_{52,10} &= -0,0066116981 \cdot 38,3 + 0,0391734634 \cdot 6,5 - 0,0246989656 \cdot 5 + 0,0476941699 \cdot 7,8 \\
 &+ 0,0188048045 \cdot 8,9 - 0,0030834416 \cdot 6,5 - 0,2347176685 \cdot 0 + 0,1039702279 \\
 &\approx 50.87\%
 \end{aligned}$$

Kolejny etap to dodatkowa analiza dla 15 lat:

$$\begin{aligned}
 y_{52,15} &= -0,00910265 \cdot X_{Ai} + 0,03557426 \cdot X_{Bi} - 0,02621282 \cdot X_{Ci} + 0,04153383 \cdot X_{Di} \\
 &+ 0,02227225 \cdot X_{Ei} - 0,00349413 \cdot X_{Fi} - 0,29685741 + \varepsilon_i \\
 y_{52,15} &= -0,00910265 \cdot 38,3 + 0,03557426 \cdot 6,5 - 0,02621282 \cdot 5 + 0,04153383 \cdot 7,8 \\
 &+ 0,02227225 \cdot 8,9 - 0,00349413 \cdot 6,5 + 0,29685741 \approx 54.87\%
 \end{aligned}$$

Równanie 38: Wyznaczenie szacowanej wartości relatywnego stopnia rozwoju dla obszaru numer 52 w wariancie A, gdzie X_A - Odległość od centrum, X_B - Bilans zasobów przyrodniczych, X_C - Bilans uciążliwości, X_D - Infrastruktura techniczna, X_E - Dostęp do strategicznych usług, X_F - Areal skorygowany o MPZP 600m, X_G - Zabudowa szeregowa odsetek, (Tab. 47), i - numer obserwacji, ε_i - reszta równania regresji, y_i - zmienna zależna relatywny stopień rozwoju w odstępie 10 i 15 lat. Źródło: opracowanie własne.

Powyższe wyniki ukazują efekt końcowy oraz szczegółowo proces wykorzystania regresji wielorakiej. Proces dochodzenia do takiego rezultatu poprzedzony był licznymi zmianami, dla których każdorazowo dostępny był wynik równania regresji. Dzięki zastosowaniu języka VBA zintegrowanego

z programem Autodesk Autocad wynik był natychmiastowy. Taki wariant projektu nakierowany był na uzyskanie możliwie najwyższej zmiennej zależnej przy zachowaniu przyjętych założeń, także ekonomicznych. Oczywiście wprowadzanie na terenie obszaru znaczących inwestycji drogowych lub dotyczących obiektów użyteczności publicznej mogłoby jeszcze bardziej podnieść szacowaną wartość, jednakże byłoby to sprzeczne z założeniami. Równocześnie nastawienie na osiągnięcie znacznie większego relatywnego stopnia rozwoju warunkowało podejście indukcyjne, oparte o wyniki badania regresji.

Wariant B

Alternatywny wariant przedstawia podejście bardziej intuicyjne, w którym realizowane były założenia ustalone wcześniej, jednakże w oderwaniu od nastawienia na uzyskanie wysokiej wartości zmiennej zależnej. Projekt ten również, zgodnie z założeniami, zakłada lokalizację funkcji przewidzianej w przytoczonym miejscowym planie jako „rzemiosło”, tutaj określonej skrótem DG jako działalność gospodarcza, nieuciążliwa produkcja i usługi. Tutaj jednakże funkcja ta wydzielona jest w północnej części obszaru, bo ułatwia dostęp do niej. W jej części pozostawiona została pewna swoboda decyzji, analogicznie do przytaczanego planu miejscowego. Dotyczy to połączenia funkcji mieszkaniowej i działalności gospodarczej, co pozostawia wolność przy wyborze zagospodarowania działki. Przewidziany został także budynek użyteczności publicznej dedykowany usługom kultury, domyślnie dom kultury. Jest to zabieg mający na celu zrównoważenie zakresu inwestycji z poprzednim wariantem, o czym warto wspomnieć, gdyż uznany może być za nazbyt odważną decyzję. Pozostały szkielet ulic jest bardzo podobny, również fragment drogi wzdłuż funkcji DG został utwardzony. Pozostawiony został także fragment zieleni w południowej części obszaru, który odgradza funkcję mieszkaniową od uciążliwości. Na tym etapie opisu możliwe jest przejście do poszczególnych zmiennych niezależnych.

Odległość od centrum, sposób organizacji, odsetek zabudowy szeregowej, areał mieszkaniowy

Pierwsze trzy z tych wartości pozostają bez zmian, co wynika ze stałych uwarunkowań i przyjętych założeń. Zmienia się areał, na którym zrealizowana może być funkcja mieszkaniowa, który w tym wypadku wynosi odpowiednio 5,75 ha na obszarze opracowania oraz 2,05 ha poza nim (łącznie 7,8 ha).

Bilans zasobów przyrodniczych

Ponownie wartość ta ustalana jest w oparciu o tabelę 16:

Cecha	Opis według skali	Wartość
Zieleń publiczna	Dostęp do zieleni rekreacyjnej (w południowej części	0,5

	obszaru, przy torach)	
Las otwarty	Bezpośrednie sąsiedztwo, wyspowy fragment (do 15 ha)	0,125+0,375 = 0,5
Struktury zieleni na obszarze	Przeciętna jakość zieleni (poza elementem zieleni parkowej, liczonej osobno, na terenie projektu nie są przewidziane poszerzenia ulic związane z zielenią publiczną)	0,(3)
Tabela 80. Bilans zasobów przyrodniczych w wariantcie projektu B, dla obszaru MPZP Nr XXII/203/2000 Rady Miasta i Gminy Szamotuły z dnia 21 sierpnia 2000 r. Źródło: opracowanie własne.		

Pomiar ten w oparciu o Równanie 25 pozwala na wyznaczenie zmiennej niezależnej w następujący sposób:

$$\begin{aligned}
 X_B &= \text{BilansZasobowPrzyrodniczych} \\
 &= 4 * (0.125 + 0.375)(\text{DostepDoLasuOtwartego}) + 2,5 * 0(\text{DostepDoJeziora}) + 2 \\
 &\quad * 0.5(\text{DostepDoZieleniPublicznej}) + 1,5 * 0, (3)(\text{ZielenWObszarze}) + 1.5 \\
 &\quad * 0(\text{BliskośćRzeki}) + 0.5 * 0(\text{DostepDoWody (małych akwenów, np. stawy)}) + 1,5 \\
 &= 5
 \end{aligned}$$

Równanie 39: X_B -Bilans zasobów przyrodniczych wyznaczany na podstawie pomiarów dla danego obszaru 52 w wariantcie projektu B. Źródło: opracowanie własne.

W projekcie, poza południowym pasem zachowanym także w przytoczonym planie miejscowym, obszar zabudowy nie został zmniejszony o zielen publiczną. Jest jej zresztą znacznie mniej niż w oryginalnym MPZP dla tego obszaru. Oznacza to nacisk na zachowanie możliwie dużego areału przeznaczonego na zabudowę, co pozornie zgodne jest z interesem właściciela gruntu, jednakże model regresji wykazać może, że wzięwszy pod uwagę popyt, jest to zysk pozorny.

Bilans uciążliwości

W wariantcie B od uciążliwości odgradza pas zieleni, analogicznie do cytowanego MPZP. Na tym kończy się odsunięcie zabudowy mieszkaniowej od źródeł uciążliwości. Również na części obszaru przewidziana jest funkcja pozwalająca na realizacji oprócz zabudowy mieszkaniowej także związanej z działalnością gospodarczą. Bilans dokonywany był w oparciu o tabelę 17.

Cecha	Opis według skali	Wartość
Tory kolejowe	Oddziaływanie w odległość 400 metrów na 1,91 ha z 4,5 ha	4,33 ha/5,8 ha = 0,75
Przemysł	Przemysł o dużej uciążliwość, emisja hałasów i zapachów (olejarnia) w odległości do 500 metrów (0,5), występowanie (lub założenie w planie) usług i obiektów produkcji 0,8(3)	0,5*3,83 ha/5,8 ha + 0,0833*2 ha/5,8 ha = 0,36
Tabela 81. Bilans uciążliwości w wariantcie projektu B, dla obszaru MPZP Nr XXII/203/2000 Rady Miasta i Gminy Szamotuły z dnia 21 sierpnia 2000 r. Źródło: opracowanie własne.		

Pozwala to na wyznaczenie zmiennej według równania Równanie 26:

$$X_C = \text{Bilans Uciążliwości}$$

$$= 6 * \frac{4,33ha}{5,8ha} (\text{Tory Kolejowe}) + 12 * (0,5 * \frac{3,83ha}{5,8ha} + 0,0833 * \frac{2ha}{5,8ha}) \text{Sasiedztwo Przemyslu} \\ + 2 * 0(\text{Uciążliwe Obiekty Rolnicze}) + 6 * 0(\text{Sasiedztwo Ruchliwej Drogi}) + 2 \\ * 0(\text{Zabudowa Wielorodzinna}) + 2 * 0(\text{Linia Wysokiego Napięcia}) = 8,79 \\ * 0(\text{Zabudowa Wielorodzinna}) + 2 * 0(\text{Linia Wysokiego Napięcia}) = 8,79$$

Równanie 40: X_C - Bilans uciążliwości wyznaczany na podstawie pomiarów dla danego obszaru 52 w wariantcie projektu B. Źródło: opracowanie własne.

Jak można zauważyć powyżej, bilans uciążliwości ma nawet nieznacznie większą wartość niż w MPZP XXII/203/2000. Wynika to z wyłączenia północnej części z zabudowy mieszkaniowej, co zmienia procent oddziaływania. Niewątpliwą korzyścią jest jednak większy areał przeznaczony na zabudowę.

Dostęp do strategicznych usług i obiektów.

W tym wypadku wartość jest prawie identyczna z wariantem A. Poniższy bilans wykonany jest w oparciu o tabelę 18. Ze względu na prostotę pomiaru ukazany on zostanie wyłącznie w oparciu o równanie:

$$\text{DostępDoUsług} = 0,3 \cdot 0(\text{Przychodnia Gabinetów Lekarskich 1000m}) + 0,1 \cdot 0(\text{Przychodnia Gabinetów Lekarskich 500m}) + 0,2 \cdot 1(\text{Boisko Sportowe 1000m}) + 0,05 \cdot 0(\text{Boisko Sportowe 500m}) + 1 \cdot (\text{Przedszkole 1000m}) + 0,2 \cdot 0(\text{Przedszkole 500m}) + 3,5 \cdot 1(\text{Szkoła Podstawowa 2500m}) + 0,5 \cdot 0(\text{Szkoła Podstawowa 1000m}) + 0,5 \cdot 0(\text{Szkoła Podstawowa 500m}) + 1 \cdot 1(\text{Liceum Technikum 2500m}) + 0,25 \cdot 0(\text{Liceum Technikum 1000m}) + 0,3 \cdot 1(\text{Sala Sportowa 2500m}) + 0,1 \cdot 1(\text{Sala Sportowa 1000m}) + 0,3 \cdot 1(\text{Ośrodek Kultury 2500m}) + 0,1 \cdot 0(\text{Ośrodek Kultury 1000m}) + 0,2 \cdot 1(\text{Biblioteka 2500m}) + 0,1 \cdot 0(\text{Biblioteka 1000m}) + 0,3 \cdot 0(\text{Urząd Pocztowy 2500m}) + 0,1 \cdot 0(\text{Urząd Pocztowy 1000m}) + 1,5 \cdot 1(\text{Stacja PKP 2500m}) + 0,4 \cdot 1(\text{Stacja PKP 1500m}) + 3 \cdot 0(\text{Uniwersytet 2000m}) = \\ = 0,2 \cdot 1(\text{Boisko Sportowe 1000m}) + 1 \cdot 1(\text{Przedszkole 1000m}) + 3,5 \cdot 1(\text{Szkoła Podstawowa 2500m}) + 1 \cdot 1(\text{Liceum Technikum 2500m}) + 0,3 \cdot 1(\text{Sala Sportowa 2500m}) + 0,1 \cdot 1(\text{Sala Sportowa 1000m}) + 0,3 \cdot 1(\text{Ośrodek Kultury 2500m}) + 0,1 \cdot 1(\text{Ośrodek Kultury 1000m}) + 0,2 \cdot 1(\text{Biblioteka 2500m}) + 1,5 \cdot 1(\text{Stacja PKP 2500m}) + 0,4 \cdot 1(\text{Stacja PKP 1500m}) = \\ = 0,2 \cdot 1 + 1 \cdot 1 + 3,5 \cdot 1 + 1 \cdot 1 + 0,3 \cdot 1 + 0,1 \cdot 1 + 0,3 \cdot 1 + 0,1 \cdot 1 + 0,2 \cdot 1 + 1,5 \cdot 1 + 0,4 \cdot 1 = 8,6$$

Równanie 41: X_e - Dostęp do strategicznych usług wyznaczany na podstawie pomiarów dla danego obszaru 52 w wariantcie projektu B. Źródło: opracowanie własne.

Wartości w wariantach są bardzo zbliżone, zauważyć można jednak, że sąsiedztwo gabinetów lekarskich w tym wypadku ma większe znaczenie niż obiektów kultury.

Infrastruktura podziemna i komunikacyjna.

W tym wypadku także niemożliwe były znaczące ingerencje. Wszystkie warunki przyłączenia mediów są takie same jak w uchwale nr XXII/203/2000, jednakże fragment dróg został przewidziany do utwardzenia. Łącznie w projekcie przewidziano podobną długość dróg, około 1190 metrów. Planowane jest natychmiastowe utwardzenie 415 metrów, z czego 200 metrów wynika z bezpośrednich celów gminy i jest kontynuacją już utwardzonej trasy widocznej na ortofotomapie, oznaczonej w projekcie jako „1KZ”. Łącznie pozwala to oszacować wpływ infrastruktury w oparciu tabelę 19.

Cecha	Opis według skali	Wartość
Sieć kanalizacyjna	Aktualnie brak sieci, w pobliżu kanalizacja, podłączenie zaprojektowana i przewidziane w MPZP (0,5) (§12 MPZP)	0,5
Sieć elektryczna:	Stacje transformatorowe w planie – istniejąca i nowo projektowana sieć (§10 MPZP)	0,75
Sieć gazowa	Planowane doprowadzenie gazu, w nieokreślonym terminie (§11 MPZP)	0,25
Sieć wodociągowa	Istniejący układ sieci wodociągowej, niewystarczający, częściowy (§12 MPZP)	0,75
Planowane utwardzenie drogi.	505 metrów przewidziane w planie do koniecznego utwardzenia, łącznie 1230 m dróg	415 m/1190 m = 0,349

Tabela 82. Infrastruktura techniczna w wariantcie projektu B, dla obszaru MPZP Nr XXII/203/2000 Rady Miasta i Gminy Szamotuły z dnia 21 sierpnia 2000 r. Źródło: opracowanie własne.

W oparciu o te dane możliwe jest wyznaczenie zmiennej złożonej infrastruktura podziemna i komunikacyjna według Równanie 28:

Infrastruktura Podziemna i Komunikacyjna

$$\begin{aligned}
 &= 5 * 0.35(\text{Planowane Utwardzenie Drog}) + 4.25 * 0.5(\text{Sieć Sanitarna}) + 2,5 \\
 &* 0.75(\text{Sieć Wodociągowa}) + 2 * 0.75(\text{Sieć Elektryczna}) + 1 * 0.25(\text{Sieć Gazowa Ciepłownicza}) \\
 &= 7.5
 \end{aligned}$$

Równanie 42: X_q - Infrastruktura techniczna wyznaczana na podstawie pomiarów dla danego obszaru 52 w wariantcie projektu B. Źródło: opracowanie własne.

Podpunkt ten nie wymaga zbyt rozległego komentarza, gdyż jest bardzo zbliżony do wariantu A. W tym przypadku nie ukazuje on wpływu modelu na decyzje projektowe, zatem ma znaczenie drugorzędne.

Równanie regresji

W wariancie B dane z analizy przy wykorzystaniu modelu regresji wykonane zostały dopiero na końcu, co ma związek z intuicyjnym podejściem zawartym w tym projekcie. Relatywny stopień rozwoju dla 10 lat obliczany w oparciu o Równanie 31:

$$\begin{aligned}y_{52} &= -0,0066116981 \cdot X_{Ai} + 0,0391734634 \cdot X_{Bi} - 0,0246989656 \cdot X_{Ci} + 0,0476941699 \cdot X_{Di} \\ &\quad + 0,0188048045 \cdot X_{Ei} - 0,0030834416 \cdot X_{Fi} - 0,2347176685 \cdot X_{Gi} + 0,1039702279 + \varepsilon_i \\ y_{52,10} &= -0,0066116981 \cdot 38,3 + 0,0391734634 \cdot 5 - 0,0246989656 \cdot 8,8 + 0,0476941699 \cdot 7,5 \\ &\quad + 0,0188048045 \cdot 8,6 - 0,0030834416 \cdot 7,8 - 0,2347176685 \cdot 0 + 0,1039702279 \\ &\approx 32,48\%\end{aligned}$$

Kolejny etap to dodatkowa analiza dla lat 15:

$$\begin{aligned}y_{52,15} &= -0,00910265 \cdot X_{Ai} + 0,03557426 \cdot X_{Bi} - 0,02621282 \cdot X_{Ci} + 0,04153383 \cdot X_{Di} \\ &\quad + 0,02227225 \cdot X_{Ei} - 0,00349413 \cdot X_{Fi} - 0,29685741 + \varepsilon_i \\ y_{52,15} &= -0,00910265 \cdot 38,3 + 0,03557426 \cdot 5 - 0,02621282 \cdot 8,8 + 0,04153383 \cdot 7,5 \\ &\quad + 0,02227225 \cdot 8,6 - 0,00349413 \cdot 7,8 + 0,29685741 \approx 37,15\%\end{aligned}$$

Równanie 43: Wyznaczenie szacowanej wartości względnego stopnia rozwoju dla obszaru numer 52 w wariancie B, gdzie X_A - Odległość od centrum, X_B - Bilans zasobów przyrodniczych, X_C - Bilans uciążliwości, X_D - Infrastruktura techniczna, X_E - Dostęp do strategicznych usług, X_F - Areal skorygowany o MPZP 600m, X_G - Zabudowa szeregowa odsetek, (Tab. 47), i - numer obserwacji, ε_i - reszta równania regresji, y_i - zmienna zależna - relatywny stopień rozwoju w odstępie 10 lat i 15 lat. Źródło: opracowanie własne.

Ocena elementów obu wariantów pozostaje kwestią subiektywną, jednakże wyznaczone w powyższym wariancie B wartości zmiennych zależnych są mniejsze. Efekt taki wynika z szeregu czynników i nie jest oparty o jeden element oceny, który diametralnie zmienił obraz, lecz o wieloaspektową analizę. Warto przypomnieć, że model nie pozwala na uwzględnienie wielu elementów, takich jak chociażby wpływ bufora zieleni oddzielającego zabudowę mieszkaniową od torów, która potencjalnie zmniejsza oddziaływanie tej uciążliwości bardziej niż sama odległość. Na wszystkie tego typu elementy projektant musi zważać i brać je pod uwagę przy ocenie decyzji projektowych.

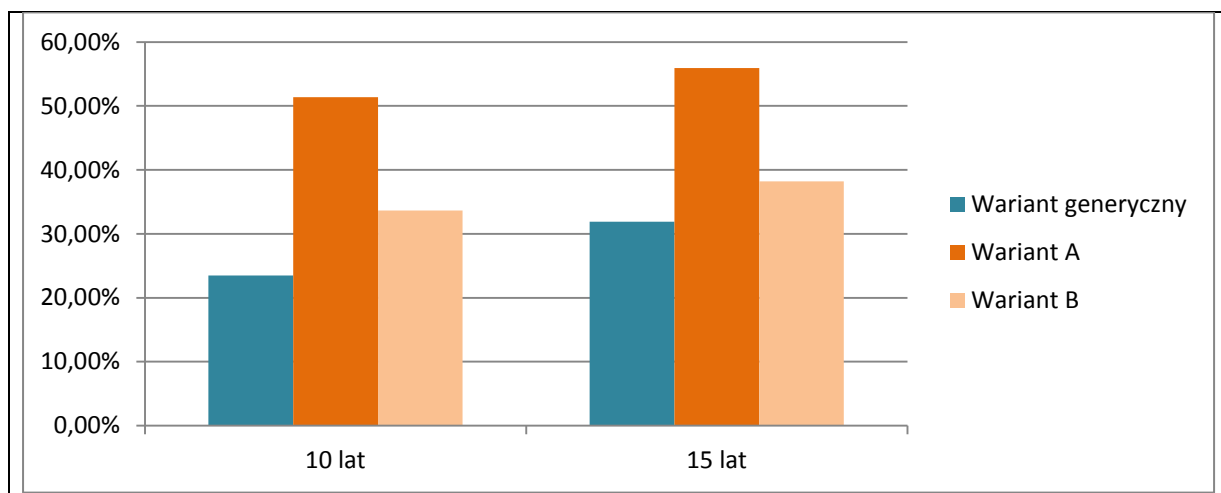
7. Ewaluacja przedstawionych wariantów oraz wybór jednego projektu wraz z dostarczeniem argumentacji opartej na danych ilościowych

Powyżej przedstawione zostały trzy koncepcje, dwa warianty projektowe oraz wersja wygenerowana automatycznie. Równocześnie, w tym przypadku możliwe jest odnoszenie się do parametrów oryginalnego planu. Rozwiązanie generyczne odpowiada podejściu reprezentowanemu w wielu planach miejscowych z puli badawczej. Pokazuje to najprostsze, lecz popularne rozwiązanie polegające na przeznaczaniu możliwie największej powierzchni na zabudowę mieszkaniową jednorodziną. Z drugiej strony, w zaproponowanych projektach dążenia były inne i zdecydowanie bardziej złożone. Wynikały z serii założeń, przy czym wariant A przewidywał także ciągłe stosowanie modelu regresji w celu uzyskania możliwie wysokiego wyniku, natomiast wariant B wynikał z podejścia intuicyjnego, w którym realizowane były przedstawione w punkcie 4 założenia. Poza złożoną oceną jakościową, możliwe jest przybliżenie parametrów poszczególnych rozwiązań:

	Relatywny Stopień rozwoju (estym.)		Liczba działek dostępnych pod zabudowę mieszkaniową	Długość dróg		Areał funkcji z możliwością MN	Areał przeznaczony na zabudowę, łącznie
	10 lat [%]	15 lat [%]		Łączna	Do utwardzenia		
Wariant generyczny	23,5	31,9	96	1812,5 m	-	8,102 ha	8,102 ha
Wariant A	50,20	54,87	49	1230 m	505 m	4,45 ha	6,9 ha
Wariant B	32,48	37,15	57	1190 m	415 m	5,75 ha	7,2 ha

Tabela 83. Porównanie wyników badania regresji trzech wariantów dla obszaru MPZP Nr XXII/203/2000 Rady Miasta i Gminy Szamotuły z dnia 21 sierpnia 2000 r. Źródło: opracowanie własne.

Powyższa tabela ukazuje porównanie w kilku aspektach. Oceniając parametry projektu, bez zwracania uwagi na analizę zauważyć można, że wariant A i B są bardzo podobne. Zakładają zbliżone ilości powierzchni odpowiednich funkcji, zbliżoną liczbę działek i długość dróg. Można przy tym stwierdzić, że wariant A nakłada nieznacznie więcej ograniczeń i obowiązków, a model generyczny nie wymaga praktycznie żadnego zaangażowania. Ocenę tę zmienić może jednak analiza przy regresji, której wyniki zilustrowane są na poniższym wykresie.



Rysunek 103. Porównanie w formie wykresów wyników badania regresji trzech wariantów dla obszaru MPZP Nr XXII/203/2000 Rady Miasta i Gminy Szamotuły z dnia 21 sierpnia 2000 r. Źródło: opracowanie własne.

Analiza ta ukazuje, że projekt zaproponowany w wariantcie B rozwinie się najprawdopodobniej znacznie szybciej od projektu, w którym cały obszar przeznaczony jest na zabudowę jednorodzinna, natomiast wariant A uzyskał znacznie wyższą spodziewaną wartość relatywnego stopnia rozwoju, który w tym wypadku równy jest ze zmienną stopniem rozwoju. Jest to analiza porównawcza, która ukazuje w oparciu o badanie wykonane na 72 dwóch obszarach, który wariant projektowy rozwinie się szybciej. W tym kontekście zauważyć można, że różnice pomiędzy odpowiednimi wariantami są większe niż średnie wartości reszty, która ukazuje skalę błędów. Analiza taka pokazuje, że wariant A warunkuje większy relatywny stopień rozwoju, co wskazuje na jego przewagę, gdyż oznacza, że większa część obszaru zostanie efektywnie wykorzystana. Kolejnym krokiem uzupełniającym ten obraz jest oszacowanie, jak przekłada się to na liczbę budynków, mieszkańców i pozostałe parametry urbanistyczne.

Średnia wielkość działki	Średnia wielkość działki [m ²]	Odstęp czasu	Relatywny stopień rozwoju	liczba budynków	liczba osób	Zużycie wody [m ³]	Energia [KWh]	Gaz [m ³]	Odpady [m ³]	f.m. netto [ha]
Wariant gen.	835		100,00%	96	288	517	10333	5167	3300	8,01
		10 lat	23,50%	23	68	121	2428	1214	776	
		15 lat	31,90%	31	92	165	3296	1648	1053	
Wariant A	908		100,00%	49	147	264	5274	2637	1684	4,45
		10 lat	50,20%	25	74	132	2648	1324	846	
		15 lat	54,87%	27	81	145	2894	1447	924	
Wariant B	1009		100,00%	57	171	307	6135	3068	1959	5,75
		10 lat	32,48%	19	56	100	1993	996	636	
		15 lat	37,15%	21	64	114	2279	1140	728	

Tabela 84. Oszacowanie parametrów wynikających z analizy regresji dla dwóch wariantów projektowych i wersji wstępnej – wygenerowanej automatycznie dla obszaru 52 w gminie Szamotuły. Dane na temat ludzi i mediów wykonane oparciu o dane statystyczne z rozdziału 4. Źródło: opracowanie własne na podstawie Bazy Danych Lokalnych, dostęp dnia 12.10.2016 r., <https://bdl.stat.gov.pl/BDL/start>.

Poza podstawowym zadaniem wspierania procesu projektowego dodatkowo możliwe jest wykonywanie elementów prognozy. Należy zwrócić uwagę, że każda prognoza związana jest z niepewnością, jednakże wraz z oszacowaniem reszty parametrów w oparciu o dane statystyczne uzupełnia to obraz wariantów projektowych. W powyższej tabeli znajdują się wybrane dane dotyczące projektu. Stanowi to istotny argument przy wyborze odpowiedniego wariantu projektowego, uzasadnieniu tego wyboru i przekonywaniu pozostałych uczestników procesu planistycznego, w tym właścicieli gruntu i osób reprezentujące administrację publiczną. W wariantcie A według prognozy zrealizowane zostanie w ciągu 10 lat więcej budynków mieszkalnych niż w sytuacji przeznaczenia całego obszaru na zabudowę mieszkaniową. Co więcej, oprócz domów jednorodzinnych przewidziany jest także znaczny obszar dedykowany innym funkcjom potrzebnym w tej lokalizacji, w tym usługom, nieuciążliwej produkcji i działalności gospodarczej. Łącznie jest to powierzchnia o wielkości 2,45 ha, która co prawda nie podlega analizie, gdyż ta jest dedykowana dla zabudowy mieszkaniowej z funkcją uzupełniającą, jednakże wraz z rozwojem osiedla założyć można realizację tych obiektów produkcyjnych i usługowych. Oznacza to, że poza jakością zamieszkania, zniwelowaniem uciążliwości, realizacji sformułowanych założeń, nawet liczba sprzedanych działek, mieszkaniowych i innych, będzie znacznie większa, według takiej prognozy. Zestawienie takie uzasadnić może koncepcje wprowadzenia pewnych zobowiązań i ograniczeń, zarówno po stronie inwestora, właściciela gruntu, jak i administracji publicznej, co wypełnia założony cel argumentacji.

7.2.2. Aplikacja modelu w procedurze projektowej dotyczącej aktualnego obszaru

Studium zawarte w poprzednim podrozdziale odnosiło się do ukazania najważniejszych elementów koncepcji wdrożenia na obszarze, na którym od wielu lat obowiązuje już plan miejscowy. Ma to istotne zalety, gdyż pozwala na porównanie z istniejącym rozwojem przestrzennym. Bieżący fragment odnosi się jednak do projektów w obszarze, gdzie jeszcze nie istnieje miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego. Są to dwa przypadki. Jeden w gminie Oborniki, drugi w gminie Rokietnica. W obu przypadkach są to obszary istotne z punktu widzenia rozwoju miasta. W drugim dnia 09.10.2014 ogłoszone zostało nawet przystąpienie do sporządzenia miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego⁵⁷⁷. Aktualnie opracowaniem projektu planu miejscowego zajmuje się zespół Armageddon⁵⁷⁸. Pozwala to na uzyskanie informacji na temat szerszego kontekstu uwarunkowań i wiedzy na temat planowania przestrzennego na tym obszarze. Z drugiej strony,

⁵⁷⁷ OGŁOSZENIE o przystąpieniu do sporządzenia miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego w miejscowości Rostworowo dla działek nr 74/35÷74/55 oraz część działek nr 74/66 i 74/67 oraz o przystąpieniu do sporządzenia prognozy oddziaływania na środowisko do ww. miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego, Rokietnica, dnia 09.10.2014 r., RG.6721.12.2014.

⁵⁷⁸ Armageddon - Biuro Projektowe, główny projektant: prof. Robert Barełkowski.

elementy analizy realizowane w ramach rozprawy zawarte mogą być w projekcie MPZP, co pozwolić może na weryfikację założeń w perspektywie czasu. Druga z tych relacji nie jest pewna, gdyż właściwą osobą odpowiedzialną w tym wypadku za sporządzenie miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego jest burmistrz, zatem prezentowany projekt, opracowany w ramach rozprawy może znacznie odbiegać od tego, który ostatecznie zostanie uchwalony. Poniższy opis wykorzystania modelu regresji w obu przypadkach będzie mniej rozbudowany niż w poprzednim przykładzie dotyczącym obszaru w gminie Szamotuły, gdyż nie ma on na celu opisu całej procedury, która już została opisana na tym właśnie szamotulskim przykładzie, lecz pokazanie znaczenia tej analizy we wspomaganii projektowania.

Oborniki

1. Ocena jakie informacje są potrzebne, decyzja co do pozyskania materiałów

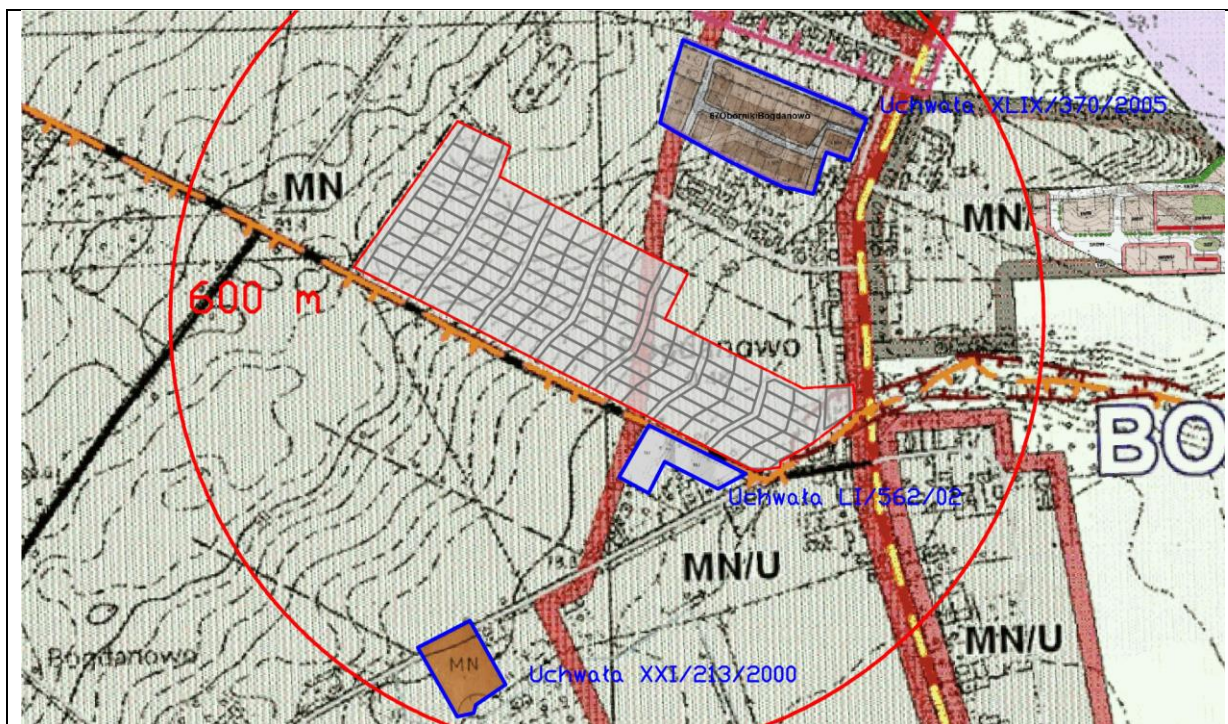
Jak w poprzednim przypadku pierwszy etap to zebranie materiałów i informacji na temat obszaru. Określić to można jako etap przygotowawczy. Wykorzystanie go w teraźniejszości okazuje się mniej problematyczne pod względem dostępu do informacji niż analizy dotyczące przeszłości. Większość danych dotyczących budynków, infrastruktury technicznej, przyrody i innych można uzyskać poprzez osobistą inwentaryzację lub wywiad z mieszkańcami. Oprócz tego informacje są dostępne w bazach danych, analogicznie do tych wykorzystanych w poprzednim przykładzie w gminie Szamotuły. W rozważanej lokalizacji dodatkowym źródłem informacji mogą być sąsiednie plany miejscowe⁵⁷⁹ oraz lokalnie zmienione studium uwarunkowań o kierunków zagospodarowania przestrzennego⁵⁸⁰.

2. Wstępna ocena obszaru, podstawowy bilans oddziaływań i parametrów

W pierwszej kolejności przytoczone zostaną podstawowe dane, w oparciu o które wstępnie oszacowany zostanie relatywny stopień rozwoju. W tym celu przeprowadzona zostanie symulacja automatycznego podziału na działki zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej.

⁵⁷⁹ Uchwała w sprawie miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego dla terenu położonego w miejscowości Bogdanowo, gmina Oborniki, Uchwała XIV/184/15 z dnia 2015-09-30

⁵⁸⁰ Uchwała w sprawie zmiany Studium uwarunkowań o kierunków zagospodarowania przestrzennego Gminy Oborniki Uchwała XIV/141/11 z 24.10.2011 oraz XLVI/604/14 z dnia 2014-03-28



Rysunek 104. Symulacja podziału na działki według przyjętych kryteriów oraz zestawienie podstawowych parametrów, tj. działki o średniej wielkości około 1000 metrów, przy pomocy autorskiego narzędzia do bilansu i podziałów automatycznych. Łącznie wygenerowane zostało 116 działek mieszkaniowych. Źródło: opracowanie własne na podkładzie ze SUIKZP dla gminy Oborniki i MPZP gminy Oborniki w serwisie WMS wyświetlonym w Esri ArcMap, dostęp dnia 12.05.2017 r., http://mpzp.igeomap.pl/cgi-bin/mapserv?map=/home/webgis/oborniki/mpzp_oborniki.map&feature_count=5&.

Na powyższym rysunku zauważyć można automatyczny podział na działki, w oparciu o który możliwe jest wstępne szacowanie rozwoju. Co więcej, na grafice tej przedstawione są MPZP, na których znajduje się funkcja mieszkaniowa jednorodzinna w odległości 600 metrów od centrum obszaru. Ilustruje to opisany wcześniej sposób pomiaru zmiennej niezależnej „Obszar mieszkaniowy skorygowany o sąsiednie miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego”.

Stan na rok 2016.			
LP	UN	Uproszczona Nazwa	Wartość (S - stałe) (WO - wstępnie określone), (PS - przyjęte szacunkowo)
	PN	Pełna nazwa	
1	UN	OdległoscOdCentrum	Stała wartość - 28,5 km (S)
	PN	Odległość od centrum aglomeracji poznańskiej.	
2	UN	BilansZasobowPrzyrodniczych	Wstępnie szacowana – 6,5 pkt Las: Dostępność z przeważającej części obszaru (.25), Las połączony z większą strukturą zieleni (.375) (S: $(0.25+0.375)*4^b=2,5$ pkt), Jezioro: Do 2000m (0,25), jakość (0,25), (S: $(0.25+0.25)*3=1,5$) Zieleń publiczna: Przeciętna jakość zieleni (0.(3)) – w południowej części pas wysokich drzew. (WO: $0.(3)*1.5=0,5$) Występują cieki wodne lub stawy (S:0,5)
	PN	Łączny bilans zasobów przyrodniczych dla danego obszaru	
3	UN	BilansUciazliwosci	Wstępnie szacowana – 2 pkt Oddziaływanie drogi na części obszaru (PS: $0,33^{a*6^b}$),
	PN	Łączny bilans uciążliwości dla danego obszaru	
4	UN	DostepDoStrategicznycchUslug	Wstępnie szacowana – 7 pkt Obszar ma dostęp. do obiektów w odległościach: boisko sportowe
	PN	Łączny bilans uciążliwości dla	

		danego obszaru	– 1000m (0,2 ^b), przedszkole do 1000m (1 ^b) i przedszkole do 500m (0,2 ^b), Szkoła podstawowa do 2500 m (3,5 ^b), liceum do 2500 m (1 ^b), sala sportowa w odległości do 2500m (0,3 ^b), ośrodek kultury do 2500m (0,3 ^b), biblioteka do 2500 m (0,2 ^b), urząd pocztowy do 2500 m (0,3 ^b)
5	UN	Infrastruktura	Wstępnie szacowna – 4,43 pkt
	PN	Bilans elementów infrastruktury komunikacyjnej i podziemnej.	Sieć kanalizacyjna – aktualnie brak, docelowo, (S:0.1*4,25 ^b), Sieć elektryczna - Stacje transformatorowe w planie - istniejąca i nowoprojektowana sieć (WO:0.75*2 ^b), Sieć wodociągowa na obszarze (WO: 1*2,5 ^b), Sieć gazowa (S: 0), utwardzenie dróg wewnętrznych – nie planowane (PS:0).
6	UN	ArealSkorygowanyOMPZP600 m	Wstępnie szacowna – 14,9 ha W sąsiedztwie: (S: 2,5 ha)
	PN	Obszar mieszkaniowy skorygowany o sąsiednie miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego	W promieniu 600 metrów 2 ha przeznaczone w MPZP na zabudowę mieszkaniową jednorodzinną. Na Obszarze zrealizować można 11,2 ha samej powierzchni mieszkaniowej.
7	UN	ZabudowaSzeregowaOdsetek	Wstępnie szacowna – 0
	PN	Odsetek budynków w typologii szeregowej	
8	UN	ZabudowaDeweloperskaOdsetek	Wstępnie szacowna – 0
	PN	Odsetek zabudowy zrealizowanej z sposób zorganizowany	
9	UN	StopienRozwoju0	Zmierzona – 0%
	PN	Stopień rozwoju w momencie wprowadzenia plany miejscowego	
11	UN	RokSporządzeniaPlanu	Brak. Rozważany teoretycznie rok 2016.
	PN	Rok uchwalenie miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego w danym obszarze.	

a – procent powierzchni oddziaływania, b – współczynnik służący oszacowaniu zmiennej złożonej z równań: Równanie 25, Równanie 26, Równanie 27, Równanie 28

Tabela 85. Przyjęte w badaniu zestawienie zmiennych dla obszaru położonego w gminie Oborniki w wariantcie generycznym; uproszczone i pełne nazwy zmiennych niezależnych oraz sposoby i źródła ich pomiaru dla wybranego przykładu. Źródło: opracowanie własne.

W oparciu o powyższe oszacowania możliwe jest przeprowadzenie wstępnej analizy, która pozwoli określić ogólną skalę przewidywanego stopnia rozwoju. Jak wynika z Równanie 14 w sytuacji, gdy w bieżącym roku nie ma żadnego budynku, relatywny stopień rozwoju równy jest stopniowi rozwoju, co oznacza, że oba warianty ujęcia skali rozwoju są sobie równe. Analiza wykonana zostanie dla 10 i dla 15 lat. Wariant dziesięcioletni zostanie rozpisany nieco bardziej szczegółowo, by ukazać sposób wykorzystania równania regresji.

Poniżej zamieszczone jest omówione wcześniej równanie Równanie 31 z tą różnicą, że wprowadzone wartości współczynników dla zmiennych niezależnych są zaokrąglone do większej liczby miejsc po przecinku.

$$y_i = -0,0066116981 \cdot X_{Ai} + 0,0391734634 \cdot X_{Bi} - 0,0246989656 \cdot X_{Ci} + 0,0476941699 \cdot X_{Di} + 0,0188048045 \cdot X_{Ei} - 0,0030834416 \cdot X_{Fi} - 0,2347176685 \cdot X_{Gi} + 0,1039702279 + \varepsilon_i$$

Do powyższego równania wstawić należy odpowiednie oszacowane w tabeli 75 wartości.

$$y_{ob} = -0,0066116981 \cdot 28,5 + 0,0391734634 \cdot 6,5 - 0,0246989656 \cdot 2 + 0,0476941699 \cdot 4,43 \\ + 0,0188048045 \cdot 7 - 0,0030834416 \cdot 14,9 - 0,2347176685 \cdot 0 + 0,1039702279$$

Ostatecznie po rozwiązaniu równanie uzyskana zostaje szacowana wartość teoretyczna relatywnego stopnia rozwoju w odstępie 10 lat przy przyjętych parametrach. Wynosi ona:

$$y_{ob} = 41,75\%$$

Równanie 44: X_A – odległość od centrum, X_B – bilans zasobów przyrodniczych, X_C – bilans uciążliwości, X_D – infrastruktura techniczna, X_E – dostęp do strategicznych usług, X_F – areal skorygowany o MPZP 600 m, X_G – zabudowa szeregowa odsetek (Tab. 47), i – numer obserwacji, ε_i – reszta równania regresji, y_i – zmienna zależna relatywny stopień rozwoju w odstępie 10 lat.

Równocześnie analiza dla 15 lat przy tych wstępnie oszacowanych parametrach wskazuje na 51,69%. W oparciu o to oszacowanie analogicznie do poprzedniego przykładu oszacować można parametry. W przedstawionej powyżej symulacji wielkość działki budowlanej oscylować miała w okolicach 800 m². Przy takim metrażu wydzielone zostało 116 działek.

2. Analizy jakościowe i opisowe, diagnoza zjawisk i cech mogących wpłynąć na błąd modelu, indywidualna ocena zjawisk

Już ta wstępna analiza, poprzedzająca przystąpienie do projektu, ukazała, że obszar ten pomimo dużej odległości od centrum Poznania ma szansę rozwinąć się na wysokim poziomie, w porównaniu do puli przypadków rozważanych w rozprawie. Co więcej, pobliski obszar ujęty w puli badawczej z numerem porządkowym 67, objęty MPZP uchwałą XLIX/370/2005, osiągnął w pomiarze relatywny stopień rozwoju na poziomie około 34% w 5 lat i 45% w 10 lat. Badanie regresji dla 10 lat było w rozważanym przypadku 67 bardzo dokładne, a reszta wynosiła około 1%. Ponownie stwarza to perspektywę dla stwierdzenia dużego potencjału rozwojowego jak na peryferyjną gminę aglomeracji. Wprowadzone do modelu regresji zmienne, które w bardzo zwięzły sposób opisują przestrzeń, warto na tym etapie kolejno rozważyć w nieco szerszym kontekście. Obszar od rynku w Poznaniu wzdłuż osi dróg odległy jest o 28,3 km, przy czym dojazd ten odbywa się wzdłuż drogi S11. Teren bezpośrednio sąsiaduje z tą drogą, zatem warunki dojazdu pod tym względem są komfortowe, nie ma konieczności korzystania z dróg lokalnych o nierównej, zniszczonej nawierzchni. Z drugiej strony na trasie tej dostępny jest tylko jeden pas ruchu, co spowalnia dojazd i powoduje korki w godzinach szczytu.

Niewątpliwą zaletą obszaru są warunki przyrodnicze. Nieopodal znajduje się las, rzeka i niewielkie jeziora. Trochę dalej, w odległości 2,5 km zaczyna się specjalny obszar ochrony

Biedrusko⁵⁸¹, a niecałe 2 km na północ mieści się Dolina Welny, która prócz wysokich walorów krajobrazowych ma dość rozbudowane zaplecze turystyczne i rekreacyjne. Łącznie oznacza to, że poza cechami lokalnymi ujętymi w modelu regresji, ogólny kontekst przyrodniczy jest bardzo korzystny. Sąsiedztwo miasta Oborniki zapewnia dostęp do wszystkich najważniejszych usług, a ponadto pozwala na efektywne korzystanie z lokalnego życia kulturalnego i rozrywkę. Niewielkie są także negatywne oddziaływania na obszar. Faktycznie znajduje się on w pobliżu ruchliwej drogi, co może być bardzo obciążające dla mieszkańców. W ramach ciekawostki dodać można, że autor wychował się w domu, który bezpośrednio sąsiaduje z drogą S11. Faktycznie, generuje ona bardzo duży hałas i drgania oraz w dłuższym czasie powoduje niszczenie budynku mieszkalnego w technologii tradycyjnej, pękanie murów i przebarwienia elewacji spowodowane spalinami. Drgania te są bardzo poważne, gdyż na etapie realizacji drogi nie był przewidziany tak intensywny ruch tranzytowy. Zauważyć też można, że znacznie zmniejsza to popyt na taką nieruchomości, szczególnie na obrzeżach aglomeracji, gdzie pod dostatkiem jest działek w lokalizacjach bez uciążliwości. W równaniu regresji droga ta została zgodnie z przedstawioną metodą obiektywnie oceniona jako oddziaływanie drogi ekspresowej, chociaż domniemywać można jej silniejsze oddziaływanie. Pozostaje jeszcze do oceny samo położenie obszaru w kontekście struktury osadniczej aglomeracji. Z jednej strony bliskość miasta Oborniki sprawia, że część potencjalnych mieszkańców nie jest zatrudniona w Poznaniu i nie będzie często do niego podróżować, z drugiej strony połączenie ze stolicą województwa poprzez drogę ekspresową stanowi podstawę do wygodnej komunikacji. Łącznie stwierdzić można, że zjawisko osiedlania się w tym obszarze to nie tylko proces przenoszenia się mieszkańców na obrzeża aglomeracji, ale także częściowo naturalny rozwój miasta powiatowego.

3. Ustalenie, zebranie i weryfikacja założeń oraz wytycznych jako intuicyjna koncepcja projektowa

W studium uwarunkowań i kierunków rozwoju gminy Oborniki z 2011 roku⁵⁸² wraz ze zmianą z 2014 roku⁵⁸³ obszar przeznaczony jest w przybliżeniu w połowie od strony zachodniej na funkcję mieszkaniową jednorodzinną, w skrócie MN. Zasadniczo dopuszczone są na niej obiekty usługowe, gdy uzupełniają funkcjonowanie zabudowy mieszkaniowej, jednakże przewidują zabudowę jednorodzinną jako kluczową. Wschodnią stronę, która znajduje się blisko drogi, studium przewiduje, oprócz domów jednorodzinnych, także na usługi i inne obiekty związane z działalnością gospodarczą. Koncepcja ta przyjęta zostaje jako jedna z wytycznych w projekcie, gdzie po stronie wschodniej, oprócz funkcji mieszkaniowej pojawi się także inna funkcja związana z usługami i działalnością gospodarczą. Co więcej, w cytowanym planie ściśle podkreślana jest troska o zachowanie wysokich walorów przyrodniczych:

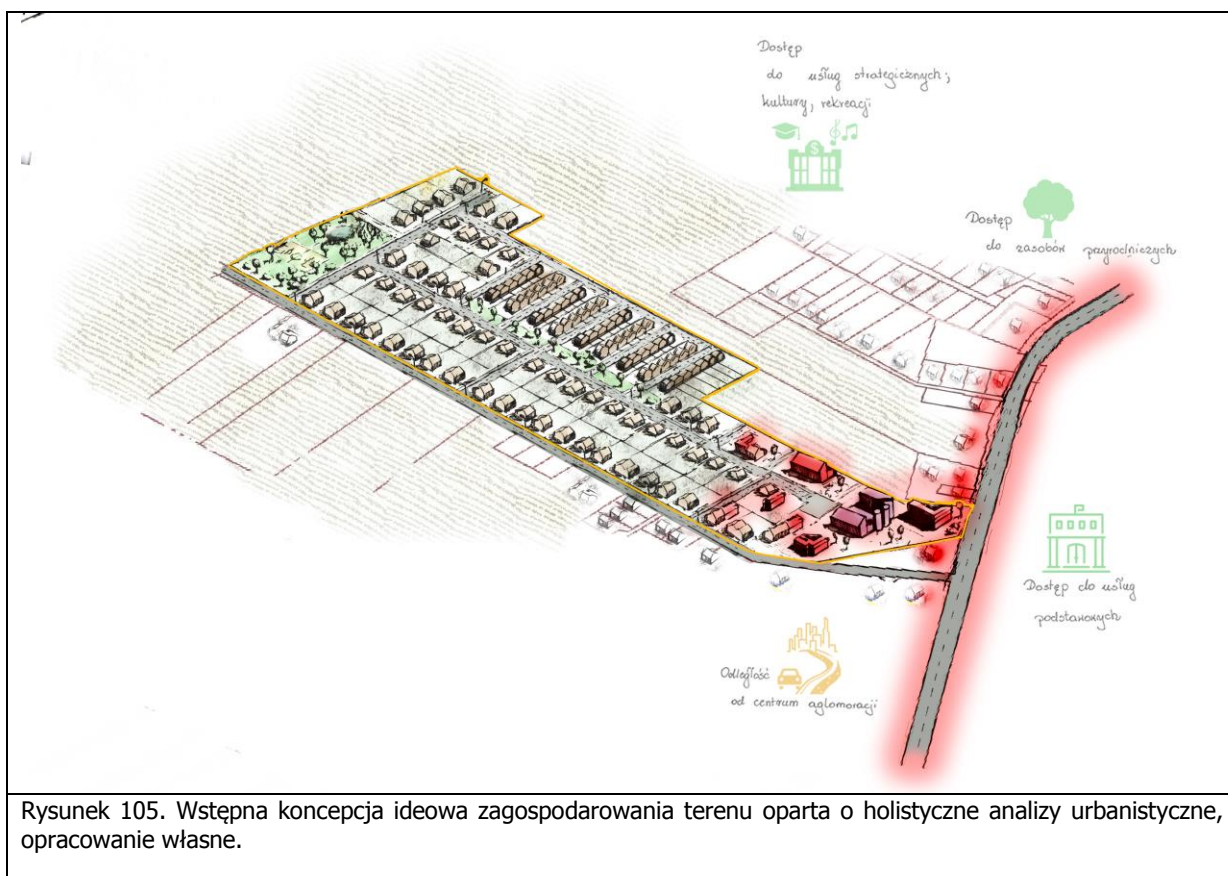
⁵⁸¹ Biedrusko: PLH300001 PL.ZIPOP.1393.N2K.PLH300001.H

⁵⁸² Uchwała XIV/141/11 z dnia 24.10.2011

⁵⁸³ Uchwała XLVI/604/14 z dnia 28.03.2014

„Projektowanie nowej zabudowy powinno tworzyć wnętrza urbanistyczne w postaci placów lub poszerzonych odcinków ulic. Przyjmuje się tworzenie alei drzew wzdłuż ciągów komunikacyjnych jako priorytet kształtowania przestrzeni publicznych”⁵⁸⁴.

Także jako jedna z wytycznych przyjętych w projekcie przewidziana zostanie lokalizacja zieleni publicznej oraz zachowania w południowej granicy ciągu zieleni. We wschodniej części natomiast studium wyróżnia zabudowę szeregową. W związku z ogólnie korzystnym usytuowaniem jest to wariant, który warto sprawdzić w kontekście analizy regresji. Dodatkową wytyczną, którą warto podkreślić, jest brak konieczności lokowania obiektów użyteczności publicznej, gdyż dostęp do takiej obiektów już zapewniony jest w pobliżu. Ostatnią, lecz bardzo istotną wytyczną to oddzielenie zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej od uciążliwej drogi. Łącznie te ustalenia oparte o analizy urbanistyczne pozwalają na sformułowanie wstępnej koncepcji projektowej.



Jak można zauważyć na powyższym rysunku, intuicyjna interpretacja uwarunkowań skłania do lokalizacji zwartych układów zabudowy, które pozwalają na zachowanie czytelności całego założenia, pełne wykorzystanie obszaru i zapewniają dużą liczbę mieszkań, co uzasadnione jest dobrą komunikacją kołową z centrum aglomeracji. Od strony drogi A11 dopuszczona jest funkcja usługowa. Dodatkowo zabudowa usługowa proponowana jest w okolicach geometrycznego środka obszaru, co ma na celu ułatwienie dostępności z całego terenu. Proponowana zieleni parkowa znajduje się w

⁵⁸⁴ Uchwała XIV/141/11 z dnia 24.10.2011, s. 122.

miejscu o optymalnych warunkach przyrodniczych, zacisznym i odległym od drogi ekspresowej, co także zwiększa poczucie bezpieczeństwa osób z niej korzystających, gdyż proponowany jest tam plac zabaw dla dzieci.

3. Kształtowanie rozwiązań projektowych

Podobnie jak w poprzednim przykładzie, jeden z wariantów projektowany był w sposób indukowany przez model regresji. W pierwszej fazie przyjmował on postać wynikającą z procesów objaśnionych przez badanie zawarte w rozprawie, a następnie zmiany podejmowane były w taki sposób, żeby zwiększyć przewidywany relatywny stopień rozwoju. Podejmowane decyzje warunkowane były także utrzymaniem podobnego bilansu poszczególnych funkcji wynikających z założeń i zbliżonym orientacyjną skalą inwestycji w zieleń publiczną na danym obszarze. Drugi wariant oparty był natomiast w większym stopniu o intuicyjne rozumienie przestrzeni, ale także dodatkowo o ustalenia modelu regresji zawarte w badaniu, lecz niepodlegające późniejszym zmianom w kierunku zwiększenia prognozowanego relatywnego stopnia rozwoju. Oznacza to, że wstępna koncepcja zawarta na rysunku 105 była rozrysowywana z coraz większą dokładnością i doprecyzowaniem szczegółów i na bieżąco poddawana analizie regresji. Niektóre wyniki skłaniały do uznania rozwiązań za nie do końca satysfakcjonujące i wprowadzania korekt. Następnie po rozrysowaniu korekt przeprowadzana była analiza z wykorzystaniem modelu regresji i ewentualnie wprowadzane kolejne korekty. Proces ten prowadzony był w taki sposób, że przygotowywane były dwa warianty przedstawione poniżej: A i B. Pierwszy z nich kształtowany był wynikami modelu regresji, a dopiero w drugiej kolejności uwzględniane były intuicyjne rozpoznania sytuacji przestrzennej. W projekcie oznaczonym literą B natomiast intuicyjne rozumienie przestrzeni było na pierwszym miejscu, a wyniki modelu regresji uwzględniane były w następnej kolejności w rozwiązaniach szczegółowych. Pozwoliło to doprowadzić projekt do kolejnego etapu, w którym przedstawione są dwa kompletne warianty, które mogą zostać poddane kompleksowemu porównaniu, co opisane jest poniżej. Wariantów i scenariuszy przygotować można więcej, w zależności od indywidualnej decyzji projektowej związanej ze złożonością sytuacji przestrzennej.

4. Propozycja wariantowych projektów urbanistycznych, ich kompleksowy opis ilościowy i jakościowy

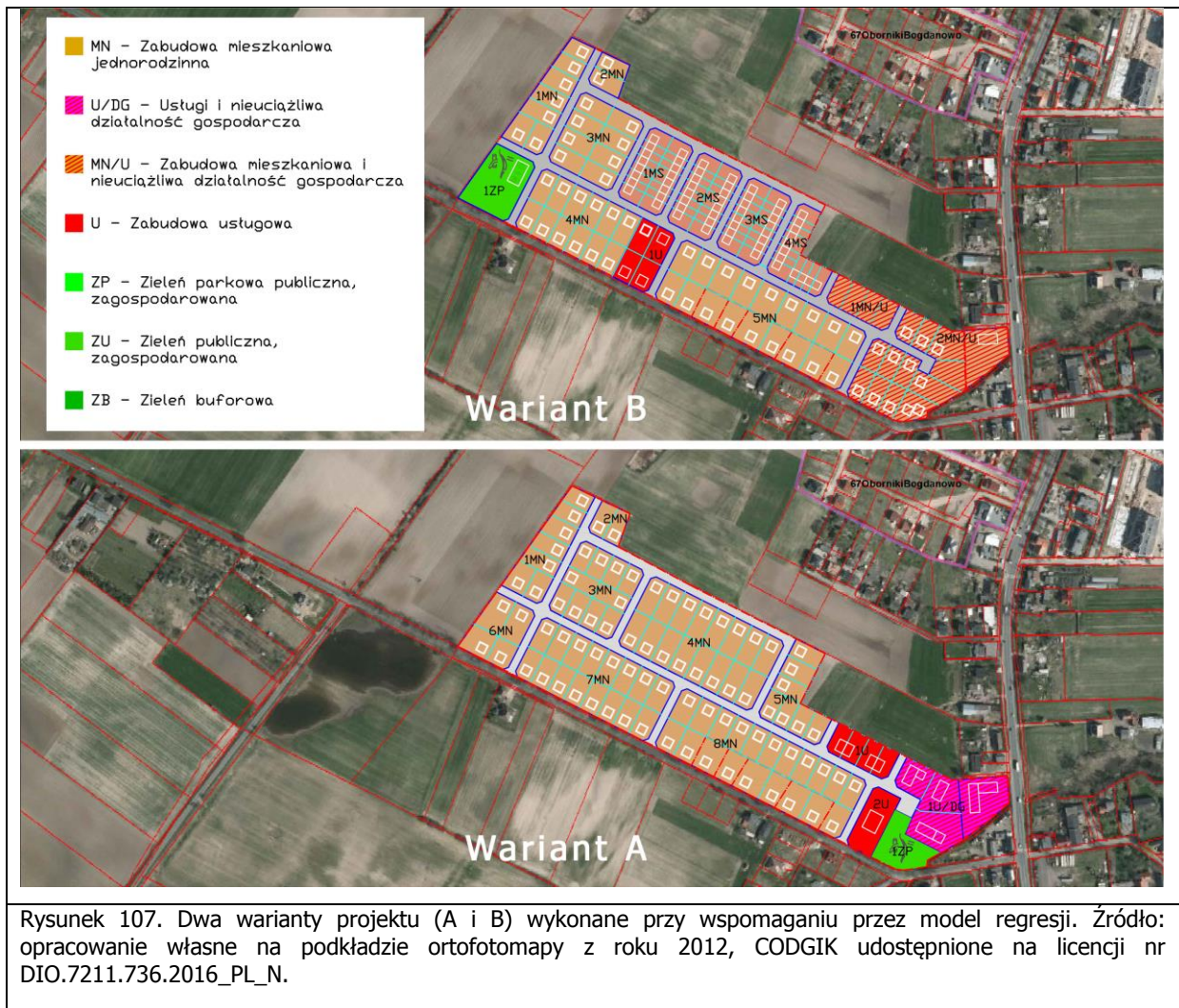
W propozycji wariantów oprócz opisanych wyżej dwóch koncepcji przedstawiony zostanie także model wygenerowany automatycznie (Rys. 99). Jak zostało już wspomniane, takie rozwiązania w planach miejscowych, które cały obszar dzielą na działki budowlane i na całości przewidują funkcję mieszkaniową, często zdarzały się w puli planów uwzględnionych w badaniu. W odległości około 100 metrów od granicy rozważanego obszaru znajduje się teren objęty miejscowym planem zagospodarowania przestrzennego XLIX/370/2005 uwzględnionym w próbie badawczej, oznaczony numerem 67. Jest to przykład, w którym cały obszar został przeznaczony na zabudowę mieszkaniową jednorodziną, nie przewidziany został żaden obszar zieleni publicznej, plac ani obiekt zwiększający atrakcyjność obszaru. Plan widoczny jest na poniższym rysunku 109. Na przykładzie tym widać, że

rozwiązania takie pojawiają się w praktyce planistycznej, a porównanie z nimi jest zasadne i ukazuje potencjalne znaczenie innych wariantów projektu.



Rysunek 106. Uchwała Nr XLIX/370/2005 z dnia 2005-10-28. Źródło: http://mpzp.igeomap.pl/cgi-bin/mapserv?map=/home/webgis/oborniki/mpzp_oborniki.map&feature_count=5&, Ortofotomapa, CODGIK udostępnione na licencji nr DIO.7211.736.2016_PL_N.

Jako alternatywa przedstawione zostały dwa projekty, które zakładają większe zróżnicowanie oraz zastosowanie elementów projektu, które mają zwiększyć relatywny stopień rozwoju. Jest to szczególnie istotne w wariantcie A, ściśle kierowanym przez model, ale także w wariantcie B, który był zweryfikowany równaniem regresji po zakończeniu projektowania, lecz w działaniach projektowych uwzględniał wiedzę opartą o badania regresji zawarte w rozprawie.



Wariant A

Koncepcja ta silnie nakierowana jest na odsunięcie zabudowy mieszkaniowej od uciążliwej drogi. Od jej strony znajduje się kontynuacja istniejącej w pobliżu zabudowy o charakterze działalności gospodarczej, w postaci warsztatów, rzemiosła i innych usług. To przeznaczenie terenu, warunkujące pewien stopień uciążliwości według przeprowadzonego badania regresji, zatem oddzielone zostało niewielką przestrzenią publicznej zieleni parkowej „ZP”. W miejscu, w którym przewidziane jest „ZP” znajduje się niewielki ciek wodnym, co stanowi dodatkowy pewien potencjał do zagospodarowania lub choćby do łatwiejszego utrzymania dobrego stanu roślin. Tuż za tym parkiem znajdują się usługi nieuciążliwe. Funkcje te mają wzajemnie ze sobą współgrać i tworzyć przestrzeń publiczną, która wspierać będzie rozwój tych usług, stanowiąc kontekst dla obiektów gastronomii lub handlu detalicznego. Następnie oddzielone ulicą znajdują się rzędy zabudowy jednorodzinnej wolnostojącej lub bliźniaczej przy zachowaniu zaproponowanej, minimalnej wielkości działek. Na funkcję tę przewidziany jest zdecydowanie największy areał. Łącznie taki układ pozwolił na zorganizowanie przestrzeni, której parametry zmierzone i wyrażone mogą być według poniższych zmiennych.

Odległość od centrum, sposób organizacji, odsetek zabudowy szeregowej, areał mieszkaniowy

Odległość od centrum aglomeracji jest stała i wynosi 28,5 km. W projekcie nie jest przewidywany inny sposób organizacji inwestycji niż indywidualna na własne potrzeby mieszkaniowe. Na obszarze zabudowa szeregowa jest koncepcją racjonalną, jednak w tym wariantcie nie jest ona przewidziana. Areał mieszkaniowy według przewidzianej zmiennej skorygowany o MPZP w zasięgu 600 m w takim układzie jest nieznacznie mniejszy niż dla wariantu wygenerowanego automatycznie. Wynosi on 3,7 ha poza obszarem projektu i 8,23 ha zaproponowane w projekcie. Łącznie 11,93. Podsumować to można poniższym zestawianiem:

$$X_F - \text{areał skorygowany o MPZP 600 m} = 3,7 \text{ ha} + 8,23 \text{ ha} = 11,93 \text{ ha}$$

Poprzednie zmienne zapisać można dla porządku odpowiednio:

$$X_A - \text{odległość od centrum} = 28,5 \text{ km}$$

$$X_G - \text{zabudowa szeregowa odsetek} = 0$$

$$X_H - \text{zabudowa zorganizowana odsetek} = 0$$

Pozostaje kwestia wyznaczenia zmiennych niezależnych złożonych. W tym wypadku konieczne są tabele pozwalające na to wyznaczenia zawarte w rozdziale 5.

Bilans zasobów przyrodniczych

Ustalenie rozważanego jako pierwszy bilansu zasobów przyrodniczych oparte jest o tabele 16. Dla wariantu A oznacza to odpowiednio:

Cecha	Opis według skali	Wartość
Zieleń publiczna	Dostęp do zieleni rekreacyjnej	0,5
Las otwarty	Dostępność z przeważającą częścią obszaru, połączony z większą strukturą zieleni	$0,25 + 0,375 = 0,625$
Dostęp do jeziora	Dostęp w odległości 2000 m, jakość 0,25	$0,25 + 0,25 = 0,5$
Struktury zieleni na obszarze	Atrakcyjna, zorganizowana zieleń wysoka (Projektowane i istniejące osie zieleni)	0,(6)
Dostęp do małych akwenów	Występują ciekły wodne lub stawy	0,5

Tabela 86. Bilans zasobów przyrodniczych w wariantcie alternatywnego projektu A dla obszaru w gminie Oborniki. Źródło: opracowanie własne.

Pomiar ten w oparciu o równanie Równanie 25 pozwala na wyznaczenie zmiennej niezależnej w następujący sposób:

$$\begin{aligned}
 X_B &= \text{Bilans Zasobow Przyrodniczych} \\
 &= 4 * (0.25 + 0.375)(\text{DostepDoLasuOtwartego}) + 2,5 * (0.25 \\
 &+ 0.25)(\text{DostepDoJeziora}) + 2 * 0.5(\text{DostepDoZieleniPublicznej}) + 1,5 \\
 &* 0,6667(\text{ZielenWObszarze}) + 1.5 * 0(\text{BliskośćRzeki}) + 0.5 \\
 &* 1(\text{DostepDoWody (małych akwenów, np. stawy)}) + 1,5 = 8
 \end{aligned}$$

Równanie 45: X_B - Bilans zasobów przyrodniczych wyznaczany na podstawie pomiarów dla danego obszaru w gminie Oborniki w wariantcie A. Źródło: opracowanie własne.

W projekcie, zgodnie z zapisami studium, założona była dbałość o wysoką jakość zieleni na obszarze opracowania, a jak zostało wykazane w poprzednich podpunktach, walory przyrodnicze w okolicy opracowania są na wysokim poziomie.

Bilans uciążliwości

Na obszar, prócz drogi ekspresowej, nie oddziałują inne uciążliwości. Jest to jednak obszar, w sąsiedztwie którego znajduje się wiele obiektów przemysłowych. Odległość ta jest na tyle duża, że według zakresów przyjętych w modelu nie jest ona uwzględniana w analizie. Równocześnie występowanie wzdłuż drogi ekspresowej zabudowy przemysłowej skłaniać może do lokalizacji takiej funkcji na obszarze opracowania. Aktualnie wielkopowierzchniowy przemysł nie jest przewidziany w studium, jednakże zabudowa usługowa oraz związana z działalnością gospodarczą jest przewidziana. Pozwala to zatem rozważyć, oprócz uciążliwości istniejących, także nowe, które są potencjalnie możliwe w projekcie. Oznacza to decyzję, czy dopuścić zabudowę, która częściowo mogłaby stanowić uciążliwość, oraz w jaki sposób ją dopuścić. W rozważanym wariantcie została ona przewidziana, lecz w taki sposób, by nie oddziaływać na zabudowę mieszkaniową jednorodzinną. Bilans dokonywany był w oparciu o tabelę 17.

Cecha:	Opis według skali:	Wartość
Droga ekspresowa	Oddziaływanie w odległość 250 metrów na 0,5 ha z 8,2 ha	0,5 ha/8,2 ha = 0,0608

Tabela 87. Bilans uciążliwości w wariantcie alternatywnego projektu A, dla obszaru w gminie Oborniki. Źródło: opracowanie własne.

Pozwala to na wyznaczenie zmiennej według równania Równanie 26:

$$\begin{aligned}
 X_C &= \text{Bilans Uciążliwości} \\
 &= 6 * 0(\text{ToryKolejowe}) + 12 * 0(\text{SasiedztwoPrzemyslu}) + 2 \\
 &* 0(\text{UciążliweObiektyRolnicze}) + 6 * 0,06(\text{SasiedztwoRuchliwejDrogi}) + 2 \\
 &* 0(\text{ZabudowaWielorodzinna}) + 2 * 0(\text{LiniaWysokiegoNapięcia}) = 0,36
 \end{aligned}$$

Równanie 46: X_C - Bilans uciążliwości wyznaczany na podstawie pomiarów dla danego obszaru w gminie Oborniki w wariantcie A. Źródło: opracowanie własne.

Jak można zauważyć na powyższym równaniu, w przedstawionym projekcie blisko do zera zredukowane zostały uciążliwości wynikające z bliskości drogi, a wprowadzenie funkcji usługowej nie spowodowało pojawienia się nowych uciążliwości poprzez ścisłe wydzielenie tej funkcji w obszarze oddziaływania drogi, a także oddzielenie obszarów przeznaczonych na działalność gospodarczą terenem zieleni publicznej.

Dostęp do strategicznych usług i obiektów

Obszar ten od początku miał dobry dostęp do strategicznych usług i obiektów. W tym zakresie projekt nie wprowadzał istotnych zmian, gdyż w tak dogodnych warunkach istotne zwiększenie tej zmiennej wiązałoby się ze znacznymi inwestycjami, które ze względu na swój koszt rozważane muszą być z uwzględnieniem szerszej puli aspektów niż rozwój jednego obszaru zabudowy jednorodzinnej o powierzchni 8,2 ha. Przykładem takiego rozwiązania, nie przewidzianego w projekcie, mogłaby być lokalizacja szkoły podstawowej. W projekcie zaproponowane zostało tylko boisko jako dopełnienie projektu zieleni publicznej, zmieniło to jednakże cały bilans tej zmiennej o mniej niż 1%. Poniższy bilans wykonany jest w oparciu o tabelę 18. Ze względu na prostotę, dychotomiczne pomiary ukazany on zostanie wyłącznie w oparciu o równanie:

$$\begin{aligned} \text{DostępDoUsług} &= 0,3 \cdot 0(\text{PrzychodniaGabinetyLekarskie1000m}) + 0,1 \cdot 0(\text{PrzychodniaGabinetyLekarskie500m}) \\ &+ 0,2 \cdot 1(\text{BoiskoSportowe1000m}) + 0,05 \cdot 1(\text{BoiskoSportowe500m}) + 1 \cdot (\text{Przedszkole1000m}) \\ &+ 0,2 \cdot 1(\text{Przedszkole500m}) + 3,5 \cdot 1(\text{SzkołaPodstawowa2500m}) + 0,5 \cdot 0(\text{SzkołaPodstawowa1000m}) \\ &+ 0,5 \cdot 0(\text{SzkołaPodstawowa500m}) + 1 \cdot 1(\text{LiceumTechnikum2500m}) + 0,25 \cdot 0(\text{LiceumTechnikum1000m}) \\ &+ 0,3 \cdot 1(\text{SalaSportowa2500m}) + 0,1 \cdot 0(\text{SalaSportowa1000m}) + 0,3 \cdot 1(\text{OśrodekKultury2500m}) \\ &+ 0,1 \cdot 0(\text{OśrodekKultury1000m}) + 0,2 \cdot 1(\text{Biblioteka2500m}) + 0,1 \cdot 0(\text{Biblioteka1000m}) + 0,3 \cdot 1(\text{UrządPocztowy2500m}) \\ &+ 0,1 \cdot 0(\text{UrządPocztowy1000m}) + 1,5 \cdot 0(\text{StacjaPKP2500m}) + 0,4 \cdot 0(\text{StacjaPKP1500m}) + 3 \cdot 0(\text{Uniwersytet2000m}) = \\ &= 0,2 \cdot 1(\text{BoiskoSportowe1000m}) + 0,05 \cdot 1(\text{BoiskoSportowe500m}) + 1 \cdot (\text{Przedszkole1000m}) \\ &+ 0,2 \cdot 1(\text{Przedszkole500m}) + 3,5 \cdot 1(\text{SzkołaPodstawowa2500m}) + 1 \cdot 1(\text{LiceumTechnikum2500m}) \\ &+ 0,3 \cdot 1(\text{SalaSportowa2500m}) + 0,3 \cdot 1(\text{OśrodekKultury2500m}) + 0,2 \cdot 1(\text{Biblioteka2500m}) + 0,3 \cdot 1(\text{UrządPocztowy2500m}) = \\ &= 0,2 + 0,05 + 1 + 0,2 + 3,5 + 1 + 0,3 + 0,3 + 0,2 + 0,3 = 7,05 \end{aligned}$$

Równanie 47: X_e - Dostęp do strategicznych usług wyznaczany na podstawie pomiarów dla danego obszaru w gminie Oborniki w wariantcie A. Źródło: opracowanie własne.

Infrastruktura podziemna i komunikacyjna

W projektowanym wariantcie nie została założona żadna szczególna ingerencja w infrastrukturę komunikacyjną i podziemną, zatem należy przyjąć jej stan na dzień dzisiejszy. Wynika to z założenia, że działania takie generują koszty, przy czym znacznie zwiększają badany relatywny stopień rozwoju. Dla lepszego porównania wartości te zostały przewidziane na stałym poziomie.

Cecha	Opis według skali	Wartość
Sieć kanalizacyjna	Aktualnie brak sieci, w pobliżu kanalizacja, podłączenie zaprojektowana i przewidziane w MPZP (0,1). (W sąsiednim (MPZP UCHWAŁA NR XIV/184/15) z 2015 roku napisane jest: do czasu realizacji sieci kanalizacji sanitarnej dopuszcza się gromadzenie ścieków w szczelnych zbiornikach bezodpływowych, zgodnie z przepisami odrębnymi ⁵⁸⁵)	0,1
Sieć elektryczna	Stacje transformatorowe w planie – istniejąca i nowoprojektowana sieć.	0,75
Sieć gazowa	Brak instalacji gazowej	0,0
Sieć wodociągowa	Istniejący układ sieci wodociągowej	1
Planowane utwardzenie drogi.	Brak	0

Tabela 88. Infrastruktura techniczna w wariantcie alternatywnego projektu A, dla obszaru w gminie Oborniki. Źródło: opracowanie własne.

W oparciu o te dane możliwe jest wyznaczenie zmiennej złożonej infrastruktura podziemna i komunikacyjna według Równanie 28:

InfrastrukturaPodziemnaIKomunikacyjna

$$= 5 * 0(\text{PlanowaneUtwardzenieDrog}) + 4.25 * 0.1(\text{SiećSanitarna}) + 2,5 * 1(\text{SiećWodociągowa}) + 2 * 0.75(\text{SiećElektryczna}) + 1 * 0.0(\text{SiećGazowaCiepłownicza}) = 4.53$$

Równanie 48: X_q - Infrastruktura techniczna wyznaczana na podstawie pomiarów dla danego obszaru w gminie Oborniki w wariantcie A. Źródło: opracowanie własne.

Równanie regresji

Podobnie jak w poprzednim przypadku dotyczącego obszaru w gminie Szamotuły tutaj także przy pomocy równania możliwe jest wyznaczenie prognozowanego relatywnego stopnia rozwoju oraz porównanie go z wynikami z innych wariantów:

$$y_{10lat} = -0,0066116981 \cdot A_i + 0,0391734634 \cdot X_{Bi} - 0,0246989656 \cdot X_{Ci} + 0,0476941699 \cdot X_{Di} + 0,0188048045 \cdot X_{Ei} - 0,0030834416 \cdot X_{Fi} - 0,2347176685 \cdot X_{Gi} + 0,1039702279 + \varepsilon_i$$

⁵⁸⁵ Uchwała nr xiv/184/15 rady miejskiej w obornikach, z dnia 30 września 2015 r.

$$y_{Ob_{10}} = -0,0066116981 \cdot 28,5 + 0,0391734634 \cdot 8 - 0,0246989656 \cdot 0,365 + 0,0476941699 \cdot 4,425 \\ + 0,0188048045 \cdot 7,05 - 0,0030834416 \cdot 11,9 - 0,2347176685 \cdot 0 + 0,1039702279 \\ \approx 52,68\%$$

Kolejny etap to dodatkowa analiza dla lat 15:

$$y_{15lat} = -0,00899942 \cdot X_{Ai} + 0,03919298 \cdot X_{Bi} - 0,02592519 \cdot X_{Ci} + 0,04538215 \cdot X_{Di} \\ + 0,02465824 \cdot X_{Ei} - 0,00378732 \cdot X_{Fi} - 0,25458384 \cdot X_{Gi} + 0,10513707 \cdot X_{Hi} \\ - 0,25341981 + \varepsilon_i \\ y_{Ob_{15}} = -0,00899942 \cdot 28,5 + 0,03919298 \cdot 8 - 0,02592519 \cdot 0,365 + 0,04538215 \cdot 4,425 \\ + 0,02465824 \cdot 7,05 - 0,00378732 \cdot 11,9 - 0,25458384 \cdot 0,48 + 0,10513707 \cdot 0 \\ + 0,25341981 \approx 63,05\%$$

Równanie 49: Wyznaczenie szacowanej wartości relatywnego stopnia rozwoju dla obszaru w gminie Oborniki w wariacie A, gdzie X_A - Odległość od centrum, X_B - Bilans zasobów przyrodniczych, X_C - Bilans uciążliwości, X_D - Infrastruktura techniczna, X_E - Dostęp do strategicznych usług, X_F - Areał skorygowany o MPZP 600m, X_G - Zabudowa szeregowa odsetek, (Tab. 47), i - numer obserwacji, ε_i - reszta równania regresji, y_i - zmienna zależna relatywny stopień rozwoju w odstępie 10 i 15 lat. Źródło: opracowanie własne.

Co ciekawe, w tym przypadku nie były potrzebne radykalne zmiany, by zwiększyć relatywny stopień rozwoju dla 10 lat względem wariantu automatycznie dzielącego obszar wyłącznie na zabudowę mieszkaniową jednorodziną. Jediną istotną zmianą jest czytelny podział funkcji, z ulokowaniem usług bliżej źródła uciążliwości oraz przeznaczenie 3,1% areału na zielen publiczną. Przykład ten pokazuje, że zmiana tego współczynnika nie musi się wiązać ze znacznymi inwestycjami, lecz czasem zmiany w projekcie kierowane analizą z wykorzystaniem modelu regresji zaowocować mogą znacznym zwiększeniem prognozowanego stopnia rozwoju.

Wariant B

W wariacie alternatywnym przewidziane było działanie intuicyjne, w ramach którego w oparciu o dostępne wytyczne i wiedzę z badania tworzony był projekt, dla którego na końcu wykonana była analiza regresji. Wśród podstawowych założeń tego projektu wyróżnić można decyzję o zrealizowaniu zabudowy szeregowej, która koresponduje z inwestycjami lokalizowanymi w pobliżu, oraz pozostawienie swobody w ramach wyboru funkcji pomiędzy mieszkaniową i usługową we wschodniej części działki, która sąsiaduje z drogą. Podobnie jak w wariacie A przewidziany został obszar zieleni publicznej, w tym wypadku jednak o większym areale i zlokalizowany w bardziej komfortowym dla mieszkańców miejscu, w najdalszej części osiedla. Wzdłuż głównej osi przewidziany został pas zieleni odgradzający zabudowę szeregową od drogi.

Odległość od centrum, sposób organizacji, odsetek zabudowy szeregowej, areał mieszkaniowy

Pierwsze trzy z tych wartości pozostają bez zmian, co wynika ze stałych uwarunkowań i przyjętych założeń. Zmienia się areał, na którym zrealizowana może być funkcja mieszkaniowa, który w tym wypadku wynosi odpowiednio 9 ha na obszarze opracowania oraz 3,7 ha poza nim. Łącznie 12,7 ha, więc jest bardzo zbliżony do wariantu poprzedniego.

Bilans zasobów przyrodniczych

Ustalenie rozważanego jako pierwszy bilansu zasobów przyrodniczych oparte jest o tabelę 16. Dla wariantu A oznacza to odpowiednio:

Cecha	Opis według skali	Wartość
Zieleń publiczna	dostęp do wysoce zorganizowanej zieleni publicznej	0,75
Las otwarty	Dostępność z przeważającej części obszaru, połączony z większą strukturą zieleni	0,25+0,375 = 0,625
Dostęp do jeziora	Dostęp w odległości 2000m, jakość 0,25	0,25+0,25=0,5
Struktury zieleni na obszarze	Atrakcyjna, zorganizowana zieleń wysoka (projektowane i istniejące osie zieleni)	0,(6)
Dostęp do małych akwenów	Występują ciekły wodne lub stawy	0,5

Tabela 89. Bilans zasobów przyrodniczych w wariantcie alternatywnego projektu B, dla obszaru w gminie Oborniki. Źródło: opracowanie własne.

Pomiar ten w oparciu o równanie Równanie 25 pozwala na wyznaczenie zmiennej niezależnej w następujący sposób:

$$\begin{aligned}
 X_B &= \text{BilansZasobowPrzyrodniczych} \\
 &= 4 * (0.25 + 0.375)(\text{DostepDoLasuOtwartego}) + 2,5 * (0.25 \\
 &+ 0.25)(\text{DostepDoJeziora}) + 2 * 0.75(\text{DostepDoZieleniPublicznej}) + 1,5 \\
 &* 0,6667(\text{ZielenWObszarze}) + 1.5 * 0(\text{BliskośćRzeki}) + 0.5 \\
 &* 1(\text{DostepDoWody (małych akwenów, np. stawy)}) + 1,5 = 8,5
 \end{aligned}$$

Równanie 50: X_B - Bilans zasobów przyrodniczych wyznaczany na podstawie pomiarów dla danego obszaru w gminie Oborniki w wariantcie B. Źródło: opracowanie własne.

W wariantcie tym obszar zieleni publicznej przewidziany został jako większy i zlokalizowany w bardziej ustronnym miejscu. Ponadto ma przewidziany bogatszy program. Poza tym elementem bilansu zasobów przyrodniczych pozostaje taki sam.

Bilans uciążliwości

Na obszar ten oddziałują te same uciążliwości, co w poprzednim wariantcie, co oznacza sąsiedztwo drogi ekspresowej. Równocześnie, projekt inaczej się do nich odnosi. Zabudowa mieszkaniowa realizowana może być nawet w sąsiedztwie drogi, a zamienna możliwość realizowania

zabudowy mieszkaniowej i innej także warunkuje pewien stopień uciążliwości. Bilans oparty jest o tabelę 17.

Cecha	Opis według skali	Wartość
Droga ekspresowa	Oddziaływanie w odległości 250 metrów na 0,5 ha z 8,2 ha	2,5 ha/9 ha = 0,28
Przemysł i usługi	Występowanie (lub założenie w planie) usług i obiektów produkcji	3,5 ha/9 ha = 0,39
Tabela 90. Bilans uciążliwości w wariantcie alternatywnego projektu B, dla obszaru w gminie Oborniki. Źródło: opracowanie własne.		

Pozwala to na wyznaczenie zmiennej według równania Równanie 26:

$$X_C = \text{BilansUciążliwości}$$

$$= 6 * 0(\text{ToryKolejowe}) + 12 * 0,39(\text{SasiedztwoPrzemyslu}) + 2 * 0(\text{UciążliweObiektyRolnicze}) + 6 * 0,28(\text{SasiedztwoRuchliwejDrogi}) + 2 * 0(\text{ZabudowaWielorodzinna}) + 2 * 0(\text{LiniaWysokiegoNapięcia}) = 2,44$$

Równanie 51: X_C - Bilans uciążliwości wyznaczany na podstawie pomiarów dla danego obszaru w gminie Oborniki w wariantcie B. Źródło: opracowanie własne.

W przedstawionym wariantcie oddziaływanie uciążliwości wpływa na rozwój według kryteriów wynikających z badania regresji. Wciąż jednak jest to wpływ niewielki.

Dostęp do strategicznych usług i obiektów i infrastruktura podziemna i komunikacyjna

Obie te kwestie są w pełni tożsame z poprzednim wariantem. Zwyczajnie nie występują różnice, co stanowi ciekawe pole do porównania obu rozwiązań projektowych.

Równanie regresji

W tym przypadku w równaniu pierwszy raz pojawia się zmienna dotycząca typologii zabudowy, gdyż zaprojektowany został obszar zabudowy szeregowej.

$$y_{10lat} = -0,0066116981 \cdot A_i + 0,0391734634 \cdot X_{Bi} - 0,0246989656 \cdot X_{Ci} + 0,0476941699 \cdot X_{Di} + 0,0188048045 \cdot X_{Ei} - 0,0030834416 \cdot X_{Fi} - 0,2347176685 \cdot X_{Gi} + 0,1039702279 + \varepsilon_i$$

$$y_{Ob_{10}} = -0,0066116981 \cdot 28,5 + 0,0391734634 \cdot 8,5 - 0,0246989656 \cdot 2,44 + 0,0476941699 \cdot 4,425 + 0,0188048045 \cdot 7,05 - 0,0030834416 \cdot 12,7 - 0,2347176685 \cdot 1 + 0,1039702279 \approx 38,00\%$$

Kolejny etap to dodatkowa analiza dla 15 lat:

$$y_{15lat} = -0,00899942 \cdot X_{Ai} + 0,03919298 \cdot X_{Bi} - 0,02592519 \cdot X_{Ci} + 0,04538215 \cdot X_{Di} \\ + 0,02465824 \cdot X_{Ei} - 0,00378732 \cdot X_{Fi} - 0,25458384 \cdot X_{Gi} + 0,10513707 \cdot X_{Hi} \\ - 0,25341981 + \varepsilon_i$$

$$y_{Ob_{15}} = -0,00899942 \cdot 28,5 + 0,03919298 \cdot 8 - 0,02592519 \cdot 0,365 + 0,04538215 \cdot 4,425 \\ + 0,02465824 \cdot 7,05 - 0,00378732 \cdot 12,7 - 0,25458384 \cdot 0,48 + 0,10513707 \cdot 0 \\ + 0,25341981 \approx 47,11\%$$

Równanie 52: Wyznaczenie szacowanej wartości relatywnego stopnia rozwoju dla obszaru w gminie Oborniki w wariantcie B, gdzie X_A - Odległość od centrum, X_B - Bilans zasobów przyrodniczych, X_C - Bilans uciążliwości, X_D - Infrastruktura techniczna, X_E - Dostęp do strategicznych usług, X_F - Areal skorygowany o MPZP 600m, X_G - Zabudowa szeregowa odsetek, (Tab. 47), i - numer obserwacji, ε_i - reszta równania regresji, y_i - zmienna zależna relatywny stopień rozwoju w odstępie 10 i 15 lat. Źródło: opracowanie własne.

Wynik modelu regresji w tym przypadku jest bardzo zastanawiający. Porównanie dla uznanego za najistotniejszy odstępu czasu (10 lat) wykazuje, że obszar ten rozwinie się znacznie słabiej, bo aż o 14,68% mniejszy jest relatywny stopień rozwoju prognozowany dla wariantu B niż dla wariantu A. Równocześnie badany rozwój w odstępie 15 lat nie różni się o około 16% na korzyść wariantu A. Co ciekawe, rozwiązanie to ma mniejszą wartość prognozowanej zmiennej zależnej od rozwiązania wygenerowanego automatycznie, przy czym, znowu, różnica ta jest stosunkowo niewielka.

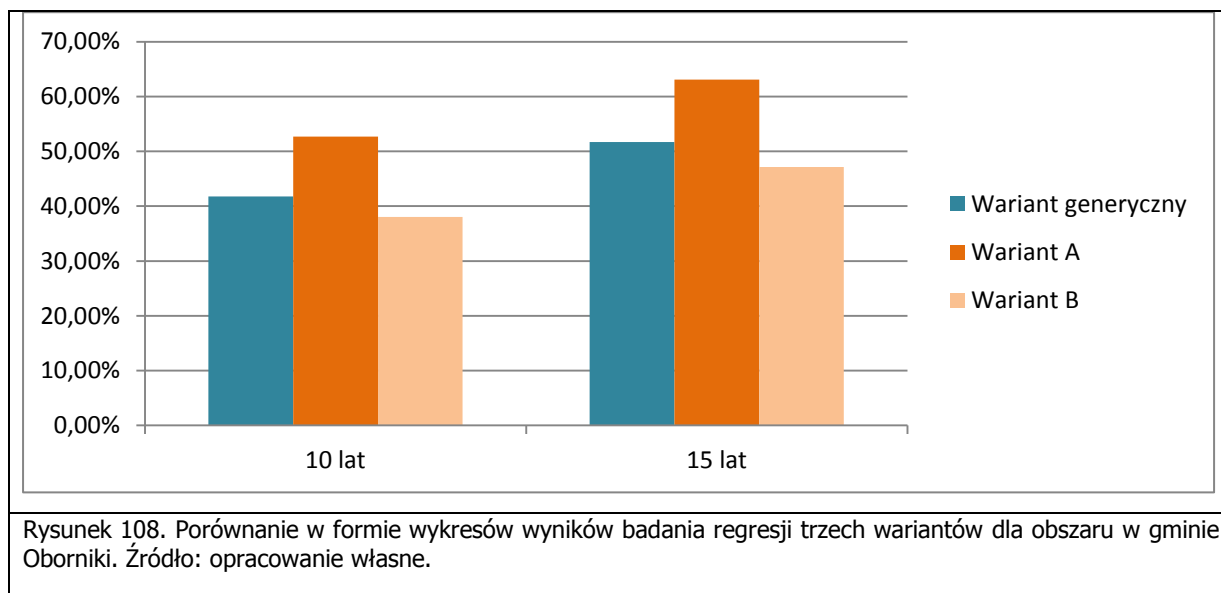
4. Ewaluacja przedstawionych wariantów oraz wybór jednego projektu wraz z dostarczeniem argumentacji opartej o dane ilościowe

Powyżej przedstawione zostały trzy koncepcje, dwa warianty projektowe oraz wersja wygenerowana automatycznie. W tym przypadku projekt wykonywany jest na obszarze, gdzie nie ma obecnie żadnego planu. Jeśli jednak plan taki powstanie i będzie podobny do któregoś z rozwiązań projektowych, to możliwe będzie porównanie prognozy z faktycznym rozwojem. Pomędzy poszczególnymi wariantami konieczne jest dokonanie także bardziej kompleksowego porównania, gdyż sam stopień rozwoju i relatywny stopień rozwoju nie określają, jaka liczba domów zostanie wybudowana. Jest to zależne od pozostałych parametrów projektu, co ukazuje poniższa tabela:

	Relatywny Stopień rozwoju (estym.)		Liczba działek dostępnych pod zabudowę mieszkaniową	Długość dróg		Areal funkcji z możliwością MN	Areal przeznaczony na zabudowę, łącznie
	10 lat [%]	15 lat [%]		Łączna	Do utwardzenia		
Wariant generyczny	41,75	51,69	116	1555m	-	11,2 ha	11,2 ha
Wariant A	52,68	63,05	84	1628m	-	8,2 ha	9,8 ha
Wariant B	38,00	47,11	59w+60s=119	1852m	-	9,0 ha	9,4 ha

Tabela 91. Porównanie wyników badania regresji trzech wariantów dla obszaru w gminie Oborniki. Źródło: opracowanie własne.

Na powyższej tabeli zarysowuje się ogólny obraz analizy rozwoju obszarów. Już na starcie zauważyć można, że prognozowany szybszy rozwój wariantu A okupiony jest znacznie niższą liczbą budynków mieszkaniowych przewidzianych w planie, warto jednak zwrócić uwagę, że 1,6 ha zostało przewidziane na pozostałe funkcje.



Przedstawiony wykres wskazuje natomiast, że relatywny stopień rozwoju jest znacznie wyższy dla wariantu A dla odstępów 10 i 15 lat. Wskazuje to, że przy takiej konfiguracji zmiennych omawiany wariant warunkuje szybszy rozwój według badania regresji. Pozostaje ostatecznie porównać te wartości w odniesieniu do liczby budynków przewidzianych, w każdym z projektów oraz w oparciu o dane statystyczne przybliżone w 4 rozdziale oszacować podstawowe parametry. Warto także zwrócić uwagę, że parametry te odnoszą się do samej zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej, nie zaś do pozostałych funkcji pojawiających się na obszarze. Kwestia zużycia mediów jest jeszcze bardziej niedokładna, gdy na danym terenie dopuszczona jest także inna funkcja niż zabudowa mieszkaniowa jednorodzinna, na przykład usługi.

Średnia wielkość działki	Średnia wielkość działki [m ²]	Odstęp czasu	Relatywny stopień rozwoju	liczba budynków	liczba osób	Zużycie wody [m ³]	Energia [KWh]	Gaz [m ³]	Odpady [m ³]	f.m. netto [ha]
Wariant gen.	965		100,00%	116	452	517	10333	5167	3300	8,01
		10 lat	41,75%	48	189	216	4314	2157	1378	
		15 lat	51,69%	60	234	267	5341	2671	1706	
Wariant A	979		100,00%	84	328	374	7483	3742	2390	4,45
		10 lat	52,68%	44	173	197	3942	1971	1259	

		15 lat	63,05%	53	207	236	4718	2359	1507	
Wariant B	956		100,00%	119	405	462	9241	4621	2951	5,75
		10 lat	38,00%	45	176	202	4028	2014	1286	
		15 lat	47,11%	56	219	250	4994	2497	1595	

Tabela 92: Oszacowanie parametrów wynikających z analizy regresji dla dwóch wariantów projektowych i wersji wstępnej – wygenerowanej automatycznie dla obszaru w gminie Oborniki. Dane na temat ludzi i mediów wykonane oparciu o dane statystyczne z rozdziału 4. Źródło: opracowanie własne na podstawie Bazy Danych Lokalnych, dostęp dnia 12.10.2016 r., <https://bdl.stat.gov.pl/BDL/start>.

Powyższa tabela pozwala na bardziej szczegółową ocenę i porównanie odpowiednich wariantów. Taka ewaluacja służy podstawowej funkcji analitycznej modelu przy pominięciu dodatkowej kwestii związanej z prognozą. Przedstawione zestawienie ukazuje, że pomimo większej wartości zmiennej zależnej relatywnego stopnia rozwoju w wariacie A, to w wariacie wygenerowanym automatycznie według analizy w odstępie 10 i 15 lat powstanie więcej budynków mieszkaniowych jednorodzinnych. Jest to do pewnego stopnia zrozumiałe, gdyż w tym wypadku cały obszar został przeznaczony na domy jednorodzinne. Różnicę tę należy jednak porównywać w kontekście 1,6 ha zabudowy o innej funkcji w wariacie A. Z analizy tej wyprowadzić można wniosek, że w tej sytuacji przestrzennej konieczne jest ściśle określenie priorytetów, gdyż wariant A, który jest nastawiony na wysoki stopień rozwoju, przewiduje małe zagęszczenie zabudowy, co przy wszystkich zaletach takiego rozwiązania warunkuje powstanie mniejszej liczby budynków według przedstawionego badania. Ustalenia takie skłaniają do wyboru rozwiązania B i równocześnie pozwalają także na szukanie kolejnego rozwiązania, które stanowiłoby syntezę przedstawionych rozwiązań, oraz ukazują podstawę do oceny racjonalności odpowiednich koncepcji i decyzji projektowych.

Rokietnica

1. Ocena, jakie informacje są potrzebne, decyzja co do pozyskania materiałów

Nawiązując do procedury opisanej w podrozdziale 7.1 ocena potrzebnych źródeł informacji jest pierwszym krokiem analizy. Został on jednak omówiony na poprzednich przykładach, zatem oprócz wymienionych baz danych i inwentaryzacji osobistej zwrócić należy uwagę na studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy Rokietnica⁵⁸⁶. Co więcej, możliwy był dostęp do bogatej bazy materiałów i ustaleń szczegółowych, a także planów gminy powiązanych z SUIKZP⁵⁸⁷. Ponadto na tym obszarze przystąpiono do sporządzenia miejscowego planu

⁵⁸⁶ Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy Rokietnica Nr XI/72/2011 z dnia 27 czerwca 2011 r. wraz ze Zmianą Studium nr I zatwierdzono uchwałą: Nr XVIII/ 181 /2016 z dnia 29 lutego 2016 r.

⁵⁸⁷ Głównym projektantem SUIKZP był promotor rozprawy, prof. dr inż. arch. Robert Baretkowski.

zagospodarowania przestrzennego, w co także zaangażowany jest promotor rozprawy, zatem możliwy był łatwy dostęp do szczegółowych danych obszaru⁵⁸⁸.

2. Wstępna ocena obszaru, podstawowy bilans oddziaływań i parametrów

Po zgromadzeniu potrzebnych danych możliwe jest wykonanie analizy, która zakłada wykorzystanie całego obszaru na funkcję mieszkaniową. W tym celu wykonany zostanie podział automatyczny.



Rysunek 109. Symulacja podziału na działki według przyjętych kryteriów oraz zestawienie podstawowych parametrów, tj. działki o średniej wielkości około 900 metrów, przy pomocy autorskiego narzędzia do bilansu i podziałów automatycznych. Łącznie wygenerowane zostało 218 działek mieszkaniowych. Źródło: opracowanie własne na podkładzie ze SUIKZP dla gminy Rokietnica i MPZP gminy Rokietnica w serwisie http://portal.gison.pl/rokielnica_poznanski/, dostęp dnia 16.06.2017.

Na powyższym rysunku zauważyć można automatyczny podział na działki, w oparciu o który możliwe jest wstępne szacowanie rozwoju. W odległości 600 metrów od środka zaznaczonego obszaru, wybranego jako zakres projektu, brak wcześniejszych planów miejscowych.

Stan na rok 2016			
LP	UN	Uproszczona Nazwa	Wartość (S – stałe) (WO – wstępnie określone), (PS – przyjęte szacunkowo)
	PN	Pełna nazwa	
1	UN	OdległoscOdCentrum	Stała wartość – 23,7 km (S)
	PN	Odległość od centrum aglomeracji poznańskiej	
2	UN	BilansZasobowPrzyrodniczych	Wstępnie szacowna – 5,5 pkt Dostęp do zieleni publicznej: Park znajduje się poza obszarem pomiaru, 500 m. (S:0),
	PN	Łączny bilans zasobów przyrodniczych dla danego	

⁵⁸⁸ OGŁOSZENIE o przystąpieniu do sporządzenia miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego w miejscowości Rostworowo dla działek nr 74/35÷74/55 oraz część działek nr 74/66 i 74/67 oraz o przystąpieniu do sporządzenia prognozy oddziaływania na środowisko do ww. miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego, Rokietnica, dnia 09.10.2014 r., RG.6721.12.2014.

		obszaru	Las: Bezpośrednie sąsiedztwo .375), Duży, lecz wydzielony obszar (.25) (S: $(0.375+0.25)*4^b=2,5$ pkt), Jezioro: S: (0) Rzeka: S: $(0,(6))*1,5 =1$ Dostępność z przeważającej części obszaru – rzeka Samica Jakość zieleni w obszarze: Brak zieleni w obszarze – aktualna funkcja rolnicza. (WO: 0) Występują ciekły wodne lub stawy (S:0,5), na wschód od Obszaru. Stałą 1,5
3	UN	BilansUciążliwosci	Wstępnie szacowana – 0,06 pkt
	PN	Łączny bilans uciążliwości dla danego obszaru	Praktycznie brak oddziaływań, linia wysokiego napięcia w odległości 130 metrów oddziałuje na 3% obszaru mieszkaniowego.
4	UN	DostępDoStrategicznycyUsług	Wstępnie szacowana – 0 pkt.
	PN	Łączny bilans uciążliwości dla danego obszaru	Szkoła podstawowa do 2500 m (0 ^b) – najbliższa szkoła w Gołęczewie,
5	UN	Infrastruktura	Wstępnie szacowana – 2,68 pkt.
	PN	Bilans elementów infrastruktury komunikacyjnej i podziemnej	Sieć kanalizacyjna – aktualnie brak, docelowo, (S:0.1*4,25 ^b), Sieć elektryczna - stacje transformatorowe w planie - linia dochodzi do obszaru. (WO:0.5*2 ^b), zaopatrzenia w wodę: Linia przebiega w pobliżu/przy granicy obszaru (WO: 0,5*2,5 ^b), Sieć gazowa (S: 0), utwardzenie dróg wewnętrznych – nie planowane (PS:0).
6	UN	ArealSkorygowanyOMPZP600 m	Wstępnie szacowana – (WO:20,22) ha
	PN	Obszar mieszkaniowy skorygowany o sąsiednie miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego	Na Obszarze zrealizować można 20,22 ha samej powierzchni mieszkaniowej.
7	UN	ZabudowaSzeregowaOdsetek	Wstępnie szacowana – 0
	PN	Odsetek budynków w typologii szeregowej	
8	UN	ZabudowaDeweloperskaOdsetek	Wstępnie szacowana – 0
	PN	Odsetek zabudowy zrealizowanej z sposób zorganizowany	
9	UN	StopecnRozwoju0	Zmierzona – 0%
	PN	Stopecn rozwoju w momencie wprowadzenia planu miejscowego	
11	UN	RokSporzadzaniaPlanu	Brak. Rozważany teoretycznie rok 2016.
	PN	Rok uchwalenia miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego w danym obszarze	
<p>c – procent powierzchni oddziaływania, b – współczynnik służący oszacowaniu zmiennej złożonej z równań: Równanie 25, Równanie 26, Równanie 27 i Równanie 28.</p> <p>Tabela 93. Przyjęte w badaniu zestawienie zmiennych dla obszaru położonego w gminie Rokietnica w wariantcie generycznym; uproszczone i pełne nazwy zmiennych niezależnych oraz sposoby i źródła ich pomiaru dla wybranego przykładu. Źródło: opracowanie własne.</p>			

Poniżej zamieszczone jest omówione wcześniej równanie Równanie 31, które pozwala wyznaczyć relatywny stopień rozwoju dla 10 lat. Następnie możliwe jest wyznaczenie stopnia rozwoju, jednakże w tym wypadku relatywny stopień rozwoju i stopień rozwoju są takie same:

$$y_i = -0,0066116981 \cdot X_{Ai} + 0,0391734634 \cdot X_{Bi} - 0,0246989656 \cdot X_{Ci} + 0,0476941699 \cdot X_{Di} \\ + 0,0188048045 \cdot X_{Ei} - 0,0030834416 \cdot X_{Fi} - 0,2347176685 \cdot X_{Gi} + 0,1039702279 + \varepsilon_i$$

Do powyższego równania wstawić należy odpowiednie oszacowane w tabeli 75 wartości.

$$y_{ob} = -0,0066116981 \cdot 23,7 + 0,0391734634 \cdot 5,5 - 0,0246989656 \cdot 0,06 + 0,0476941699 \cdot 2,68 \\ + 0,0188048045 \cdot 0 - 0,0030834416 \cdot 22,02 - 0,2347176685 \cdot 0 + 0,1039702279$$

Ostatecznie po rozwiązaniu równania uzyskana zostaje szacowana wartość teoretyczna względnego stopnia rozwoju w odstępie 10 lat przy przyjętych parametrach. Wynosi ona:

$$y_{ob} = 22,65\%$$

Równanie 53. X_A – odległość od centrum, X_B – bilans zasobów przyrodniczych, X_C – bilans uciążliwości, X_D – infrastruktura techniczna, X_E – dostęp do strategicznych usług, X_F – areał skorygowany o MPZP 600 m, X_G – zabudowa szeregowa odsetek (Tab. 47), i – numer obserwacji, ε_i – reszta równania regresji, y_i – zmienna zależna relatywny stopień rozwoju w odstępie 10 lat.

Przeprowadzanie takich samych obliczeń możliwe jest także dla 15 lat, przy czym wynik równy jest 31,56%. W sposób automatyczny zostały wydzielone 218 działek na zabudowę mieszkaniową jednorodziną o średnim areale 1000 m².

3. Analizy jakościowe i opisowe, diagnoza zjawisk i cech mogących wpłynąć na błąd modelu, indywidualna ocena zjawisk

Już sama ocena powyższego zestawienia pozwala stwierdzić, że pomimo dość małej odległości od centrum Poznania obszar ma dość niski potencjał i pomimo wysokich lokalnych walorów krajobrazowych brakuje mu niezbędnej infrastruktury oraz przede wszystkim dostępu do ważnych usług i obiektów. Co więcej, droga bezpośrednio prowadząca do obszaru jest wąska i w bardzo złym stanie, co także utrudnia komunikację z miastem Poznań.



Rysunek 110: Zdjęcia w pobliżu obszaru opracowania koło wsi Rostworowo, gmina Rokietnica,. Górne zdjęcie ukazuje panoramę obszaru, jej aktualne rolnicze wykorzystanie oraz sąsiadujący las. Zdjęcie po stronie lewej pokazuje pobliską rzekę, natomiast zdjęcie po prawej stronie lokalny stan dróg dojazdowych na trasie ze wsią Gołęczewo. Połączenie z bardziej oddaloną Rokietnicą jest nieznacznie lepsze, jednakże – jak pokazuje zdjęcie – dostęp do obiektów i usług we wsi Gołęczewo nie jest łatwy przy pomocy transportu kołowego. Źródło: zdjęcia autorskie.

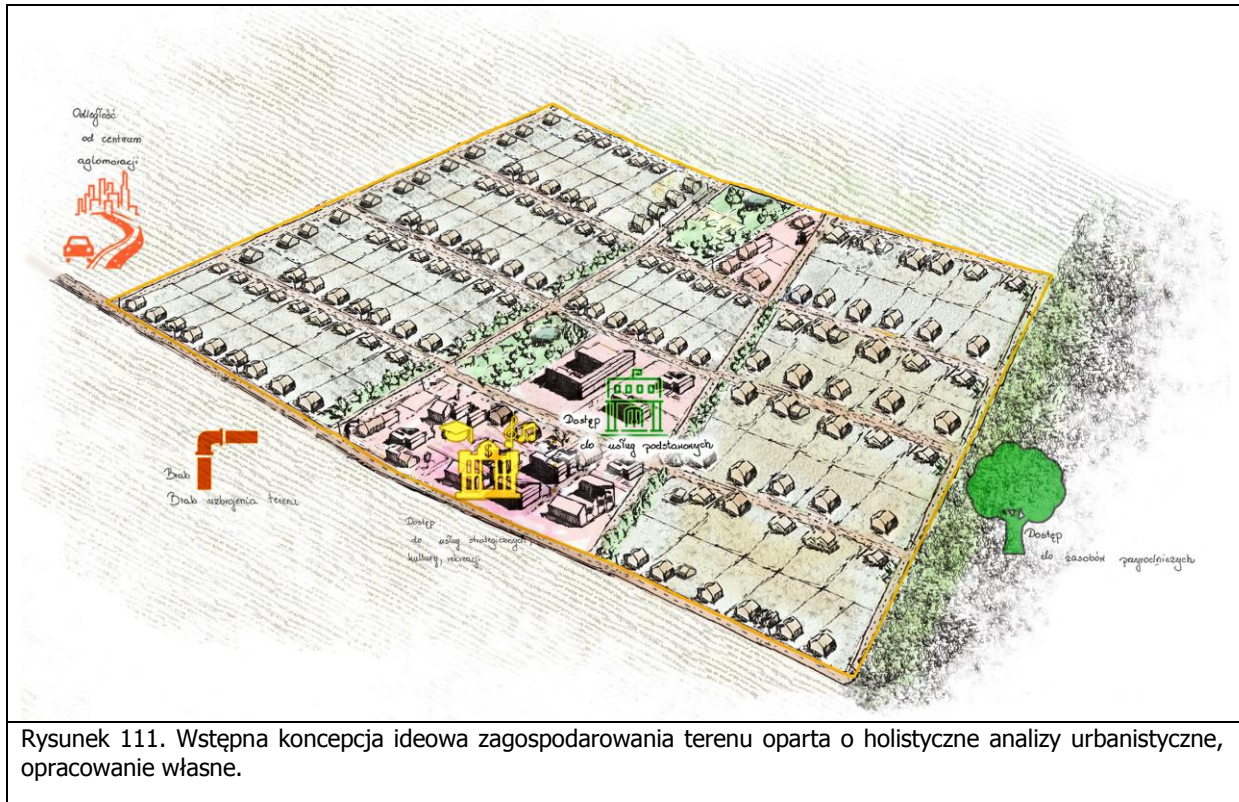
Zestawione powyżej zmienne w sposób niezwykle ogólny opisują przestrzeń, obraz ten warto trochę uzupełnić. Warunki przyrodnicze są w tej lokalizacji niezwykle korzystne. Bezpośrednie sąsiedztwo lasu oraz dostępność niezwykle atrakcyjnej rzeki Samicy są kuszącymi walorami tego miejsca, jednakże sam obszar pełni aktualnie funkcję pola uprawnego i nie ma na nim żadnej wysokiej zieleni. Na fakt, że aktualnie jest to pole, warto zwrócić uwagę, gdyż każe się to zastanowić nad zasadnością zmieniania funkcji na tak dużym areale. Omawiany projekt znajduje się w znacznej odległości od jakichkolwiek zabudowań. Wpływa to na dwie zmienne niezależne w równaniu regresji. Z jednej strony nie występują lokalnie żadne uciążliwości, z drugiej natomiast brak w odległości 600 metrów od środka obszaru miejscowych planów zawierających funkcję mieszkaniową jednorodziną, której ogólnie w najbliższym otoczeniu jest bardzo niewiele. Ważne jest jednak spostrzeżenie, że nie pojawiają się w projekcie żadne uciążliwości uwzględniane w modelu regresji, zatem nie ma konieczności się do nich odnosić. Można jednak stwierdzić na podstawie pomiaru, że w omawianych odległościach 2500 lub 1000 metrów brak jest jakichkolwiek wyszczególnionych w badaniu budynków i obiektów dedykowanych usługom. Samo w sobie jest to negatywne, a co więcej stwarza pewien problem projektowy polegający na konieczności wprowadzenia takich funkcji w sposób nieuciążliwy dla mieszkańców. Uzbrojenie terenu jest słabo rozbudowane, co wydaje się zasadne w miejscu, gdzie

nikt nie mieszka, a o utwardzaniu dróg na terenie obszaru ciężko mówić, gdyż aktualnie nawet droga dojazdowa jest w bardzo złym stanie.

Podsumowując, stwierdzić można, że jest to obszar do tej pory zupełnie niezagospodarowany, lecz atrakcyjny przyrodniczo. Jako że został on w studium przeznaczony na zabudowę jednorodziną lub usługi, po rozważeniu zasadności tej decyzji przystąpić można do projektu, który jednakże wiąże się z wieloma wyznacznymi. Przede wszystkim wymaga on, jeśli dąży się do wysokiej jakości zamieszkania oraz atrakcyjnej przestrzeni, wytworzenia lokalnego centrum, które zapewniłoby dostęp do obiektów użyteczności publicznej i nadało osiedlu charakter częściowo autonomiczny, co wydaje się konieczne w związku z odległością od omawianych obiektów użyteczności publicznej. Chęć zakwestionowania zasadności projektowania osiedla w takim miejscu łągodzi spostrzeżenie poczynione w rozdziale 4, że gmina Rokietnica niezwykle szybko się rozwija i konieczne są nowe obszary dedykowane funkcji mieszkaniowej jednorodzinnej.

4. Ustalenie, zebranie i weryfikacja założeń i wytycznych

Podstawowym i najtrudniejszym wyzwaniem jest wykazanie w projekcie zasadności lokalizacji osiedla w takim miejscu. Oznacza to dużą koncentrację na uzyskaniu względnie wysokich współczynników stopnia rozwoju dla 10 i 15 lat. Brak dostępności obiektów usługowych i użyteczności publicznej skłania to przewidywania takich budynków w projekcie. W odpowiedzi na taką sytuację celem działań projektowych jest stworzenie spójnego, autonomicznego układu urbanistycznego, w którym zapewnione zostaną najważniejsze potrzeby związane z zamieszkaniem, a poszczególne funkcje będą wzajemnie się uzupełniały, wspierały i uzasadniają swoje funkcjonowanie. Ponadto przy pomocy modelu regresji możliwe jest uzasadnienie słuszności określonych inwestycji. Założeniem projektowym jest uzyskanie sprzężenia zwrotnego pomiędzy rozwojem zabudowy mieszkaniowej, a rozwojem obiektów usługowych, które będzie wpływać na zwiększanie atrakcyjności obszaru i uzasadniać podjętą inwestycję. W podanej lokalizacji jest to trudny do osiągnięcia i niepewny cel, zatem analiza regresji pozwalające ocenić potencjał rozwoju pełni w projekcie kluczowe zadanie. Ocena przewidywanego relatywnego stopnia rozwoju w odstępie 10 i 15 lat będzie podstawą do stwierdzenia, że takie rozwiązanie projektowe w tym miejscu jest zasadne, gdyż publiczne i prywatne inwestycje, w tym dotyczących obiektów kultury, edukacji, sportu i rekreacji będą zasadne wtedy i tylko wtedy, gdy osiedle zamieszkiwać będzie wystarczająca liczba osób. Ustalenia takie pozwalają na stworzenie wstępnej koncepcji projektowej kształtowanej intuicyjnie, widocznej na poniższym rysunku:



Rysunek 111. Wstępna koncepcja ideowa zagospodarowania terenu oparta o holistyczne analizy urbanistyczne, opracowanie własne.

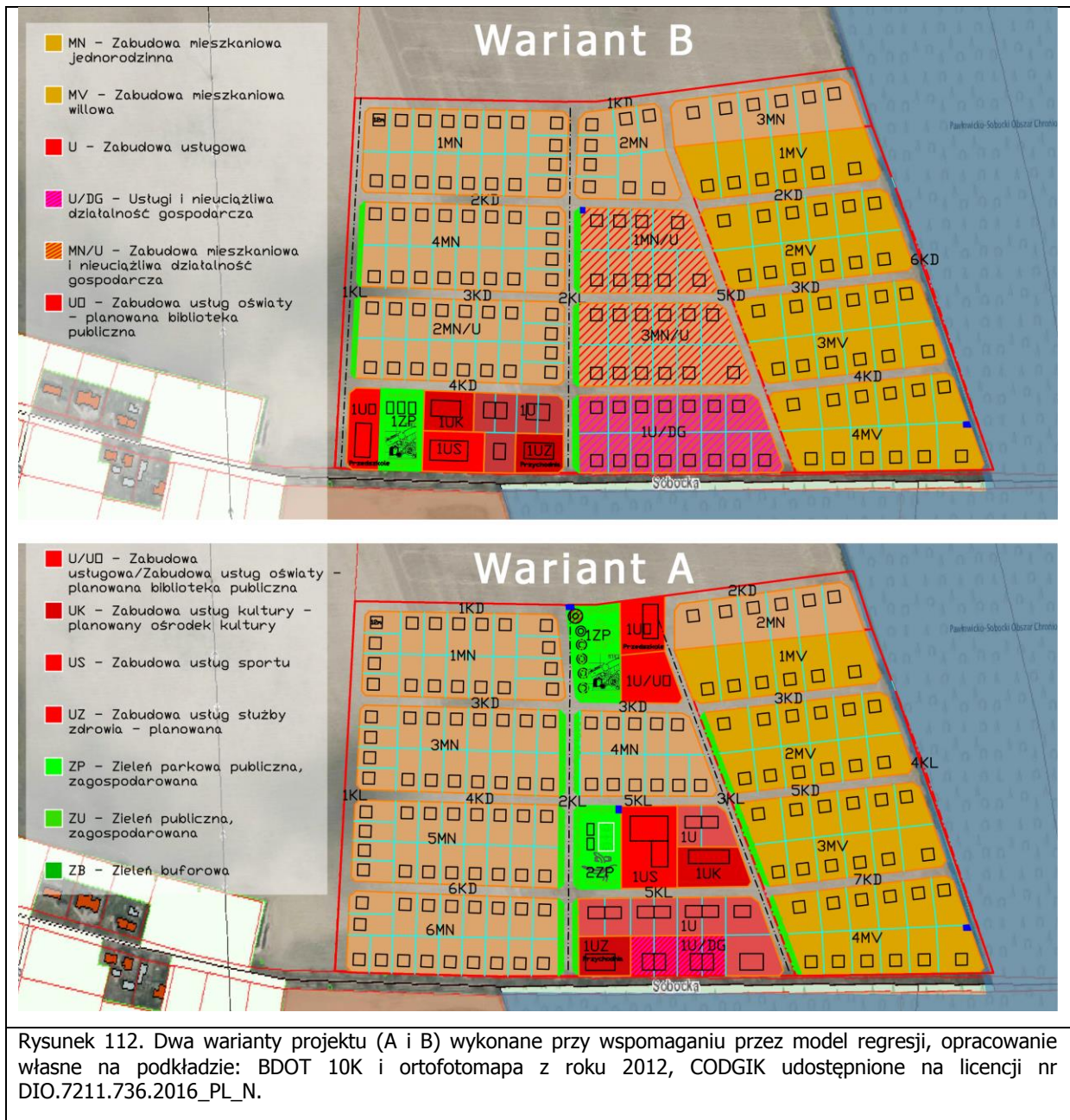
Koncepcja zakłada, zgodnie ze studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego, lokalizację w największym oddaleniu od pobliskiej wsi zabudowy rezydencjonalnej o działkach w przybliżeniu równych 2000 m². Po drugiej stronie obszaru, najbliżej wsi koncepcja projektowa zakłada lokalizację usług. W tej fazie przed dokonaniem szczegółowych analiz proponowane są tam rozbudowane usługi oświaty, sportu, zdrowia i kultury. W sąsiedztwie, nawet odległym, według zebranych w tabeli 93 danych brakuje takich usług, a przewidziany obszar zakłada stworzenie tak dużego osiedla, że dla uzyskania wystarczającej jakości zamieszkania takie funkcje są konieczne. Są one zaproponowane w tej części, gdyż wtedy dostępne są one także przez mieszkańców pobliskiej wsi. Co więcej, lokalizowanie ich przy istniejącej drodze, na zewnątrz projektowanego obszaru ogranicza ruch wewnątrz osiedla, zwiększając spokój i dostępność samych usług. Duża część w środkowym obszarze przeznaczona jest na zabudowę mieszkaniową i nieuciążliwe usługi, natomiast przy drodze zaproponowany jest obszar zabudowy mieszkaniowej i działalności gospodarczej. Rozwiązanie takie wynika z wytycznych sformułowanych w rozdziale drugim, w szczególności zasad Nowej Urbanistyki, gdyż w zasięgu osiedla oprócz funkcji mieszkaniowej i usługowej zapewnione powinny być także miejsca pracy, chociaż w niewielkiej liczbie. Sprawi to, że ten plan, oddalony od centrum aglomeracji i aktualnie źle z nim skomunikowany, będzie mógł funkcjonować do pewnego stopnia autonomicznie. Układ urbanistyczny zakłada główne drogi wewnątrz terenu jako prostopadłe do istniejącej ulicy Sobockiej. Oznacza to wprowadzenie czytelnych osi urbanistycznych, wzdłuż których lokalizowana jest zieleń. Następnie od tych głównych prowadzone są mniejsze drogi dojazdowe do poszczególnych domów, co buduje hierarchie komunikacji. Nieco większa i bardziej zwarta zieleń parkowa wraz z placem zabaw i obiektami sportowymi zlokalizowana

jest w części najbliższej wsi w bezpośrednim sąsiedztwie usług oświaty, kultury i sportu. Jest to koncepcja rozbudowana, zakładająca znaczące inwestycje, co przeciwdziałać ma funkcjonowaniu tego obszaru jako odciętego funkcjonalnie fragmentu zabudowy mieszkaniowej o niskiej jakości zamieszkania. Należy jednak w rozważanych projektach ściśle uzasadnić, czy w takiej lokalizacji projekt taki ma rację bytu.

5. Kształtowanie rozwiązań projektowych

W rozważanej lokalizacji poszukiwanie rozwiązań projektowych ma charakter szczególny, gdyż jest ono próbą odpowiedzi na pytanie, czy lokalizacja planu miejscowego wprowadzającego funkcję mieszkaniową na tym terenie ma sens. Oznacza to duży nacisk na weryfikację rezultatów przy pomocy modelu regresji, który pozwala na oszacowania przyszłego stopnia rozwoju. Dla utrzymania spójności wyводу na tym etapie tworzone są dwa projekty. Wariant A zakłada dążenie do możliwie największego stopnia rozwoju i ciągle weryfikowanie wpływu decyzji na tę wartość. Wariant B zakłada bardziej intuicyjną pracę, w której kluczowa będzie realizacja założeń. W przeciwieństwie do poprzednich przykładów, w tym projekcie dążenie do dużej liczby budynków na danym obszarze jest priorytetem, a dostępny zasób przestrzeni jest bardzo duży. Podstawowym zadaniem jest wytworzenie lokalnego centrum, które łączyłoby wiele funkcji i pozwalało na częściowo autonomiczne funkcjonowanie obszaru.

6. Propozycja wariantowych projektów urbanistycznych, ich kompleksowy opis ilościowy i jakościowy



Wariant A

Zaproponowana koncepcja na poziomie najbardziej ogólnym zakłada silne dążenie do uzyskania wysokiego stopnia rozwoju. W ramach odpowiedzi na opisane założenia w wariacie przewidziana jest dość bogata różnorodność obszarów dedykowanych różnych funkcjom, także warunkującym pewne inwestycje publiczne. Podejście to przewidziane jest w obu wariantach, w dodatku zachowane są te same funkcje związane z inwestycjami publicznymi w celu porównania wpływu decyzji projektowych przy zbliżonej skali zaangażowania środków publicznych oraz podobnym stopniu nałożenia ograniczeń i obowiązków na właściciela gruntu. Cechą szczególną tego projektu jest wprowadzenie dwóch osi kompozycyjnych z pasami projektowanej zieleni wysokiej wzdłuż dróg 2KL i 3KL. Zakończone są one założeniem parkowym i budynkiem przedszkola. Pomiędzy nimi

zlokalizowane są funkcję usług i użyteczności publicznej oraz przestrzeń sportu i rekreacji. Pozostała, zdecydowanie większa część obszaru dedykowana jest funkcji mieszkaniowej jednorodzinnej. Całość projektu jest zgodna z zapisami studium, po stronie wschodniej przewidziana jest zabudowa mieszkaniowa willowa, rozrzedzona, natomiast po stronie zachodniej funkcja mieszkaniowa jednorodzinna wraz z usługami dopuszczonymi w studium. Projekt nie obliguje do utwardzenia dróg, by nie generować dodatkowych kosztów, a także zachować możliwość porównania z wariantem wygenerowanym automatycznie.

Odległość od centrum, sposób organizacji, odsetek zabudowy szeregowej, areal mieszkaniowy

W kwestii podstawowych zmiennych stwierdzić można następujące uwarunkowania. Odległość od centrum, wzdłuż dróg jest najniższa z rozważanych w rozprawie trzech lokalizacji i wynosi 23,7 km, jednakże na chwilę obecną stan dróg dojazdowych jest bardzo zły. Właściwie dojazd samochodem o zwykłym zawieszaniu możliwy jest tylko od strony wsi Rostowo, pozostałe trasy są nieprzejezdne. Gdyby drogę leśną w kierunku wsi Gajówka Sobota poszerzyć i utwardzić na tyle, by stała się przejezdna dla samochodów, to odległość od Starego Rynku w Poznaniu mierzona wzdłuż osi dróg byłaby równa 20,9 km, jednak nie jest to element projektu, a takie działanie samo w sobie mogłoby być niewskazane, gdyż droga przechodziłaby przez obszar chroniony. W projekcie nie jest przewidywany inny sposób organizacji inwestycji niż indywidualna na własne potrzeby mieszkaniowe, podobnie nie jest przewidywana zabudowa inna niż wolnostojąca, ewentualnie bliźniacza. W sąsiedztwie nie znajdują się żadne plany przewidujące zabudowę mieszkaniową jednorodziną, zatem cały obszar tej funkcji według przewidzianej zmiennej znajduje się na obszarze projektu i w tym wypadku wynosi 15,3 ha:

$$X_F - \text{Areal skorygowany o MPZP 600m} = 15,3 \text{ ha}$$

Poprzednie zmienne zapisać można dla porządku odpowiednio:

$$X_A - \text{Odległość od centrum} = 23,7 \text{ km}$$

$$X_G - \text{Zabudowa szeregowa odsetek} = 0$$

$$X_H - \text{Zabudowa zorganizowana odsetek} = 0$$

Pozostaje kwestia wyznaczenia zmiennych niezależnych złożonych. W tym wypadku konieczne są tabele pozwalające na to wyznaczenia zawarte w rozdziale 5.

Bilans zasobów przyrodniczych

Ustalenie rozważanego jako pierwszy bilansu zasobów przyrodniczych oparte jest o tabelę 16. Dla wariantu A oznacza to odpowiednio:

Cecha	Opis według skali	Wartość
Zieleń publiczna	dostęp do atrakcyjnych założeń parkowych.	1
Las otwarty	Bezpośrednie sąsiedztwo/ Duży, lecz wydzielony obszar	$0,375 + 0,25 = 0,625$

Bliskość rzeki	Dostępność z przeważającej części obszaru (0,(6))	(0,(6))
Struktury zieleni na obszarze	Kompletny układ kompozycyjny projektowanej zieleni (1)	1
Dostęp do małych akwenów	Występują ciekii wodne lub stawy	0,5
Tabela 94. Bilans zasobów przyrodniczych w wariantcie alternatywnego projektu A, dla obszaru w gminie Rokietnica. Źródło: opracowanie własne.		

Pomiar ten w oparciu o równanie Równanie 25 pozwala na wyznaczenie zmiennej niezależnej w następujący sposób:

$$\begin{aligned}
 X_B &= \text{BilansZasobowPrzyrodniczych} \\
 &= 4 * (0.375 + 0.25)(\text{DostepDoLasuOtwartego}) + 2,5 * 0(\text{DostepDoJeziora}) + 2 \\
 &\quad * 1(\text{DostepDoZieleniPublicznej}) + 1,5 * 1(\text{ZielenWObszarze}) + 1.5 \\
 &\quad * 0,6667(\text{BliskośćRzeki}) + 0.5 * 1(\text{DostepDoWody (małych akwenów, np. stawy)}) \\
 &\quad + 1,5 = 9
 \end{aligned}$$

Równanie 54: X_B -Bilans zasobów przyrodniczych wyznaczany na podstawie pomiarów dla danego obszaru w gminie Rokietnica w wariantcie A. Źródło: opracowanie własne.

Uzyskanie tak wysokiej wartości stanowi najważniejszy argument za podjęciem decyzji o realizacji przedstawionej koncepcji osiedla. Jest to rezultat bardzo korzystnego uwarunkowania lokalnego oraz znacznej, niezagospodarowanej przestrzeni, które pozwala na zaproponowanie układu zieleni. Równocześnie przedstawione powyżej założenia i wytyczne zakładają stworzenie projektu kompleksowego o złożonej funkcji, który tworzyłby nową zamkniętą formę osiedla. Pozostaje wyłącznie ocena zasadności takiego, bądź co bądź kosztownego działania w oparciu o prognozowany stopień rozwoju, jednakże samo dążenie do wysokiej wartości tej zmiennej zależnej skłania do zaproponowana w projekcie atrakcyjnych, rozbudowanych układów zieleni, gdyż jest to najważniejszy walor tej lokalizacji.

Bilans uciążliwości

Na obszarze nie występują formalnie żadne uciążliwości wyszczególnione w badaniu. Dla ścisłości, w odległości około 130 metrów od obszaru znajduje się linia wysokiego napięcia, która oddziałuje na około 2% powierzchni mieszkaniowej, więc jest to wartość pomijalna. Pozostaje wyłącznie kwestia stworzenia takiego projektu, by nowo wprowadzone funkcje nie powodowały uciążliwości. W przedstawionym wariantcie nie są proponowane żadne obiekty silnie uciążliwe ani bezpośrednie sąsiedztwo usług, drobnej produkcji i zabudowy mieszkaniowej. Pozwala to na wyznaczenie zmiennej według równania 25:

$X_c = \text{Bilans Uciążliwości}$

$$\begin{aligned} &= 6 * 0(\text{Tory Kolejowe}) + 12 * 0(\text{Sąsiedztwo Przemysłu}) + 2 \\ &* 0(\text{Uciążliwe Obiekty Rolnicze}) + 6 * 0(\text{Sąsiedztwo Ruchliwej Drogi}) + 2 \\ &* 0(\text{Zabudowa Wielorodzinna}) + 2 * 0,3/15,3(\text{Linia Wysokiego Napięcia}) = 0,04 \end{aligned}$$

Równanie 55: X_c - Bilans uciążliwości wyznaczany na podstawie pomiarów dla danego obszaru w gminie Rokietnica w wariantcie A. Źródło: opracowanie własne.

Jak zauważyć można na powyższym równaniu, w przedstawianym wariantcie praktycznie brak jest uciążliwości.

Dostęp do strategicznych usług i obiektów.

Rozważany obszar znajduje się w dużej odległości od wsi Rokietnica i w rozważanych dystansach 500, 1000 i 2500 metrów nie ma żadnych obiektów składających się na tę zmienną niezależną. Realizacja zabudowy na wskazanym obszarze o areale 23,5 ha zakłada w tym wypadku, zgodnie z zapisami studium, zaplanowanie najważniejszych obiektów użyteczności publicznej, usług, sportu i rekreacji. W obu wariantach zaproponowane zostały te same funkcje. W ramach usług oświaty przewidziane zostało publiczne przedszkole, na obszarach odpowiednich, oznaczonych funkcji przewidziano salę sportową, ośrodek kultury oraz przychodnię. Projektowanie tak bogatego zaplecza obiektów użyteczności publicznej jest śmiałą decyzją, która należy wszechstronnie ocenić przed jej wdrożeniem. Podstawą ewaluacji takiej decyzji będzie prognoza rozwoju obszaru i wynikająca z niej liczba budynków i osób. Poniższy bilans wykonany jest w oparciu o tabelę 18.

$$\begin{aligned} \text{DostępDoUsług} &= 0,3 \cdot 1(\text{Przychodnia Gabinety Lekarskie 1000m}) + 0,1 \cdot 1(\text{Przychodnia Gabinety Lekarskie 500m}) \\ &+ 0,2 \cdot 1(\text{Boisko Sportowe 1000m}) + 0,05 \cdot 1(\text{Boisko Sportowe 500m}) + 1 \cdot 1(\text{Przedszkole 1000m}) + 0,2 \cdot 1(\text{Przedszkole 500m}) \\ &+ 3,5 \cdot 0(\text{Szkoła Podstawowa 2500m}) + 0,5 \cdot 0(\text{Szkoła Podstawowa 1000m}) + 0,5 \cdot 0(\text{Szkoła Podstawowa 500m}) \\ &+ 1 \cdot 0(\text{Liceum Technikum 2500m}) + 0,25 \cdot 0(\text{Liceum Technikum 1000m}) + 0,3 \cdot 1(\text{Sala Sportowa 2500m}) \\ &+ 0,1 \cdot 1(\text{Sala Sportowa 1000m}) + 0,3 \cdot 1(\text{Ośrodek Kultury 2500m}) + 0,1 \cdot 1(\text{Ośrodek Kultury 1000m}) \\ &+ 0,2 \cdot 0(\text{Biblioteka 2500m}) + 0,1 \cdot 0(\text{Biblioteka 1000m}) + 0,3 \cdot 0(\text{Urząd Pocztowy 2500m}) + 0,1 \cdot 0(\text{Urząd Pocztowy 1000m}) \\ &+ 1,5 \cdot 0(\text{Stacja PKP 2500m}) + 0,4 \cdot 0(\text{Stacja PKP 1500m}) + 3 \cdot 0(\text{Uniwersytet 2000m}) = \\ &= 0,3 \cdot 1(\text{Przychodnia Gabinety Lekarskie 1000m}) + 0,1 \cdot 1(\text{Przychodnia Gabinety Lekarskie 500m}) + 0,2 \cdot 1(\text{Boisko Sportowe 1000m}) \\ &+ 0,05 \cdot 1(\text{Boisko Sportowe 500m}) + 1 \cdot 1(\text{Przedszkole 1000m}) + 0,2 \cdot 1(\text{Przedszkole 500m}) \\ &+ 0,3 \cdot 1(\text{Sala Sportowa 2500m}) + 0,1 \cdot 1(\text{Sala Sportowa 1000m}) + 0,3 \cdot 1(\text{Ośrodek Kultury 2500m}) + 0,1 \cdot 1(\text{Ośrodek Kultury 1000m}) = \\ &= 0,3 + 0,1 + 0,2 + 0,05 + 1 + 0,2 + 0,3 + 0,1 + 0,3 + 0,1 = 2,65 \end{aligned}$$

Równanie 56: X_e - Dostęp do strategicznych usług wyznaczany na podstawie pomiarów dla danego obszaru w gminie Rokietnica w wariantcie A. Źródło: opracowanie własne.

Wciąż nie jest to wartość wysoka, w podanej metodzie pomiaru brak dostępu do szkoły podstawowej i liceum znacząco obniża wartość rozważanego parametru.

Infrastruktura podziemna i komunikacyjna

Uzbrojenie terenu w projekcie pozostaje bez zmian we wszystkich trzech wariantach. Także nie zostało przewidziane utwardzenie dróg. Łącznie bilans wygląda następująco:

Cecha	Opis według skali	Wartość
Sieć kanalizacyjna	Odprowadzanie ścieków do zbiorników, planuje się w przyszłości instalację	0,1
Sieć elektryczna	Stacje transformatorowe w planie – linia dochodzi do obszaru. (0.5)	0,5
Sieć gazowa	Brak instalacji gazowej	0
Sieć wodociągowa	Linia przebiega w pobliżu/przy granicy obszaru(.5)	0,5
Planowane utwardzenie drogi	Brak	0

Tabela 95. Infrastruktura techniczna w wariantcie alternatywnego projektu A, dla obszaru w gminie Rokietnica. Źródło: opracowanie własne.

W oparciu o te dane możliwe jest wyznaczenie zmiennej złożonej infrastruktura podziemna i komunikacyjna według równania 28:

InfrastrukturaPodziemnaIKomunikacyjna

$$\begin{aligned}
 &= 5 * 0(\text{PlanowaneUtwardzenieDrog}) + 4.25 * 0.1(\text{SiećSanitarna}) + 2,5 \\
 &* 0.5(\text{SiećWodociągowa}) + 2 * 0.5(\text{SiećElektryczna}) + 1 * 0.0(\text{SiećGazowaCiepłownicza}) \\
 &= 2.68
 \end{aligned}$$

Równanie 57: X_d - Infrastruktura techniczna wyznaczana na podstawie pomiarów dla danego obszaru w gminie Rokietnica w wariantcie A. Źródło: opracowanie własne.

Równanie regresji

Wartości relatywnego stopnia rozwoju, w tym wypadku równego relatywnemu stopniowi rozwoju, wyznaczane są dla 10 i 15 lat przy pomocy równań regresji:

$$\begin{aligned}
 y_{10lat} &= -0,0066116981 \cdot A_i + 0,0391734634 \cdot X_{Bi} - 0,0246989656 \cdot X_{Ci} + 0,0476941699 \cdot X_{Di} \\
 &+ 0,0188048045 \cdot X_{Ei} - 0,0030834416 \cdot X_{Fi} - 0,2347176685 \cdot X_{Gi} + 0,1039702279 + \varepsilon_i \\
 y_{Ro_{10}} &= -0,0066116981 \cdot 23.7 + 0,0391734634 \cdot 9 - 0,0246989656 \cdot 0,04 + 0,0476941699 \cdot 2.268 \\
 &+ 0,0188048045 \cdot 2.65 - 0,0030834416 \cdot 15.3 - 0,2347176685 \cdot 0 + 0,1039702279 \\
 &\approx 42.91\%
 \end{aligned}$$

Równanie dla odstępu 15 lat:

$$y_{15lat} = -0,00910265 \cdot X_{Ai} + 0,03557426 \cdot X_{Bi} - 0,02621282 \cdot X_{Ci} + 0,04153383 \cdot X_{Di} \\ + 0,02227225 \cdot X_{Ei} - 0,00349413 \cdot X_{Fi} - 0,29685741 + \varepsilon_i$$

$$y_{Ob_{15}} = -0,00910265 \cdot 23,7 + 0,03557426 \cdot 9 - 0,02621282 \cdot 0,04 + 0,04153383 \cdot 2,268 \\ + 0,02227225 \cdot 2,65 - 0,00349413 \cdot 15,3 + 0,29685741 \approx 51,69\%$$

Równanie 58: Wyznaczenie szacowanej wartości relatywnego stopnia rozwoju dla obszaru w gminie Rokietnica w wariancie A, gdzie X_A - Odległość od centrum, X_B - Bilans zasobów przyrodniczych, X_C - Bilans uciążliwości, X_D - Infrastruktura techniczna, X_E - Dostęp do strategicznych usług, X_F - Areal skorygowany o MPZP 600m, X_G - Zabudowa szeregowa odsetek, (Tab. 47), i - numer obserwacji, ε_i - reszta równania regresji, y_i - zmienna zależna relatywny stopień rozwoju w odstępie 10 i 15 lat. Źródło: opracowanie własne.

Wartości spodziewanego stopnia rozwoju wciąż są stosunkowo małe, wzięwszy pod uwagę skalę inwestycji potrzebnych do uzyskania takiej sytuacji przestrzennej. Stawia to pod znakiem zapytania zasadność całego przedsięwzięcia.

Wariant B

Drugi wariant w tym wypadku zakładał zaproponowanie podobnych funkcji na obszarze opracowania, jednakże są one zorganizowane w inny sposób. Obszar dedykowany usługom i obiektom użyteczności publicznej znajduje się w południowo-zachodniej części, która znajduje się najbliżej wsi Rostworowo. Działanie takie ma na celu udostępnienie tych funkcji również dla mieszkańców tej wsi, a także zachowanie bardziej prywatnego charakteru projektowanego osiedla. Zgodnie ze studium fragment obszaru został przewidziany jako możliwość realizacji funkcji mieszkaniowej alternatywnie z usługową.

Odległość od centrum, sposób organizacji, odsetek zabudowy szeregowej, areal mieszkaniowy

W tym wariancie, podobnie jak w poprzednim, odległość od centrum aglomeracji wynosi 23,7 km, a także sposób organizacji inwestycji pozostał założony jako taki sam, indywidualny na własne potrzeby mieszkaniowe. Zgodnie ze studium zabudowa mieszkaniowa przewidziana jest wyłącznie jako wolnostojąca. Jedyne parametry, które uległy nieznacznej zmianie, to areal zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej równy 16,1 ha.

Bilans zasobów przyrodniczych

Nieznacznej zmianie uległ także bilans zasobów przyrodniczych ze względu na zmianę projektu zieleni. Przede wszystkim ułożenie obszaru zieleni wraz z funkcjami sportu i rekreacji w skrajnej części obszaru sprawiło, że około jedna czwarta zabudowy mieszkaniowej znajduje się w odległości większej niż 500 metrów od omawianego parku. Ukazane jest to w zestawieniu opartym o tabelę 16, co dla wariantu B oznacza odpowiednio:

Cecha	Opis według skali	Wartość
Zieleń publiczna	Częściowy dostęp do wysoce zorganizowanej zieleni publicznej	0,5
Las otwarty	Bezpośrednie sąsiedztwo/ Duży, lecz wydzielony obszar	$0,375 + 0,25 = 0,625$
Bliskość rzeki	Dostępność z przeważającej części obszaru (0,(6))	(0,(6))
Struktury zieleni na obszarze	Atrakcyjna, zorganizowana zieleń wysoka (0,(6))	(0,(6))
Dostęp do małych akwenów	Występują ciekły wodne lub stawy	0,5

Tabela 96: Bilans zasobów przyrodniczych w wariantcie alternatywnego projektu B, dla obszaru w gminie Rokietnica. Źródło: opracowanie własne.

Pomiar ten w oparciu o równanie 25 pozwala na wyznaczenie zmiennej niezależnej w następujący sposób:

$$\begin{aligned}
 X_B &= \text{BilansZasobowPrzyrodniczych} \\
 &= 4 * (0.375 + 0.25)(\text{DostepDoLasuOtwartego}) + 2,5 * 0(\text{DostepDoJeziora}) + 2 \\
 &\quad * 0,5(\text{DostepDoZieleniPublicznej}) + 1,5 * 0.667(\text{ZielenWObszarze}) + 1.5 \\
 &\quad * 0,6667(\text{BliskośćRzeki}) + 0.5 * 1(\text{DostepDoWody (małych akwenów, np. stawy)}) \\
 &\quad + 1,5 = 7,5
 \end{aligned}$$

Równanie 59: X_B - Bilans zasobów przyrodniczych wyznaczany na podstawie pomiarów dla danego obszaru w gminie Rokietnica w wariantcie B. Źródło: opracowanie własne.

W wariantcie tym obszar zieleni publicznej przewidziany został jako większy i zlokalizowany w bardziej ustronnym miejscu. Ponadto ma przewidziany bogatszy program. Poza tym elementem bilans zasobów przyrodniczych pozostaje taki sam.

Bilans uciążliwości

Na obszar ten oddziałują te same uciążliwości, co w poprzednim wariantcie, co oznacza sąsiedztwo drogi ekspresowej. Równocześnie, projekt inaczej się do nich odnosi. Zabudowa mieszkaniowa realizowana może być nawet w sąsiedztwie drogi, a zamienna możliwość realizowania zabudowy mieszkaniowej i innej także warunkuje pewien stopień uciążliwości. Bilans oparty jest o tabelę 17.

Cecha	Opis według skali	Wartość
Linia wysokiego napięcia	1% obszaru	0,01

Przemysł i usługi	założenie w planie usług lub obiektów produkcji w bezpośrednim sąsiedztwie funkcji mieszkaniowej	0,083*4,1 ha/16,1 ha = 0,25*0,083= 0,02075
Tabela 97. Bilans uciążliwości w wariantcie alternatywnego projektu B, dla obszaru w gminie Rokietnica. Źródło: opracowanie własne.		

Pozwala to na wyznaczenie zmiennej według równania 26:

$$X_C = \text{BilansUciążliwości}$$

$$= 6 * 0(\text{ToryKolejowe}) + 12 * 0,02075(\text{SasiedztwoPrzemyslu}) + 2 * 0(\text{UciążliweObiektyRolnicze}) + 6 * 0(\text{SąsiedztwoRuchliwejDrogi}) + 2 * 0(\text{ZabudowaWielorodzinna}) + 2 * 0,01(\text{LiniaWysokiegoNapięcia}) = 0,52$$

Równanie 60: X_C - Bilans uciążliwości wyznaczany na podstawie pomiarów dla danego obszaru w gminie Rokietnica w wariantcie B. Źródło: opracowanie własne.

Wartość taka oznacza, że uciążliwości są bardzo niewielkie i tylko w stopniu minimalnym wpływają na rozwój według ustalonych w badaniu zależności.

Dostęp do strategicznych usług i obiektów

W wariantcie B zaprojektowane zostały te same obiekty i budynki, co w wariantcie A, jednakże ich dostępność jest nieznacznie inna ze względu na położenie w południowo-zachodnim narożniku projektu. Fragment obszaru zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej jest dalej niż 500 metrów. Wynik jest jednak bardzo zbliżony w obu wariantach. Opisuje to poniższe równanie:

$$\begin{aligned} \text{DostępDoUsług} &= 0,3 \cdot 1(\text{PrzychodniaGabinetyLekarskie1000m}) + 0,1 \cdot 0,8(\text{PrzychodniaGabinetyLekarskie500m}) + 0,2 \cdot 1(\text{BoiskoSportowe1000m}) + 0,05 \cdot 0,76(\text{BoiskoSportowe500m}) + 1 \cdot 1(\text{Przedszkole1000m}) + 0,2 \cdot 0,072(\text{Przedszkole500m}) + 3,5 \cdot 0(\text{SzkołaPodstawowa2500m}) + 0,5 \cdot 0(\text{SzkołaPodstawowa1000m}) + 0,5 \cdot 0(\text{SzkołaPodstawowa500m}) + 1 \cdot 0(\text{LiceumTechnikum2500m}) + 0,25 \cdot 0(\text{LiceumTechnikum1000m}) + 0,3 \cdot 1(\text{Sala Sportowa2500m}) + 0,1 \cdot 1(\text{SalaSportowa1000m}) + 0,3 \cdot 1(\text{OśrodekKultury2500m}) + 0,1 \cdot 1(\text{OśrodekKultury1000m}) + 0,2 \cdot 0(\text{Biblioteka2500m}) + 0,1 \cdot 0(\text{Biblioteka1000m}) + 0,3 \cdot 0(\text{UrządPocztowy2500m}) + 0,1 \cdot 0(\text{UrządPocztowy1000m}) + 1,5 \cdot 0(\text{StacjaPKP2500m}) + 0,4 \cdot 0(\text{StacjaPKP1500m}) + 3 \cdot 0(\text{Uniwersytet2000m}) = \\ &= 0,3 \cdot 1(\text{PrzychodniaGabinetyLekarskie1000m}) + 0,1 \cdot 0,8(\text{PrzychodniaGabinetyLekarskie500m}) + 0,2 \cdot 1(\text{BoiskoSportowe1000m}) + 0,05 \cdot 0,76(\text{BoiskoSportowe500m}) + 1 \cdot 1(\text{Przedszkole1000m}) + 0,2 \cdot 0,72(\text{Przedszkole500m}) + 0,3 \cdot 1(\text{SalaSportowa2500m}) + 0,1 \cdot 1(\text{SalaSportowa1000m}) + 0,3 \cdot 1(\text{OśrodekKultury2500m}) + 0,1 \cdot 1(\text{OśrodekKultury1000m}) = \\ &= 0,3 + 0,08 + 0,2 + 0,038 + 1 + 0,144 + 0,3 + 0,1 + 0,3 + 0,1 = 2,52 \end{aligned}$$

Równanie 61: X_E - Dostęp do strategicznych usług wyznaczany na podstawie pomiarów dla danego obszaru w gminie Rokietnica w wariantcie B. Źródło: opracowanie własne.

W porównaniu z wynikiem dla poprzedniego wariantu, który jest równy 2,65, powyższa wartość jest bardzo zbliżona, zatem przyjąć można, że sytuacja przestrzenna pod względem dostępności usług i obiektów użyteczności publicznej warunkowana przez oba warianty projektowe jest prawie taka sama.

Infrastruktura podziemna i komunikacyjna.

W tym aspekcie nie są przewidziane żadne zmiany, zatem łączna wartość znowu wynosi 2,68.

Równanie regresji

Wartości relatywnego stopnia rozwoju, w tym wypadku równego relatywnemu stopniowi rozwoju, wyznaczone są dla 10 i 15 lat przy pomocy równań regresji:

$$y_{10lat} = -0,0066116981 \cdot X_{Ai} + 0,0391734634 \cdot X_{Bi} - 0,0246989656 \cdot X_{Ci} + 0,0476941699 \cdot X_{Di} \\ + 0,0188048045 \cdot X_{Ei} - 0,0030834416 \cdot X_{Fi} - 0,2347176685 \cdot X_{Gi} + 0,1039702279 + \varepsilon_i$$
$$y_{Ro_{10}} = -0,0066116981 \cdot 23,7 + 0,0391734634 \cdot 7,5 - 0,0246989656 \cdot 0,52 + 0,0476941699 \cdot 2,68 \\ + 0,0188048045 \cdot 2,52 - 0,0030834416 \cdot 16,1 - 0,2347176685 \cdot 0 + 0,1039702279 \\ \approx 35,37\%$$

Równanie dla odstępu 15 lat:

$$y_{15lat} = -0,00910265 \cdot X_{Ai} + 0,03557426 \cdot X_{Bi} - 0,02621282 \cdot X_{Ci} + 0,04153383 \cdot X_{Di} \\ + 0,02227225 \cdot X_{Ei} - 0,00349413 \cdot X_{Fi} - 0,29685741 + \varepsilon_i$$
$$y_{Ob_{15}} = -0,00910265 \cdot 23,7 + 0,03557426 \cdot 7,5 - 0,02621282 \cdot 0,52 + 0,04153383 \cdot 2,68 \\ + 0,02227225 \cdot 2,52 - 0,00349413 \cdot 16,1 + 0,29685741 \approx 44,55\%$$

Równanie 62: Wyznaczenie szacowanej wartości relatywnego stopnia rozwoju dla obszaru w gminie Rokietnica w wariantcie B, gdzie X_A - Odległość od centrum, X_B - Bilans zasobów przyrodniczych, X_C - Bilans uciążliwości, X_D - Infrastruktura techniczna, X_E - Dostęp do strategicznych usług, X_F - Areal skorygowany o MPZP 600m, X_G - Zabudowa szeregowa odsetek, (Tab. 47), i - numer obserwacji, ε_i - reszta równania regresji, y_i - zmienna zależna relatywny stopień rozwoju w odstępie 10 i 15 lat. Źródło: opracowanie własne.

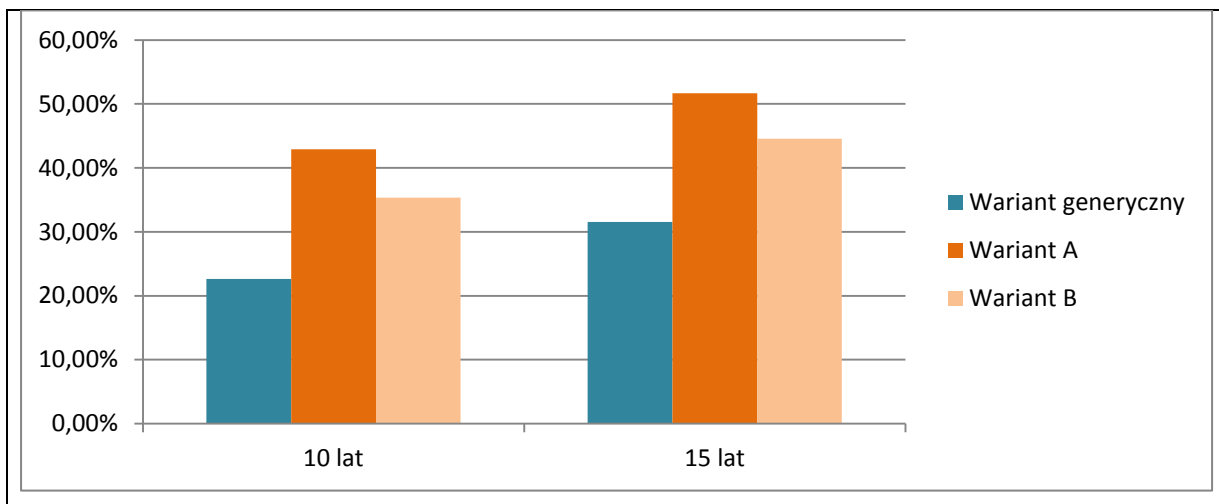
Uzyskane wyniki dla rozważanego wariantu są nieznacznie niższe niż dla wersji A. W odstępie 10 lat jest to 7,5%, natomiast dla 15 lat różnica ta wynosi 7,14%. Jest to istotna różnica, która jest o tyle zastanawiająca, że w obu projektach zaangażowane zostały zbliżone środki i przewidziane bardzo podobne obszary funkcji, lecz ich umiejscowienie było różne. Gorszy wynik rozważanego wariantu wynika z umiejscowienia fragmentu, na którym zlokalizowana jest zieleń publiczna i obiekty użyteczności publicznej w południowo-wschodniej części obszaru, co sprawia, że wszystkie przewidziane w projekcie budynki mieszkaniowe nie mają do niego dostępu w odległości 500 metrów.

1. Ewaluacja przedstawionych wariantów oraz wybór jednego projektu wraz z dostarczeniem argumentacji opartej o dane ilościowe

Powyżej przedstawione zostały trzy koncepcje, dwa warianty projektowe oraz wersja wygenerowana automatycznie. W projekcie udało się znacząco zwiększyć szacowaną zmienną relatywnego stopnia rozwoju względem wersji zakładającej wykorzystanie całego obszaru na zabudowę mieszkaniową, jednorodziną, wolnostojącą. Względem wariantu A jest to ponad 20% w obu ujęciach czasowych 10 i 15 lat, przy czym dla krótszego z tych okresów wartość wzrosła prawie dwukrotnie. Rozważany przykład w gminie Rokietnica pokazuje, że w przypadku, gdy sąsiedztwo lokalizacji jest słabo rozwinięte i brakuje podstawowych usług i obiektów, to w dużym stopniu możliwe jest wpłynięcie na prognozowany rozwój poprzez decyzje projektowe. Równocześnie porównanie wariantu A i B ma za cel zademonstrowanie, że rekonfiguracja projektu, która nie zakłada nawet wprowadzania nowych elementów, może wpłynąć na badaną zmienną zależną. Dodać jeszcze można, że rozszerzenie projektu o 200 metrowy fragment drogi prowadzący do wsi Sobota i przystosowanie jej do ruchu kołowego, bez konieczności pokonywania przeszkód terenowych, pozwoliłoby zwiększyć w wariantcie A prognozowany stopień rozwoju do 44,89% dla 10 lat i 54,42 dla 15 lat. Skróciłoby to bowiem dojazd do centrum Poznania o 3 kilometry. W rozważanej lokalizacji liczba budynków nie była priorytetem, co wynika bezpośrednio z zapisów studium wskazującego na bardzo duże wymiary działek. Równocześnie warto zestawić podstawowe dane rozważanych wariantów:

	Relatywny stopień rozwoju (estym.)		Liczba działek dostępnych pod zabudowę mieszkaniową	Długość dróg		Areal funkcji z możliwością MN	Areal przeznaczony na zabudowę, łącznie
	10 lat [%]	15 lat [%]		Łączna	Do utwardzenia		
Wariant generyczny	22,65	31,56	218	3093 m	-	20,2 ha	20,2 ha
Wariant A	42,91	51,69	131	3875 m	-	15,3 ha	19,7 ha
Wariant B	35,37	44,55	131	3777 m	-	16,1 ha	19,1 ha
Tabela 98. Porównanie wyników badania regresji trzech wariantów dla obszaru w gminie Rokietnica. Źródło: opracowanie własne.							

Powyższa tabela ukazuje duże podobieństwo wariantów A i B. W koncepcjach tych oprócz zabudowy mieszkaniowej przewidziano odpowiednio 4,4 i 3 ha zabudowy usługowej. Wariant wygenerowany automatycznie znacznie przeważa pod względem liczby budynków, co wynika z kilku powodów. Trzy najważniejsze to znacznie mniejsza średnia wielkość działki, mniejsza liczba dróg utrudniających dojazd oraz brak dodatkowych, wydzielonych funkcji.



Rysunek 113. Porównanie w formie wykresów wyników badania regresji trzech wariantów dla obszaru w gminie Oborniki. Źródło: opracowanie własne.

Przedstawiony wykres wskazuje natomiast, że relatywny stopień rozwoju jest znacznie wyższy w wariantach A i B od wersji wygenerowanej automatycznie, co jest szczególnie widoczne dla odstępu 10 lat. Porównanie tych dwóch wariantów projektowych wskazuje natomiast, że wersja A według przedstawionego badania rozwijać się będzie efektywniej. Pozostaje ostatecznie porównać te wartości w odniesieniu do liczby budynków przewidzianych w każdym z projektów oraz w oparciu o dane statystyczne przybliżone w 4 rozdziale oszacować podstawowe parametry. Warto także zwrócić uwagę, że parametry te odnoszą się do samej zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej, nie zaś do pozostałych funkcji pojawiających się na obszarze. Kwestia zużycia mediów jest jeszcze bardziej niedokładna, gdy na danym terenie dopuszczona jest także inna funkcja niż zabudowa mieszkaniowa jednorodzinna, na przykład usługi.

Średnia wielkość działki	Średnia wielkość działki [m ²]	Odstęp czasu	Relatywny stopień rozwoju	liczba budynków	liczba osób	Zużycie wody [m ³]	Energia [KWh]	Gaz [m ³]	Odpady [m ³]	f.m. netto [ha]
Wariant gen.	927		100,00%	218	850	517	10333	5167	3300	20,20
		10 lat	22,65%	49	193	117	2340	1170	747	
		15 lat	31,56%	69	268	163	3261	1631	1041	
Wariant A	1168		100,00%	131	511	311	6209	3105	1983	15,30
		10 lat	42,91%	56	219	133	2664	1332	851	
		15 lat	51,69%	68	264	161	3210	1605	1025	
Wariant B	1229		100,00%	131	445	271	5413	2707	1729	16,10
		10 lat	35,37%	46	181	110	2196	109	701	

								8		
		15 lat	44,55%	58	228	138	2766	138 3	883	
Tabela 99: Oszacowanie parametrów wynikających z analizy regresji dla dwóch wariantów projektowych i wersji wstępnej – wygenerowanej automatycznie dla obszaru w gminie Rokietnica. Dane na temat ludzi i mediów wykonane oparciu o dane statystyczne z rozdziału 4. Źródło: opracowanie własne na podstawie Bazy Danych Lokalnych, dostęp dnia 15.11.2016 r., https://bdl.stat.gov.pl/BDL/start .										

Przedstawiona powyżej tabela ukazuje, że w wariantcie wygenerowanym automatycznie średnia wielkość działki jest zbyt mała względem zapisów studium. Utrudnia to późniejsze porównanie parametrów, jednakże nawet przy takim zawyżeniu liczby budynków wariant A przeważa pod względem prognozowanej liczby budynków nad wariantem generowanym automatycznie w odstępie 10 lat.

Powyższe wykorzystanie modelu regresji w projekcie koncepcyjnym w gminie Rokietnica ukazuje problematykę tej lokalizacji. Przede wszystkim jest to obszar o bardzo słabym dostępie do infrastruktury, zarówno komunikacyjnej, uzbrojenia terenu, jak i niezbędnych budynków użyteczności publicznej. Stawia to pod znakiem zapytania zasadność całej inwestycji. Równocześnie, ze względu na ponadprzeciętne walory przyrodnicze projekt wciąż może zakończyć się względnym sukcesem, na poziomie wykorzystania w ciągu 10 lat około 43% działek budowlanych przeznaczonych na zabudowę mieszkaniową jednorodziną, jednakże wymaga to dość znaczących inwestycji z zakresu zagospodarowania i utrzymania obszarów zieleni oraz lokalizacji obiektów usługowych i użyteczności publicznej, co skłania do wyboru wariantu A. Przy ocenie zasadności projektu uwzględnić należy także bliskie sąsiedztwo obszarów chronionych i wpływ tak dużego osiedla wraz z tak znaczącą liczbą mieszkańców na lokalny ekosystem.

8. Zakończenie

8.1. Podsumowanie

Podstawowym założeniem pracy była analiza, a następnie synteza wyników regresji przeprowadzona w sposób umożliwiający wykorzystanie w projektowaniu urbanistycznym. Przekłada się to bezpośrednio na strukturę pracy, która po zarysowaniu podstawowych założeń we wstępie, przedstawia następnie studium teorii planowania urbanistycznego w ujęciu związanym z tematyką badania, dokonuje selekcji istotnych czynników tworzących przestrzeń zurbanizowaną, a także determinujących jej jakość, ustala w kontekście teorii kryteria oceny tej jakości, kolejno opisuje wybrane, uznane przez autora za najważniejsze, narzędzia analityczne odpowiednie do zastosowania w przyjętej konwencji wywodu. To początkowe studium pozwoliło stwierdzić niedostatek analiz nakierowanych na zrozumienie rozwoju w kontekście uwarunkowań lokalnych, obecny także w rozwiązaniach projektowych. Równocześnie cytowane źródła formowały jednak obraz funkcjonowania struktur urbanistycznych wystarczający jako podstawa do sformułowania hipotez, założeń i celów

przedstawionej w rozprawie analizie. W literaturze wielokrotnie przywoływany był problem rozlewania się miast wraz z szeregiem konsekwencji i przyczyn takiego procesu⁵⁸⁹⁵⁹⁰. W oparciu o studium kontekstu wybranym w pracy sposobem przeciwdziałania negatywnym skutkom takiego modelu suburbanizacji, wśród wielu innych dostępnych metod, jest dążenie do wytworzenia racjonalnego procesu decyzyjnego, na podstawie którego możliwości rozwojowe obszarów przeznaczonych na zabudowę mieszkaniową jednorodziną zapewnia się w sposób świadomy i odpowiedzialny. Oznacza to wybór takich terenów i przygotowanie takich projektów, które rokuje możliwość harmonijnego powiązania z istniejącą strukturą urbanistyczną lub pozwalają wytworzyć autonomiczny, zwarty i efektywny model zabudowy, o wysokim stopniu wykorzystania potencjału, czyli efektywne wykorzystanie infrastruktury drogowej, podziemnej, wykształcenie kompletnej zabudowy budującej minimalną akceptowaną namiastkę znaczenia miejsca (osiedla). Niestety, studium literatury wskazuje na liczne problemy rozwoju obszarów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej w obrębie aglomeracji, w tym rozlewanie się miast, niską jakość zamieszkania i niekontrolowaną urbanizację. Potwierdza to także kolejny czwarty rozdział poświęcony przedmiotowi badania, zabudowie mieszkaniowej jednorodzinnej, ukazując studia przypadku i dane statystyczne lokalne i ponadlokalne. Oprócz diagnozy problemów, etap ten ma szczególne znaczenie dla interpretacji późniejszych wyników, ich zasięgu i możliwości zastosowania w praktyce projektowej. Następne rozdziały skoncentrowane są już bezpośrednio na obranej koncepcji badania i jego późniejszego zastosowania, począwszy od ukazania struktury metodycznej, poprzez opis badania objaśniającego, aż po zastosowanie w projektowaniu urbanistycznym.

W samym badaniu objaśniającym uwzględnione zostały 72 obszary ukazane na mapie na rysunku nr 90, wszystkie objęte pierwszym miejscowym planem zagospodarowania przestrzennego w latach 1993-2007. Dokonany został ich szczegółowy pomiar pod względem ich rozwoju w czasie oraz uwarunkowań w momencie wprowadzenia planu miejscowego według kryteriów i metodami opisanymi w rozdziale 5. Taka konwencja badania pozwala na jego pełną sprawdzalność i powtarzalność. Ogólna ocena pomiarów pozwoliła zaobserwować problemy poruszane w literaturze, analizowane we wcześniejszych etapach pracy. Średnia wartość zmiennej zależnej obrazującej rozwój w badanych obszarach w ciągu 10 lat to około 35%, co oznacza, że przy pełnym wykorzystaniu obszarów do osiedlenia takiej liczby osób wystarczyłaby w przybliżeniu jedna trzecia przewidzianego obszaru, co potęguje zjawisko rozlewania się miast. W większości obszarów dominował chaos przestrzenny i niska jakość zamieszkania objawiająca się w braku utwardzonych dróg, elementów małej architektury, oświetlenia, dostępu do usług i wystarczającej infrastruktury, w szczególności braku kanalizacji. Na zebranych danych, po ich ocenie przeprowadzone zostało szczegółowe badanie regresji. Podstawową techniką była regresja wieloraka, dla której wykonane zostały testy, w tym oceniające spełnienie ogólnych założeń modelu regresji, co opisane jest w podrozdziale 5.4 oraz zweryfikowane zostały zjawiska ściśle związane z analizami przestrzennymi, mogące negatywnie

⁵⁸⁹ Bruegmann, R.: 2005, *Sprawl. A Compact History*, The University of Chicago Press, Chicago.

⁵⁹⁰ Kolb, D.: 2010, *Sprawling Places*, University of Georgia Press, Athens, 978-0-8203-2989-5. Także wersja elektroniczna, <http://www.dkolb.org/sprawlingplaces/index.html#>, dostęp w dniu 11.06.2018.

wpłynąć na wynik badania, w tym heterogeniczność i autokorelacja przestrzenna oraz heterogeniczność okresów czasowych. Zasadniczo testy wskazują na skuteczność przeprowadzonego badania. Ponadto przeprowadzone zostały porównawcze badania z wykorzystaniem sztucznych sieci neuronowych zamieszczone w rozdziale 6 potwierdzające badanie regresji wielorakiej i wskazujące, że zjawisko rozwoju obszarów mieszkaniowych objętych planami miejscowymi udało się wyjaśnić w znacznym stopniu, który szacować można na około 80% i uznać ten wynik za zadowalający zarówno na poziomie diagnozowania zjawisk indywidualnych jak ukształtowania uniwersalnego modelu.

Po weryfikacji i stwierdzeniu skuteczności modelu możliwe jest podsumowanie szczegółowych ustaleń w ramach objaśnienia zależności. Wyniki badania ewidentnie wskazują, że dokładność rośnie wraz z upływem czasu od objęcia obszaru planem miejscowym w przedziale 5 do 15 lat. Po pierwszym interwale (5 lat) wyniki są na tyle niedokładne, że wykorzystywanie tego równania regresji zostało w pracy odrzucone. Wartość skorygowanego współczynnika R^2 w modelu uwzględniającym zmienne niezależne o istotności statystycznej na poziomie 95% wynosiła 0,504. Wykorzystanie takiego modelu lub wnioskowanie na jego podstawie obarczone jest stosunkowo dużym błędem. Dla porównania skorygowane R^2 dla modelu interwału 10 lat wynosi 0,809, a dla trzeciego (15 lat) 0,811. Pozostałe miary dopasowania przedstawione zostały w rozdziale 6 wraz z opisem pozostałych testów.

Co więcej, możliwe było objaśnienie, w jaki sposób czynniki lokalne warunkują rozwój. Zestawienie standaryzowanych współczynników równania regresji pozwala oszacować wagę poszczególnych uwarunkowań w kształtowaniu tempa rozwoju. Dla relatywnego stopnia rozwoju w odstępnie 5 lat są one przedstawione w tabeli 43, dla 10 lat w tabeli 47, dla 15 lat w tabeli 55. Najbardziej zwięzłym podsumowaniem objaśnienia zależności przy pomocy analizy regresji jest rysunek 78, który przedstawia wykres słupowy dla 5, 10 i 15 lat.

Jego interpretacja pozwala stwierdzić, że najsilniej negatywnie na przewidywany relatywny stopień rozwoju wpływają uciążliwości występujące w pobliżu, przede wszystkim: sąsiedztwo przemysłu, szczególnie o silnej emisji zapachu i hałasu, tory kolejowe oraz ruchliwe drogi. Druga pod względem ujemnego wpływu jest wzrastająca odległość dojazdu od centrum aglomeracji, a tuż za nią wielkość areału mieszkaniowego wyznaczonego w miejscowych planach zagospodarowania przestrzennego mierzony metodą opisaną w rozdziale 5. Im większy jest ten obszar, tym wolniejszy rozwój. Zmienna ta pozwala oszacować pewną bardziej złożoną zależność. Duża dostępność zasobów mieszkaniowych i działek pod zabudowę w danej lokalizacji sprawia, że powstaje zabudowa o niskiej gęstości. Dostrzeżono to także w pracy Irwina i Bockstaela⁵⁹¹, gdzie dowodzone jest powolne rozwijanie się już istniejących centrów zabudowy mieszkaniowej w obszarze suburbanizacji i ciągle powstawanie nowych osiedli w miejscach odległych od zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej. Pozwala to wnioskować, że zbyt duża liczba działek budowlanych przewidzianych w planach miejscowych zaowocować może niską gęstością zabudowy i niewykorzystaniem całej przestrzeni, co wzmacnia zjawisko rozlewania się miast. Zjawisko to jest także związane z ostatnim z negatywnych

⁵⁹¹ Op. cit. Irwin, E., G. I Bockstael, N., E.: 2007, The evolution of urban sprawl: Evidence of spatial heterogeneity and increasing land fragmentation, s. 20672–20677

czynników wykazanych w badaniu: odsetkiem zabudowy szeregowej. Im większy jest ten odsetek, tym wolniejszy rozwój.

Pod względem pozytywnego wpływu na stopień rozwoju przoduje zmienna o nazwie infrastruktura techniczna, która opisuje stan uzbrojenia terenu oraz utwardzenie dróg. Co znamienne, wpływ tych czynników maleje wraz z upływem lat, największy jest w ciągu pierwszych 5 lat, mniejszy dla przedziału 6-10 lat, a najmniejszy dla przedziału 11-15 lat. Zupełnie przeciwnie na osi czasu kształtuje się wpływ dostępu do strategicznych usług i obiektów, który jako zmienna złożona uwzględnia dostępność wybranych obiektów użyteczności publicznej, w tym sportu i rekreacji, odległych odpowiednio o 500, 1000 i 2500 metrów. To pozytywne oddziaływanie, determinujące położenie w sąsiedztwie większego ośrodka, wsi lub miasta, rośnie wraz z upływem czasu od uchwały, jest więc scalającym przestrzeń czynnikiem perspektywicznym. Badanie regresji pozwoliło także wykazać silnie pozytywny wpływ dostępu do zasobów przyrodniczych. W odstępnie 10 lat jest on nawet silniejszy niż dostępność strategicznych usług i obiektów. W ramach tej zmiennej złożonej liczony jest dostęp do lasu otwartego, rzeki, jeziora, zieleni publicznej (bez rozróżniania poszczególnych rodzajów, jako kategoria weryfikowana logicznie), a ponadto projektowany i istniejący układ zieleni na obszarze opracowania. Sposób pomiaru odpowiednich zmiennych przedstawiony jest w rozdziale 5, przy czym prawidłowe skale zmiennych złożonych i sposób ich wyznaczania oparty jest o tabele: 16, 17, 18 i 19. Przykłady wykorzystania przedstawione są natomiast w rozdziale 7.

Następną ważną cechą modelu jest jego jednorodność w ujętym w badaniu obszarze. Rozprawa stawiała hipotezy dotyczące znaczącego zróżnicowania w poszczególnych gminach lub w zależności od roku, w którym uchwała weszła w życie. Wyniki wskazują jednak, że model jest stały we wszystkich rozważanych gminach i okresach. Przedstawiona analiza pozwala przede wszystkim wnioskować, że rozwój oceniany może być w oparciu o uwarunkowania lokalne, gdyż w ramach podziału na gminy nie została wykazana heterogeniczność przestrzenna, która oznaczałaby znaczne przestrzenne zróżnicowanie rozwoju nie wynikające z cech dotyczących danej lokalizacji, wyszczególnionych w ramach zmiennych niezależnych. Podobnie w zaproponowanym sposobie pomiaru rozwoju w odstępnie 5, 10 i 15 lat od wejścia w życie MPZP nie została wykazana heterogeniczność związana z rokiem powstania planu, która oznaczałaby znaczne różnice w rozwoju planów w zależności od roku uchwały. W ujęciu czasu nie zostały odnalezione także wyraźne tendencje oznaczające wzrost lub spadek tempa rozwoju. W konsekwencji, pomimo ukierunkowanych badań nie została wykazana zmienność modelu w czasie objętym badaniem, zatem z dużym prawdopodobieństwem można przyjąć, że jest on niezmienny w badanym zakresie. Wśród odnalezionych tendencji przestrzennych warunkujących rozwój zwrócić należy uwagę na przedstawione w rozdziałach 6 i 7 różnice w strukturze osadnictwa. Tworzą one obraz suburbanizacji na terenie aglomeracji poznańskiej. Obszary znajdujące się poza większymi ośrodkami, szczególnie w gminach bardziej odległych od Poznania, rozwijają się znacznie wolniej, niż wskazywałoby na to równanie regresji, natomiast bliżej miasta Poznania powstaje i rozwija się wiele osiedli całkowicie oderwanych od jakichkolwiek osad, bez dostępu do wyszczególnionych w badaniu obiektów

usługowych w dystansie 2,5 km. Pozwala to częściowo na wnioskowanie co do struktury suburbanizacji, w ramach której zasiedlane są obszary oderwane od struktur zabudowy.

Finalny etap rozprawy związany jest z koncepcją wykorzystania modelu w projektowaniu urbanistycznym. Bazuje on na interpretacji wyników badania regresji w kontekście badań z wykorzystaniem innych metod, w tym metody symulacji, opisu jakościowego, studium literatury i studiów przypadku. Podłoże teoretyczne koncepcji wykorzystania modelu w projektowaniu odnosi się do rozdziału 2, jako studium literatury, a przedstawione jest w rozdziale 7, w ramach którego opisane zostały trzy studia przypadków projektowania wspomaganego autorską analizą.

Przedstawione na studiach przypadku, w omawianej części zastosowania modelu w projektowaniu urbanistycznym podzielić można na dwie grupy. Pierwsza, najistotniejsza, dotyczy bezpośrednio kształtowania rozwiązań urbanistycznych w ramach procesu projektowego. Dokonuje się poprzez ciągłą ewaluację skutków decyzji projektowych w ujęciu spełnienia założonego, minimalnego stopnia rozwoju, a co za tym idzie efektywność przedsięwzięcia. Drugi natomiast dotyczy kształtowania polityki przestrzennej w większej skali. W pierwszym zakresie wykorzystanie analizy skłaniać może do podbudowanej parametrycznymi wynikami:

- rekonfiguracji rozlokowania funkcji,
- dostosowania projektowanych elementów infrastruktury technicznej i komunikacyjnej,
- decyzji o skali inwestycji publicznych na obszarze opracowania,
- wprowadzenia obiektów i funkcji zwiększających atrakcyjność,
- usunięcia uciążliwości,
- zastosowania buforów oddzielających obszar mieszkaniowy od uciążliwości
- zmniejszenia obszaru funkcji mieszkaniowej w danej lokalizacji.

Druga grupa to działania dotyczące współkształtowania polityki przestrzennej na wyższym, bardziej ogólnym szczeblu. Jest to przede wszystkim ocena zasadności decyzji planistycznych, w szczególności o lokalizacji zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej w danym obszarze. Wynik analizy regresji wskazywać może bezpośrednio, że taka decyzja jest zasadna lub bezzasadna w danym obszarze, a wskazanie potwierdzać wymiernymi argumentami, których wymowa wsparta jest pełną pulą przeanalizowanych przypadków konstruujących model analityczny. Zastosowana metoda daje też asumpt do współdziałania, a nawet zintegrowania z opracowaniami analitycznymi i kierunkowymi dotyczącymi polityki przestrzennej na szczeblu ponadlokalnym, a nawet regionalnym. Wydaje się to zasadne między innymi w ramach planowania przestrzennego w gminie, obszarze metropolitalnym i województwie, gdyż pozwala na diagnozę potencjału i problemów danej lokalizacji. To z kolei przekłada się na wiedzę o potrzebnych działaniach inwestycyjnych, ochronnych i rewitalizacyjnych w większej skali, także poza obszarem opracowania planów miejscowych. Ostatecznie zadaniem modelu jest także przedstawienie zestawienia informacji na temat projektu, zawierającego prognozę oraz wynikające z niej parametry dotyczące liczby budynków, osób, zużycia mediów itp.

W pracy pokazane zostało, że w skali kształtowania polityki przestrzennej gminy lub obszaru metropolitalnego, analiza z wykorzystaniem modelu skłaniać może do następujących działań:

- podjęcia decyzji o zasadności przeznaczenia obszaru na funkcje mieszkaniową,
- rekonfiguracji powiązań funkcjonalnych między obszarem analizy a obszarami zależnymi,
- koordynacji projektowanych elementów infrastruktury technicznej i komunikacyjnej,
- decyzji o przeprowadzeniu inwestycji publicznych poza obszarem opracowania,
- decyzji o rewitalizacji istniejących obiektów i funkcji zwiększających atrakcyjność lub wprowadzenia nowych poza obszarem planu,
- konieczności usunięcia uciążliwości poza obszarem planu,
- wprowadzenia powiązań elementów buforowych funkcjonujących w obszarze analizowanym i w jego otoczeniu,
- oraz ostatecznie do uwzględnienia skali faktycznego zapotrzebowania na funkcję mieszkaniową w danym szerzej pojętym obszarze wykraczającym poza granice opracowania (analizy lub planu) .

Są to podstawowe działania, które kierowane są przez analizę regresji. Możliwe jest jednak wyszukanie kolejnych propozycji, gdyż bardzo wiele decyzji projektowych wpływa na potencjalny rozwój zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej szacowanej przez model. Co więcej, w rozdziale 7 przedstawiona została siedmioetapowa koncepcja wykorzystania modelu w formie systematycznego procesu, który poszerza tę ewaluację o warstwę oceny jakościowej. Opis ten zawiera trzy przykłady zastosowania koncepcji, które ilustrują w sposób kompletny proces projektowy i wnioskowanie. W rozprawie opracowane zostały studia przypadku o przeciętnej wielkości, by w sposób bardziej czytelny ukazać zasadę wspomagania projektowania przez model autorski. Pierwszym z rozważanych przypadków było studium alternatywnego rozwoju obszaru objętego w przeszłości planem miejscowym. W projekcie tym zaproponowano dwa nowe warianty wykorzystujące reguły ustalone w rozprawie, przy czym jeden z wariantowych modeli indukowany był w pełni poprzez wspomaganie projektowania modelem regresji. Otrzymany rezultat zapewniał, oprócz wyższego stopnia rozwoju, także wyższą jakość zamieszkania, gdyż odcinał obszar od uciążliwości, a zakładał przy tym liczbę działek budowlanych korespondującą z przewidywanym popytem. Świadomość liczby działek pozwoliła uformować przestrzeń zgodnie z wybranymi zasadami kompozycji odpowiedzialnej za ład przestrzenny. W dwóch pozostałych przypadkach teoretyczny projekt realizowany był w obszarach przewidzianych do objęcia planami miejscowymi. W tych studiach zaproponowane zostały warianty powstałe w procesie projektowym, który kierowany był przez wyniki badania modelem regresji. Przy uwzględnieniu przewidywanej liczby budynków oraz uwarunkowań obszaru zaprojektowane zostały rozwiązania zarówno atrakcyjne pod względem zamieszkania, jak również chroniące lokalne wartości, w tym przyrodnicze i krajobrazowe. Co więcej, zawarte w owych scenariuszach rozwoju zestawienia i analizy stanowiły argument za wprowadzeniem lepiej dopasowanego programu funkcjonalnego, przemyślanych układów kompozycyjnych i rzadko figurujących w opracowaniach planów miejscowych (w obszarach podmiejskich) terenów zieleni.

Łącznie stwierdzić można, że przedstawione w pracy studia przypadku ukazują możliwość skutecznego wspomaganie procesu projektowego poprzez wykorzystanie przygotowanego modelu regresji wraz z koncepcją jego wykorzystania.

8.2. Wkład autorski w badanie

W podsumowaniu pracy warto podkreślić, co stanowi autorski wkład w prowadzone badania, a co jest zastosowaniem technik znanych. Przede wszystkim zawarte w rozdziale 3 studium literatury na temat wspomaganie procesu projektowego w planowaniu przestrzennym i analiz urbanistycznych ukazuje jak odmienne jest studium zawarte w rozprawie od powszechnie stosowanych badań. Przede wszystkim analizy urbanistyczne oparte o model regresji nie są wykorzystywane w skali projektu zabudowy mieszkaniowej na obszarze charakterystycznym dla miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego, to znaczy przeważnie mniejszym niż 100 hektarów. Możliwe, że istnieją podobne badania, jednakże pomimo usilnych prób nie zostały one odnalezione w literaturze i nie znajduje się także w rozległych opracowaniach ukazujących taksonomię, w tym Triantakonstantisa i Mountrakisa⁵⁹². Pokazuje to, że taka formuła badania nie jest dostatecznie opracowana.

Ta konieczność projektowania zupełnie nowego badania, chociaż w oparciu o ugruntowane w matematyce techniki, spowodowało potrzebę opracowania autorskich sposobów pomiaru, klasyfikacji i definiowania danych przestrzennych. Zagadnienie formułowania zmiennych jest szczególnie istotne w autorskim opracowaniu, gdyż opis sytuacji przestrzennej w przyjętej skali okazał się niezwykle złożony i wieloaspektowy. Niektóre elementy oceny, takiej jak na przykład zasoby przyrodnicze, okazały się skomplikowanym obrazem składającym z wielu prostych elementów. W tym wypadku znowu studium literatury dotyczące analizy statystycznej w planowaniu przestrzennym pozwoliło ustalić, że dla obrazowania złożonych zależności niezwykle skuteczną techniką są sztuczne sieci neuronowe. To połączenie techniki sztucznych sieci neuronowych do zdefiniowania zmiennych z regresją wieloraką wykorzystaną do ogólnego badania jest podejściem wprowadzonym w pracy.

Równie ważnym elementem autorskiego wkładu w studium jest bezpośrednie połączenie analizy urbanistycznej z koncepcją wdrożenia uzyskanego modelu w projektowaniu, co ukazane zostało na studiach przypadku. W większości prac cytowanych w rozdziale 3 przedstawiona w nich analiza regresji stanowiła osobne studium, które ukazywało uzyskane informacje jako podsumowanie badania. Niektóre z opisanych prac robiły kolejny krok i wyprowadzały wnioski z badania, głównie dotyczące prognozy no przyszłość, ukazując przy tym zagrożenia i perspektywy rozwoju. Równocześnie żadna z przytoczonych prac nie łączyła w sobie analizy regresji z kompletnym rozwiązaniem projektowym. Oznacza to, że studia te kończyły się na etapie diagnozy, nie przedstawiając kompleksowych rozwiązań, co w opinii autora stanowi tylko częściowe wykorzystanie potencjału metod analitycznych. W rozprawie uzyskany model służy do wstępnej diagnozy, a następnie do ciągłej ewaluacji i wspomaganie procesu projektowego, w którym to cyklu prezentowane jest kompletne rozwiązanie wraz z holistycznym opracowaniem prognostycznym.

⁵⁹² Op. cit. Triantakonstantis, D. i Mountrakis, G.: 2012, *Urban Growth Prediction: A Review of Computational Models and Human Perceptions*, s, 555-587.

Z drugiej strony założeniem pracy było jej ściśle osadzenie w dorobku metod, technik i narzędzi służących do analizy statystycznej, w szczególności technik regresji. Podejście takie kierowane było chęcią zachowania rzetelności i pełnego wykorzystania niezwykle rozwiniętej metodologii badań korelacyjnych. Wykorzystanie metod matematycznych do badań w innej dyscyplinie narzucało ścisły aparat badawczy, który należy stosować w sposób kompletny i świadomy. Jest to element zaczerpnięty z matematyki i wprowadzony na niezagospodarowane do tej pory pole wspomaganie projektowania urbanistycznego, zatem w tym obszarze ze strony autora nie było ingerencji w metodologię, strukturę i interpretację założeń oraz testów, ani wzorów matematycznych, które były cytowane i wykorzystane w pracy w niezmienionej formie. Działanie takie jest w pełni świadome ze strony autora i ugruntowane w przytaczanej literaturze w innych dyscyplinach naukowych, począwszy od medycyny, poprzez ekonomię, a kończąc na naukach społecznych.

8.3. Wnioski

Przy omówieniu najważniejszych wniosków należy zwrócić uwagę na dwa podstawowe cele modelu regresji osiągnięte w rozprawie. Są to: objaśnienie, w jaki sposób lokalne uwarunkowania determinują rozwój oraz przedstawienie, w jaki sposób uzyskany model może być wykorzystany w praktyce projektowej. Łącznie te dwa podstawowe cele zostały zrealizowane w pracy, co pozwala potwierdzić tezę rozprawy z podrozdziału 1.4:

Autorski model analityczny wykorzystujący metodę regresji, w tym regresję wieloraką, potwierdził zdolność objaśniania z założoną dokładnością wpływu istotnych czynników warunkujących rozwój zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej i w związku z tym może być efektywnie wykorzystany w projektowaniu urbanistycznym.

Oznacza to, że wątek urbanistyczny uwidoczniiony w procesach kształtowania harmonijnej przestrzeni, a wymagający wsparcia na etapie decyzyjnym, programowym i projektowym może być znacznie sprawniej realizowany, gdy wykorzystane metody analityczne spełniają funkcję wielostronnego narzędzia badawczego.

Pierwszy z wniosków dotyczących jednego z celów podstawowych, samego badania objaśniającego jest taki, że uzyskana dokładność, zgodnie z przewidywaniami jest wysoka, ale nie jest i nie może być całkowita, co jest naturalne przy badaniach korelacyjnych dotyczących zjawisk społecznych. Ta różnica pomiędzy rzeczywistymi pomiarami a wartością szacowaną, nosząca nazwę reszty równania regresji, zawiera w sobie uwarunkowania rozwoju nie uchwycone w modelu, a także inne nieprzewidywalne czynniki działające indywidualnie lub w wyniku skumulowanego oddziaływania. Do pewnego stopnia ulepszanie modelu może być przedmiotem dalszych badań, jednakże założyć można, że model, który pozwala na predykcję ze stuprocentową dokładnością nie jest możliwy do wypracowania na polu urbanistyki. Wpływ na rozwój mają także decyzje indywidualnych użytkowników terenu, niezwiązane ściśle z cechami danej lokalizacji, między innymi sytuacja finansowa właściciela gruntu lub jego model biznesowy. Równocześnie zamieszczona w rozdziale szóstym analiza rozkładu reszt pokazuje jej normalny rozkład, homoskedastyczność oraz brak

autokorelacji. Przeciwny rezultat testów weryfikujących powyższe cechy wskazywałby na pominięcie w modelu istotnej zmiennej, natomiast w takim przypadku bezpieczne jest stwierdzenie, że owa różnica wynika ze składnika losowego. W tym kontekście, po rozważeniu wyników z rozdziału 6, stwierdzić można, że uzyskany model jest skuteczny, wystarczający i pozwala zarówno na objaśnienie, jak również wykorzystanie w praktyce projektowej.

Stworzenie modelu objaśniającego stopień rozwoju obszaru mieszkaniowego w przyjętym okresie od momentu uchwalenia MPZP w oparciu o zmienne niezależne związane z uwarunkowaniami danej lokalizacji oprócz zbadania i ukazania owych zależności pozwala na bezpośrednie i stosunkowo wygodne zastosowanie w projektowaniu. Równanie regresji ma prostą formę, która zarówno pozwala na szybkie wykorzystanie, jak i na czytelne zilustrowanie zależności, w tym wpływu określonego rozwiązania na szacowaną zmienną zależną. Działanie takie pozwala, w oparciu o badania przeprowadzone na puli rozwiązań z obszaru aglomeracji poznańskiej, na porównanie określonych wariantów rozwoju, a znajomość studiów przypadku zamieszczonych w rozprawie pozwala także na oszacowanie skali możliwego błędu.

Dodatkowa możliwość rysująca się wskutek wdrożenia modelu omawianego w niniejszej rozprawie to wykorzystanie mechanizmów prognostycznych, a więc wykonanie prognozy dla terenu projektowanego planu miejscowego lub dla całego kontekstowego tła miejsca przewidzianego pod potencjalny rozwój osiedla. Elementy prognostyczne uwzględniają także istotny komponent projektowania urbanistycznego, rozważając nie tylko dane numeryczne, lecz dokonując statystycznej translacji jakości programowej i kompozycyjnej obszaru opracowania na waloryzujące przestrzeń wskaźniki, uwolnionej od subiektywizacji oceny konkretnego sposobu konceptualizowania przestrzeni zurbanizowanej. Naturalnie, badanie oparte jest o przykłady z określonego czasu i nie ma pewności, że przyszły rozwój przebiegać będzie w taki sam sposób. Praca zawiera jednak analizę tego zagadnienia zawartą w rozdziale 4, który opisuje i omawia dane statystyczne na temat budownictwa mieszkaniowego, a także rozważa ich zmienność w czasie. Ścisłym obszarem opracowania jest obszar metropolitalny Poznania, zatem pewne stwierdzenie analogicznego rozwoju innych aglomeracji wymaga dowodu w postaci badań. Jednakże w tym przypadku przytoczony rozdział 4 dokonuje oceny różnic w danych statystycznych dotyczących różnych obszarów, co łącznie tworzy solidny fundament pod ewentualną prognozę.

W rozprawie za bardziej istotny aspekt uznana jest jednak funkcja ewaluacyjna, która bez względu na skuteczność prognozy, nie będącej zasadniczą osią opisywanych dociekań, pozwala podejmować działania projektowe ukierunkowane na wyższy stopień rozwoju. Oprócz wymienionych już w podsumowaniu zjawisk rozlewania się miasta, niekontrolowanej urbanizacji i niskiej jakości zamieszkania, dążenie do wysokiego stopnia rozwoju jest ważne, ponieważ w większości badanych przypadków tereny objęte miejscowymi planami były w całości przekształcane i traciły dotychczasowe przeznaczenie związane z produkcją rolną lub ekosystemem naturalnym. Zależność tę ilustruje rysunek 5. W przytoczonych przykładach wykazano, że odpowiednie dopasowanie rozwiązań projektowych sterowane wynikami analiz pozwala zwiększyć szacowany relatywny stopień rozwoju

nawet dwukrotnie, zaedwie dzięki przeznaczeniu części obszaru na inną funkcję, wprowadzającą na przykład obiekty użyteczności publicznej, ale nawet zielen publiczną lub obiekty sportu i rekreacji. Analiza jest szczególnie istotna przy dużych obszarach (albo małych fragmentach składających się na większą całość – rozpatrywanych łącznie), w których występuje złożona sytuacja przestrzenna, w tym koegzystencja różnych funkcji i wynikające z niej uciążliwości. Podstawa do argumentacji może wpłynąć na cały proces projektowy, który, choćby wskutek uwarunkowań prawnych opisanych w rozprawie, nie jest zależny wyłącznie od projektanta, lecz także od innych decydentów. Analiza pozwala wówczas ocenić i uargumentować potencjalne korzyści płynące z inwestycji, a to daje podstawę oszacowania jej zasadności. Poza kształtowaniem rozwiązań określonego projektu urbanistycznego zastosowanie modelu może wspierać informacyjnie proces planowania przestrzennego, a nawet szerzej, realizowanie zadań z zakresu gospodarki przestrzennej dzięki temu, że określenie skali koniecznych inwestycji warunkujących pożądany rozwój obszaru jest jednym z precyzyjnie rozpoznawanych czynników. Uzyskany model regresji pozwala na jego efektywne wykorzystanie w projektowaniu urbanistycznym i planowaniu przestrzennym.

W wielkoobszarowych projektach konieczne jest podjęcie wielu decyzji, których rezultaty odczuwalne będą dopiero w przyszłości, a na etapie projektu możliwe jest wyłącznie szacowanie ich skutku. Co więcej w procesie projektowym i decyzyjnym uczestniczy, bądź jest nim zainteresowanych wiele osób, często bez kierunkowego wykształcenia i doświadczenia. W takiej sytuacji pełne zrozumienie skutków projektu nie dla każdego jest możliwe, co może powodować upór przy rozwiązaniach, które wydają się być dla niektórych zaangażowanych w proces korzystne, lecz w rzeczywistości spowodują zgubne skutki. W celu ich ukazania, oprócz doświadczenia i kompetencji pomocne jest narzędzie zbudowane na wymiernych, powtarzalnych i sprawdzalnych metodach naukowych, które ukazać może skutki działań w ujęciu liczbowym. W przedstawionych w pracy trzech projektach z wykorzystaniem modelu regresji szacowane parametry wynikowe wskazują, że tak skonstruowane rozwiązania byłyby korzystne zarówno dla właścicieli terenu, potencjalnych mieszkańców, jak i dla gminy. W rozważanych sytuacjach właściciele terenu zainteresowani byli sprzedażą działek pod inwestycje, a liczba zrealizowanych inwestycji zwiększyłaby się pomimo zmniejszenia łącznego areálu przeznaczonego na zabudowę mieszkaniową jednorodziną. W proponowanych projektach zostały zwiększone uwarunkowania korzystne, a zmniejszone lub wyeliminowane niekorzystne, co dla mieszkańców oznacza poprawę jakości zamieszkania. Zysk dla gminy, poza opłatą urbanistyczną, to przede wszystkim zmniejszenie rozproszenia zabudowy, co między innymi, zmniejsza koszty realizacji obowiązków dotyczących infrastruktury. Poza tymi grupami wspomnieć należy o korzyściach proponowanych rozwiązań dla ogółu społeczeństwa, które wynikają z przeciwdziałania opisanym w rozprawie negatywnym procesom suburbanizacji, w tym rozlewaniu się miast. Przykłady te wskazują, że proponowana koncepcja wykorzystania autorskiego modelu regresji do wspomagania procesu projektowego kieruje projekt w stronę zachowania zasad zrównoważonego rozwoju i, co więcej, udowadnia, że na takich rozwiązaniach zyskują wszyscy użytkownicy przestrzeni.

8.4. Perspektywy

8.4.1. Pozostałe pola zastosowania

Oprócz przedstawionych powyżej, opisanych szerzej w rozprawie zastosowań możliwe jest także wykorzystanie wyników oraz metodyki opisanej w pracy w innych obszarach. Pierwszy z nich to dydaktyka, w ramach której zarówno rezultaty, jak i samo wykorzystanie analiz stanowiąc mogą sposób na zdobywanie umiejętności z zakresu projektowania urbanistycznego. Wdrożenie prezentowanego modelu regresji w ramach ćwiczenia projektowego kształtować może warsztat i swobodę w budowaniu rozwiązań urbanistycznych odpowiadających spracowanym założeniom, a także metodyki stosowania analiz ilościowych i jakościowych. Metoda zawarta w pracy mogłaby być wykorzystana także do gromadzenia i systematyzacji wiedzy opartej o przetwarzanie danych ilościowych z różnych okresów i obszarów. Przedstawiona rozprawa zawiera przypadki z obszaru aglomeracji poznańskiej, ale w przyszłości badanie może być rozwinięte o analizy dotyczących innych rejonów. Przede wszystkim możliwe byłoby to w odniesieniu do badań korelacyjnych wykorzystujących te same techniki i dotyczących tego samego typu zabudowy. Równocześnie zebrane dane i informacje zawarte w rozprawie bezpośrednio lub w formie załączników stanowiąc mogą podstawę do prowadzenia dalszych, możliwe że zdecydowanie innych badań, a także porównania wyników pochodzących z innych rejonów świata.

8.4.2. Dalszy rozwój

Zagadnienie analiz rozwoju przestrzennego, jak zostało przedstawione w rozdziale 3, jest przedmiotem wielu opracowań, prac badawczych i studiów przypadku. Równocześnie jest to obszar na tyle rozległy, że odnalezienie pracy zawierającej studium analogiczne do tego przedstawionego w rozprawie jest niezwykle trudne i autor nie odnalazł takiego opracowania. Pozostawia to pole do dalszych badań, ale równocześnie dostarcza szeroką pulę rozwijanych w ramach dyscypliny narzędzi analitycznych. Pozostając w obszarze zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej, badania rozwoju rozważać można w różnych skalach, innych niż przyjęta w rozprawie skala miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego. Co więcej, możliwe jest stosowanie różnorodnych metod, także opisanych w rozprawie regresji hierarchicznej ważonej geograficznie i przełącznikowej oraz drzewa decyzyjnego, jak i analiz nieparametrycznych, w tym modelowania fraktalnego, geometrycznej ekstrapolacji rozwoju oraz metod mieszanych. Ostatecznie przy zgromadzeniu dostatecznie dużej wiedzy możliwe jest opracowywanie algorytmów opartych o model ekspercki. W przyjętej skali nie są przewidziane analizy dotyczące innych funkcji, takich jak przemysł wielkopowierzchniowy lub usługi, lecz przy zmianie skali także takie formy zabudowy podlegać mogą badaniu. Warto zwrócić uwagę, że w rozprawie prócz regresji wielorakiej wykorzystywane były także sztuczne sieci neuronowe, co ujawnia możliwość testowania i ewentualnego wyboru skuteczniejszej, lepiej spełniającej cele techniki. Oznacza to, że nawet pozostając przy skali i tematyce opracowania, wciąż możliwe jest poszukiwanie nowych metod i zmiennych. Jest to szczególnie istotne w analizach dla krótkiego odstępu czasu od uchwały, w szczególności 5 lat, gdyż pozostałe wyniki uznane zostały jako

satysfakcjonujące w ramach uzyskanych danych. Niemniej jednak istotną sprawą jest analiza kolejnych przypadków, zarówno w obszarze aglomeracji poznańskiej, jak również w innych regionach, co ostatecznie pozwolić może na szersze wykorzystanie modelu, także w zastosowaniach prognostycznych. Istotną barierą rozwoju jest niewystarczająca dostępność baz badanych, który to problem rozlegle został opisany w rozdziale 6. Zmusza on, przy chęci zachowania dokładności, do osobistych pomiarów, które znacznie utrudniają objęcie badaniami większej liczby przypadków. Dostępność ta jednak polepsza się z czasem, co stwarza dobre perspektywy dla dalszych badań. Rozwój przedstawionych badań związany jest z orientacją projektowania urbanistycznego w kierunku analiz ilościowych.

Bibliografia

- Albrechts, L.: 2004, Strategic (spatial) planning reexamined, *Environment and Planning B: Planning and Design* 31, s. 743 – 758.
- Albuquerque, P. i da Silva, A. R.: 2017, Geographically Weighted Logistic Regression Applied to Credit Scoring Models, *Revista Contabilidade & Finanças*, s. 98.
- Alexander Ch., Ishikawa, S., Silverstein, M., Jacobson, M., Fishdahl-King, I. and Angel, S.: 1977, *A Pattern Language*, Oxford University Press, ISBN: 978-0-19-501919-3, s. 10-40.
- Alexander, E. R. i Faludi, A.: 1989, Planning and plan implementation: notes on evaluation criteria, *Environment and Planning B: Planning and Design*, 16(2), February 1989, 127-140.
- Allen, J. i Lu, K.: 2003, Modeling and prediction of future urban growth in the Charleston region of South Carolina: a GIS-based integrated approach, *Conservation Ecology*, 2(8), Dostęp online: <https://www.ecologyandsociety.org/vol8/iss2/art2/inline.html>, dn. 06.12.2017.
- Almeida, C. M., Gleriani J. M., Castejon, E. F. I Soares-Filho B. S.: 2013, Using neural networks and cellular automata for modelling intra-urban land-use dynamics, *International Journal of Geographical Information Science*, 9(22), s. 943–963.
- Alperovich, G. i Deutsch, J.: 2001, An application of a switching regimes regression to the study of urban structure, *Papers in Regional Science*, 1(81), s. 83-97.
- Alter, R.: 2012, Compact City Policies, A Comparative Assessment, *OECD Green Growth Studies*, ISBN 978-92-64-16784-1, s. 27-45.
- Andrienko, G., Andrienko, N., Jankowski, P., Keim, D., Kraak, M. J., Maceachren, A. i Wrobel, S.: 2007, Geovisual analytics for spatial decision support: Setting the research agenda, *Geovisual Analytics for Spatial Decision Support*, 8(21), s. 840-850.
- Anselin, L., i Can, A.: 1986, Model Comparison and Model Validation Issues in Empirical Work on Urban Density Functions, *Geographical Analysis*, 3(18), s. 179–197.
- Anselin, L.: 1989, What is special about spatial data? Alternative perspectives on spatial data analysis, Symposium on Spatial Statistics, Past, Present and Future, NCGIA, Montecito, CA, s. 1-9.
- Arsanjani, J. J., Helbich, M. i Noronha Vaz, D.: 2013, Spatiotemporal simulation of urban growth patterns using agent-based modeling: The case of Tehran, *Cities* 32, s. 33–42.
- Ayrni, B.: 1979, Concepts and Techniques in Urban Analysis, *Croom Helm*, ISBN 0856648329, s 42-55.
- Aziz, K., Rahman, A., i Shamseldin, A.: 2016, Development of Artificial Intelligence Based Regional Flood Estimation Techniques for Eastern Australia, *Artificial Neural Network Modelling*, vol. 628, s. 307-323.
- Balcerak, K.: 2003, Walidacja modeli symulacyjnych - źródła postaw badawczych, *Prace Naukowe Instytutu Organizacji i Zarządzania Politechniki Wrocławskiej Wyd. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław*, s. 30-31.
- Barełkowski, R.: 2014, Strategies for identity of sustainable suburbs, red. N. Marchettini, C. A. Brebbia, R. Pulselli and S. Bastianoni, *The Sustainable City IX. Urban Regeneration and Sustainability*, WIT Transactions on Ecology and the Environment, Wessex Institute of Technology, WIT Press, Southampton & Boston, s. 667-679.
- Barełkowska, K. i Chlasta, L.: 2014 Suburban buffers as key areas in a sustainable city, red: C. A. Brebbia, R. Pulselli and S. Bastianoni, *The Sustainable City IX. Urban Regeneration and Sustainability*, WIT Transactions on Ecology and the Environment, Wessex Institute of Technology, WIT Press, Southampton & Boston, s. 686-687.
- Barełkowska, K., Barełkowski, R., Chlasta, L., Janusz, J. i Wardęski, Ł.: 2016, Czasoprzestrzeń miasta. Fast: rozpoznanie i planowanie dla zrównoważonego rozwoju, Time-space of the city. Fast: analysis and planning for susrainable development, *Przestrzeń i Forma* 25, s. 153-186.
- Barełkowski, R. i Wojtyra, B.: 2018, Programowanie sanacji przestrzeni wiejskiej. Autorskie mechanizmy na rzecz zrównoważonego kształtowania obszarów wiejskich, *Acta Universitatis Lodziensis, Folia Geographica Socio-Oeconomica*, 32, 31-49, <http://dx.doi.org/10.18778/1508-1117.32.02>, s. 34-35.
- Barełkowski, R., Wardęski, Ł., Wojtyra, B.: 2016, Metodologiczne i praktyczne aspekty oceny aktualności stadium i planów miejscowych na rzecz kreacji polityki przestrzennej, *Przestrzeń i Forma*, 28, s. 143-164.
- Barełkowski, R.: 2012, The edge of the [dis]order, *WIT Transactions on Ecology and The Environment*, Vol 155, s. 759-770.

- Barełkowski, R.: 2015, FAST Matrix: depicting the time-related aspect of urban development, *The Sustainable City X: Urban Regeneration and Sustainability*, WIT Press, red: C.A. Brebbia, W. F. Flores-Escobar, s. 3-10.
- Barredo, J., L., Kasanko, M., McCormick, N. i Lavalle, C.: 2003, Modelling dynamic spatial processes: simulation of urban future scenarios through cellular automata, *Landscape and Urban Planning*, 64, s. 145–160.
- Basse, R. M., Omrani, H., Charif, O., Gerber, P. i Bolis K.: 2014, Land use changes modelling using advanced methods: Cellular automata and artificial neural networks. The spatial and explicit representation of land cover dynamics at the cross-border region scale, *Applied Geography* 53, s. 160-171.
- Bazyl, M., Gruszczyński, M., Książek, M., Owczarczuk, M., Szulc, A., Wiśniowski, A. i Witkowski, B.: 2012, Makroekonometria, Modele i metody analizy danych indywidualnych, *redakcja naukowa M. Gruszczyński, wy. II, Wolters Kluwer Polska, Sp. z o.o., Warszawa*, ISBN: 978-83-264-3775-5, s. 38-39.
- Beim, M., Modrzewski, B.: 2013, Chaos przestrzenny i jego skutki, *Polski system planowania przestrzennego w liczbach, Rozwój Regionalny i Polityka Regionalna* 24, s. 10-12.
- Beim, M.: 2007, Modelowanie procesu suburbanizacji w aglomeracji poznańskiej z wykorzystaniem sztucznych sieci neuronowych i automatów komórkowych, *Zakład Ekonometrii Przestrzennej Instytut Geografii Społeczno-Ekonomicznej i Gospodarki Przestrzennej Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu*, praca doktorska, Rozprawa doktorska napisana pod kierunkiem Prof. UAM dr hab. Waldemara Ratajczaka, s. 16-18
- Bell, M., Dean, C., i Blake, M.: 2000, Forecasting the pattern of urban growth with PUP: a web-based model interfaced with GIS and 3D animation, *Computers, Environment and Urban Systems*, 6(24), s. 561.
- Bell, M., Jonathan, C. i Pullar, D.: 2012, Using a large scale urban model to test planning scenarios in the Brisbane-South East Queensland region, *Special Issue: Land use and urban form*, 4(4), 373-392.
- Bergmeir, C. i Benítez, J.: 2012, Neural Networks in R Using the Stuttgart Neural Network Simulator: RSNNS, *Journal of Statistical Software*, 7(46), s. 1 -26.
- Bhatta, B.: 2010, Analysis of Urban Growth and Sprawl from Remote Sensing Data, *Springer Heidelberg Dordrecht, New York*, ISBN 978-3-642-05298-9, s. 96.
- Bieda, A. i Brzozowski, Ł.: 2007, Analiza krakowskiego rynku nieruchomości gruntowych. *Geomatics and Environmental Engineering*, 1(4), s. 21-30.
- Bielska, A., Turek, A., Maciejewska, A. i Bożym, K.: 2015, Problematyka ochrony gruntów rolnych w procesie suburbanizacji, infrastruktura i ekologia terenów wiejskich, *Nr IV/1/2015, Polska Akademia Nauk, Oddział w Krakowie*, s. 1035–1045.
- Bitner, A.: 2007, Konstrukcja modelu regresji wielorakiej przy wycenie nieruchomości, *Acta Sci, Pol., Administratio Locutum*, 4(6), s. 62.
- Bitner, A.: 2011, Charakterystyczny kształt działek ewidencyjnych na terenach zurbanizowanych – analiza struktury morfologicznej miast, *Acta Sci. Pol., Geodesia et Descriptio Terrarum*, 1(10), s. 23-32.
- Bork, L. i Moller, S. V.: 2012, Housing price forecastability: A factor analysis, *CREATES research paper 2012-27, Real Estate Economics*, s. 2-8.
- Borkowski Z.H., 2011, *Metoda badania marginalności obszarów wiejskich*, „Barometr Regionalny”, 3 (25): 7–12.
- Borowiak., M.:2011, Wielopłaszczyznowość prawnej ochrony przyrody i jej wpływ na proces inwestycyjny, w N. Ratajczyk i D. Kopia (red.), *Prawo ochrony przyrody a procesy inwestycyjne, Towarzystwo Przyrodników Ziemi Łódzkiej, Łódź*, s. 21-31.
- Branny, J., Madeja, K., Będkowskiego, M., Serdenia, M., Sosińskiego, P i Luc, M.: 2012, Analiza zależności pomiędzy ceną a lokalizacją nieruchomości na przykładzie Krakowa, *Roczniki Geomatyki, Polskie Towarzystwo Informacji Przestrzennej, 2012 M Tom X M Zeszyt 4(54)*, s. 35.
- Brueckner, J.K. 2000, Urban sprawl: diagnosis and remedies, *International Regional Science Review*, 2(23), s. 160–171.
- Bruegmann, R.: 2005, *Sprawl. A Compact History*, The University of Chicago Press, Chicago.
- Brundtland, G., H.: 1987, Report of the World Commission on Environment and Development: "Our Common Future", Raport: *A/42/150. H7-18467 2999h (E)*, Oxford University Press, s. 11-30.
- Cerreta, M., i Mele, R.: 2012, A Landscape Complex Values Map: Integration among Soft Values and Hard Values in a Spatial Decision Support System, *ICCSA 2012, International Conference on Computational Science and Its Applications. Springer, Berlin, Heidelberg*, s. 653–669.
- Chądzyńska, E.: 2001, Model empiryczny badań preferencji mieszkańców – wybrane metody matematyczne, *Katedra Planowania Przestrzennego Wydziału Politechniki Wrocławskiej, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej*, s. 96-98
- Chlasta, L.: 2016, Educational buildings as part of sustainable urban planning, *Sustainable City XI / Editors: A. Galiano-Garrigos, University of Alicante, Spain C.A. Brebbia, Wessex Institute, UK, Transactions on Ecology and the Environment, WIT*, s. 79-91.

- Chmiel, J., Fijałkowska, A. i Łoś, H.: 2013, Przegląd możliwości wykorzystania analiz przestrzennych w realizacji wybranych zadań z zakresu zarządzania dla obszaru gminy, *Roczniki geomatyki, TOM XIII ZESZYT 1(63)*, s. 31-39.
- Chmielewski, J.: 1996, Teoria urbanistyki. Wybrane zagadnienia, *Oficyna wydawnicza politechniki warszawskiej*, ISBN: 83-86569-79-4, s. 127-128.
- Chojnacki, A., B.: 2006, Badania operacyjne przy niepełnej informacji, *Zeszyty Naukowe - Warszawska Wyższa Szkoła Informatyki. 1896-396X*, s. 26-30.
- Chrzanowska, M. i Drejerska, N.: 2016, Geograficznie ważona regresja jako narzędzie analizy poziomu rozwoju społeczno-gospodarczego na przykładzie regionów Unii Europejskiej, *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu* 427, s. 60.
- Churski, P.: 2018, Podejście zorientowane terytorialnie (place-based policy) – teoria i praktyka polityki regionalnej, *Rozwój Regionalny i Polityka Regionalna*, 41, s. 31-50.
- Ciszewska, A.: 2008, Zachowanie terenów cennych przyrodniczo w kształtowaniu struktury krajobrazu na poziomie miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego, *Problemy Ekologii Krajobrazu*, Tom 21, s. 239-250.
- Coutinho-Rodrigues, J., Simão, A. i Antunes, C., H.: 2011, A GIS-based multicriteria spatial decision support system for planning urban infrastructures, *Decision Support Systems* 51, s. 720-726.
- Curry, B., Morgan, P. i Silver M.: 2002, Neural networks and non-linear statistical methods: an application to the modelling of price-quality relationships, *Computers & Operations Research* 29, s. 951-969.
- Czarnecki, B.: 2011, Przejawy i konsekwencje depopulacji polskich miast. Zarys problemu, *ARCHITECTURAE et ARTIBUS - 4/2011*, s. 17-19.
- Dąbrowska-Milewska, G.: 2010 Urban planning standards as the means of rational land use in towns. *Technical Transactions*, 14(107), s. 18-19,
- Dąbrowska-Milewska, G.: 2010, Czy w Polsce potrzebne są krajowe standardy urbanistyczne dla terenów mieszkaniowych?, *Architecturae et Artibus*, 3. s. 14-16,
- Dear, M., J.: 1986, Postmodernism and planning, *Environment and Planning D; Society and Space*, 4(1986), s. 367-384.
- Delden, H., Seppelt, R., White, R. i Jakeman, A., J.: 2011, A methodology for the design and development of integrated models for policy support, *Environmental Modelling & Software* 26, s. 267-270.
- Densham, P. J.: 1991, Spatial decision support systems, *Geographical information systems, vol. 1*, s. 405-408
- Densham, P., J. i Goodchild M., F.: 1994, Research Initiative 6: *Spatial Decision Support Systems Closing Report*, National Center for Geographic Information and Analysis, s. 5-16.
- Dobson, A. J.: 1990, An Introduction to Generalized Linear Models, *Springer-Science+Business Media, B.V., Padstow, Cornwall*, ISBN 1-58488-165-8, s.22.
- Domański, R.: 2002, Gospodarka przestrzenna, *Wydawnictwo Naukowe PWN, Wydanie III*, ISBN: 83-01-13671-5, s. 11-13.
- Doszyń, M.: 2013, Zastosowanie metod ekonometrycznych Do badania heterogeniczności obiektów, *Studia i prace wydziału nauk ekonomicznych i zarządzania*, 31, s. 82-88.
- Downs, A.: 2005, Smart Growth Why We Discuss It More than We Do It, *Journal of the American Planning Association*, 4(71), s. 368.
- Draper, N. R. i Smith, H.: 1998, Applied Regression Analysis, *Third Edition, John Wiley*, ISBN 0-471-17082-8, NY, s. 15-47.
- Dubin, R., A: 1992, Spatial autocorrelation and neighborhood quality, *Regional Science and Urban Economics*, 22, 433-452.
- Dühr, S. i Müller, A.: 2012, The Role of Spatial Information in Strategic Spatial Planning, *Regional Studies*, 4(46), s. 423-424.
- Duhr, S., Colomb, C. i Nadin, V.: 2010, European Spatial Planning and Territorial Cooperation, *Routledge ISBN: 978-0-415-46774-2*, s. 71.
- Dunn, C., E. i McCall, M., K.: 2012, Geo-information tools for participatory spatial planning: Fulfilling the criteria for 'good' governance?, *GEOFORUM*, 1(43), s. 82-86.
- Edwards, A., T.: 2004, A criticism of the garden city movement, *Town Planning Review* 2(4), s. 1-3.
- Ellin, N.: 1996, Postmodern Urbanism, Princeton Architectural Press, NY, ISBN 1-56898-135, s. 22-60.
- Ellis, C.: 2002, The New Urbanism: Critiques and Rebuttals, *Journal of Urban Design*, 3(7), s. 261-291.
- Ellis, C.: 2015, Landscape Urbanism and New Urbanism: A View of the Debate, *Journal of Urban Design* 3(20), s. 303-307.
- Emiljan, T., Łuczak, M. i Kwiatkowski, K.: 2017, System gospodarowania przestrzenią gminy jako dobrem publicznym, Informacja o wynikach kontroli, *Departament Infrastruktury, Nr ewid. 193/2016/KIN., Najwyższa Izba Kontroli, Warszawa*, s. 36-40.

- Engelen, G., White, R. i Nijs, T.: 2003, Environment Explorer: Spatial Support System for the Integrated Assessment of Socio-Economic and Environmental Policies in the Netherlands, *Integrated Assessment*, 2(4), s. 97–105.
- Ewing, R., Pendall, R. i Chen, D.: 2003, Measuring Sprawl and Its Transportation Impacts, *Transportation Research Record*, 1831, 175-183.
- Feldstein, M., S.: 1971, The error of forecast in econometric models when the forecast-period exogenous variables are stochastic, *Econometrica*, 1(39), s. 55-60.
- Ficoń, K. i Krasnodębski, G.: 2014, Teoria badań operacyjnych jako narzędzie zarządzania optymalizacyjnego, *Czasopismo Logistyka*, 2(6), s. 622-629.
- Fine, T. L. 1999. Feedforward Neural Network Methodology, wyd. 3, *New York: Springer-Verlag*, ISBN 978-0-387-98745-3, s. 212-230.
- Fogel, A. i Fogel, P.: 2007, Możliwość wykorzystania europejskich wskaźników zrównoważonego rozwoju w planowaniu przestrzennym na szczeblu lokalnym, *M. Kistowski, B. Korwel-Lejkowska (red.). Waloryzacja Środowiska przyrodniczego w planowaniu przestrzennym*, Gdańsk. s. 129-131.
- Fogel, P.: 2007, Bazy danych gis w planowaniu przestrzennym na poziomie lokalnym, *Roczniki Geomatyki*, Tom V, 7, s. 40-45.
- Fogel, P.: 2013, Wspomaganie procesu tworzenia polityki przestrzennej w gminie poprzez wykorzystanie prostych analiz gis, *Acta Universitatis Lodzianensis. Folia Geographica Socio-Oeconomica* 14, 46-48.
- Fogel, P.: 2014, Wskaźniki zrównoważonego rozwoju przestrzennego miasta, *Materiały konferencyjne, Miasto idealne – miasto zrównoważone Planowanie przestrzenne terenów zurbanizowanych i jego wpływ na ograniczenie skutków zmian klimatu*, s. 1-7.
- Forrester, J. W., 1994, System Dynamics, Systems Thinking, and Soft OR, *System Dynamics Review Summer*, 2(10), s. 3-12.
- Foryś, I.: 2010, Przesłanki demograficzne potrzeb mieszkaniowych i ich wpływ na przyszłość rynku mieszkaniowego w Polsce, *Świat Nieruchomości*, 2(72), s. 28-35.
- Gajzler, M., Dziadosz, A. i Szymański, P.: 2010, Problemy wyboru metody wspomagającej podejmowanie decyzji w budownictwie, *Czasopismo techniczne, Wydawnictwo politechniki Krakowskiej*, 1-B, zeszyt 2, Rok 107, s. 72-77.
- Gawroński, H.: 2012, Instrumenty planowania przestrzennego w zarządzaniu strategicznym jednostkami terytorialnym, *Studia i Materiały. Miscellanea Oeconomicae* 2(16), s. 103-105.
- Geertman, S. i Stillwell, J.: 2004, Planning support systems: an inventory of current practice, *Computers, Environment and Urban Systems* 28, s. 291–293.
- Gillette, H.: 2010, Civitas by design: building better communities, from the garden city to the new urbanism, *University of Pennsylvania Press*, ISBN 9780812222227, s. 15-18.
- Gnat, S.: 2011, Suburbanizacja szczecina i jej demograficzne efekty w latach 1995-2010, *Studia i Materiały Towarzystwa Naukowego Nieruchomości*, 3(20), s. 129-130.
- Gonga, J., Chen, W., Liuc, Y. i Wang, J.: 2014, The intensity change of urban development land: Implications for the city master plan of Guangzhou, China, *Land Use Policy* 40, s. 91–100.
- Goodspeed, R.: 2015, Sketching and learning: A planning support system field study, *Environment and Planning B: Planning and Design* 0(0), s. 1–20.
- Gorroochurn, P.: 2016, Classic Topics on the History of Modern Mathematical Statistics, From Laplace to More Recent Times, *John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey*, ISBN: 978-1-119-12794-9, s. 428-430.
- Grekousis, G., Manetos, P. I Photis, Y., N.: 2013, Modeling urban evolution using neural networks, fuzzy logic and GIS: The case of the Athens metropolitan area, *Cities* 30, s. 193–203.
- Groat, L. i Wang, D.: 2002, Architectural Research Methods, *John Wiley & Sons*, ISBN 0-471-33365-4, s. 85-96
- Guilford, J. P.: 1954, Psychometric Methods (2nd ed.), *New York: McGraw-Hill*, ISBN 0070993394, s. 482-483.
- Hajduk, A.: 2007, Weryfikacja modelu regresji wielorakiej na przykładzie nieruchomości rekreacyjnej gmin: Gródek nad Dunajcem i Lososina Dolna, *Geomatics and environmental engineering*, 1(1), s. 59-60.
- Hall, K. B. i Porterfield, G. A.: 2001, Community by Design New urbanism for suburbs and small communities, *The McGraw-Hill Companies*, ISBN: 0-07-141794-X, s. 250-275.
- Hana J., Hayashi, Y., Cao X. i Imuraa H.: 2009, Application of an integrated system dynamics and cellular automata model for urban growth assessment: A case study of Shanghai, China, *Landscape and Urban Planning*, 91, s. 133–141.
- Hanzl, M.: 2008, Technologie informacyjne jako narzędzie udziału społecznego w kształtowaniu przestrzeni, *Roczniki Geomatyki* 3(4), *Polskie Towarzystwo Informatyki Przestrzennej*, s. 88-83.
- Harrell, F., E.: Regression Modeling Strategies, *Springer Series in Statistics*, ISBN 978-3-319-19424-0, Nashville, TN, USA, s. 8-16.
- Hassan, A.M. i Lee, H.: 2014, The paradox of the sustainable city: definitions and examples, *Environment, Development and Sustainability* 6(17), s. 1267–1285.

- Haughton, G., Allmendinger, P., Counsell, D. i Vigar G.: 2010, *The New Spatial Planning: Territorial management with soft spaces and fuzzy boundaries*, Routledge, ISBN 0-203-86442-5, s. 34-37.
- Hausner, J.: 2001, Modele polityki regionalnej w Polsce, *Studia Regionalne i Lokalne* 1(5), s. 8-11.
- Hawkings, M.: 2004, The Problem of Overfitting, *J. Chem. Inf. Comput. Sci.*, 44, s. 1-12
- Hedges, L. V.: 1987, How hard is hard science, how soft is softscience? The empirical cumulativeness of research, *American Psychologist*, 5(42), s. 453-455.
- Hegde, N. P., Muralikrishna, I. V., Chalapatirao, K. V.: 2008, Settlement growth prediction using neural network and cellular automata, *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 4(5), s. 419-428.
- Hejmanowska, B.: 2006, Wspomaganie decyzji z wykorzystaniem narzędzi gis – ryzyko związane z dokładnością danych źródłowych, *Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji*, 16, s. 197-201.
- Hełdak, M.: 2006, Miejscowy plan zagospodarowania Przestrzennego jako stymulator rozwoju, Gospodarczego gminy na przykładzie MPZP Oława przemysł, *Acta Sci. Pol., Administratio Locorum* 1-2(5), s. 26-29.
- Hełdak, M.: 2010, Rozwój przestrzenny zabudowy w strefie dużych miast, *Acta Sci. Pol., Administratio Locorum* 1(9), s. 37-46.
- Hoyer, R.W. i Chang, H.: 2017, Development of Future Land Cover Change Scenarios in the Metropolitan Fringe, Oregon, U.S., with Stakeholder Involvement., *Apple Academic Press Inc.*, red: Etingoff, K. ISBN: 13: 978-1-77188-485-3, s. 192-199.
- Idczak, P.: 2016, Peryurbanizacja w Poznańskim Obszarze Metropolitalnym, *Studia i Prace WNEiZ US*, 2(46), s. 244-253.
- Jacobs S., Dyson, B., Shuster, W. i Stockton, T.: 2017, A Structured Decision Approach for Integrating and Analyzing Community Perspectives, *Re- Use Planning of Vacant Properties in Cleveland, Ohio.*, *Apple Academic Press Inc.*, red: Etingoff, K. ISBN: 13: 978-1-77188-485-3, s. 163-169
- Jacobs, J.: 1961, The Death and Life of Great American Cities, *Random House INC, NY*, ISBN 067974195X, s. 30-60.
- Janc, K.: 2006: Zjawisko autokorelacji przestrzennej na przykładzie statystyki Morana oraz lokalnych wskaźników zależności przestrzennej (LISA) – wybrane zagadnienia metodyczne, red. Komornicki T., Podgórski Z., *Idee i praktyczny uniwersalizm geografii, Dokumentacja Geograficzna nr 33*, s. 76-83.
- Janes, G.M. i Kwartler, M.: 2008, Communities in control developing local models using community viz (Chapter 8), *Planning Support Systems for Cities and Regions*, red. R.K. Brail, Lincoln Institute of Land Policy: Cambridge, s. 168–180.
- Janssen, P. i Kaushik, V.: 2014, Plot packing, A procedure for generating well-formed street networks, red. N. Gu, S. Watanabe, H. Erhan, M. Hank Haeusler, W. Huang, R. Sosa, *Rethinking Comprehensive Design: Speculative Counterculture, Proceedings of the 19th International Conference on ComputerAided Architectural Design Research in Asia CAADRIA 2014*, s. 533–542.
- Janusz, J. i Wardęski, Ł.: 2014, FAST: instant verification of the results of planning decisions, *The Sustainable City IX*, red: N. Marchettini, C.A. Brebbia, R. Pulselli, S. Bastianoni, Wessex Institute, UK, ISBN: 978-1-84564-820-6, s. 691-700.
- Janusz, J.: 2014, Model symulacyjny jako prognoza rozwoju zagospodarowania z zachowaniem ładu przestrzennego. Przestrzeń jako laboratorium. *Perspektywy, studia, interwencje*. Red.: Robert Barełkowski, Wydawnictwo Exemplum, 26-35.
- Janusz, J.: 2016, Fast simulation tool: SDSS for housing development and more, *International Journal of Sustainable Development and Planning*, 1(11), s. 46-57.
- Janusz, J.: 2016, Fast simulation tool: SDSS for housing development and more, *International Journal of Sustainable Development and Planning*, 1(11), s. 46-57.
- Janusz, J.: 2016, Model symulacyjny podziału na działki w zabudowie mieszkaniowej jednorodzinnej, *Roczniki Geomatyki*, T. 14, z. 3(73), s. 305 - 318.
- Janusz, J.: 2016, Model symulacyjny podziału na działki w zabudowie mieszkaniowej jednorodzinnej, *Roczniki Geomatyki*, T. 14, z. 3(73), s. 305 - 318.
- Janusz, J.: 2016, Toward the quality assessment of multi-criteria data in planning for housing areas, *The Sustainable City XI*, red: A. Galiano-Garrigos, University of Alicante, Spain C.A. Brebbia, Wessex Institute, UK, *Transactions on Ecology and the Environment*, WIT, s. 105-116.
- Jaroszewicz, J. i Degórska, B.: Koncepcja modelu analiz przestrzennych do identyfikacji terenów wyłączonych z zabudowy, na potrzeby studiów uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gmin miejskich, *Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji*, Vol. 20, 2009, s. 147–160.
- Jaroszyński, K., Szmytt, A. i Złakowski, Ł.: 2016, Planowanie i zagospodarowanie przestrzenne. Komentarz, Redakcja: prof. dr hab. Zygmunt Niewiadomski, C.H. Beck, ISBN: 9788325585051, s. 11.

- Jelokhani-Niaraki, M. i Malczewski, J.: 2012, A User-centered Multicriteria Spatial Decision Analysis Model for Participatory Decision Making: An Ontology-based Approach, *Proceedings of global geospatial conference. Québec City, Canada*, s. 12-13.
- Jenks, M., Burton, E. i Williams, K.: 1996, The Compact City, A Sustainable Urban Form, *E & FN Spon, an imprint of Chapman & Hall*, ISBN: 0419213007, s. 10-30.
- Jiang, J.: 2007, Linear and Generalized Linear Mixed Models and Their Applications, *Springer Science +Business Media, LLC*, ISBN-10: 0-387-47941-4, s. 1-5.
- Jones, C., Baker, M., Carter, J., Jay, Stephen, Short, M. i Wood, C.: 2006, Strategic Environmental Assessment and Land Use Planning. An International Evaluation, *Geographical Research 2(44)*, 224-225 (Tłumaczenie własne).
- Jordan, D. P.: 2004, Haussmann and Haussmannisation: The Legacy for Paris, *French Historical Studies 1(27)*, s. 88-110.
- Juchniewicz, K.: 2011, Wzrost wartości nieruchomości na skutek podziałów nieruchomości lub budowy urządzeń infrastruktury technicznej na przykładzie gminy Kwidzyn, *Studia i Materiały Towarzystwa Naukowego Nieruchomości*, 3(19), s. 133-140.
- Kaczmarek, T. i Mikuła, M.: 2012, Studium uwarunkowań rozwoju przestrzennego Aglomeracji Poznańskiej, *Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu*, ISBN 978-83-63254-00-1, s. 82.
- Kain, J. F., Quigley, J. M.: 1970, Measuring the value of Housing Quality, *Journal of the American Statistical Association*, 65(330), s. 532-540.
- Keenan, P., B.: 1998, *Spatial decision support systems: extending the technology to a broader user community*, Journal: IFIP TC8, vol. 3, 22-28
- Kissling, W. D. i Carl, G.: 2007, Spatial autocorrelation and the selection of simultaneous autoregressive models, *Global Ecology and Biogeography*, 1(17), s. 59-71.
- Kobylarz, J.: 2015, Budownictwo mieszkaniowe I-III KWARTAŁ 2015 R., *Główny Urząd Statystyczny*, ISSN-0239-2178, s. 10-18.
- Kolb, D.: 2010, *Sprawling Places*, University of Georgia Press, Athens, 978-0-8203-2989-5. Także wersja elektroniczna, <http://www.dkolb.org/sprawlingplaces/index.html#>, dostęp w dniu 11.06.2018.
- Kostof, S.: 1991, The City Shaped, Urban Patterns and Meanings Through History, Bulfinch Press, AOL Time Warner Book Group, ISBN 0821220160, s. 38-40.
- Kowalewski, A., Mordasewicz, J., Osiatyński, J., Regulski, J., Stępień, J. i Śleszyński, P.: 2013, Raport o ekonomicznych stratach i społecznych kosztach niekontrolowanej urbanizacji w Polsce, *Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania im. S. Leszczyńskiego PAN, Fundacja Rozwoju Demokracji Lokalnej, Warszawa*, s. 3-7.
- Kowalewski, A.: 2005, Rozwój zrównoważony w procesach urbanizacji, *Nauka*, 1, s. 135-136.
- Kowalska, M.: 2016, Budownictwo wyniki działalności w 2015 r., *Główny Urząd Statystyczny, Warszawa*, ISSN-1506-8048, s. 69.
- Krajewska, M. i Grzesiak, J.: 2014, Prognoza skutków finansowych uchwalenia miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego jako element gospodarowania przestrzeni – studium przypadku, *Zarządzanie i Finanse, Journal of Management and Finance 4(12)*, s. 36-38.
- Krier, L.: 1980, The Reconstruction of the European City, *Archives d'Architecture Moderne*, Brussels, 1980, pages XXV-XXXI. *Revised version in: Architectural Design 54*, s. 16-18.
- Krygier, M.: 2016, Symulacja koncentracji aktywności gospodarczych na obszarze południowej Polski z wykorzystaniem modelu Orion, *Prace Komisji Geografii Przemysłu Polskiego Towarzystwa Geograficznego*, 2(30), s. 209-225.
- Kucharska-Stasiak, E.: 2008, Ewolucja modelu polityki mieszkaniowej w Polsce, *Studia i Materiały Towarzystwa Naukowego Nieruchomości*, 1(16), s. 22-26.
- Kucharski, A.: 2014, Wykłady z Ekonometrii, Uniwersytet Łódzki, *Skrypt dla studentów, wydanie 2*, s. 5-6.
- Kwaśnicki, W.: 2000, Określenie zasadności modeli w naukach społecznych, Symulacja Systemów Gospodarczych. *Prace Szkoły Antałówka. Wyd. WSPiZ i Politechnika Wrocławska*, s. 130-138.
- Laprise, M., Lufkin, S. i Rey, E.: 2014, The strategic integration of operational assessment into the regeneration of urban wastelands in sustainable neighborhoods, *WIT Transactions on Ecology and the Environment IX*, vol. 191, s. 65 – 73.
- Laudański, Z. Mańkowski, D i Flaszka, M.: 2012, Eksploracyjna analiza czynnikowa w badaniach struktury zespołu zmiennych obserwowanych, *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, NR 263*, s. 79-81.
- Lesage, J. P. i Fischer, M. M.: 2008, Spatial Growth Regressions: Model Specification, Estimation and Interpretation, *Spatial Economic Analysis*, 3(3), s. 278-280.
- Leung, Y.: 1997, Intelligent Spatial Decision Support Systems, *Springer-Verlag Berlin, Heidelberg*, ISBN 978-3-642-60714-1, s. 2-7, 333-337.

- Levy, J. M.: 2017, *Contemporary Urban Planning*, Routledge, 2 Park Square, Milton Park, Abingdon, Oxon OX14 4RN, ISBN 9781315619408, s. 94-111.
- Li, X. i Gong, P.: 2016, Urban growth models: progress and perspective, *Review Earth Sciences*, 21(61), s. 1637–1650.
- Ligtenberg, A., Bregt, A., K. i Lammeren, R.: 2001, Multi-actor-based land use modelling: spatial planning using agents, *Landscape and Urban Planning* 56, s. 21-33
- Luo, J.: 2008, Modeling Urban Growth with Geographically Weighted Multinomial Logistic Regression, *Published in SPIE Proceedings: Geoinformatics 2008 and Joint Conference on GIS and Built Environment: The Built Environment and Its Dynamics*, Vol. 7144, s. 71440 - 71451.
- Lynch, K.: 1960, *The Image of the City*, Cambridge MA: MIT Press, ISBN: 978-0-26-262001-7, Cambridge, s. 95-108.
- Madsen, H. i Thyregod, P.: 2010, Introduction to General and Generalized Linear Models, *Texts in Statistical Science Series*, Taylor & Francis Group, ISBN 9781420091557, s. 80.
- Maithani, S., Jain, R. K., i Arora, M. K.: 2007, An artificial neural network based approach for modeling urban spatial growth, *ITPI Journal*, 2(4), s. 43 – 51 .
- Malczewski, J.: 2004 GIS-based land-use suitability analysis: a critical overview, *Progress in Planning* 62, s. 9-15.
- Małek, J.: 2011, Historyczne i współczesne uwarunkowania procesów suburbanizacji, *przestrzeń i FORMa*, 16, s. 432-442.
- Manna, M. L., Berck, P., Moritz, M. A., Battlori, E., Baldwin, J., G., Gatley C. k., Richard, D.: 2014, Modeling residential development in California from 2000 to 2050: Integrating wildfire risk, wildland and agricultural encroachment, *Land Use Policy*, 41, s. 438–452.
- Mantey, D.: 2013, Zintegrowane zarządzanie miastami i obszarami metropolitalnymi, *Biuro Analiz Sejmowych, Zagadnienia Społeczno-Gospodarcze, INFOS 4(141)*, ISSN 2082-0666, s. 2-4.
- Marchewka-Bartkowiak, K.: 2014, Nowe zarządzanie publiczne, *Infos 18(178)*, *Biuro Analiz Sejmowych*, s. 1-4.
- Marique, A.-F. i Teller J.: 2014, Towards sustainable neighbourhoods: a new handbook and its application, w N. Marchettini, C. A. Brebbia i R. Pulselli (red.), *The Sustainable City IX. Urban Regeneration and Sustainability*, WIT Press, Southampton – Boston, s. 177-183.
- Martyniuk-Pęczek, J., Parteka, T. i Martyniuk, O.: 2015, Idea smart city w kontekście rozwoju przedsiębiorczości na przedmieściach, *prezentacją wyników badań nad grantem prowadzonych w ramach umowy z Narodowym Centrum Nauki UMO-2013/09/B/HS4/01175*, ISSN: 0079-3493, s. 119-143.
- Matulska-Bachura, A.: 2011, ZAMIESZKANE BUDYNKI Narodowy Spis Powszechny Ludności i Mieszkań 2011, *Główny urząd statystyczny, Departament Handlu i Usług, Warszawa 2013*, Publikacja dostępna na <http://www.stat.gov.pl/>, Załącznik: Tabela. 15. Budynki mieszkalne według wyposażenia w kanalizację oraz okresu budowy.
- Matyjaszkiewicz, J. i Putkowski, D.: 1976, Zarys planowania przestrzennego, *WSiP, Warszawa, wydanie II*, ISBN: 9788302006685, s. 30.
- May, J., Stelmasiak, S., Kurek, L., Ludwiczak, I. i Niezborala, M.: 1996, Środowisko Naturalne Miasta Poznania, *Wydział Ochrony Środowiska Urzędu Miejskiego w Poznaniu, Poznań*, ISBN 8390666510, s. 5 - 8.
- McConnell, W., J.: 2001, Agent-Based Models Of Land-Use and Land-Cover Change, *Proceedings of an International Workshop October 4–7*, Red: Parker, D., C., Berger, T., Manson, S., M. i McConnell, W., J, Irvine, California, USA, s. 1-3.
- Meentemeyer, R. K., Tang, W., Dorning, M. A., Vogler, J. B., Cunniffe, N. J., Shoemaker, D. A.: 2013, FUTURES: Multilevel Simulations of Emerging Urban–Rural Landscape Structure Using a Stochastic Patch-Growing Algorithm, *Annals of the Association of American Geographers*, 4(103), s. 785-807.
- Moller M. F.: 1993, A scaled conjugate gradient algorithm for fast supervised learning. *Neural Networks*, 3(6), s. 525 - 533.
- Montusiewicz, J.: 2004, Ewolucyjna Analiza Wielokryterialna w zagadnieniach technicznych, *Praca Habilitacyjna, rec: Telega, J., J., Osyczka, J. i Paczkowski, W, Politechnika Lubelska, Katedra Podstaw Techniki*, s. 11-16.
- Morse, M. i Kimball, G., E.: 2003, *Methods of Operations Research*, Courier Corporation, NY, ISBN: 0-486-43234-3, s. 5 – 20.
- Morthet, J.: 2011, *Effective Practice in Spatial Planning*, Routledge, New York, ISBN 0-203-85183-8, s. 3-6.
- Mrozik, K. i Wiśniewska, A.: 2013, Miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego jako instrument zarządzania procesem suburbanizacji na terenach wiejskich na przykładzie obrębu geodezyjnego Skórzewo, *Rocznik Ochrona Środowiska*, 15, s. 2126–2141.
- Mumford, L.: 1970, *The Culture of Cities*, Wyd: Harcourt Brace Joranorich, London, ISBN 0-15-623301-0, s.300-340.
- Nazarnia, N., Schwick, C. i Jaeger, J., A., G.: 2016, Accelerated urban sprawl in Montreal, Quebec City, and Zurich: Investigating the differences using time series 1951–2011, *Ecological Indicators*, 60, s. 1229–1251.
- Newton, P. i Glackin, S.: 2013, Using Geo-Spatial Technologies as Stakeholder Engagement Tools in Urban Planning and Development, *Built Environment*, 4(39), s. 473- 500.

- Nghiep, N. i Al, C.: 2001, Predicting housing value: A comparison of multiple regression analysis and artificial neural networks. *Journal of Real Estate Research*, 3(22), s. 313-336.
- Noworól, A.: 2007, Planowanie rozwoju regionalnego w skali regionalnej i lokalnej, *Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego*, ISBN: 978-83-233-2352-5. s. 69-71.
- Nykiel, L.: 2008, Kierunki rozwoju i przekształceń rynku mieszkaniowego w Polsce, *Studia i Materiały Towarzystwa Naukowego Nieruchomości*, 2(16), s. 82-84.
- Nyseth, T.: 2012, Fluid Planning: A Meaningless Concept or a Rational Response to Uncertainty in Urban Planning, *Advances in Spatial Planning, Red, J. Burian*, s. 27-31.
- Ogrodnik, K.: 2015, Możliwość zastosowania analizy wielokryterialnej do diagnozy procesu planowania przestrzennego na poziomie lokalnym – przykład teoretyczny, *Architecturae et Artibus* 1(7), s. 44-46.
- Ok, A. O.: 2013, Automated detection of buildings from single VHR multispectral images using shadow information and graph cuts, *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* 86, s. 21–40,
- Ossowicz, T. i Sławski, J.: 1989, The allocation model Orion: its development and applications, *Papers of The Regional Science Association*, vol. 66, s. 31-46.
- Ossowicz, T.: 2003, Metoda Ustalania Kolejności Przedsięwzięć Polityki Przestrzennej Miasta Wielkiego, *Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej*, ISBN: 83-7085-743-4, s. 26-35.
- Paez, A. I Scott, D., M.: 2005, Spatial statistics for urban analysis: A review of techniques with examples, *GeoJournal*, 1(61), s. 57.
- Palermo, P., C. i Ponzini, D.: 2010, Spatial Planning and Urban Development, *Critical Perspectives 10, Springer Dordrecht Heidelberg London, New York*, ISBN 978-90-481-8869-7, s. 5-22.
- Parysek, J.: 2016, Pytania o przyszłość gospodarki przestrzennej w Polsce, *Ruch prawniczy, ekonomiczny i socjologiczny rok LXXVIII*, 2, s. 40.
- Pawłowski, R. i Malinowski, Z.: 2008, Przegląd nowoczesnych technik udostępniania danych przestrzennych w Internecie, *Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji*, 18, s. 483- 490.
- Peterson, S. P. i Flanagan, A.: 2009, Neural Network Hedonic Pricing Models in Mass Real Estate Appraisal, *Mass Real Estate Appraisal. Journal of Real Estate Research*, 2(31), s. 155-164.
- Pettit, C. J., Klosterman, R. E., Nino-Ruiz, M., Widjaja, I., Russo, P., Tomko, M., Sinnott, R. i Stimson, R.: 2013, The Online What if? Planning Support System, *Applied Spatial Analysis and Policy*, 2(8), s. 349-360.
- Pettit, C. J., Klosterman, R. E., Whitehead, A. L., Kujala, H., Bromage, A. i Nino-Ruiz, M.: 2015, The Online What if? Planning Support System: A Land Suitability Application in Western Australia, *Applied Spatial Analysis and Policy*, 2(8), s. 93–112.
- Pietrzak, M. B.: 2011, Ocena siły oddziaływania procesów objaśniających dla modeli przestrzennych, *Prace i materiały wydziału zarządzania Uniwersytetu Gdańskiego*, Rocznik 2011, tom 9, numer 4/8, s. 486 -497.
- Pietrzak, M.: 2015, Wybrane aspekty „terenowych” i „zdalnych” sposobów badania krajobrazu, *Problemy Ekologii Krajobrazu*, 39, s. 139–142.
- Pietrzykowski, R.: 2011, Wykorzystanie metod statystycznej analizy przestrzennej w badaniach ekonomicznych, *Roczniki Ekonomiczne Kujawsko-Pomorskiej Szkoły Wyższej w Bydgoszczy nr 4*, s. 97-112.
- Pijanowski, B., C., Brown, D., G., Shellito, B. A. i Manik, G., A.: 2002, Using neural networks and GIS to forecast land use changes: a Land Transformation Model, *Computers, Environment and Urban Systems*, 6(26, s. 553-575.
- Pijanowski, B., C., Tayyebi, A., Doucette, J., Pekin, B., K., Braun, D. and Plourde, J.: 2014, A big data urban growth simulation at a national scale: Configuring the GIS and neural network based Land Transformation model to run in a High Performance Computing (HPC) environment, *Environmental Modelling & Software*, 51, s. 250-268.
- Pinder, D.: 2002, In Defence of utopian urbanism: Imagining cities after the "End of utopia", *Geografiska Annaler: Series B, Human Geography* 3-4(84), s. 232.
- Prus, B.: 2014, Wybrane przykłady zastosowania informacji przestrzennej na potrzeby identyfikacji obszarów problemowych, *infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*, 1(1), Polska Akademia Nauk, Oddział w Krakowie, s. 49–60.
- Pruska, K.: 1992, Metoda największej ufności a regresja przełącznikowa, *Acta Universitatis Lodziensis, Folia Oeconomica* 117, s. 107 – 108.
- Pryce, G.: 2002, Heteroscedasticity: Testing and correcting in SPSS. *University of Glasgow*. Dostęp dnia: 18.07.2017, <https://www.docdroid.net/B1kZTpJ/heteroscedasticity-testing-and-correcting-in-spss.pdf>,
- Puente C., R. i Romero, E.: 2011, Development and application of a multicriteria spatial decision support system for planning sustainable industrial areas in Northern Spain, *Automation in Construction*, 1(20), s. 1-98.
- Quandt, R., E.: 1971, A Further Aproach to the estimation of swithing regressions, *Econometric Research Program, Research Memorandum* 122, s. 1 - 6.

- Radkiewicz, P. i Zieliński, M. W.: 2010, Hierarchiczne modele liniowe. Co nam dają i kiedy warto je stosować", *Psychologia Społeczna*, tom 5, 2–3 (14), s. 217–233.
- Radło – Kulisiewicz, M.: 2015. Przegląd wybranych podejść w zakresie prognozowania rozwoju obszarów miast, *Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji*, vol. 27, s. 109-113.
- Rawlings, J. O., Pantula, S. G. i Dickey, D., A.: 1998, *Applied Regression Analysis: A Research Tool, Second Edition, Springer, ISBN 0-387-98454-2 Springer-Verlag New York Berlin Heidelberg*, s. 75-118
- Redclift, M. R.: 2009, Rozwój zrównoważony (1987-2005) - oksymoron czasu dorastania, *Problemy Ekorozwoju* 1(4), s. 45-50.
- Rinner, C. i Malczewski J.: 2002, Web-enabled spatial decision analysis using Ordered Weighted Averaging, *Journal of Geographical Systems* 4, s. 385–403.
- Russo, P., Costabile, M. F., Lanzilotti, R. i Pettit, C. J.: 2015, Usability of Planning Support Systems: An Evaluation Framework Planning Support Systems and Smart Cities, Rozdział 18; *Planning support systems and smart cities*. Red. S. Geertman, Springer, s. 337-353.
- Salingaros, N., A.: 2000, The Structure of Pattern Languages, *Architectural Research Quarterly* 2(4), s. 155-161.
- Salingaros, N., A.: 2006, Compact City Replaces Sprawl, Rozdział w monografii: *Crossover: Architecture, Urbanism, Technology*, red: Arie Graafland i Leslie Kavanaugh, Rotterdam, Holandia, s. 100 – 115.
- Sawiłow, E.: 2008, Metoda ustalania wartości katastralnych, *Studia i Materiały Towarzystwa Naukowego Nieruchomości*, 1(16), s. 97.
- Sawiłow, E.: 2010, Problematyka określania wartości nieruchomości metodą analizy statystycznej rynku, *Studia i Materiały Towarzystwa Naukowego Nieruchomości*, 1(18), s. 26.
- Sawiłow, E.: 2011, Ocena algorytmów wyceny nieruchomości w podejściu porównawczym, *Studia i Materiały Towarzystwa Naukowego Nieruchomości*, 3(19), s. 28.
- Schetke, S., Haase, D. i Kötter, T.: 2012, Towards sustainable settlement growth: A new multi-criteria assessment for implementing environmental targets into strategic urban planning, *Environmental Impact Assessment Review*, 1(32), s. 195–210.
- Schmidt, P.: 1982, An Improved Version of the Quandt-Ramsey MGF Estimator for Mixtures of Normal Distributions and Switching Regressions, *Econometrica*, 2(50), s. 501-516.
- Shanmuganathan, S.: 2016, Artificial Neural Network Modelling: An Introduction, *Springer International Publishing, ISBN 978-3-319-28495-8*, s. 1-14.
- Silva, E. A. i Clarke, K. C.: 2002, Calibration of the SLEUTH urban growth model for Lisbon and Porto, Portugal, *Computers, Environment and Urban Systems* 26, s. 525–552.
- Sleszyński, P., Komornicki, T., Deręgowska, A. i Zielińska, B.: 2012, Analiza stanu i uwarunkowań prac planistycznych w gminach w 2012 roku, *Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN na zlecenie Ministerstwa Infrastruktury i Rozwoju*, Warszawa, s. 112-113
- Sławski, J.: 2006, Model ORION jako narzędzie symulacyjne do prognozowania rozwoju sieci osadniczej, Makroregion innowacyjny. *Foresight technologiczny dla województwa dolnośląskiego do 2020 r., nr.1*, s. 69-73.
- Song, Y. i J.K., Gerrit.: 2003, New urbanism and housing values: a disaggregate assessment, *Journal of Urban Economics*, 2(54), s. 218-238.
- Stanek, L.: 2011, Ekonomiczno-społeczne znaczenie prognoz skutków finansowych uchwalenia miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego, *Inżynieria Ekologiczna*, 27, 191- 194.
- Stingler, S., M.: 1986, The history of statistics. The Measurement of Uncertainty before 1900, *The Belknap press of Harvard University, Cambridge Massachusetts*, ISBN: 9780674403413, 36 – 40, 140, 154.
- Sugumaran, R. i DeGroote, J.: 2011, *Spatial Decision Support Systems, Principles and Practices, Taylor & Francis Group, New York*, s. 197-199.
- Szałtys, D.: 2015, Stan i Struktura ludności oraz ruch naturalny w przekroju terytorium w 2014 r. *Stan w dniu 31 XII, Warszawa, Główny Urząd Statystyczny*. 2015. s. 12.
- Szczepański, P., Pyszny, K. i Zydrón, A.: 2013, Analiza zróżnicowania stopnia szczegółowości ustaleń polityk przestrzennych wybranych gmin aglomeracji poznańskiej, *Rocznik Ochrona Środowiska* 15, s. 2768-2775.
- Szerszunowicz, M.: 2014, O zastosowaniu metod planowania eksperymentów w analizie danych przestrzennych, *Studia Ekonomiczne*, 189, Metody wnioskowania statystycznego w badaniach ekonomicznych, s. 86-95.
- Szpakowska, E.: Zagadnienia miast idealnych i koncepcyjnych w XIX - XXI wieku, *Przestrzeń i Forma* 18, s. 91-114.
- Szreder, M.: 2015, Zmiany w strukturze całkowitego błędzie badania próbkowego, *Wiadomości Statystyczne*, nr 1, s. 4-12.
- Śleszyński P., Komornicki T., Solon J., Więckowski M., 2012, *Planowanie przestrzenne w gminach*, Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN, Wydawnictwo Akademickie Sedno, Warszawa.
- Świdorski, K.: 2013, Pojęcie zabudowy zagrodowej na tle przepisów o zagospodarowaniu przestrzennym, *Przegląd Prawa Rolnego*, 1(12), s. 101-117.

- Talen, E.: 2005, *New Urbanism and American Planning: The Conflict of Cultures, Planning, History and the Environment Series*, red: Professor Dennis Hardy, *Routledge, Taylor & Francis Group, New York*, ISBN 0-415-70132-5, s. 38-50.
- Tánczos, K. i Török, A.: 2012, *Strategy Planning of Sustainable Urban Development*, *Advances in Spatial Planning, Red, J. Burian*, s. 47-51.
- Taylor, N.: 1998, *Urban Planning Theory Since 1945*, *SAGE Publications London*, ISBN: 0761960937, s.160-170.
- Tayyebi, A., Pekin, B. K., Pijanowski, B. C., Plourde, J. D., Doucette, J. S. i Braun, D.: 2013, Hierarchical modeling of urban growth across the conterminous USA: developing meso-scale quantity drivers for the Land Transformation Model, *Journal of Land Use Science*, 4(8), s. 422-442.
- Thapa, R. B.: 2012, Scenario based urban growth allocation in Kathmandu Valley, Nepa, *Landscape and Urban Planning*, 1-2(185), s. 140-148.
- Tomaczyk, E. i Widlak, M.: 2010, Konstrukcja i własności hedonicznego indeksu cen mieszkań dla Warszawy, *Bank i Kredyt* 2(41), s. 99-128.
- Tomandl, D. i Schober, A.: 2001, A Modified General Regression Neural Network (MGRNN) with new, efficient training algorithms as a robust "black box" – tool for data analysis, *Neural Networks*, 14, s. 1023-1034.
- Tomczak, E. 2011, Jakość wód studziennych w Starej Wsi w powiecie piotrkowskim, *Proceedings of ECOpole*, 2(5), s. 629-633.
- Triantakostas, D. i Mountrakis, G.: 2012, Urban Growth Prediction: A Review of Computational Models and Human Perceptions, *Journal of Geographic Information System*, 4(6), s. 555-587.
- Triantakostas, D. P.: 2012, Urban Growth Prediction Modelling Using Fractals and Theory of Chaos, *Open Journal of Civil Engineering*, 2, s. 81-86.
- Triantakostas, D. i Stathakis, D.: 2015, Urban Growth Prediction in Athens, Greece, Using Artificial Neural Networks, *International Journal of Civil, Environmental, Structural, Construction and Architectural Engineering*, 3(9), s. 2015.
- Tung, H. K. K., i Wong, M. C. S.: 2011, Financial Risk Forecasting with Non-Stationarity, red: Gregoriou, G., N. i Pascalau, R. *Nonlinear Financial Econometrics: Forecasting Models, Computational and Bayesian Models*, ISBN 978-1-349-32896-3, s. 28-50
- Turner, T.: 1996, *City as Landscape, A post-postmodern view of design and planning*, *E & FN Spon*, ISBN: 0 419 20410 5, London, s. 6-9.
- Urbański, J., Jażdżewska, I.: GIS w nauce, 2013, *Acta Universitatis Lodzianis. Folia Geographica Socio-Oeconomica*, 14, s. 11-14.
- Urząd Statystyczny w Poznaniu: 2015, Aglomeracja Poznańska, *Statystyczne Vademecum Samorządowca*, s. 1. Vademecum samorządowca, Aglomeracja Poznańska, dostęp dnia: 16.06.2016, http://poznan.stat.gov.pl/vademecum/vademecum_wielkopolskie/portret_województwa/województwo_wielkopolskie.pdf
- Vashist, R. i Garg, M.L.: 2013, Computing the significance of an independent variable using rough set theory and neural network, *International Journal of Research in Engineering & Applied Sciences*, 3(3), s. 127-129.
- Vaz, E. i Arsanjani, J.J.: 2015, Predicting Urban Growth of the Greater Toronto Area - Coupling a Markov Cellular Automata with Document Meta-Analysis, *Journal of Environmental Informatics*, 2(25), s. 71-80.
- Wang, K. i Wolverton, M. L.: 2002, Real estate valuation theory, *Springer Science+Business Media New York*, ISBN 978-1-4613-5299-0, s. 30-45.
- Wang, Q.: 2014, An Integrated Multilevel Approach to Urban Development Modeling at Grid, Census block and Municipality Levels, *University of Cincinnati*, red. Kim, C., Liu, H., i Widener, M., s. 1-62.
- Wang, S., Jiang, H. i Lu, H.: 2002. An Integrated Fuzzy Clustering Algorithm GFC for Switching Regressions, *Journal of Software* Vol.13, No.10, s. 1906-1910.
- Weisberg, S.: 2005, *Applied Linear Regression*, wyd. 3, *Wiley & Sons, Minneapolis, Minnesota*, s. 12-14.
- Wejchert, K.: 1984, *Elementy kompozycji urbanistycznej*, *Wydawnictwo Arkady Warszawa*, ISBN: 978-83-213-4494-2, Warszawa, s. 22- 26.
- Welfe, A.: 2003, *Ekonometria, Metody i ich zastosowanie*, *Wydanie III zmienione*, *Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa*, ISBN 83-208-1444-8, s. 64-65.
- White, R. i Engelen, G.: 2000, High-resolution integrated modelling of the spatial dynamics of urban and regional systems, *Computers, Environment and Urban Systems* 24, s. 383-400.
- Wickramasuriya, R., Chisholm, L. A., Puotinen, M., Nicholas Gill, N. i Klepeis, P.: 2011, An automated land subdivision tool for urban and regional planning: concepts, implementation and testing. *Environmental Modelling & Software*, 12(26), s. 1675-1684.
- Wilczek, M. T.: 2014, Standard mieszkaniowy w Polsce na tle państw sąsiednich, członków Unii Europejskiej *Inwestycje i nieruchomości: wybrane zagadnienia 2014*, nr 204, s. 199-209.

- Właźlak, K.: 2010, Rozwój regionalny jako zadanie administracji publicznej, *Oficyna a Wolters Kluwers business*, ISBN: 978-83-7601-965-9, s. 277-278.
- Wołowicz, T. i Reško, D.: 2012, Strategia rozwoju gminy jako narzędzie zarządzania zmianą gospodarczą, *Zeszyty Naukowe WSEI seria: EKONOMIA*, 2(5), s. 61-89.
- Wróbel, T.: 1971, Zarys historii budowy miast, *Ossolineum – Zakład Narodowy Imienia Ossolińskich*, s. 11-63.
- Wróblewska, M.: 2016, Miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego, *Wydawnictwo Polskiego Internetowego Informatora Geodezyjnego seria GEOMATYKA*, ISBN 978-83-947357-1-5, red: dr inż. Jakub Szulwic., Gdańsk, s. 15.
- Xian, G. i Crane, M.: 2005, Assessments of urban growth in the Tampa Bay watershed using remote sensing data, *Remote Sensing of Environment*, 97, s. 203 – 215.
- Yang, M. Wu, K., Hsieh, J. i Jian Y.: 2008, Alpha-Cut Implemented Fuzzy Clustering Algorithms and Switching Regressions, *IEEE transactions on systems, man, and cybernetics—part b: cybernetics*, vol. 38, NO. 3, s. 588-598.
- Yeh, A.: 1999, Urban planning and GIS, *Geographical information systems 2*, s. 877-888.
- Yiftachel, O. i Huxley, M.: 2000, Debating Dominance and Relevance: Notes on the "Communicative Turn" in *Planning theory*, *International Journal of Urban and Regional Reserch* 4(24), s. 908-910.
- Ziobrowski, Z.: 2009, Polityka przestrzenna a decyzje o warunkach zabudowy, *Problemy Rozwoju Miast*. 4(6), s. 22-23.
- Zipser, T. i Sławski, J.: 1988, Modele procesów urbanizacji: teoria i jej wykorzystanie w praktyce planowania, *Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne*, ISBN: 8320805937, 5-15.
- Zipser, T.: 1983, Zasady planowania przestrzennego, *Instytut Architektury i Urbanistyki, Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, Skrypt Politechniki Wrocławskiej*, s. 5.
- Zwoliński, A.: 2010, Wyznaczniki urbanistycznej transformacji zespołów mieszkaniowych w oparciu o parametry użytkowania przestrzeni publicznych, *Przestrzeń i Forma* 12, s. 229—250.

Strony internetowe

- Archiwum wykazu nieruchomości, w tym nieruchomości gruntowych przeznaczonych do sprzedaży w drodze przetargu, źródło: <http://bip.szamotuly.pl/Article/get/id,29320.html>, dostęp dn., 07.07.2017.
- Bank danych lokalnych, BDL. <https://bdl.stat.gov.pl/BDL/dane/podgrup/wymiary>, dostęp dnia: 16.12.2016.
- Dane Eurostat na temat ilości mieszkań, "Dwellings by type of housing, building and NUTS 3 regions", data dostępu: 08.01.2016, http://ec.europa.eu/eurostat/data/database?node_code=cens_01rdhh
- Dane o powołaniu stowarzyszenia metropolitalnego <http://bip.metropoliapoznan.pl/metropoliapoznan/bip/status-forma-prawna.html>, dostęp dnia: 6.06.2018.
- Informacje o mieście Szamotuły. <http://szamotuly.naszemiasto.pl/artukul/szamotulskie-jeziorko-stanie-sie-kiedys-prawdziwa-perelka,3352376,art,t,id,tm.html>, dostęp: 05.05.2017.
- Liczby budynków mieszkaniowych realizowanych na obszarze gminy, Źródło: <https://bdl.stat.gov.pl>, dostęp 01.10.2016.
- Opracowanie: Dział Badań i Analiz firmy Emmerson S.A. na podstawie danych Eurostat (EUSILC) dla obszaru Polski z 2013r., dostęp dn. 10.10.2015, <http://dom.money.pl/budownictwo/wiadomosci/artukul/wiecej-polakow-mieszka-w-mieszkaniach-czy-w-domach,0,0,1290496.html>
- Ortofotomapa Archiwalna latach 2011, 2007 i 2001. Źródło: Usługa przeglądania (WMS) ortofotomap archiwalnych dla obszaru Polski, http://mapy.geoportal.gov.pl/wss/service/img/guest/ORTO_TIME/MapServer/WMServer?
- Porozumienie o współpracy pomiędzy samorządami aglomeracji poznańskiej, źródło: <http://www.poznan.pl/mim/info/news/porozumienie-o-wspolpracy-pomiedzy-samorzadami-aglomeracji-poznanskiej,20551.html>, dostęp dnia: 15.12.2017.
- Strona informacyjna o systemie CommunityViz http://communityviz.city-explained.com/communityviz/s360webhelp4-3/decision_tools/timescope/about_timescope.htm, dostęp dn. 12.12.2017.
- System GIS PODGIK powiat poznański, dostęp dnia: 05-05-2016, <http://poznan.podgik.pl/iGeoMap/Data/Poznan>
- Usługa przeglądania (WMS) danych o charakterze katastralnym, http://mapy.geoportal.gov.pl/wss/service/pub/guest/G2_GO_WMS/MapServer/WMServer?
- Usługa przeglądania danych Bazy Danych Obiektów Topograficznych BDOT10k, http://mapy.geoportal.gov.pl/wss/service/pub/guest/kompozycja_BDOT10k_WMS/MapServer/WMServer?

Akty prawne

Komisja kodyfikacyjna prawa budowlanego: 2014, Kodeks urbanistyczno-budowlany, *PROJEKT wersja podstawowa*, Warszawa 2014, s. 13-16.

Komunikat Komisji do Rady I Parlamentu Europejskiego dotyczący strategii tematycznej w sprawie środowiska miejskiego (The Thematic strategy on the Urban Environment){SEC(2006) 'I 6, dostępne dnia 30.03.2016: [http://ec.europa.eu/ environmenVurban/pdf/com_2005_07_I_8_pl.pdf](http://ec.europa.eu/environmenVurban/pdf/com_2005_07_I_8_pl.pdf), s. 36.

Konstytucja Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 2 kwietnia 1997 r., Dz.U.1997.78.483, Art. 164, cyt. za; Op. cit. Jaroszyński, K., Szmytt, A. i Złakowski, Ł.: 2016, Planowanie i zagospodarowanie przestrzenne, s. 11.

Prawo budowlane, Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. - Prawo budowlane, (Tekst jednolity: Dz.U. 1994 nr 89 poz. 414), Art. 3, punkt 2a.

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r., w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, (Tekst jednolity: Dz.U.02.75.690) Art. 26., 1, 2, 3.

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 28 kwietnia 2004 r. w sprawie zakresu projektu studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy, (Test obowiązujący: Dz.U. 2004 nr 118 poz. 1233).

Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy Rokietnica Nr XI/72/2011 z dnia 27 czerwca 2011 r. wraz ze Zmianą Studium nr I zatwierdzono uchwałą: Nr XVIII/ 181 /2016 z dnia 29 lutego 2016 r.

Uchwała Nr 272/XXX/2001 Rady Miejskiej w Murowanej Goslinie z dnia 21 maja 2001 r.

Uchwała Nr 272/XXX/2001 Rady Miejskiej w Murowanej Goslinie z dnia 21 maja 2001 r.

Uchwała Nr 370/LXI/2002 Rady Gminy Czerwonak z dnia 17 lipca 2002 r.

Uchwała Nr XII/163/2004 Rady Miejskiej w Murowanej Goslinie z dnia 23 Lutego 2004 r.

Uchwała nr xiv/184/15 rady miejskiej w obornikach, z dnia 30 września 2015 r.

Uchwała Nr XXXIX/195/93 Rady Gminy Tarnowo Podgórne z dnia 19 października 1993r.

Uchwała Nr XXXVI/277/2000 Rady Gminy Tarnowo Podgórne z dnia 27 czerwca 2000 r.

Uchwała Nr XXXVIII/413/2001 Rady Gminy Rokietnica z dnia 23 listopada 2001 r., § 4, pkt. 3.

Uchwała nr, XXII/203/2000 Rady Miasta i Gminy Szamotuły z dnia 21 sierpnia

Uchwała nr, XXII/203/2000 Rady Miasta i Gminy Szamotuły z dnia 21 sierpnia.

Uchwała w sprawie miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego dla terenu położonego w miejscowości Bogdanowo, gmina Oborniki, Uchwała XIV/184/15 z dnia 2015-09-30

Uchwała w sprawie zmiany Studium uwarunkowań o kierunków zagospodarowania przestrzennego Gminy Oborniki

Uchwała XIV/141/11 z 24.10.2011 oraz XLVI/604/14 z dnia 2014-03-28

Uchwała XIV/141/11 z dnia 24.10.2011

Uchwała XIV/141/11 z dnia 24.10.2011, s. 122.

Uchwała XLVI/604/14 z dnia 28.03.2014

(pozostałe uchwały wykorzystane w badaniu wymienione są w załącznikach)

Ustawa z dnia 9 października 2015 r. o rewitalizacji, Dz.U. 2015 poz. 1777, Art. 4 ust. 1., Art. 15. Ust. 1.

Ustawa z dnia 23 kwietnia 1964 r. - Kodeks cywilny, (tekst jednolity: Dz.U.2017.0.459), art. 140.

Ustawa z dnia 24 stycznia 2014 r. o zmianie ustawy o zasadach prowadzenia polityki rozwoju oraz niektórych innych ustaw. (Tekst jednolity: Dz.U. 2014 poz. 379).

Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym, (tekst jednolity: Dz.U. 2016 nr 0 poz. 778), art. 1, ust. 3.

Ustawa z dnia 5 czerwca 2014 r. o zmianie ustawy – Prawo geodezyjne i kartograficzne oraz ustawy o postępowaniu egzekucyjnym w administracji, (Tekst jednolity: Dz.U. 2014 poz. 897, 28), art. 40a.

Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. o zagospodarowaniu przestrzennym, (tekst jednolity: Dz.U. 1994 nr 89 poz. 415), Rozdział 2.

Ustawa z dnia 8 marca 1990 r. o samorządzie gminnym, Dz.U. 1990 nr 16 poz. 95, Art. 4.3, cyt. Za; Op. cit. Jaroszyński, K., Szmytt, A. i Złakowski, Ł.: 2016, Planowanie i zagospodarowanie przestrzenne. Komentarz, s. 11.

Ustawa z dnia 9 października 2015 r. o związkach metropolitalnych, (Tekst jednolity: Dz.U. 2015 poz. 1890), Art. 73. (Ustawa później uchylona w: Ustawa z dnia 9 marca 2017 r. o związku metropolitalnym w województwie śląskim, Dz.U. 2017 poz. 730).

Wykaz skrótów

BO - Badania operacyjne

CA – Automat komórkowy, ang. cellular automata

DG – Zabudowa dedykowana działalności gospodarczej

EGiB - Ewidencja Gruntów i Budynków

GESUT - Geodezyjna Ewidencja Sieci Uzbrojenia Terenu

GIS – System informacji geograficznej, ang. geographic information system

GLM - Generalny model liniowy, ang. General linear model

GML - Generalny model liniowy

GWR - Regresji ważona geograficznie, ang. Geographically Weighted Regression

MCDA – Analizy wielokryterialne, ang. multiple-criteria decision analysis

MJ – Zabudowa mieszkaniowa jednorodzinna.

MLP - Perceptron wielowarstwowy, ang. multilayer perceptron

MLR – Regresja wieloraka liniowa, ang. Multiple linear regression

MN – Zabudowa mieszkaniowa niska.

MNK – Metoda najmniejszych kwadratów

MPZP - Miejskowy plan zagospodarowania przestrzennego

OR – Badania operacyjne, ang. OR operations research

PODGIK - Powiatowe ośrodki dokumentacji geodezyjnej i kartograficznej

PSS - Systemy wspomagające planowanie, ang. Planing Support Systems

RBF - Sieci neuronowe o radialnych funkcjach bazowych, ang. radial basis function

SD - Dynamika systemów, ang. System dynamics

SDSS – Systemy wspomagania projektowania przestrzennego, ang. Spatial Design Suport Systems

SNN – Sztuczne sieci neuronowe

SOS - Suma kwadratów, ang. sum of squares.

UMLiN - Uogólnione modele liniowe i nieliniowe

WFS - Internetowy serwis elementów (usługa sieciowa), ang. Web Feature Service

WMS - Internetowy serwis map (usługa sieciowa), ang. Web Map Service

Indeks rzeczowy

A

analiza regresji	7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 21, 22, 24, 25, 45, 72, 77, 78, 81, 83, 86, 87, 92, 95, 104, 105, 108, 109, 111, 120, 161, 167, 176, 185, 186, 187, 190, 193, 195, 196, 199, 201, 206, 210, 211, 212, 214, 215, 220, 221, 223, 225, 227, 228, 233, 234, 240, 245, 258, 271, 276, 278, 290, 299, 312, 320, 323, 327, 330, 333, 340, 342, 347, 350, 354, 358, 360, 365, 372, 376, 380, 388, 393, 394, 401, 405, 429, 430, 431, 432
autokorelacja przestrzenna	23, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 113, 161, 186, 321, 330, 339, 354, 427
autokorelacja reszt regresji	212, 269, 272, 282, 285, 291, 433
heterogeniczność okresów czasowych	427
heterogeniczność przestrzenna	104, 105, 113, 321, 338, 427
heteroskedastyczność	267, 269, 271, 274, 278, 282, 284, 285, 289, 291
homoskedastyczność reszt regresji	214, 240, 282, 285, 432
perceptron wielowarstwowy	21, 220, 253, 256, 261, 294, 297
regresja krokowa	211, 270, 278
regresja liniowa	81, 85, 93, 207
regresja wieloraka ...	86, 92, 93, 101, 102, 103, 104, 107, 108, 109, 112, 113, 114, 120, 207, 209, 214, 215, 218, 221, 228, 237, 249, 252, 264, 267, 270, 272, 273, 274, 275, 277, 293, 294, 295, 296, 299, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 314, 315, 320, 321, 340, 352, 353, 357, 379, 426, 427, 431, 432, 435
sieć o radialnych funkcjach bazowych	21, 220, 249, 250, 294, 306
sztuczne sieci neuronowe..	21, 80, 81, 83, 85, 86, 92, 93, 94, 95, 98, 99, 101, 106, 113, 114, 119, 184, 207, 209, 215, 216, 220, 221, 228, 249, 250, 254, 259, 273, 293, 294, 295, 297, 299, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 320, 325, 427, 431, 435
test Breuscha-Pagana	214, 267, 269, 270, 272, 274, 278, 282, 284, 285, 289, 291
test Durбина-Watsona	213, 267, 269, 271, 272, 274, 278, 282, 284, 285, 289, 291
zmienne niezależne	13, 22, 93, 170, 222, 243, 264, 375, 410, 427, 433
zmienne zależne	51, 108, 248

B

badania

korelacyjne	8, 9, 14, 16, 18, 20, 24, 77, 79, 161, 163, 169, 185, 209, 214, 218, 221, 226, 228, 233, 249, 250, 264, 357, 432, 435
studiów przypadku	16, 20, 22, 45, 46, 52, 69, 72, 73, 75, 76, 77, 79, 95, 100, 104, 161, 175, 184, 185, 186, 218, 228, 348, 357, 358, 371, 426, 429, 430, 431, 433, 435

I

inteligentne miasto	36, 118
inteligentny rozwój	37
inteligentny wzrost	36

M

miasto kompaktowe	31, 37, 38, 118, 120
-------------------------	----------------------

N

nowa urbanistyka	34, 37, 118, 120
------------------------	------------------

S

suburbanizacja	1, 2, 4, 5, 11, 25, 28, 30, 31, 34, 37, 38, 45, 59, 83, 108, 114, 116, 117, 119, 121, 140, 156, 172, 203, 226, 243, 244, 338, 342, 345, 370, 426, 427, 428, 429, 434
eksurbanizacja	44, 59, 116, 118, 356
rozlewanie się miast	2, 35, 38, 59, 116, 160, 226, 244, 426

U

urbanistyka	4, 11
-------------------	-------

planowanie przestrzenne 11, 17, 19, 25, 27, 28, 29, 31, 32, 33, 34, 36, 38, 39, 40, 43, 45, 46, 48, 50, 55, 56, 57, 58, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 72, 76, 78, 104, 115, 160, 163, 222, 223, 308, 312, 322, 342, 343, 345
urbanistyczne projektowanie 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 21, 24, 27, 28, 29, 43, 45, 46, 47, 48, 49, 51, 52, 54, 57, 65, 66, 72, 73, 76, 77, 78, 83, 85, 86, 113, 115, 117, 160, 168, 221, 222, 223, 224, 226, 231, 240, 264, 268, 271, 277, 280, 282, 283, 284, 293, 299, 306, 308, 312, 316, 318, 320, 321, 322, 338, 342, 343, 345, 349, 350, 352, 357, 362, 363, 365, 366, 373, 394, 425, 426, 429, 432, 433, 434, 435

W

wspomagania planowania przestrzennego 7, 11, 69
wspomaganie planowania przestrzennego
system wspomagający planowania przestrzennego 67, 69, 76, 362

Z

zrównoważony rozwój 42, 57, 72, 74, 117, 118, 120, 349, 356, 434

Spis rysunków

Rysunek 1. Ogólne zadania w procesie badawczym, Źródło: Rysunek własny w oparciu o metodologię opisaną w: Op. cit. Groat, L. i Wang, D.: 2002, <i>Architectural Research Methods</i> , s. 87-110.....	10
Rysunek 2. Gmina: Szamotuły, obręb: Otorowo, objęty MPZP poprzez Uchwałę Nr XXIV/218/2000 Rady Miasta i Gminy Szamotuły z dnia 30 października 2000r. W ciągu 15 lat rozwinął się w 5,6% (w pomiarze w oparciu o zmienną relatywny stopień rozwoju), źródło: zdjęcie autorskie, ortofotomapa z 2015, Google Earth Pro.	26
Rysunek 3. Gmina: Tarnowo Podgórne, obręb: Lusówko, objęty MPZP poprzez Uchwałę Nr LI/457/2001 Rady Gminy Tarnowo Podgórne z dnia 19 czerwca 2001 r. W ciągu 15 lat rozwinął się w 30,4% (w pomiarze w oparciu o zmienną relatywny stopień rozwoju), źródło: zdjęcie autorskie, ortofotomapa z 2015, Google Earth Pro.	27
Rysunek 4. Uproszczony podział wartości w projektowaniu urbanistycznym, źródło: opracowanie własne. .	43
Rysunek 5. Zestawienie różnych typów i stopni rozwoju zabudowy mieszkaniowej. Każdy z przypadków zawiera 60 mieszkań. A. Zabudowa mieszkaniowa wielorodzinna, B. Zabudowa szeregowa, C. Zabudowa jednorodzinna wolnostojąca, D. Zabudowa wolnostojąca przy stopniu rozwoju równym 50%, E. Zabudowa wolnostojąca przy stopniu rozwoju równym 25%. Źródło: Opracowanie własne, metoda zestawienia wzorowana na schemacie zawartym w: Chmielewski, J.: 1996, <i>Teoria urbanistyki. Wybrane zagadnienia</i> , Oficyna wydawnicza politechniki warszawskiej, 114.	44
Rysunek 6. Schemat zależności przestrzennych w ujęciu obszaru zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej. Czynniki oddziałujące na wybrany obszar zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej. Źródło: Opracowanie własne.	52
Rysunek 7. Schemat procesu projektowego z wykorzystaniem systemów wspomagania planowania przestrzennego, źródło: Op. cit. Rysunek 3 w Yeh, A.: 1999, <i>Urban planning and GIS</i> , s. 877-888. Tłumaczenie i opracowanie graficzne własne.	69
Rysunek 8: Podział sposobów tworzenia systemów wspomagania projektowania przestrzennego według Sugumaran, R. i DeGroota. Źródło: Op. cit. Sugumaran, R. i DeGroota, J.: 2011, <i>Spatial Decision Support Systems, Principles and Practices</i> , s. 193, rysunek 5.1, opracowany graficznie i przetłumaczony.	70
Rysunek 9. Schemat klasyfikacji wybranych metod stosowanych w prognozowaniu rozwoju przestrzennego. Opracowanie własne na podstawie, Op. cit. Triantakontantis, D. i Mountrakis, G.: 2012, <i>Urban Growth Prediction: A Review of Computational Models and Human Perceptions</i> , s. 555-587 i Op. cit. Radło – Kulisiewicz, M.: 2015. <i>Przegląd wybranych podejść w zakresie prognozowania rozwoju obszarów miast</i> , s. 109-113.	82
Rysunek 10. Przestrzenna ilustracja funkcji wag przestrzennych z adaptowanymi parametrami wpływającymi na przebieg krzywej Guassa w regresji ważonej geograficznie., źródło: Op. cit. Albuquerque, P i Ricardo da Silva, A.: 2017, <i>Geographically Weighted Logistic Regression Applied to Credit Scoring Models</i> , ilustracja 5.	88
Rysunek 11. Hipotetyczny podział gminy Rokietnica rastrem wykorzystywanym w technice Cellular Automaton o boku pojedynczego kwadratu równego 100. Metrów. W skali tak małej jak MPZP stwarza to konflikt pomiędzy ustalonymi granicami faktycznymi (naturalnymi, administracyjnymi, obszaru planów i funkcji), a blokami wprowadzonymi przez automat komórkowy. Źródło: opracowanie własne.	90
Rysunek 12. Schemat wagowego oszacowania wpływu czynników lokalnych na określone lokalizacje w oparciu o odległość do oddziaływania danego źródła oddziaływania. Źródło: opracowanie własne. ..	91
Rysunek 13. Zdjęcia satelitarne ukazujące rozwój obszaru przedmieść Przeźmierowa, obszaru objętego badaniami, w latach 2011, 2007 i 2001. Źródło: Usługa przeglądania (WMS) ortofotomap archiwalnych dla obszaru Polski, http://mapy.geoportal.gov.pl/wss/service/img/guest/ORTO_TIME/MapServer/WMSServer?	97

Rysunek 14. Rozrzut zmiennej zależnej dla okresu 15 lat w badaniu objaśniającym. Wykres wskazuje potencjał predykcyjny prostych i złożonych algorytmów obliczeniowych, podkreślając wartość „uogólnienia” modelu. Źródło: opracowanie własne.....	100
Rysunek 15. Schemat autokorelacji dodatniej, sąsiedztwo elementów wpływa na badaną wartość. Źródło: Opracowanie własne.	106
Rysunek 16. Zestawienie danych o transakcjach kupna-sprzedaży niezabudowanych działek na obszarze aglomeracji poznańskiej w 2013 roku. Źródło: na podstawie: Kaczmarek, T. i Mikuła, M.: 2016, Koncencpcja Kierunków Rozwoju Przestrzennego Metropolii Poznań, Poznań, Centrum Badań Metropolitalnych, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, s. 171.....	116
Rysunek 17. Podział Polski według klasyfikacji NUTS 3 stosowany od 1 stycznia 2008 roku do 31 grudnia 2014 roku, dostęp dn., 2015-11-12, źródło: https://pl.wikipedia.org/wiki/Plik:POLSKA_NUTS3-2008.png	125
Rysunek 18. Budynki oddane do użytku w roku 2015. Źródło: Dostęp: 2015-11-19, https://geo.stat.gov.pl/imap/	127
Rysunek 19. Wykres: Podział budynków mieszkalnych oddanych do użytku w roku 2015 ze względu na podstawową typologię. Źródło: Kowalska, M.: 2016, Budownictwo wyniki działalności w 2015 r., ISSN-1506-8048, Główny Urząd Statystyczny, Warszawa, Tabele 4(13).	128
Rysunek 20. Tabela: Podział budynków mieszkaniowych ze względu na technologię budowy. Źródło: Kowalska, M.: 2016, Budownictwo wyniki działalności w 2015 r., ISSN-1506-8048, Główny Urząd Statystyczny, Warszawa, Tabele 7-9.....	130
Rysunek 21: Tabela: Podział budynków mieszkaniowych ze względu na czas budowy. Źródło: Kowalska, M.: 2016, Budownictwo wyniki działalności w 2015 r., ISSN-1506-8048, Główny Urząd Statystyczny, Warszawa, Tabele 7-9.	130
Rysunek 22. Odsetek budynków jednorodzinnych (tj: budynki jednomieszkaniowe i dwumieszkaniowe oraz budynki jednorodzinne nieprzystosowane do stałego zamieszkania) oddanych do użytku w roku 2015 według podziału na miasto i wieś. Dostęp dn.: 2015.04.29, Źródło: https://bdl.stat.gov.pl/	132
Rysunek 23. Zestawienie wyposażenia w odpowiednie instalacje budynków będących w budowie w roku 2002 i 2011. Dane Według Narodowego Spisu Powszechnego. Źródło: Op. cit. Matulska-Bachura, A.: 2011, Zamieszkanе Budynki, Narodowy Spis Powszechny Ludności i Mieszkań 2011. Załącznik: TABL. 19. Budynki mieszkalne według wyposażenia w kanalizację według liczby mieszkań. Źródło: .. Dytman, M.: 2003, Mieszkania 2002, Narodowy Spis Powszechny 2002, Główny Urząd Statystyczny Tabl.13(25). Mieszkania zamieszkanе według wyposażenia w wodociąg i ustęp oraz okresu.	135
Rysunek 24. Przeciętna liczba osób na 1 mieszkanie, rok 2015, Dostęp dn.: 2015.06.21, Źródło: Baza danych lokalnych, https://geo.stat.gov.pl/imap/	137
Rysunek 25. Użycie mediów w przeliczeniu na jednego korzystającego na przestrzeni lat 2002-2015.	138
Rysunek 26. Użycie mediów w przeliczeniu na jednego korzystającego w rok 2015 w poszczególnych lokalizacjach, wszystkich województwach oraz wybranych powiatach oraz gminach objętych zakresem opracowania. Dostęp dn.: 2015.09.29, Źródło: Baza danych lokalnych, https://geo.stat.gov.pl/imap/	139
Rysunek 27. Pobór wody z sieci wodociągowej w przeliczeniu na jednego korzystającego w rok 2015 w poszczególnych powiatach. Dostęp dn.: 2015.09.29, Źródło: Baza danych lokalnych, https://geo.stat.gov.pl/imap/	139
Rysunek 28. Liczba Budynków mieszkaniowych zrealizowanych w Polsce w poszczególnych latach, dla lat 2012-2015 wyszczególnienie na budownictwo jednorodzinne i wielorodzinne. Dostęp dn.: 2015.09.29, Źródło: Baza danych lokalnych, https://geo.stat.gov.pl/imap/	141
Rysunek 29. Wykres: Ludność polski na przestrzeni lat: 1995 – 2015. Przygotowano na podstawie danych z: Dostęp dn.: 2015.zz.29, Źródło: Baza danych lokalnych, https://geo.stat.gov.pl/imap/	143
Rysunek 30: Wykres: Liczba budynków mieszkalnych zrealizowanych w poszczególnych województwach na przestrzeni lat 1999 – 2015. Przygotowano na podstawie danych z: Dostęp dn.: 2015.09.11, Źródło: Baza danych lokalnych, https://geo.stat.gov.pl/imap/	144

Rysunek 31. Wykres: Stosunek liczby oddanych budynków mieszkaniowych w wybranym roku w porównaniu z rokiem 1998, Przygotowano na podstawie danych z: Dostęp dn.: 2015.10.11, Źródło: Baza danych lokalnych, https://geo.stat.gov.pl/imap/	147
Rysunek 32. Wykres: liczba zrealizowanych budynków jednorodzinnych w badanym roku na 1000 mieszkańców w danym obszarze. Przygotowano na podstawie danych z: Baza danych lokalnych, Dostęp dn.: 2015.12.11, Źródło: Baza danych lokalnych, https://geo.stat.gov.pl/imap/	148
Rysunek 33. Mapa z zaznaczonymi danymi na temat mieszkalnictwa: kartogram przedstawia uśrednioną na dla lat 1998-2015 liczbę mieszkań na km ² , wykresy przedstawiają uproszczony przebieg ilości oddawanych do realizacji budynków mieszkaniowych w latach 1998-2015. Przygotowano na podstawie danych z: Baza danych lokalnych, Dostęp dn.: 2015.12.11, Źródło: Baza danych lokalnych, https://geo.stat.gov.pl/imap/	151
Rysunek 34. Kartogram z zaznaczonymi danymi na temat mieszkalnictwa: przedstawienie uśrednionej dla lat 1998-2015 ilość mieszkań na km ² , wykresy przedstawiają uproszczony przebieg ilości oddawanych do realizacji budynków mieszkaniowych w latach 1998-2015.	153
Rysunek 35. Weryfikacja modelu funkcji liniowej opisującej średnia liczbę budynków mieszkaniowych na 1000 osób oddanych do użytku w latach 1999-2015. Model oparty o dwie zmienne: ilość mieszkań na km ² (średniej dla danego okresu) oraz kategorię sąsiedztwa z miastem Poznań. Przygotowano na podstawie danych z: Baza danych lokalnych, Dostęp dn.: 2015.12.11, Źródło: Baza danych lokalnych, https://geo.stat.gov.pl/imap/	154
Rysunek 36. Liczba budynków mieszkaniowych oddanych do użytkowania w poszczególnych gminach na przestrzeni lat 1998-2015. Przygotowano na podstawie danych z: Baza danych lokalnych, Dostęp dn.: 2015.12.11, Źródło: Baza danych lokalnych, https://geo.stat.gov.pl/imap/	155
Rysunek 37. Przykład nietypowego podziału na działki obszaru zabudowy mieszkaniowej w gminie Rokietnica, na obszarze podlegającym wdrożeniu. Źródło: opracowanie własne.	157
Rysunek 38. Schemat zasięgu ortofotomapy archiwalnej możliwej do uzyskania z serwisu Geoportal lub z CODGIK. Na mapie zaznaczone są obszary próbkowania, tj. Odpowiednie obszary objęte miejscowymi planami zagospodarowania przestrzennego wybrane na potrzeby badania. Źródło: Opracowanie własne	162
Rysunek 39. Histogram ukazujący liczbę uwzględnionych planów uchwalonych oraz informacja o planach zaktualizowanych po 2003 roku w oparciu o nową ustawę.. Źródło: opracowanie własne.	167
Rysunek 40. Koncepcja badania objaśniającego rozwoju dla wybranego obszaru w metodyce opisanej przez narzędzie FAST. Na czerwono zaznaczone operacje dokonywane przez narzędzie, na niebieskie dane wejściowe z innych opracowań. Źródło: opracowanie własne.	168
Rysunek 41. Rysunek 42: Ilustracja porównawcza informacji o zrealizowanych budynkach mieszkaniowych uzyskanych z bazy EGIB oraz zmierzonej na podstawie zdjęć satelitarnych ze źródeł: ortofotomap archiwalnych dla obszaru Polski, udostępnionych w aplikacji Google Earth Pro oraz bazy EGIB uzyskanej na licencji: Licencja numer GKG.4012.13299.2016_3021_N.	178
Rysunek 43. Liczba badanych obszarów zawierających odpowiedni zakres liczbowy budynków [0;34], [35,60], [61,88], [89,117], [118,145], [146,174], 175+, Źródło: opracowanie własne.	182
Rysunek 44. Schemat działania algorytmu dla obszaru z drogą zewnętrzną: a – obrót obszaru i „przeprowadzenie” wirtualnych linii, b – stworzenie układu ulic i parceli, c – podział na działki. Źródło: Janusz, J.: 2016, Model symulacyjny podziału na działki w zabudowie mieszkaniowej jednorodzinnej, Roczniki Geomatyki, T. 14, z. 3(73), s. 313.	183
Rysunek 45. Wykres ilustrujący regresję liniową z dwiema obserwacjami silnie odstającymi. W takiej sytuacji wysoki współczynnik determinacji R ² może być mylący. Źródło: opracowanie własne.	217
Rysunek 46. Wykorzystanie modelu regresji w procedurze planistycznej definiowanej w oparciu o schemat zawarty w książce: Levy, J. M.: 2017, Contemporary Urban Planning, Routledge, 2 Park Square, Milton Park, Abingdon, Oxon OX14 4RN, ISBN 9781315619408. 11, s. 172, opracowanie własne na podstawie książki.	225

Rysunek 47. Wytyczne metodyczne dla wykorzystania modelu regresji w procedurze planistycznej definiowanej w oparciu o schemat zawarty w książce: Op. Cit. Levy, J. M.: 2017, Contemporary Urban Planning, Routledge, s. 172, opracowanie własne na podstawie książki.	229
Rysunek 48. Histogramy wariantów zmiennych zależnych, porównanie do rozkładu normalnego. Źródło: opracowanie własne.	242
Rysunek 49: Wykres K-K kluczowej zmiennej „relatywny stopień rozwoju dla okresu 10 lat”. Źródło: opracowanie własne.	243
Rysunek 50. Histogramy zmiennych niezależnych „Odległość od centrum aglomeracji poznańskiej” oraz „Bilans zasobów przyrodniczych”. Źródło: opracowanie własne.	244
Rysunek 51. Histogramy zmiennych niezależnych „Dostęp do strategicznych usług i obiektów” oraz „Areał zabudowy mieszkaniowej skorygowany o sąsiednie MPZP”. Źródło: opracowanie własne.	246
Rysunek 52. Histogramy zmiennych niezależnych „Bilans uciążliwości” oraz „Infrastruktura techniczna”. Źródło: opracowanie własne.	247
Rysunek 53. Histogramy zmiennych niezależnych „Odsetek zabudowy szeregowej” oraz „Bilans zasobów przyrodniczych”. Źródło: opracowanie własne.	247
Rysunek 54. Ilustracja sposobu szacowania wag elementów pomiaru przy formułowaniu wzoru na zmienną niezależną złożoną. „Zmienne niezależne poszukiwane” oznaczają elementy pomiarów opisane na skalach od 0 do 1, dotyczące rozważanej w danym badaniu kwestii: zasobów przyrodniczych, uciążliwości, dostępu do usług lub infrastruktury technicznej. „Pozostałe zmienne niezależne” to wprowadzone do badania zmienne niezależne, których ważność nie jest ustalana w danym badaniu. Źródło: opracowanie własne.	250
Rysunek 55. Wykres ilustrujący ważność poszczególnych zmiennych w badaniu sztucznych sieci neuronowych do oszacowania elementów zmiennej „bilans zasobów przyrodniczych” z wydzieleniem grupy zmiennych badanych (zielony) i stałych (szary). Źródło: opracowanie własne.	252
Rysunek 56. Schemat sieci neuronowej wykorzystanej do oszacowania elementów zmiennej bilans uciążliwości. z wydzieleniem grupy zmiennych badanych (zielony) i stałych (szary). Źródło: opracowanie własne.	254
Rysunek 57. Wykres ilustrujących ważność poszczególnych zmiennych w badaniu sztucznych sieci neuronowych do oszacowania elementów zmiennej „bilans uciążliwości” z wydzieleniem grupy zmiennych badanych (zielony) i stałych (szary). Źródło: opracowanie własne.	255
Rysunek 58. Wykres ilustrujących ważność poszczególnych zmiennych w badaniu sztucznych sieci neuronowych do oszacowania elementów zmiennej „dostęp do strategicznych usług i obiektów” z wydzieleniem grupy zmiennych badanych (zielony) i stałych (szary). Źródło: opracowanie własne.	260
Rysunek 59: Wykres ilustrujących ważność poszczególnych zmiennych w badaniu sztucznych sieci neuronowych do oszacowania elementów zmiennej bilans uciążliwości z wydzieleniem grupy zmiennych badanych (zielony) i stałych (szary). Źródło: opracowanie własne.	263
Rysunek 60. Histogram oraz wykres P-P reszt regresji dla zmiennej zależnej relatywny stopień rozwoju w odstępie 5 lat: model regresji krokowej z siedmioma zmiennymi. Źródło: opracowanie własne.	268
Rysunek 61. Wykres rozrzutu zmiennej zależnej relatywny stopień rozwoju dla 5 lat dla modelu regresji podejściem klasycznym z uwzględnionymi 8. zmiennymi. Źródło: opracowanie własne.	269
Rysunek 62. Wykres rozrzutu zmiennej zależnej relatywny stopień rozwoju dla 5 lat, w modelu regresji podejściem krokowym z uwzględnieniem 7 zmiennych. Źródło: opracowanie własne.	271
Rysunek 63. Wykres rozrzutu zmiennej zależnej relatywny stopień rozwoju dla 5 lat w modelu podejściem krokowym z 7 zmiennymi, wprowadzanej funkcją wiążącą sigmoid i tangens hiperboliczny. Źródło: opracowanie własne.	276
Rysunek 64. Histogram oraz wykres P-P reszt regresji dla zmiennej zależnej relatywny stopień rozwoju w odstępie 10 lat z 7 predyktorami. Źródło: opracowanie własne.	279
Rysunek 65. Wykres rozrzutu zmiennej zależnej relatywny stopień rozwoju dla 10 lat, w modelu regresji podejściem krokowym z uwzględnieniem 7. zmiennych niezależnych zaznaczona kolorem niebieskim,	

zarysowane na pomarańczowe punkty rozrzutu dla modelu regresji z 8 predyktorami wskazują na niewielkie różnice między modelami. Źródło: opracowanie własne.....	281
Rysunek 66. Oszacowanie wpływu poszczególnych czynników w oparciu o współczynniki standaryzowane beta dla modelu z 8 zmiennymi niezależnymi. Źródło: opracowanie własne.	283
Rysunek 67. Histogram oraz wykres P-P reszt regresji dla zmiennej zależnej relatywny stopień rozwoju dla 10 lat, w oparciu o uproszczone zmienne niezależne w wariancie 6 zmiennych niezależnych Źródło: opracowanie własne.....	285
Rysunek 68. Histogram oraz wykres P-P reszt regresji dla zmiennej zależnej relatywny stopień rozwoju dla 10 lat, w oparciu o uproszczone zmienne niezależne w wariancie 10 zmiennych niezależnych Źródło: opracowanie własne.....	286
Rysunek 69. Wykresy rozrzutu dla modeli wielorakiej regresji liniowej predykcji dla zmiennej zależnej relatywny stopień rozwoju dla 10 lat, w oparciu o uproszczone zmienne niezależne w wariancie 6 i 10 zmiennych niezależnych. Źródło: opracowanie własne.....	288
Rysunek 70. Histogram oraz wykres P-P reszt regresji dla zmiennej zależnej relatywny stopień rozwoju dla 15 lat, w oparciu o wszystkie zmienne. Źródło: opracowanie własne.	290
Rysunek 71. Histogram oraz wykres P-P reszt regresji dla zmiennej zależnej relatywny stopień rozwoju dla 15 lat, w oparciu o 6 zmiennych niezależnych dobranych techniką regresji krokowej. Źródło: opracowanie własne.....	291
Rysunek 72. Wykresy rozrzutu dla modeli wielorakiej regresji liniowej predykcji dla zmiennej zależnej relatywny stopień rozwoju dla 15 lat, w oparciu o dwa modele: po lewej stronie - w oparciu o wszystkie 8 zmiennych niezależnych i po prawej stronie: w oparciu o 6 zmiennych niezależnych dobranych techniką regresji krokowej. Źródło: opracowanie własne.	293
Rysunek 73. Wykres rozrzutu modelu regresji sztucznej sieć neuronowej dla zmiennej zależnej relatywny stopień rozwoju w oparciu o 8 podstawowych zmiennych niezależnych, w okresie 5 lat. Źródło: opracowanie własne.....	295
Rysunek 74. Schemat sztucznej sieć neuronowej wykorzystanej do oszacowania modelu regresji dla zmiennej zależnej relatywny stopień rozwoju w oparciu o 8 podstawowych zmiennych niezależnych, w okresie 10 lat. Źródło: opracowanie własne.	298
Rysunek 75. Wykres rozrzutu modelu regresji sztucznej sieć neuronowej dla zmiennej zależnej relatywny stopień rozwoju w oparciu o 8 podstawowych zmiennych niezależnych, w okresie 5 lat. Źródło: opracowanie własne.....	300
Rysunek 76. Wykres rozrzutu modelu regresji sztucznej sieć neuronowej dla zmiennej zależnej relatywny stopień rozwoju w oparciu o 8 podstawowych zmiennych niezależnych, w okresie 15 lat. Źródło: opracowanie własne.....	304
Rysunek 77. Wykres rozrzutu modelu regresji sztucznej sieć neuronowej o radialnych funkcjach bazowych w skrócie RBF, dla zmiennej zależnej relatywny stopień rozwoju w oparciu o 8 podstawowych zmiennych niezależnych, w okresie 10 lat. Źródło: opracowanie własne.	307
Rysunek 78. Wykresy wpływu zmiennych szacowanego w oparciu o współczynniki standaryzowane beta z uwzględnieniem wszystkich 8 predyktorów (w niektórych przypadkach nie wszystkie z ośmiu zmiennych niezależnych były istotne statystycznie). Źródło: opracowanie własne.....	309
Rysunek 79. Wykresy wpływu zmiennych szacowanego w oparciu o współczynniki standaryzowane beta z uwzględnieniem wszystkich 6 predyktorów (w modelu dla 5 lat nie wszystkie z sześciu zmiennych niezależnych były istotne statystycznie). Źródło: opracowanie własne.	311
Rysunek 80. Wartości reszt regresji w wybranym modelu z 7 zmiennymi niezależnymi dla okresu 10 lat, z wykorzystaniem regresji liniowej, krokowej. Poszczególne wyniki przydzielone są do gmin, dla których pokazana jest średnia reszt. Porównanie to ilustruje graficznie średnią wartość reszt regresji (różnic pomiędzy wartością teoretyczną, a rzeczywistą) oraz ich rozrzut w odpowiednich gminach. Najbardziej od średniej odległa jest gmina czerwone, jednakże różnice są niewielkie. Źródło: opracowanie własne.	315

Rysunek 81. Wartości reszt regresji (różnic pomiędzy wartością teoretyczną, a rzeczywistą) w wybranym modelu z 7 zmiennymi niezależnymi dla okresu 10 lat, z wykorzystaniem regresji liniowej, krokowej. Poszczególne wyniki przydzielone są do roku uchwały. Wykres pozwala prześledzić błąd modelu w poszczególnych latach. Wykres zbliżony do jednej z funkcji prostych wskazywałby na kierunek zmienności modelu w czasie. Niewielkie różnice w reszcie regresji wskazują, że model jest prawie niezmienny w badanym przedziale czasu, tj. od roku 1993 do 2007. Źródło: opracowanie własne. .	316
Rysunek 82. Obszar numer 49, "Złotoryjsko" w obrębie Promnice uchwała Nr 377/LXII/2002 Rady Gminy Czerwonak z dnia 21 sierpnia 2002 r. Źródło: baza BDOT 10K, uzyskana z CODGIK udostępnione na licencji nr DIO.7211.736.2016_PL_N.	325
Rysunek 83. Obszar 66. Stefańskiego uchwał nr LI/433/2006 Rady Gminy Suchy Las. Źródło: Baza BDOT 10 K z CODGIK udostępnione na licencji nr DIO.7211.736.2016_PL_N.	329
Rysunek 84. Ilustracja standaryzowanych zmiennych niezależnych dla obszaru o numerze 52 nazwanym Szamotoły Przedmieścia, który objęty jest planem miejscowym uchwałą Nr XXII/203/2000 Rady Miasta i Gminy Szamotoły z dnia 21 sierpnia 2000 r., reszta regresji wyniosła w tym przypadku aż 14,65%. Źródło: opracowanie własne.	331
Rysunek 85. Zdjęcie obszaru o numerze 52: Szamotoły Przedmieścia, który objęty jest planem miejscowym uchwałą Nr XXII/203/2000 Rady Miasta i Gminy Szamotoły z dnia 21 sierpnia 2000 r., reszta regresji wyniosła w tym przypadku aż 14,65%. Źródło: zdjęcie autorskie.	332
Rysunek 86. Sytuacja przestrzenna obszaru o numerze 52 nazwanego „Szamotoły Przedmieścia”, objętego planem miejscowym Uchwałą Nr XXII/203/2000 Rady Miasta i Gminy Szamotoły z dnia 21 sierpnia 2000 r. Źródło: Baza BDOT 10K, z CODGIK udostępnione na licencji nr DIO.7211.736.2016_PL_N.	333
Rysunek 87: Sytuacja przestrzenna obszaru o numerze 51 nazwanego „Pamiątkowo”, objętego planem miejscowym Uchwałą Nr XIV/137/99 Rady Miasta i Gminy Szamotoły z dnia 29 listopada 1999 r. Źródło: Baza BDOT 10K, z CODGIK udostępnione na licencji nr DIO.7211.736.2016_PL_N.	334
Rysunek 88. Ilustracja standaryzowanych zmiennych niezależnych dla obszaru o numerze 51 nazwanego „Pamiątkowo”, objętego planem miejscowym Uchwałą Nr XIV/137/99 Rady Miasta i Gminy Szamotoły z dnia 29 listopada 1999 r. Źródło: opracowanie własne.	335
Rysunek 89. Zdjęcie obszaru o numerze 51 nazwanego „Pamiątkowo”, objętego planem miejscowym Uchwałą Nr XIV/137/99 Rady Miasta i Gminy Szamotoły z dnia 29 listopada 1999 r. Źródło: opracowanie własne.	336
Rysunek 90. Mapa fragmentu aglomeracji poznańskiej z zaznaczonymi obszarami objętymi opracowaniem, kolorami zaznaczone miasta w gminach objętych opracowaniem. Źródło: opracowanie własne z wykorzystaniem OpenStreetMap na licencji ESRI.	337
Rysunek 91. Ilustracja standaryzowanych zmiennych niezależnych dla obszaru o numerze 28. nazwanego „Lusowo Wschód”, objętego planem miejscowym Nr LI/457/2001 Rady Gminy Tarnowo Podgórne z dnia 19 czerwca 2001. Źródło: opracowanie własne.	339
Rysunek 92. Schemat pozyskiwania informacji na temat projektu przy wykorzystaniu autorskiego modelu regresji, przedstawione wybrane informacje do wykorzystania w kształtowaniu polityki przestrzennej. Źródło: opracowanie własne.	347
Rysunek 93: Wyniki obliczeń parametrów projektu w Rokietnicy z uwzględnieniem prognozy dla 5, 10 i 15 lat oraz całkowitego wypełnienia terenu. Źródło: Barełkowska, K., Barełkowski, R., Chlasta, L., Janusz, J., Wardęski, Ł.: 2016, Czasoprzestrzeń miasta. Fast: rozpoznanie i planowanie dla zrównoważonego rozwoju, Przestrzeń i Forma, 1(25), ISSN: 1895-3247, s. 167.	349
Rysunek 94. Zestawienie dwóch rozwiązań projektowych zilustrowane w uproszczony sposób: A – produkcja rolna, B – zabudowa mieszkaniowa jednorodzinna, C – obszary zieleni niezorganizowanej, D – obiekt użyteczności publicznej, E – Fabryka, źródło uciążliwości, F – brzeg jeziora, element atrakcyjny przyrodniczo; opracowanie własne. Oba projekty składają się z takich samych powierzchni przyporządkowanych do danej funkcji, jednakże są one w różny sposób rozmieszczone. Źródło: opracowanie własne.	351

- Rysunek 95: Obszar nr 39, Złotkowo, gmina Suchy Las, Uchwała MPZP Nr XLVIII/450/2001 Rady Gminy Suchy Las z dnia 18 października 2001 r., źródło: Uchwała MPZP Nr XLVIII/450/2001 Rady Gminy Suchy Las z dnia 18 października 2001 r, <http://mpzp.suchylas.pl/> 354
- Rysunek 96. Zestawienie dwóch rozwiązań projektowych zilustrowanych w uproszczony sposób: A – produkcja rolna, B – zabudowa mieszkaniowa jednorodzinna, C – obszary zieleni niezorganizowanej, D – obiekt użyteczności publicznej, F – brzeg jeziora, element atrakcyjny przyrodniczo. W obu przypadkach znajduje się tyle samo domów, jednakże w drugim wariantcie są one rozproszone w związku z niższym stopniem rozwoju. Źródło: opracowanie własne. 355
- Rysunek 97. Zestawienie dwóch rozwiązań projektowych zilustrowanych w uproszczony sposób: A – produkcja rolna, B – zabudowa mieszkaniowa jednorodzinna, C – obszary zieleni niezorganizowanej, D – las. Przykład ten ilustruje problem decyzyjny lokalizacji funkcji mieszkaniowej bliżej lub dalej od lasu. Źródło: opracowanie własne. 357
- Rysunek 98. Schemat przyporządkowania zmiennych niezależnych na skali określającej jak dana zmienna niezależna może być kształtowana poprzez decyzje projektowe w projekcie urbanistycznym. Opracowanie bazuje na przypadkach uwzględnionych w materiale badawczym, ciemniejsza kropka ilustruje częstsze występowanie danej skali wpływu. Źródło: opracowanie własne. 359
- Rysunek 99. Symulacja podziału na działki według przyjętych kryteriów oraz zestawienie podstawowych parametrów przy pomocy autorskiego narzędzia do bilansu i podziałów automatycznych. Źródło: opracowanie własne na podkładzie: Ortofotomapa, CODGIK udostępnione na licencji nr DIO.7211.736.2016_PL_N. 369
- Rysunek 100. Zdjęcie oraz sytuacja przestrzenna obszaru o numerze 52 nazwanego „Szamotoły Przedmieścia”, objętego planem miejscowym Uchwałą Nr XXII/203/2000 Rady Miasta i Gminy Szamotoły z dnia 21 sierpnia 2000 r. Źródło: Baza BDOT 10K, z CODGIK udostępnione na licencji nr DIO.7211.736.2016_PL_N. 372
- Rysunek 101: Rysunek projektu uchwały nr XXII/203/2000 Rady Miasta i Gminy Szamotoły z dnia 21 sierpnia 2000 r. Ortofotomapa, CODGIK udostępnione na licencji nr DIO.7211.736.2016_PL_N. 373
- Rysunek 102. Dwa warianty projektu (A i B) wykonane przy wspomaganii przez model regresji. Źródło: opracowanie własne przy wykorzystaniu materiałów: ortofotomapa z roku 2001, CODGIK udostępnione na licencji nr DIO.7211.736.2016_PL_N. 374
- Rysunek 103. Porównanie w formie wykresów wyników badania regresji trzech wariantów dla obszaru MPZP Nr XXII/203/2000 Rady Miasta i Gminy Szamotoły z dnia 21 sierpnia 2000 r. Źródło: opracowanie własne. 386
- Rysunek 104. Symulacja podziału na działki według przyjętych kryteriów oraz zestawienie podstawowych parametrów, tj. działki o średniej wielkości około 1000 metrów, przy pomocy autorskiego narzędzia do bilansu i podziałów automatycznych. Łącznie wygenerowane zostało 116 działek mieszkaniowych. Źródło: opracowanie własne na podkładzie ze SUIKZP dla gminy Oborniki i MPZP gminy Oborniki w serwisie WMS wyświetlonym w Esri ArcMap, dostęp dnia 12.05.2017 r., http://mpzp.igeomap.pl/cgi-bin/mapserv?map=/home/webgis/oborniki/mpzp_oborniki.map&feature_count=5&..... 389
- Rysunek 105. Wstępna koncepcja ideowa zagospodarowania terenu oparta o holistyczne analizy urbanistyczne, opracowanie własne. 393
- Rysunek 106. Uchwała Nr XLIX/370/2005 z dnia 2005-10-28. Źródło: http://mpzp.igeomap.pl/cgi-bin/mapserv?map=/home/webgis/oborniki/mpzp_oborniki.map&feature_count=5&....., Ortofotomapa, CODGIK udostępnione na licencji nr DIO.7211.736.2016_PL_N. 395
- Rysunek 107. Dwa warianty projektu (A i B) wykonane przy wspomaganii przez model regresji. Źródło: opracowanie własne na podkładzie ortofotomapy z roku 2012, CODGIK udostępnione na licencji nr DIO.7211.736.2016_PL_N. 396
- Rysunek 108. Porównanie w formie wykresów wyników badania regresji trzech wariantów dla obszaru w gminie Oborniki. Źródło: opracowanie własne. 405
- Rysunek 109. Symulacja podziału na działki według przyjętych kryteriów oraz zestawienie podstawowych parametrów, tj. działki o średniej wielkości około 900 metrów, przy pomocy autorskiego narzędzia do

bilansu i podziałów automatycznych. Łącznie wygenerowane zostało 218 działek mieszkaniowych. Źródło: opracowanie własne na podkładzie ze SUIKZP dla gminy Rokietnica i MPZP gminy Rokietnica w serwisie http://portal.gison.pl/rokietnica_poznanski/ , dostęp dnia 16.06.2017.	407
Rysunek 110: Zdjęcia w pobliżu obszaru opracowania koło wsi Rostworowo, gmina Rokietnica,. Górne zdjęcie ukazuje panoramę obszaru, jej aktualne rolnicze wykorzystanie oraz sąsiadujący las. Zdjęcie po stronie lewej pokazuje pobliską rzekę, natomiast zdjęcie po prawej stronie lokalny stan dróg dojazdowych na trasie ze wsią Gołęczewo. Połączenie z bardziej oddaloną Rokietnicą jest nieznacznie lepsze, jednakże – jak pokazuje zdjęcie – dostęp do obiektów i usług we wsi Gołęczewo nie jest łatwy przy pomocy transportu kołowego. Źródło: zdjęcia autorskie.	410
Rysunek 111. Wstępna koncepcja ideowa zagospodarowania terenu oparta o holistyczne analizy urbanistyczne, opracowanie własne.	412
Rysunek 112. Dwa warianty projektu (A i B) wykonane przy wspomaganie przez model regresji, opracowanie własne na podkładzie: BDOT 10K i ortofotomapa z roku 2012, CODGIK udostępnione na licencji nr DIO.7211.736.2016_PL_N.	414
Rysunek 113. Porównanie w formie wykresów wyników badania regresji trzech wariantów dla obszaru w gminie Oborniki. Źródło: opracowanie własne.	424

Spis tabeli

Tabela 1: Najistotniejsze metody wykorzystane w pracy na danym etapie badania według taksonomii Groat i Wanga. Źródło: Op. cit. Groat, L. i Wang, D.: 2002, Architectural Research Methods, s. 85-96	16
Tabela 2. Uproszczona przykład przetwarzania danych w analizach na potrzeby planowania przestrzennego wpływający na odczyt danych na osi pojęć dane „twarde” i „miękkie”. Źródło: opracowanie własne.....	19
Tabela 3. Ogólny schemat wykonywania analiz w projektowaniu urbanistycznym, źródło: opracowanie własne.	48
Tabela 4. Uproszczona, przyjęta taksonomia oddziaływań na obszar mieszkaniowy jednorodzinny, źródło: Opracowanie własne.	53
Tabela 5. Procent ilości mieszkań według określonej typologii. Źródło: Dział Badań i Analiz firmy Emmerson S.A. na podstawie danych Eurostat (EUSILC) dla obszaru Polski z 2013r., dostęp dn. 10.10.2015, http://dom.money.pl/budownictwo/wiadomosci/artukul/wiecej-polakow-mieszka-w-mieszkaniach-czy-w-domach,0,0,1290496.html	122
Tabela 6. Liczba mieszkań w określonym obszarze według NUTS Według danych na rok 2011, Źródło: Dane Eurostat na temat ilości mieszkań, Conventional dwellings by occupancy status, type of building and NUTS 3 region, Distribution of population by degree of urbanisation, data dostępu: 08.01.2016, http://ec.europa.eu/eurostat/data/database?node_code=cens_01rdhh	124
Tabela 7. Liczba budynków jednorodzinnych (budynki jednomieszkaniowe i dwumieszkaniowe oraz budynki jednorodzinne nieprzystosowane do stałego zamieszkania) oddanych do użytku w roku 2015 według podziału na miasto i wieś. Dostęp dn.: 2015.04.29, Źródło: https://bdl.stat.gov.pl/	131
Tabela 8: Zestawienie w procentach dostępu do kanalizacji i wodociągu wszystkich budynków mieszkalnych na terenie Polski, Źródło: wykonane na podstawie: Op. cit. Matulska-Bachura, A.: Zamieszkane Budynki, Narodowy Spis Powszechny Ludności i Mieszkań 2011, Załącznik: tabl. 5. budynki mieszkalne i mieszkania w budynkach według wyposażenia budynku w wodociąg i kanalizację w województwach (cd.)	133
Tabela 9. Zestawienie wyposażenia w odpowiednie instalacje budynków będących w budowie w roku 2002 i 2011.	134
Tabela 10. Macierz korelacji liniowej Pearsona dla zmiennej liczby budynków mieszkalnych zrealizowanych w poszczególnych latach. Przygotowano na podstawie danych z: Dostęp dn.: 2015.09.11, Źródło: Baza danych lokalnych, https://geo.stat.gov.pl/imap/	145
Tabela 11. Liczba zrealizowanych budynków jednorodzinnych w badanym roku na 1000 mieszkańców w danym obszarze. Przygotowano na podstawie danych z: Baza danych lokalnych, Dostęp dn.: 2015.12.11, Źródło: Baza danych lokalnych, https://geo.stat.gov.pl/imap/	149
Tabela 12. Zestawienie informacji o zrealizowanych budynkach mieszkaniowych uzyskanych z bazy EGiB. Źródło, opracowanie własne na podstawie bazy EGiB uzyskanej na licencji numer GKG.4012.13299.2016_3021_N.	179
Tabela 13. Elementy statystyki opisowej zmiennej objaśnianej stopień rozwoju. Źródło: opracowanie własne.	184
Tabela 14. Liczba obszarów w określonej gminie na obszarze aglomeracji poznańskiej. Źródło: opracowanie własne.	184
Tabela 15. Informacje o odsetku budynków według odpowiednich typologii w badanych obszarach. Źródło: opracowanie własne.	191
Tabela 16. Zestawienie zaproponowanego sposobu pomiaru i oznaczeń cech przestrzennych zasobów przyrodniczych. Źródło: opracowanie własne.	197
Tabela 17: Zestawienie zaproponowanego sposobu pomiaru i oznaczeń bilansu uciążliwości. Źródło: opracowanie własne.	199
Tabela 18. Zestawienie zaproponowanego sposobu pomiaru i oznaczeń dostępu do strategicznych obiektów i usług. Źródło: opracowanie własne.	201
Tabela 19. Zestawienie zaproponowanego sposobu pomiaru i oznaczeń dostępu do infrastruktury technicznej i podziemnej. Źródło: opracowanie własne.	205
Tabela 20. Przyjęte w badaniu uproszczone i pełne nazwy zmiennych niezależnych oraz sposoby ich pomiaru. Źródło: opracowanie własne.	235
Tabela 21. Macierz korelacji Pearsona zmiennych niezależnych ze zmiennymi zależnymi. Źródło: opracowanie własne.	236
Tabela 22. Macierz korelacji Pearsona zmiennych niezależnych. Źródło: opracowanie własne.....	238
Tabela 23. Podstawowe statystyki opisowe zmiennych w badaniu. Źródło: opracowanie własne.....	240
Tabela 24: Testy normalności rozkładu. Źródło: opracowanie własne.	240
Tabela 25. Informacje o sztucznej sieci neuronowej wykorzystana do oszacowania elementów zmiennej bilans zasobów przyrodniczych. Źródło: opracowanie własne.....	251

Tabela 26. Sztuczna sieć neuronowa wykorzystana do oszacowania elementów zmiennej bilans zasobów przyrodniczych, wagi neuronów. Powyższa tabela służy do ewentualnego odtworzenia sieci, liczby w niej zawarte nie podlegają interpretacji (black-box approach). Ukazuje ona także jakie zmienne zostały uwzględnione w modelu. Źródło: opracowanie własne.	251
Tabela 27. Sztuczna sieć neuronowa wykorzystana do oszacowania elementów zmiennej bilans uciążliwości, wagi neuronów. Powyższa tabela służy do ewentualnego odtworzenia sieci, liczby w niej zawarte nie podlegają interpretacji. Ukazuje ona także jakie zmienne zostały uwzględnione w modelu. Źródło: opracowanie własne.	254
Tabela 28. Informacje o sztucznej sieć neuronowej wykorzystana do oszacowania elementów zmiennej bilans zasobów przyrodniczych. Źródło: opracowanie własne.....	255
Tabela 29. Sztuczna sieć neuronowa wykorzystana do oszacowania elementów zmiennej bilans uciążliwości, wagi neuronów. Powyższa tabela służy do ewentualnego odtworzenia sieci, liczby w niej zawarte nie podlegają interpretacji. Ukazuje ona także jakie zmienne zostały uwzględnione w modelu. Źródło: opracowanie własne.	257
Tabela 30. Zestawienie modelu regresji przy użyciu zmiennej złożonej „DostępDoUsług” oraz samego jej najważniejszego elementu składowego: położenia w pobliżu szkoły podstawowej. Źródło: opracowanie własne.	258
Tabela 31. Informacje o sztucznej sieć neuronowej wykorzystana do oszacowania elementów zmiennej bilans zasobów przyrodniczych. Źródło: opracowanie własne.....	259
Tabela 32. Fragment macierzy korelacji Pearsona dla zmiennych niezależnych. Źródło: opracowanie własne.....	260
Tabela 33. Sztuczna sieć neuronowa wykorzystana do oszacowania elementów zmiennej bilans uciążliwości, wagi neuronów. Powyższa tabela służy do ewentualnego odtworzenia sieci, liczby w niej zawarte nie podlegają interpretacji. Ukazuje ona także jakie zmienne zostały uwzględnione w modelu. Źródło: opracowanie własne.	262
Tabela 34. Informacje o sztucznej sieć neuronowej wykorzystana do oszacowania elementów zmiennej bilans zasobów przyrodniczych. Źródło: opracowanie własne.....	263
Tabela 35. Zestawienie wyników pomiaru i predykcji dla zmiennej zależnej relatywny stopień rozwoju w odstępach 5, 10 i 15 lat od uchwały. Źródło: opracowanie własne.	266
Tabela 36. Porównanie parametrów modeli regresji dla zmiennej zależnej relatywny stopień rozwoju dla 5 lat: model regresji podejściem klasycznym z 8. zmiennymi oraz regresji krokowej z siedmioma i czterema zmiennymi. Źródło: opracowanie własne.	267
Tabela 37. Porównanie testów podobieństwa rozkładu danej zmiennej do rozkładu normalnego dla modeli regresji dla zmiennej zależnej relatywny stopień rozwoju dla 5 lat: model regresji podejściem klasycznym z 8. zmiennymi oraz regresji krokowej z siedmioma i czterema zmiennymi. Źródło: opracowanie własne.	268
Tabela 38. Model wielorakiej regresji liniowej; zmienna:– relatywny stopień rozwoju dla 5 lat dla modelu regresji podejściem klasycznym z uwzględnionymi 8. zmiennymi. Źródło: opracowanie własne.....	270
Tabela 39: Model wielorakiej regresji liniowej metodą krokową dla istotności na poziomie 0.1 - relatywny stopień rozwoju dla 5 lat dla modelu regresji podejściem krokowym z uwzględnionymi 7. zmiennymi. Źródło: opracowanie własne.	272
Tabela 40. Model wielorakiej regresji liniowej metodą krokową dla istotności na poziomie 0.05 - relatywny stopień rozwoju dla 5 lat dla modelu regresji podejściem krokowym z uwzględnionymi 4. zmiennymi niezależnymi. Źródło: opracowanie własne.	273
Tabela 41. Porównanie parametrów modeli regresji dla zmiennej zależnej relatywny stopień rozwoju dla 5 lat dla regresji krokowej z siedmioma zmiennymi z funkcją wiążącą tożsamości, sigmoid i tangens hiperboliczny. Źródło: opracowanie własne.	274
Tabela 42. Model wielorakiej regresji liniowej metodą krokową dla istotności na poziomie 0.1 - Stopień wzrostu w ciągu 5 lat z funkcją wiążącą sigmoid. Źródło: opracowanie własne.	274
Tabela 43. Model wielorakiej regresji liniowej metodą krokową dla istotności na poziomie 0.1 - Stopień wzrostu w ciągu 5 lat z funkcją wiążącą tangens hiperboliczny. Źródło: opracowanie własne.	275
Tabela 44. Porównanie modeli regresji oszacowanych dla odstepu 10 lat od momentu uchwalenia planu. Źródło: opracowanie własne.	278
Tabela 45. Porównanie testów podobieństwa rozkładu danej zmiennej do rozkładu normalnego dla modeli regresji dla zmiennej zależnej relatywny stopień rozwoju dla 10 lat, w modelu regresji podejściem klasycznym uwzględniono 8 zmiennych oraz regresji krokowej z siedmioma zmiennymi. Źródło: opracowanie własne.....	279
Tabela 46. Model wielorakiej regresji liniowej predykcji – relatywny stopień rozwoju w ciągu 10 lat, w modelu z 8 zmiennymi niezależnymi. Źródło: opracowanie własne.	280
Tabela 47. Model wielorakiej regresji liniowej predykcji: Relatywny topień rozwoju w ciągu 10 lat w modelu z 7 zmiennymi niezależnymi. Źródło: opracowanie własne.	281

Tabela 48. Porównanie modeli regresji oszacowanych dla odstępu 10 lat od momentu uchwalenia planu. Źródło: opracowanie własne.	284
Tabela 49. Porównanie testów podobieństwa rozkładu danej zmiennej do rozkładu normalnego dla modeli regresji dla zmiennej zależnej relatywny stopień rozwoju dla 10 lat, w oparciu o uproszczone zmienne niezależne w wariancie 6 i 10 zmiennych niezależnych. Źródło: opracowanie własne.	285
Tabela 50. Model wielorakiej regresji liniowej predykcji dla zmiennej zależnej relatywny stopień rozwoju dla 10 lat, w oparciu o uproszczone zmienne niezależne w wariancie 6 zmiennych niezależnych. Źródło: opracowanie własne.	286
Tabela 51. Model wielorakiej regresji liniowej predykcji dla zmiennej zależnej relatywny stopień rozwoju dla 10 lat, w oparciu o uproszczone zmienne niezależne w wariancie 10 zmiennych niezależnych. Źródło: opracowanie własne.	287
Tabela 52. Porównanie modeli regresji oszacowanych dla odstępu 15 lat od momentu uchwalenia planu. Źródło: opracowanie własne.	289
Tabela 53. Porównanie testów podobieństwa rozkładu danej zmiennej do rozkładu normalnego dla modeli regresji dla zmiennej zależnej relatywny stopień rozwoju dla 15 lat. Źródło: opracowanie własne.	290
Tabela 54. Model wielorakiej regresji liniowej predykcji dla zmiennej zależnej relatywny stopień rozwoju dla 10 lat, w oparciu o wszystkie 8 zmiennych niezależnych.	291
Tabela 55. Model wielorakiej regresji liniowej predykcji dla zmiennej zależnej relatywny stopień rozwoju dla 10 lat, w oparciu o 6 zmiennych niezależnych dobranych techniką regresji krokowej. Źródło: opracowanie własne.	292
Tabela 56. Informacje o sztucznej sieci neuronowej wykorzystanej do oszacowania modelu regresji dla zmiennej zależnej relatywny stopień rozwoju w oparciu o 8 podstawowych zmiennych niezależnych, w okresie 5 lat. Źródło: opracowanie własne.	295
Tabela 57. Sztuczna sieć neuronowa wykorzystana do oszacowania modelu regresji dla zmiennej zależnej relatywny stopień rozwoju w oparciu o 8 podstawowych zmiennych niezależnych, w okresie 5 lat. Powyższa tabela służy do ewentualnego odtworzenia sieci, liczby w niej zawarte nie podlegają interpretacji. Ukazuje ona także jakie zmienne zostały uwzględnione w modelu. Źródło: opracowanie własne.	296
Tabela 58. Informacje o sztucznej sieci neuronowej wykorzystanej do oszacowania modelu regresji dla zmiennej zależnej relatywny stopień rozwoju w oparciu o 8 podstawowych zmiennych niezależnych, w okresie 10 lat. Źródło: opracowanie własne.	299
Tabela 59. Zestawienie wartości teoretycznych, wynikających z modelu regresji, z wartościami rzeczywistymi wynikającymi z pomiarów. Model sztucznej sieci neuronowej dla zmiennej zależnej relatywny stopień rozwoju w oparciu o 8 podstawowych zmiennych niezależnych, w okresie 1 lat. Źródło: opracowanie własne.	301
Tabela 60. Sztuczna sieć neuronowa wykorzystana do oszacowania modelu regresji dla zmiennej zależnej relatywny stopień rozwoju w oparciu o 8 podstawowych zmiennych niezależnych, w okresie 10 lat. Powyższa tabela służy do ewentualnego odtworzenia sieci, liczby w niej zawarte nie podlegają interpretacji. Ukazuje ona także jakie zmienne zostały uwzględnione w modelu. Źródło: opracowanie własne.	302
Tabela 61. Informacje o sztucznej sieci neuronowej wykorzystanej do oszacowania modelu regresji dla zmiennej zależnej relatywny stopień rozwoju w oparciu o 8 podstawowych zmiennych niezależnych, w okresie 15 lat. Źródło: opracowanie własne.	304
Tabela 62. Sztuczna sieć neuronowa wykorzystana do oszacowania modelu regresji dla zmiennej zależnej relatywny stopień rozwoju w oparciu o 8 podstawowych zmiennych niezależnych, w okresie 15 lat. Powyższa tabela służy do ewentualnego odtworzenia sieci, liczby w niej zawarte nie podlegają interpretacji. Ukazuje ona także jakie zmienne zostały uwzględnione w modelu. Źródło: opracowanie własne.	305
Tabela 63. Informacje o sztucznej sieci neuronowej wykorzystanej do oszacowania elementów zmiennej bilans zasobów przyrodniczych. Źródło: opracowanie własne.	306
Tabela 64. Porównanie modeli regresji dla odstępu 10 lat od momentu uchwalenia planu. Źródło: opracowanie własne.	313
Tabela 65. Model wielorakiej regresji liniowej predykcji dla zmiennej relatywny stopień rozwoju dla 10 lat. Powyższa tabela ukazuje zmienne niezależne w modelu. Wynika z niej, że zmienne niezależna Średnia Liczba Zrealizowanych Budynków mieszkaniowych rocznie w ciągu ostatnich 20 lat na km ² ilustrująca zjawiska rozwoju w danej gminie nie jest istotna statystycznie. Źródło: opracowanie własne.	313
Tabela 66. Model wielorakiej regresji liniowej predykcji dla zmiennej relatywny stopień rozwoju dla 10 lat. Powyższa tabela ukazuje zmienne niezależne w modelu. Wynika z niej, że zmienne niezależna Średnia Liczba Zrealizowanych Budynków mieszkaniowych rocznie w ciągu ostatnich 20 lat na 1000 mieszkańców ilustrująca zjawiska rozwoju w danej gminie nie jest istotna statystycznie. Źródło: opracowanie własne.	314

Tabela 67. Model regresji dla 10 lat z uwzględnieniem zmiennej nominalnej ilustrującej przynależność do danej gminy. Analiza wykonana w oparciu o funkcje modelowanie liniowe w programie SPSS 21. Odpowiednio: lewy górny róg- tabela zmiennych w modelu, prawy górny róg- szczegółowa tabela zmiennych w modelu, lewy dolny róg – skorygowany R2, środek – wykres rozrzutu. Dane te wskazują, że taka zmienna nominalna jest nieistotna statystycznie i praktycznie bez znaczenia dla dopasowania modelu. Źródło: opracowanie własne.	315
Tabela 68. Porównanie modeli regresji dla okresu 10 lat. Model a: wszystkie osiem zmiennych niezależnych, model b: z 7 zmiennymi niezależnymi, z wykorzystaniem regresji liniowej, krokowej, model c: wszystkie osiem zmiennych niezależnych oraz rok uchwały, model d: wszystkie osiem zmiennych niezależnych oraz rok uchwały lub data zmiany uchwały, jeżeli MPZP było zmieniane. Skorygowany R2 wskazuje na mniejsze dopasowanie modeli regresji uwzględniających rok uchwały lub datę zmiany uchwały. Pozwala to stwierdzić, że wraz z upływem czasu w okresie 1993-2007 nie można zauważyć szybszego lub wolniejszego rozwoju obszarów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej. Źródło: opracowanie własne.	317
Tabela 69. Zestawienie zmiennych w modelu dla zmiennej zależnej relatywny stopień rozwoju w odstępie 10 lat, w oparciu o wszystkie osiem zmiennych oraz z uwzględnieniem roku uchwały. Zauważyć można, że rok uchwały nie jest istotny statystycznie, co oznacza, że późniejszy lub wcześniejszy rok uchwały, w badanym zakresie 1993-2007 nie wpływa negatywnie, ani pozytywnie na rozwój. Źródło: opracowanie własne.	318
Tabela 70. Porównanie modeli regresji dla okresu 10 lat. Model a: wszystkie osiem zmiennych niezależnych, model b: z 7 zmiennymi niezależnymi, z wykorzystaniem regresji liniowej, krokowej, model c: wszystkie osiem zmiennych niezależnych oraz zmienna dychotomiczna – ustawa w oparciu o którą sporządzony lub później skorygowany był MPZP (z roku 1994 lub 2003), model d: wszystkie osiem zmiennych niezależnych oraz zmienna dychotomiczna – ustawa w oparciu o którą sporządzony był MPZP (z roku 1994 lub 2003). Skorygowany R2 wskazuje na porównywalne dopasowanie modeli regresji uwzględniających ustawę (z roku 1994 lub 2003). Pozwala to stwierdzić, że w badanym zakresie czasu oparcie MPZP o przepisy uchwały z 1994 lub 2003 prawie nie miało znaczenia dla przyszłego relatywnego stopnia rozwoju. Źródło: opracowanie własne.	319
Tabela 71. Model wielorakiej regresji liniowej predykcji – relatywny stopień wzrostu w ciągu 10 lat Model c: wszystkie 8. Zmiennych niezależnych oraz zmienna dychotomiczna: W oparciu o ustawę z 1994 albo w oparciu o nową ustawie z 2003 pierwotnie lub w myśl tej ustawy zaktualizowana uchwała. Wpływ przynależności do danej uchwały według powyższych zasad jest nieistotny statystycznie w badanym okresie. Źródło: opracowanie własne.	320
Tabela 72. Porównanie średnich wartości rozwoju według przyjętych miar dla poszczególnych gmin i dla całej próby. Źródło: opracowanie własne.	324
Tabela 73. Zestawienie zjawisk wyszczególnionych na podstawie studiów przypadku pomiarów odstających w poszczególnych gminach wpływających na dużą bezwzględną wartość reszty regresji (służącej do oszacowania błędu modelu w danym przypadku). Źródło: opracowanie własne.	342
Tabela 74. Schemat oceny możliwości wpływu na relatywny stopień rozwoju poprzez narzędzia planowania przestrzennego w większej skali przyporządkowane zmiennym zależnym w modelu regresji. Opisane także wybrane, podstawowe działania wpływające na rozwój. Źródło: opracowanie własne.	346
Tabela 75. Przyjęte w badaniu zestawienie zmiennych dla obszaru 52; uproszczone i pełne nazwy zmiennych niezależnych oraz sposoby i źródła ich pomiaru dla wybranego przykładu. Źródło: opracowanie własne.	367
Tabela 76. Zestawienie orientacyjnych parametrów wynikających ze wstępnej analizy dla przyjętego podziału na działki o areale około 1500 metrów kwadratowych oraz 800 metrów kwadratowych. Źródło: opracowanie własne.	369
Tabela 77. Bilans zasobów przyrodniczych w wariancie projektu A, dla obszaru MPZP Nr XXII/203/2000 Rady Miasta i Gminy Szamotuły z dnia 21 sierpnia 2000 r. Źródło: opracowanie własne.	375
Tabela 78. Bilans uciążliwości w wariancie projektu A, dla obszaru MPZP Nr XXII/203/2000 Rady Miasta i Gminy Szamotuły z dnia 21 sierpnia 2000 r. Źródło: opracowanie własne.	376
Tabela 79. Infrastruktura techniczna w wariancie projektu A, dla obszaru MPZP Nr XXII/203/2000 Rady Miasta i Gminy Szamotuły z dnia 21 sierpnia 2000 r. Źródło: opracowanie własne.	378
Tabela 80. Bilans zasobów przyrodniczych w wariancie projektu B, dla obszaru MPZP Nr XXII/203/2000 Rady Miasta i Gminy Szamotuły z dnia 21 sierpnia 2000 r. Źródło: opracowanie własne.	381
Tabela 81. Bilans uciążliwości w wariancie projektu B, dla obszaru MPZP Nr XXII/203/2000 Rady Miasta i Gminy Szamotuły z dnia 21 sierpnia 2000 r. Źródło: opracowanie własne.	381
Tabela 82. Infrastruktura techniczna w wariancie projektu B, dla obszaru MPZP Nr XXII/203/2000 Rady Miasta i Gminy Szamotuły z dnia 21 sierpnia 2000 r. Źródło: opracowanie własne.	383
Tabela 83. Porównanie wyników badania regresji trzech wariantów dla obszaru MPZP Nr XXII/203/2000 Rady Miasta i Gminy Szamotuły z dnia 21 sierpnia 2000 r. Źródło: opracowanie własne.	385

Tabela 84. Oszacowanie parametrów wynikających z analizy regresji dla dwóch wariantów projektowych i wersji wstępnej – wygenerowanej automatycznie dla obszaru 52 w gminie Szamotuły. Dane na temat ludzi i mediów wykonane oparciu o dane statystyczne z rozdziału 4. Źródło: opracowanie własne na podstawie Bazy Danych Lokalnych, dostęp dnia 12.10.2016 r., https://bdl.stat.gov.pl/BDL/start	387
Tabela 85. Przyjęte w badaniu zestawienie zmiennych dla obszaru położonego w gminie Oborniki w wariancie generycznym; uproszczone i pełne nazwy zmiennych niezależnych oraz sposoby i źródła ich pomiaru dla wybranego przykładu. Źródło: opracowanie własne.	390
Tabela 86. Bilans zasobów przyrodniczych w wariancie alternatywnego projektu A dla obszaru w gminie Oborniki. Źródło: opracowanie własne.	397
Tabela 87. Bilans uciążliwości w wariancie alternatywnego projektu A, dla obszaru w gminie Oborniki. Źródło: opracowanie własne.	398
Tabela 88. Infrastruktura techniczna w wariancie alternatywnego projektu A, dla obszaru w gminie Oborniki. Źródło: opracowanie własne.	400
Tabela 89. Bilans zasobów przyrodniczych w wariancie alternatywnego projektu B, dla obszaru w gminie Oborniki. Źródło: opracowanie własne.	402
Tabela 90. Bilans uciążliwości w wariancie alternatywnego projektu B, dla obszaru w gminie Oborniki. Źródło: opracowanie własne.	403
Tabela 91. Porównanie wyników badania regresji trzech wariantów dla obszaru w gminie Oborniki. Źródło: opracowanie własne.	404
Tabela 92: Oszacowanie parametrów wynikających z analizy regresji dla dwóch wariantów projektowych i wersji wstępnej – wygenerowanej automatycznie dla obszaru w gminie Oborniki. Dane na temat ludzi i mediów wykonane oparciu o dane statystyczne z rozdziału 4. Źródło: opracowanie własne na podstawie Bazy Danych Lokalnych, dostęp dnia 12.10.2016 r., https://bdl.stat.gov.pl/BDL/start	406
Tabela 93. Przyjęte w badaniu zestawienie zmiennych dla obszaru położonego w gminie Rokietnica w wariancie generycznym; uproszczone i pełne nazwy zmiennych niezależnych oraz sposoby i źródła ich pomiaru dla wybranego przykładu. Źródło: opracowanie własne.	408
Tabela 94. Bilans zasobów przyrodniczych w wariancie alternatywnego projektu A, dla obszaru w gminie Rokietnica. Źródło: opracowanie własne.	416
Tabela 95. Infrastruktura techniczna w wariancie alternatywnego projektu A, dla obszaru w gminie Rokietnica. Źródło: opracowanie własne.	418
Tabela 96: Bilans zasobów przyrodniczych w wariancie alternatywnego projektu B, dla obszaru w gminie Rokietnica. Źródło: opracowanie własne.	420
Tabela 97. Bilans uciążliwości w wariancie alternatywnego projektu B, dla obszaru w gminie Rokietnica. Źródło: opracowanie własne.	421
Tabela 98. Porównanie wyników badania regresji trzech wariantów dla obszaru w gminie Rokietnica. Źródło: opracowanie własne.	423
Tabela 99: Oszacowanie parametrów wynikających z analizy regresji dla dwóch wariantów projektowych i wersji wstępnej – wygenerowanej automatycznie dla obszaru w gminie Rokietnica. Dane na temat ludzi i mediów wykonane oparciu o dane statystyczne z rozdziału 4. Źródło: opracowanie własne na podstawie Bazy Danych Lokalnych, dostęp dnia 15.11.2016 r., https://bdl.stat.gov.pl/BDL/start	425

Spis równań

Równanie 1. Ogólny zapis równania regresji., Źródło: opracowanie własne na podstawie Madsen, H. i Thyregod, P.: 2010, Introduction to General and Generalized Linear Models, Texts in Statistical Science Series, Taylor & Francis Group, 48-52, 80. oraz: Op. cit. Dobson, A, J.: 1990, An Introduction to Generalized Linear Models, s.22.	102
Równanie 2: Ogólny zapis ogólnego modelu liniowego. Źródło: opracowanie własne na podstawie: Op. cit. Madsen, H. i Thyregod, P.: 2010, Introduction to General and Generalized Linear Models, Texts in Statistical Science Series, s. 48-52. i: Op. cit. Dobson, A, J.: 1990, An Introduction to Generalized Linear Models, s. 22.	102
Równanie 3. Równanie wielorakiej regresji liniowej dla n pomiaru. Źródło: opracowanie własne na podstawie: Op. cit. Madsen, H. i Thyregod, P.: 2010, Introduction to General and Generalized Linear Models, Texts in Statistical Science Series, s. 47.	103

Równanie 4. Rozwinięcie ogólnego modelu liniowego o funkcję wiążącą. Zabieg może być wykorzystywany do polepszenia dopasowania modelu. Źródło: Op. Ct. Madsen, H. i Thyregod, P.: 2010, Introduction to General and Generalized Linear Models, Texts in Statistical Science Series, s. 47.....	103
Równanie 5. Szczególny przypadek wykorzystania funkcji wiążącej o nazwie – równanie regresji logistycznej. Źródło: Równanie na podstawie: Op. cit. Madsen, H. i Thyregod, P.: 2010, Introduction to General and Generalized Linear Models, Texts in Statistical Science Series, s. 47.	104
Równanie 6. Zasada heterogoniczności przestrzennej. Źródło: Równanie na podstawie: Op. cit. Madsen, H. i Thyregod, P.: 2010, Introduction to General and Generalized Linear Models, Texts in Statistical Science Series, s. 47.....	105
Równanie 7. Uzupełnienie równania regresji o macierz wag przestrzennych. Źródło, na podstawie: Op. cit. Lesage, J.P. i Fischer, M., M.: 2008, Spatial Growth Regressions: Model Specification, Estimation and Interpretation, s. 278-280.	107
Równanie 8. Równanie liniowe funkcji liczby zrealizowanych budynków mieszkalnych w zależności od lat.	141
Równanie 9. Równanie pierwiastkowe funkcji liczby zrealizowanych budynków mieszkalnych w zależności od lat.	142
<i>T</i> – dynamika rozwoju (w stosunku do wartości), <i>B_i</i> – liczba budynków mieszkaniowych oddanych w roku <i>i</i> na danym obszarze, <i>B₀</i> – liczba budynków mieszkaniowych oddanych w momencie początkowym (dla badania rok 1998), Równanie 10. Propozycja opisu zmienności liczby oddanych budynków mieszkaniowych w poszczególnych latach.	145
Równanie 11. Liczba budynków mieszkalnych zrealizowanych w danym roku na 1000 mieszkańców na danym przyjętym obszarze.	149
Równanie 12. Zmienna zależna „stopień rozwoju”. Źródło: opracowanie własne.	175
Równanie 13. Zmienna zależna „relatywny stopień rozwoju”. Źródło: opracowanie własne.	176
Równanie 14. Relacja pomiędzy zmienną „stopień rozwoju”, a zmienną „relatywny stopień rozwoju”. Źródło: opracowanie własne.	176
Równanie 15. Zmienne w funkcji liniowej ilustrującej szacowanej na podstawie danych z pomiaru.	181
Równanie 16. Zmienne w wielomianu drugiego stopnia ilustrującej szacowanej na podstawie danych z pomiaru.	181
Równanie 17. Wzór standaryzacji <i>Z</i> wykorzystywanej w pracy do szacowania wpływu poszczególnych zmiennych., źródło: Op. cit. Welfe, A.: 2003, Ekonometria, Metody i ich zastosowanie, s. 64-65.....	209
Równanie 18. Schemat funkcjonowania metody najmniejszych kwadratów. Źródło, opracowanie własne na podstawie: Op. cit. Dobson, A, J.: 1990, An Introduction to Generalized Linear Models, s. 19-21.....	215
Równanie 19. Błąd standardowy estymacji oraz współczynnik zmienności losowej. Źródło: Op. cit. Dobson, A, J.: 1990, An Introduction to Generalized Linear Models, s. 25-30.	216
Równanie 20. Wyznaczanie współczynnika dopasowania R^2 , oraz błędu względnego Źródło: Op. cit. Welfe, A.: 2003, Ekonometria, s. 74-75.	217
Równanie 21. Wyznaczanie skorygowanego współczynnika determinacji \bar{R}^2 , Źródło: Op. cit. Welfe, A.: 2003, Ekonometria, s. 74-75.	217
Równanie 22. Statystyka t-studenta, źródło: Op. cit. Welfe, A.: 2003, Ekonometria, s. 78.	219
Równanie 23. Błąd standardowy dla danego współczynnika, źródło: http://manuals.pqstat.pl/statpqpl:wielowympl:wielorpl , dostęp dnia 05.02.2017.	219
Równanie 24. Równanie pozwalające na wyznaczenie statystyki F służącej do stwierdzenia istotności statystycznej na danym poziomie prawdopodobieństwa, Źródło: Op. cit. Welfe, A.: 2003, Ekonometria, s. 74-75.	219
Równanie 25. Oszacowanie zmiennej niezależnej złożonej bilans zasobów przyrodniczych na podstawie odpowiednich pomiarów. Źródło: opracowanie własne.....	253
Równanie 26. Oszacowanie zmiennej niezależnej złożonej bilans uciążliwości na podstawie odpowiednich pomiarów. Źródło: opracowanie własne.	256
Równanie 27. Oszacowanie zmiennej niezależnej złożonej „dostęp do strategicznych usług i obiektów” na podstawie odpowiednich pomiarów. Źródło: opracowanie własne.	261
Równanie 28. Oszacowanie zmiennej niezależnej złożonej „infrastruktura techniczna i komunikacyjna” na podstawie odpowiednich pomiarów. Źródło: opracowanie własne.	264
Równanie 29. Funkcje wiążące wykorzystane w badaniu. Mnożniki dopasowane zostały w poszukiwaniu najwyższej wartości \bar{R}^2 . Źródło: opracowanie własne.	274

Równanie 30. Wybrane równanie regresji do zastosowań analitycznych dla zmiennej zależnej dla 5 lat. Źródło: opracowanie własne.	276
Równanie 31. Wybrane równanie regresji do zastosowań analitycznych dla zmiennej zależnej dla 10 lat, wartości zaokrąglone. Źródło: opracowanie własne.	283
Równanie 32. Wybrane równanie regresji do zastosowań analitycznych dla zmiennej zależnej dla 10 lat. Źródło: opracowanie własne.	287
Równanie 33. Wybrane równanie regresji do zastosowań analitycznych dla zmiennej zależnej dla 15 lat. Źródło: opracowanie własne.	292
Równanie 34: X_B - Bilans zasobów przyrodniczych wyznaczany na podstawie pomiarów dla danego obszaru 52 w wariancie projektu A. Źródło: opracowanie własne.	376
Równanie 35: X_C - Bilans uciążliwości wyznaczany na podstawie pomiarów dla danego obszaru 52 w wariancie projektu A. Źródło: opracowanie własne.	377
Równanie 36: X_E - Dostęp do strategicznych usług wyznaczany na podstawie pomiarów dla danego obszaru 52 w wariancie projektu A. Źródło: opracowanie własne.	377
Równanie 37: X_D - Infrastruktura techniczna wyznaczana na podstawie pomiarów dla danego obszaru 52 w wariancie projektu A. Źródło: opracowanie własne.	379
Równanie 38: Wyznaczenie szacowanej wartości relatywnego stopnia rozwoju dla obszaru numer 52 w wariancie A, gdzie X_A - Odległość od centrum, X_B - Bilans zasobów przyrodniczych, X_C - Bilans uciążliwości, X_D - Infrastruktura techniczna, X_E - Dostęp do strategicznych usług, X_F - Areał skorygowany o MPZP 600m, X_G - Zabudowa szeregowa odsetek, (Tab. 47), i – numer obserwacji, ϵ_i – reszta równania regresji, y_i – zmienna zależna relatywny stopień rozwoju w odstępie 10 i 15 lat. Źródło: opracowanie własne.	379
Równanie 39: X_B - Bilans zasobów przyrodniczych wyznaczany na podstawie pomiarów dla danego obszaru 52 w wariancie projektu B. Źródło: opracowanie własne.	381
Równanie 40: X_C - Bilans uciążliwości wyznaczany na podstawie pomiarów dla danego obszaru 52 w wariancie projektu B. Źródło: opracowanie własne.	382
Równanie 41: X_E - Dostęp do strategicznych usług wyznaczany na podstawie pomiarów dla danego obszaru 52 w wariancie projektu B. Źródło: opracowanie własne.	382
Równanie 42: X_D - Infrastruktura techniczna wyznaczana na podstawie pomiarów dla danego obszaru 52 w wariancie projektu B. Źródło: opracowanie własne.	383
Równanie 43: Wyznaczenie szacowanej wartości relatywnego stopnia rozwoju dla obszaru numer 52 w wariancie B, gdzie X_A - Odległość od centrum, X_B - Bilans zasobów przyrodniczych, X_C - Bilans uciążliwości, X_D - Infrastruktura techniczna, X_E - Dostęp do strategicznych usług, X_F - Areał skorygowany o MPZP 600m, X_G - Zabudowa szeregowa odsetek, (Tab. 47), i – numer obserwacji, ϵ_i – reszta równania regresji, y_i – zmienna zależna relatywny stopień rozwoju w odstępie 10 lat i 15 lat. Źródło: opracowanie własne.	384
Równanie 44: X_A – odległość od centrum, X_B – bilans zasobów przyrodniczych, X_C – bilans uciążliwości, X_D – infrastruktura techniczna, X_E – dostęp do strategicznych usług, X_F – areał skorygowany o MPZP 600 m, X_G – zabudowa szeregowa odsetek (Tab. 47), i – numer obserwacji, ϵ_i – reszta równania regresji, y_i – zmienna zależna relatywny stopień rozwoju w odstępie 10 lat.	391
Równanie 45: X_B - Bilans zasobów przyrodniczych wyznaczany na podstawie pomiarów dla danego obszaru w gminie Oborniki w wariancie A. Źródło: opracowanie własne.	398
Równanie 46: X_C - Bilans uciążliwości wyznaczany na podstawie pomiarów dla danego obszaru w gminie Oborniki w wariancie A. Źródło: opracowanie własne.	398
Równanie 47: X_E - Dostęp do strategicznych usług wyznaczany na podstawie pomiarów dla danego obszaru w gminie Oborniki w wariancie A. Źródło: opracowanie własne.	399
Równanie 48: X_D - Infrastruktura techniczna wyznaczana na podstawie pomiarów dla danego obszaru w gminie Oborniki w wariancie A. Źródło: opracowanie własne.	400
Równanie 49: Wyznaczenie szacowanej wartości relatywnego stopnia rozwoju dla obszaru w gminie Oborniki w wariancie A, gdzie X_A - Odległość od centrum, X_B - Bilans zasobów przyrodniczych, X_C - Bilans uciążliwości, X_D - Infrastruktura techniczna, X_E - Dostęp do strategicznych usług, X_F - Areał skorygowany o MPZP 600m, X_G - Zabudowa szeregowa odsetek, (Tab. 47), i – numer obserwacji, ϵ_i – reszta równania regresji, y_i – zmienna zależna relatywny stopień rozwoju w odstępie 10 i 15 lat. Źródło: opracowanie własne.	401
Równanie 50: X_B - Bilans zasobów przyrodniczych wyznaczany na podstawie pomiarów dla danego obszaru w gminie Oborniki w wariancie B. Źródło: opracowanie własne.	402
Równanie 51: X_C - Bilans uciążliwości wyznaczany na podstawie pomiarów dla danego obszaru w gminie Oborniki w wariancie B. Źródło: opracowanie własne.	403

Równanie 52: Wyznaczenie szacowanej wartości relatywnego stopnia rozwoju dla obszaru w gminie Oborniki w wariacie B, gdzie X_A - Odległość od centrum, X_B - Bilans zasobów przyrodniczych, X_C - Bilans uciążliwości, X_D - Infrastruktura techniczna, X_E - Dostęp do strategicznych usług, X_F - Areal skorygowany o MPZP 600m, X_G - Zabudowa szeregowa odsetek, (Tab. 47), i - numer obserwacji, ϵ_i - reszta równania regresji, y_i - zmienna zależna relatywny stopień rozwoju w odstępie 10 i 15 lat. Źródło: opracowanie własne.	404
Równanie 53: X_A - odległość od centrum, X_B - bilans zasobów przyrodniczych, X_C - bilans uciążliwości, X_D - infrastruktura techniczna, X_E - dostęp do strategicznych usług, X_F - areal skorygowany o MPZP 600 m, X_G - zabudowa szeregowa odsetek (Tab. 47), i - numer obserwacji, ϵ_i - reszta równania regresji, y_i - zmienna zależna relatywny stopień rozwoju w odstępie 10 lat.	409
Równanie 54: X_B - Bilans zasobów przyrodniczych wyznaczany na podstawie pomiarów dla danego obszaru w gminie Rokietnica w wariacie A. Źródło: opracowanie własne.	416
Równanie 55: X_C - Bilans uciążliwości wyznaczany na podstawie pomiarów dla danego obszaru w gminie Rokietnica w wariacie A. Źródło: opracowanie własne.	417
Równanie 56: X_E - Dostęp do strategicznych usług wyznaczany na podstawie pomiarów dla danego obszaru w gminie Rokietnica w wariacie A. Źródło: opracowanie własne.	417
Równanie 57: X_D - Infrastruktura techniczna wyznaczana na podstawie pomiarów dla danego obszaru w gminie Rokietnica w wariacie A. Źródło: opracowanie własne.	418
Równanie 58: Wyznaczenie szacowanej wartości relatywnego stopnia rozwoju dla obszaru w gminie Rokietnica w wariacie A, gdzie X_A - Odległość od centrum, X_B - Bilans zasobów przyrodniczych, X_C - Bilans uciążliwości, X_D - Infrastruktura techniczna, X_E - Dostęp do strategicznych usług, X_F - Areal skorygowany o MPZP 600m, X_G - Zabudowa szeregowa odsetek, (Tab. 47), i - numer obserwacji, ϵ_i - reszta równania regresji, y_i - zmienna zależna relatywny stopień rozwoju w odstępie 10 i 15 lat. Źródło: opracowanie własne.	419
Równanie 59: X_B - Bilans zasobów przyrodniczych wyznaczany na podstawie pomiarów dla danego obszaru w gminie Rokietnica w wariacie B. Źródło: opracowanie własne.	420
Równanie 60: X_C - Bilans uciążliwości wyznaczany na podstawie pomiarów dla danego obszaru w gminie Rokietnica w wariacie B. Źródło: opracowanie własne.	421
Równanie 61: X_E - Dostęp do strategicznych usług wyznaczany na podstawie pomiarów dla danego obszaru w gminie Rokietnica w wariacie B. Źródło: opracowanie własne.	421
Równanie 62: Wyznaczenie szacowanej wartości relatywnego stopnia rozwoju dla obszaru w gminie Rokietnica w wariacie B, gdzie X_A - Odległość od centrum, X_B - Bilans zasobów przyrodniczych, X_C - Bilans uciążliwości, X_D - Infrastruktura techniczna, X_E - Dostęp do strategicznych usług, X_F - Areal skorygowany o MPZP 600m, X_G - Zabudowa szeregowa odsetek, (Tab. 47), i - numer obserwacji, ϵ_i - reszta równania regresji, y_i - zmienna zależna relatywny stopień rozwoju w odstępie 10 i 15 lat. Źródło: opracowanie własne.	422

Spis nierówności

Nierówność 1. Wnioskowanie na podstawie testu Durбина-Watsona: wnioskowanie o ujemnej autokorelacji. Źródło: Op. Cit. Welfe, A.: 2003, Ekonometria, Metody i ich zastosowanie, s. 64-65.	213
Nierówność 2. Wnioskowanie na podstawie testu Durбина-Watsona: wnioskowanie o dodatniej autokorelacji. Źródło: Op. Cit. Welfe, A.: 2003, Ekonometria, Metody i ich zastosowanie, s. 64-65.	213
Nierówność 3. Wnioskowanie na podstawie testu Durбина-Watsona: Obszar niekonkluzyjny. Źródło: Op. Cit. Welfe, A.: 2003, Ekonometria, Metody i ich zastosowanie, s. 64-65.	213
Nierówność 4. Wnioskowanie na podstawie testu Durбина-Watsona: Brak podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej o braku autokorelacji pierwszego rzędu. Źródło: Op. Cit. Welfe, A.: 2003, Ekonometria, Metody i ich zastosowanie, s. 64-65.	213

Spis załączników

Załącznik 1: Zestawienie zbiorcze obszarów (na końcu pracy)

Załącznik 2: Licencje zasobów geodezyjnych i kartograficznych (płyta CD)

Załącznik 3: Dokumentacja fotograficzna obszarów (płyta CD)

Załącznik 4: Karty obszarów (płyta CD)

Streszczenie

Podstawowym polem opracowania jest zagadnienie rozwoju obszarów zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej. Wywód zawarty w rozprawie bazuje na badaniu korelacyjnym z wykorzystaniem regresji wielorakiej i sztucznych sieci neuronowych w oparciu o 72 obszary mieszkaniowe objęte miejscowymi planami zagospodarowania przestrzennego na terenie aglomeracji poznańskiej, w latach 1993-2007. Rozwój i jego uwarunkowania analizowane są w ujęciu 5, 10 oraz w przypadkach, gdy jest to możliwe, 15 lat. W oparciu o wyniki badania, poparte studium kontekstu lokalnego i teoretycznego, formułowana jest koncepcja wspierania projektowania urbanistycznego przedstawiona na trzech studiach przypadku.

Powstawanie osiedli mieszkaniowych na terenach aglomeracji, poza ich ścisłym centrum to proces, który wymaga szczególnej uwagi, gdyż niekontrolowany, bądź niewłaściwie zarządzany powoduje występowanie wielu negatywnych zjawisk suburbanizacji, w tym „rozlewania się miast”. Konkluzję taką potwierdza raport NIK⁵⁹³, w którym zarządzanie przestrzenią na poziomie gmin oceniane jest źle ze względu na chaos i brak ładu. Jako jedną z głównych przyczyn takiego stanu rzeczy raport wymienia nadmierne rozpraszanie osadnictwa spowodowane przeszacowaniem docelowych prognoz rozwoju zabudowy. Takie niepełne wykorzystanie wyznaczonych na cele mieszkaniowe obszarów generuje coraz większe koszty obsługi oraz znacząco zmniejsza jakość zamieszkania. Na tej podstawie można wyprowadzić wniosek, że wymagane ustawowo analizy nie są wykonywane w sposób, który pozwala na odpowiednią ocenę i podjęcie właściwych decyzji. Stwierdzić można, że istnieje głęboka potrzeba zrozumienia, jak wielorakie czynniki dyktują tempo rozwoju takim obszarom, a także na ile ów rozwój staje się efektywny w kontekście właściwego balansu między czynnikami niezależnymi od człowieka i czynnikami cywilizacyjnymi. Co więcej, powyższy zarys problemowy każe zwrócić uwagę na doniosłą rolę analiz rozwoju w planowaniu przestrzennym i projektowaniu urbanistycznym.

W tym kontekście w rozprawie postawione są dwa podstawowe cele; wyjaśnienie wpływu lokalnych i ponadlokalnych czynników na rozwój terenów mieszkaniowych jednorodzinnych oraz, następnie, stworzenie metody i narzędzi do ewaluacji i prognozy decyzji planistycznych. Ich realizacja oparta jest o połączenie analizy regresji ze studium zagadnień związanych z planowaniem i rozwojem obszarów mieszkaniowych. Takie ujęcie wymaga złożonego aparatu badawczego, który przykłada się bezpośrednio na strukturę pracy. Po zarysowaniu we wstępie podstawowych założeń, przedstawione jest studium teorii planowania urbanistycznego w ujęciu związanym z tematyką badania, kolejno opisane są, wraz ze studiami przypadków wybranymi w literaturze przedmiotu, metody, techniki i

⁵⁹³ Emiljan, T., Łuczak, M. i Kwiatkowski, K.: 2017, System gospodarowania przestrzenią gminy jako dobrem publicznym, Informacja o wynikach kontroli, *Departament Infrastruktury*, Nr ewid. 193/2016/KIN., *Najwyższa Izba Kontroli*, Warszawa, s. 9-40.

narzędzia analityczne odpowiednie do zastosowania w przyjętej konwencji wywodu. To początkowe studium stwierdza niedostatek analiz nakierunkowanych na zrozumienie rozwoju w kontekście uwarunkowań lokalnych.. Kluczowe dla rozprawy badanie regresji poprzedzone jest analizą przedmiotu badania;, zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej, ukazującą studia przypadku i dane statystyczne lokalne i ponadlokalne. Oprócz diagnozy problemów, etap ten ma szczególne znaczenie dla interpretacji późniejszych wyników, ich zasięgu i możliwości zastosowania w praktyce projektowej. Następne rozdziały skoncentrowane są już bezpośrednio na obranej koncepcji badania i jego późniejszego zastosowania, począwszy od ukazania struktury metodycznej, poprzez opis badania objaśniającego, aż po zastosowanie w projektowaniu urbanistycznym.

Założeniem strategii badawczej było zebranie obszernego materiału badawczego, a następnie jego szczegółowy pomiar. Konwencja analizy korelacyjnej zakłada podział na zmienne zależna i niezależne. Pierwsze, noszące także miano objaśnianych, opisują rozwój rozumiany jako pojawianie się nowych budynków według przyjętego planu miejscowego w odstępach 5, 10 i 15 lat. W rozprawie została przyjęta podstawowa zmienna zależna „relatywny stopień rozwoju” oznaczająca wyrażony w procentach stosunek różnicy w liczbie budynków o danej funkcji w wybranym punkcie na osi czasu od momentu uchwalenia MPZP (5, 10 i 15 lat) do liczby nowych budynków określonego typu wynikającej z MPZP. Wśród zmiennych niezależnych wyróżnić można: określone w pracy jako proste, które mogą być bezpośrednio mierzone w skali ilorazowej oraz złożone, których pomiar uwzględnia wiele czynników szczegółowo opisanych w rozprawie, a ich definiowanie oparte było o badanie z wykorzystaniem sztucznych sieci neuronowych typu radialnego oraz perceptronu wielowarstwowego. Ostatecznie w modelu regresji uwzględnione zostały takie zmienne proste jak: odległość od centrum aglomeracji mierzona w kilometrach wzdłuż dróg, areał zabudowy mieszkaniowej w odległości 600 metrów, odsetek zabudowy szeregowej w planie miejscowym i odsetek zabudowy realizowanej w sposób zorganizowany przez jednego inwestora oraz złożone takie jak: bilans zasobów przyrodniczych, bilans uciążliwości, infrastruktura techniczna i dostęp do strategicznych usług i obiektów. Łącznie na wybranych obszarach pomiar objął 958,3 hektarów powierzchni dedykowanej pod działki mieszkaniowe, na których zrealizowane zostało 3588 budynków funkcji podstawowej. Całość mieści się na terenie 9 gmin: Czerwonak, Komorniki, Murowana Goślina, Oborniki, Rokietnica, Suchy Las, Szamotuły i Tarnowo Podgórne. Największy obszar mieszkaniowy uwzględniony w badaniu mierzy 89,2 ha, natomiast za minimalną wielkość dla uwzględnienia w badaniu obszaru uznane zostały 2 hektary, średnia wielkość w badaniu to 12,8 ha. Podstawowym źródłem informacji o dacie powstania budynków była baza EGiB oraz ortofotomapy archiwalne uzyskana zarówno z CODGIK, jak i dostępna w programie Google Earth Pro. Dodatkowe źródła danych wykorzystywane przy pomiarach zmiennych zależnych i niezależnych to bazy BDOT 10K, serwis PODGIK Poznań, uzyskane zasoby GESUT oraz inwentaryzacja osobista. Dane przetwarzane były w programie Esri ArcMap.

Badanie regresji wykonane na zebranych materiale pozwoliło ustalić model regresji pozwalający wyjaśnić rozwój dla 10 i 15 lat w stopniu znaczącym, który szacować można według miar dopasowania na około 80%. Równocześnie wynik dla 5 lat uznać można za dopasowanie słabe, na

poziomie 55%. Wszystkie modele były istotne statycznie oraz spełniały ogólne założenia modelu regresji wielorakiej, a ponadto zweryfikowane zostało występowanie zjawisk ściśle związane z analizami przestrzennymi mogących negatywnie wpłynąć na jakość objaśnienia, w tym heterogeniczności i autokorelacji przestrzenna oraz heterogeniczność okresów czasowych. Co więcej, porównawczo zostało wykonane badanie z wykorzystaniem sztucznych sieci neuronowych.

Uzyskane wyniki zostały omówione w kontekście szczegółowych sytuacji przestrzennych i opisowej interpretacji procesów, szczególnie w przypadkach, gdzie błąd pomiędzy predykcją był największy. Po zebraniu wniosków z badania w rozprawie przedstawiona zostaje koncepcja wykorzystania modelu regresji w planowaniu przestrzennym i projektowaniu urbanistycznym. Opis ten zawiera propozycję procedury postępowania poczynając od zbierania materiałów i pomiaru zmiennych, poprzez formowanie rozwiązań projektowych, ich bieżącą ewaluację, aż po przygotowanie kompletnego projektu wraz ze szczegółowym zestawieniem informacji i prognozą. W ujęciu lokalnym ewaluacja decyzji projektowych przy pomocy modelu skłaniać może między innymi do podbudowanej parametrycznymi wynikami: rekonfiguracji rozlokowania funkcji, dostosowania projektowanych elementów infrastruktury technicznej i komunikacyjnej, decyzji o skali inwestycji publicznych na obszarze opracowania, wprowadzenia obiektów i funkcji zwiększających atrakcyjność, usunięcia uciążliwości, zastosowania buforów oddzielających obszar mieszkaniowy od uciążliwości, zmniejszenia obszaru funkcji mieszkaniowej w danej lokalizacji. Równocześnie uzyskane informacje mają znaczenie na bardziej ogólnych szczeblach planowania przestrzennego, w ujęciu ponadlokalnym, gdyż skłaniać mogą do: podjęcia decyzji o zasadności przeznaczenia obszaru na funkcje mieszkaniową, rekonfiguracji powiązań funkcjonalnych między obszarem analizy a obszarami zależnymi, koordynacji projektowanych elementów infrastruktury technicznej i komunikacyjnej, decyzji o przeprowadzeniu inwestycji publicznych poza obszarem opracowania, decyzji o rewitalizacji istniejących obiektów i funkcji zwiększających atrakcyjność lub wprowadzenia nowych poza obszarem planu, konieczności usunięcia uciążliwości poza obszarem planu, wprowadzenia powiązań elementów buforowych funkcjonujących w obszarze analizowanym i w jego otoczeniu oraz ostatecznie do uwzględnienia skali faktycznego zapotrzebowania na funkcję mieszkaniową jej ewentualnego ograniczenia.

W pracy przedstawione zostały także trzy studia przypadku, na których przeprowadzona została procedura wspomagania projektowania urbanistycznego z wykorzystaniem autorskiego modelu regresji. Pierwszy z nich to obszar objęty miejscowym planem zagospodarowania przestrzennego w gminie Szamotuły, gdzie w ramach studium przypadku zaproponowany został alternatywny projekt przedstawiający trzy warianty zabudowy. Dwa pozostałe to obszary nie objęte do tej pory planami miejscowymi znajdujące się w gminach Oborniki i Rokietnica. W tych przypadkach również zaproponowane zostały trzy warianty. Pierwszy z nich wygenerowany automatycznie przeznaczał cały obszar na zabudowę mieszkaniową, kolejny formowany był intuicyjnie i tylko zweryfikowany modelem, a ostatni ściśle kierowany analizą regresji. Następnie propozycje te zostały porównane przy pomocy modelu regresji i szczegółowego opisu jakościowego. W rozpatrywanych przypadkach, w stosunku do wariantu wypełnienia całej powierzchni działkami mieszkaniowymi, które

to rozwiązanie często pojawiało się wśród 72 analizowanych obszarów, relatywny stopień rozwoju w wariantach wspomaganych modelem jest nawet dwukrotnie wyższy. We wszystkich przedstawionych w pracy trzech projektach z wykorzystaniem modelu regresji szacowane parametry wynikowe wskazują, że tak skonstruowane rozwiązania byłyby korzystne zarówno dla właścicieli terenu, potencjalnych mieszkańców, jak i dla gminy. W rozważanych sytuacjach właściciele terenu zainteresowani byli sprzedażą działek pod inwestycje, a liczba zrealizowanych inwestycji, w okresie 10 i 15 lat, zwiększyłaby się pomimo zmniejszenia łącznego areálu przeznaczonego na zabudowę mieszkaniową jednorodzinną. W proponowanych projektach zostały zwiększone uwarunkowania korzystne, a zmniejszone lub wyeliminowane niekorzystne, co dla mieszkańców oznacza poprawę jakości zamieszkania. Zysk dla gminy, poza opłatą urbanistyczną, to przede wszystkim zmniejszenie rozproszenia zabudowy, co między innymi, zmniejsza koszty realizacji obowiązków dotyczących infrastruktury. Poza tymi grupami wspomnieć należy o korzyściach proponowanych rozwiązań dla ogółu społeczeństwa, które wynikają z przeciwdziałania opisanym w rozprawie negatywnym procesom suburbanizacji, w tym rozlewaniu się miast, co powoduje zanieczyszczenie środowiska i degradację cennych obszarów. Przykłady te wskazują, że proponowana koncepcja wykorzystania autorskiego modelu regresji do wspomagania procesu projektowego kieruje projekt w stronę zachowania zasad zrównoważonego rozwoju i, co więcej, udowadnia, że na takich rozwiązaniach zyskują wszyscy użytkownicy przestrzeni, pełni zatem funkcję wspomagającą, ewaluacyjną, informacyjną, objaśniającą i argumentacyjną.

Łącznie rozprawa składa się z 436 stron wywodu oraz strony tytułowej, spisu treści, spisu czterech załączników, bibliografii, która przytacza 272 prace naukowe, 13 stron internetowych oraz 31 aktów prawnych. W rozprawie znajduje się także spis wszystkich 113 rysunków, 99 tabeli, 62 równań i 4 nierówności. Dołączony jest także indeks rzeczowy oraz wykaz stosowanych skrótów.

Abstract

The main topic of the study is the development of single-family housing areas. The dissertation is based on a correlation study using multiple regression and artificial neural networks based on 72 residential areas covered by local spatial plans in the Poznań agglomeration, in the years 1993–2007. Their development and its determinants are analyzed from a perspective of 5, 10 and (whenever possible) 15 years. Finally, three case studies of single-housing plans are presented, based on the established regression model and supported by the study of spatial planning theory and local context.

The development of housing areas in agglomerations, beyond their inner center, is a process that requires special attention, since uncontrolled or improperly managed development can cause many negative suburbanization phenomena, including „urban sprawl”. This conclusion is confirmed by the report of the Supreme Audit Office¹. According to this report, space management in municipalities is assessed negatively due to spatial chaos and disorder. As one of the main reasons for this state, the report states the excessive dispersion of settlements caused by overestimation of future development. Such incomplete usage of housing areas generates higher service costs and significantly reduces the quality of living. It can be therefore deduced that the statutory analyses lack proper evaluation and an aware decision process.

Moreover, there is a deep need for understanding the influence of multiple spatial factors on the development of housing areas. Determining the effectiveness of development while maintaining a proper balance between natural and civilizational factors is a great challenge for science. The above considerations outline the issues of spatial development analyses in urban design and spatial planning.

In this context, this dissertation has two main goals. The first one is to explain the impact of local and supralocal factors on the development of residential areas. The second one is the creation of methods, techniques and tools for evaluating and forecasting of planning-related decisions. Their implementation is based on combining regression analysis with a study of issues related to planning theory and development of residential areas. This approach requires a complex research methodology which is reflected in the dissertation structure. After some basic assumptions made in the introduction, a subject-related study of the theory of urban planning is follows. Next, case studies selected from the subject literature, illustrating methods, techniques and analytical tools related to the dissertation's field of study are introduced. This initial study depicts the lack of housing development analyses based on local conditions. The crucial regression analysis included in the dissertation is preceded by the subject study: single-family housing in local and supra-local statistics. This stage is of particular importance for the interpretation of the analyses' results, their range of interpretation, and possible application in future design practice. The following chapters focus directly

¹ Emiljan, T., Łuczak, M. i Kwiatkowski, K.: 2017, *System gospodarowania przestrzenią gminy jako dobrem publicznym, Informacja o wynikach kontroli, Departament Infrastruktury, Nr ewid. 193/2016/KIN., Najwyższa Izba Kontroli, Warszawa, s. 9-40.*

on the chosen concept of the research and its subsequent application, starting from the presentation of the methodical structure, through the description of the explanatory study, to the application in urban design.

The aim of the research strategy was to collect a comprehensive research material and measure it in a highly organized way. Correlation analysis assumes a division into dependent and independent variables. The first, also called explanatory, describes development as the appearance of new buildings according to the adopted local plan at an interval of 5, 10, and 15 years. The dissertation adopted the basic dependent variable called „relative development level” which is the ratio of the difference in the number of buildings with a given function in the selected point on the time axis, from the moment of adopting the local spatial plan (5, 10, and 15 years) to the number of new buildings of a given type, derived from the regulations of the local spatial plan. The independent variables can be divided into two groups. The first one, the simple variables, can be directly measured on a quotient scale and the second one, the complex variables, are measured based on many factors described in detail in the dissertation. Their formulas are based on radial and multi-layer perceptron artificial neural networks. Finally, the regression model includes simple variables, such as: the distance from the agglomeration center measured in kilometers along roads, the housing area up to 600 meters away, the percentage of attached buildings in the local plan, and the percentage of buildings developed by a single investor. It also contains complex variables, such as the balance of natural resources, balance of nuisances, technical infrastructure, and access to strategic services and facilities. In total, in the selected areas, the measurement concerned 958.3 hectares dedicated to residential plots with 3588 housing buildings already built. The areas are located in 9 municipalities: Czerwonak, Komorniki, Murowana Goślina, Oborniki, Rokietnica, Suchy Las, Szamotuły, and Tarnowo Podgórne. The largest residential area included in the study has 89.2 ha, while the minimum size for consideration in the study was 2 ha. The average size was 12.8 ha. The basic source of information about building construction dates was the EGIB database and archival orthophotomaps, obtained both from CODGIK and available in the Google Earth Pro software. Additional data sources used for measuring dependent and independent variables were BDOT 10K databases, PODGIK Poznań service, obtained GESUT resources and a personal inventory. The data was processed with Esri ArcMap.

Regression analyses of the collected material allowed to establish a regression model. It allows to evaluate the development for 10 and 15 year samples to a significant degree. The model adjustment can be estimated at about 80%, according to the adjustment test. At the same time, the result for the 5 year sample can be considered a weak match, with a 55% adjustment. All models are statistically significant and meet the general assumptions of the multiple regression model. The phenomena closely related to spatial analyzes that could negatively affect the quality of the evaluation were examined as well. Both spatial heterogeneity and autocorrelation, and heterogeneity of time periods were verified. Moreover, a comparative test using artificial neural networks was performed.

The obtained results were discussed in the context of spatial situations and descriptive interpretation of processes, especially in cases with the largest disparity between the prediction and the real value. After the conclusions from regression analyses, the dissertation presents the concept of using the regression model in spatial planning and urban design. This description contains a proposal for the entire procedure. It starts from collecting materials and measuring variables, and goes on to designing project solutions, their ongoing evaluation, and preparing a complete project with a detailed data summary and forecast. In local terms, the evaluation of design decisions using this model may lead, *inter alia*, to: the reconfiguration of functions, adaptation of designed elements of technical and communication infrastructure, public investment decisions regarding development, introduction of facilities and functions that increase attractiveness, remove nuisance, apply buffers separating the housing area from the nuisance, and reducing the housing area in a given location. At the same time, the obtained data is significant at a more general level of spatial planning, and on a supra-local level, since it may lead to: decisions concerning the suitability of an area for housing, reconfiguration of functional links between the analyzed area and dependent areas, coordinating designed elements of technical and communication infrastructure, decisions about conducting public investments outside the development area, decisions on revitalization of existing facilities and functions that increase attractiveness or introduce new ones outside the plan area, necessity to remove nuisances outside the plan area, introduce buffering elements operating in the analyzed area and its surroundings, and finally to take into account the actual demand for the housing function and its possible limitation.

The paper also introduces three case studies presenting the procedure of supported urban design with the original regression model. The first one is the area already covered by the local spatial plan in Szamotuły municipality. As part of the case study, an alternative project presenting three variants of development was proposed. The other two are areas not yet covered by local plans which are located in the municipalities of Oborniki and Rokietnica. In these cases, three variants were proposed. The first of them is automatically generated and it allocates the whole area for residential development. The second one is formed intuitively and only verified by the model. The last one was strictly driven by the regression model. These proposals were compared using the regression model and a detailed qualitative description. In the analyzed cases, compared to the option of dedicating the whole area to apartment plots, which appeared often among the 72 analyzed areas, the relative development level in variants supported by the model is up to two times higher. In all three projects presented in this paper, using the regression model, the estimated result parameters indicate that such solutions would be beneficial to landlords, potential residents, and the municipality alike. In those situations, the owners of the site were interested in selling plots for investments, and the number of completed investments, due to the 10 and 15 year forecast, would increase despite the reduction of the total area dedicated to single-family housing development. The proposed projects have improved living conditions, and reduced or eliminated nuisance. The profit for the municipality, with exception of the urban fee, is primarily a reduction of the number of scattered buildings, which,

among other things, reduces the cost of implementing infrastructure obligations. In addition to these groups of interests, the benefits of the proposed solutions for the general public should be mentioned. Counteracting the negative processes of suburbanization described in the dissertation, including urban sprawl, can reduce pollution and the degradation of valuable natural areas. These examples indicate that the proposed concept of the regression model implementation supporting the design process directs the project towards the preservation of sustainable development principles and moreover, proves that all users of the space benefit from this solution. Therefore, this original regression model has a supportive, evaluative, informative, explanatory, and argumentative role.