

AKADEMIA ROLNICZA W SZCZECINIE
Wydział Kształtowania Środowiska i Rolnictwa

Edyta Wawrzyniak–Gramacka

Właściwości gleb rdzawych
Wysoczyzny Zielonogórskiej
w zależności od rolniczego lub
leśnego sposobu ich użytkowania

Rozprawa doktorska
wykonana pod kierunkiem
dr hab. inż. Michała Draba, prof. UZ

SZCZECIN 2007

Spis treści

1. Wprowadzenie i cel pracy	4
2. Przegląd literatury	5
2.1. Ogólna charakterystyka gleb rdzawych	5
2.1.1. Geneza i występowanie	5
2.1.2. Gleby rdzawe w klasyfikacji gleb	6
2.1.3. Właściwości gleb rdzawych	7
2.2. Użytkowanie gleb rdzawych	12
2.2.1. Rolnicze i leśne zagospodarowanie gleb rdzawych	12
2.2.2. Charakterystyka zmian zachodzących w gospodarce na glebach rdzawych	14
3. Historyczne aspekty użytkowania gleb Wysoczyzny Zielonogórskiej	18
4. Charakterystyka przyrodnicza badanego terenu	23
4.1. Położenie geograficzne	23
4.2. Geomorfologia	23
4.3. Warunki hydrologiczne	29
4.4. Warunki agrometeorologiczne	31
4.5. Gleby Wału Zielonogórskiego	33
4.6. Użytkowanie ziemi	38
5. Metodyka badań	40
5.1. Badania terenowe	40
5.2. Badania laboratoryjne	42
5.3. Statystyczne opracowanie wyników	43
6. Wyniki badań	44
6.1. Charakterystyka profilów glebowych	44
6.2. Właściwości badanych gleb	78
6.2.1. Skład granulometryczny	78

6.2.2. Gęstość objętościowa i właściwości powietrzno–wodne	82
6.2.3. Właściwości chemiczne	92
7. Dyskusja	122
8. Wnioski	130
Spis tabel	132
Spis rycin	134
Literatura	138

1. Wprowadzenie i cel pracy

Gleby, tak jak i inne elementy krajobrazu, są tworami uwarunkowanymi historycznie. Pojawiają się i ewoluują w określonym czasie. Różnicują się wewnątrz i przestrzennie wraz z globalną i lokalną zmianą czynników geologicznych i glebotwórczych (Turski i inni 2004).

Głównymi użytkami przestrzeni geograficznej naszego kraju są grunty rolnicze i leśne. Las jest formacją roślinną wieloletnią, występującą na naszych terenach od ocieplenia klimatu po ostatnim zlodowaceniu (Brożek 1999). W bogatej historii osadnictwa część obszarów leśnych została przekształcona na pola uprawne. Miejscowe wycinanie lasów i zakładanie upraw rolnych na niewielkich obszarach słabych gleb piaszczystych doprowadziło w konsekwencji do degradacji gleb. Zyski z prowadzonej gospodarki były niskie a obecnie znaczna część byłych terenów rolnych jest odłogowana.

Zmiana gospodarki leśnej na rolniczą spowodowała zróżnicowanie właściwości gleb. Szczególnie dotyczy to gleb piaszczystych. Według Siuty i Kucharskiej (1997) rolnicze użytkowanie gleb o składzie granulometrycznym piasków luźnych i słabogliniastych prowadzi do powstania nieużytków. Gleby takie powinny być zalesiane.

Obszar objęty badaniami w niniejszej pracy stanowi centralną część Wysoczyzny Zielonogórskiej, położoną w nizinnej części dorzecza Odry. Zasadniczym elementem krajobrazowym tej krainy są wzgórza a wśród nich środkowy łańcuch zwany Wałem Zielonogórskim wyróżniający się wysokością i rozległością form. Użytkowanie rolnicze gleb leśnych Wysoczyzny Zielonogórskiej miało wpływ na zmianę właściwości tych gleb. Prowadzone różne zabiegi agrotechniczne na przestrzeni ostatnich kilkudziesięciu lat nie przyczyniły się do poprawy ich jakości. Ponowne zalesienie tych obszarów jest utrudnione a dalsze użytkowanie rolnicze, wymagające dużych nakładów finansowych, jest z ekonomicznego punktu widzenia nieopłacalne.

Specyfika tego obszaru pod względem budowy geologicznej, różnorodności utworów glebowych i procesów glebotwórczych sprawia, że gleby Wysoczyzny Zielonogórskiej zasługują na szczególną uwagę. Tym bardziej, że wcześniej nie stanowiły one przedmiotu badań lub obejmowano je badaniami tylko fragmentarycznie.

Celem pracy jest wyróżnienie i scharakteryzowanie dominujących jednostek glebowych na terenie Wysoczyzny Zielonogórskiej oraz określenie wpływu rolniczego i leśnego sposobu użytkowania tych gleb na ich właściwości.

Takie kompleksowe spojrzenie na cały badany obszar znajduje uzasadnienie nie tylko przyrodnicze ale i ekonomiczne. Oceniono także jaki rodzaj użytkowania będzie dla tych gleb optymalny. Lekkich gleb piaszczystych w obrębie Wysoczyzny Zielonogórskiej jest dużo, co stwarza istotny problem ich właściwego zagospodarowania.

2. Przegląd literatury

2.1. Ogólna charakterystyka gleb rdzawych

2.1.1. Geneza i występowanie

W Polsce i w innych krajach Europy Środkowej, w wilgotnej strefie pasa subborealnego występują kompleksy gleb brunatnych i płowych, rdzawych, bielcowych i biellic. Gleby te są powszechne na terenach nizinnych, nieco mniej jest ich na wyżynach i w górach. W Polsce zajmują blisko 80% powierzchni kraju (Bednarek 1991, Bednarek i Prusinkiewicz 1999).

Gleby rdzawe spotyka się w rejonach występowania utworów czwartorzędowych, zarówno plejstocenijskich jak i holocenijskich, piasków tarasów akumulacyjnych, piasków zwałowych i wydmowych oraz zwietrzelin niektórych skał masywnych (Janowska 2001).

Opisywane gleby powstały głównie z przepuszczalnych i ubogich w składniki pokarmowe utworów piaszczystych oraz zwietrzliny granitów, gnejsów i bezwęglanowych piaskowców, w których głównym minerałem jest kwarc. Skałami macierzystymi gleb rdzawych są głównie piaski zwałowe, które wytworzyły się w rezultacie częściowego wypłukania z glin zwałowych drobniejszych cząstek. Piaski te zawierają oprócz frakcji piasku, części pyłowych oraz pewnej ilości frakcji spławialnych, również części szkieletowe. Piaski zwałowe w odróżnieniu od piasków przesortowanych i osadzonych przez wody (np. piasków sandrowych powstających na przedpolu moren czołowych) zawierają na ogół większą ilość glinokrzemianów, które stanowią istotną rezerwę składników odżywczych w opisywanych glebach (Mocek i inni 2000).

Na kształtowanie się gleb rdzawych duży wpływ wywierają warunki klimatyczne i hydrologiczne oraz pochodzenie skał macierzystych (Prusinkiewicz i inni 1980, Kern 1985).

Prace wielu autorów z różnych rejonów kraju (Królikowski i inni 1986, Konecka–Betley 1968, Kuźnicki i inni 1978, Ugła i inni 1978, Skłodowski i Maciejewska 1986, Manikowska i Bednarek 1994, Manikowska 1997, Białousz 1978, Niedźwiecki 1984, Szafranek 1989, Szafranek 1990) dostarczyły materiału analitycznego oraz wielu obserwacji, pozwalających na wstępną charakterystykę procesów geochemicznych i biochemicznych, pod wpływem których wytworzyły się gleby rdzawe.

W opisywanych glebach wyróżniono diagnostyczny poziom rdzawy (sideric), o charakterystycznej barwie, oznaczany symbolem Bv (Bednarek 1991).

Wyróżniającą cechą procesu rdzawienia jest powstawanie w utworach piaszkowych nieruchliwych kompleksów próchnicy z półtoratlenkami. Kompleksy te, wraz z pewną ilością wolnych tlenków Fe i Al niezwiązanych z próchnicą, tworzą rdzawe otoczki na ziarnach mineralnych. Nieruchliwość półtoratlenków charakterystyczna dla typowych gleb rdzawych,

wiąże się ze stosunkowo znacznym nagromadzeniem niekrzemianowych form R_2O_3 (w wyniku wietrzenia krzemianów) i małą produkcją rozpuszczalnych frakcji kwasów próchnicznych (głównie fulwowych). Stosunek molowy węgla organicznego do sumy glinu i żelaza oznaczonych w wyciągu pirofosforanowym, w poziomach ABv i Bv nie przekracza wartości 25. W genezie gleb rdzawych, w odróżnieniu od gleb brunatnych, kompleksy próchniczno-ilaste nie odgrywają większej roli ze względu na bardzo małą zawartość frakcji ilastej (*Systematyka Gleb Polski* 1989).

2.1.2. Gleby rdzawe w klasyfikacji gleb

W systematyce Polskiego Towarzystwa Gleboznawczego z roku 1956 gleby rdzawe zaliczane były do „skrytobielicowych”. W tym czasie rdzawe gleby piaszczyste łączono w zbiorczy typ AB (gleby bielicowe i brunatne), natomiast w polskiej kartografii gleboznawczo-rolniczej gleby o profilu barwy jasnobrunatnej lub rdzawej bez wyraźnego poziomu A2 zaliczano najczęściej do brunatnych kwaśnych (Ugła i Roszko 1974). Na terenie Niemiec leśne gleby rdzawe określano jako „Braunpodsole” oraz „Rostfarbene Waldböden”, a gleby uprawne jako „Rosterde”. W Czechosłowacji jako „reziva puda” i „okrova puda”, a w ZSRR jako „rżawczinnaja poczwa” oraz gleba darniowo-skrytobielicowa (Ugła i Roszko 1974, Bednarek 1991). Według *FAO Soil Map of the World, Revised Legend* (1988) oraz *World Reference Base for Soil Resources* (1998) gleby rdzawe określono jako Cambic Arenosols i Haplic Arenosols, a bielicowo-rdzawe jako Albic Arenosols. Zgodnie z obowiązującą Systematyką Gleb Polski (1989), gleby rdzawe (IIC1) zostały zakwalifikowane do działu gleb autogenicznych (II) i rzędu gleb bielicoziemnych (IIC). W Klasyfikacji Gleb Leśnych Polski (Człapińska-Kamińska 2000) gleby rdzawe (RD) opisano jako gleby kategorii mezotroficznej i oligotroficznej. Są to gleby tworzące siedliska lasów i borów mieszanych (Brożek i Zwydak 2003).

Profil gleb rdzawych ma następującą budowę: O-ABv-Bv-C. Istnieją również gleby rdzawe, w których dodatkowo – jako drugorzędne – mogą występować cechy procesu bielicowania lub brunatnienia. W związku z tym, typ gleb rdzawych podzielono na trzy podtypy:

- gleby rdzawe właściwe,
- gleby brunatno-rdzawe,
- gleby bielicowo-rdzawe.

2.1.3. Właściwości gleb rdzawych

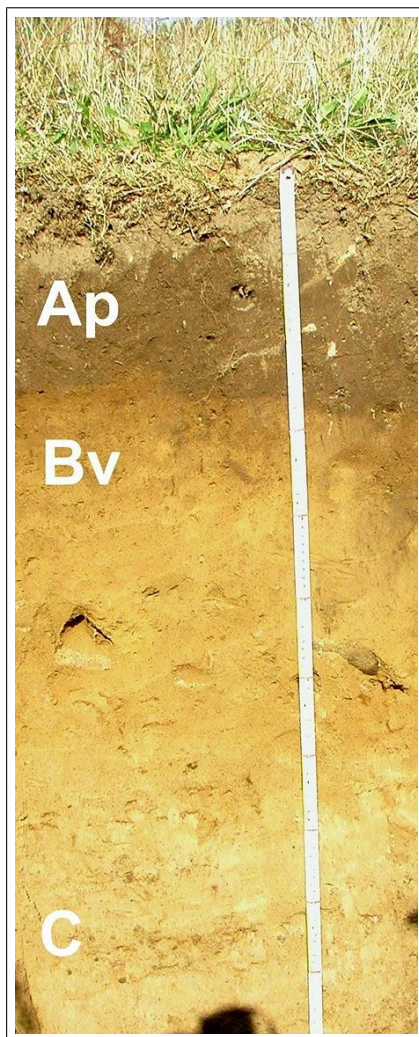
Morfologia

W skład poziomu organicznego (O) gleb rdzawych wchodzi obumarłe części pochodzenia roślinnego i zwierzęcego, stanowiące niejednorodną masę, w różnym stopniu zhumifikowaną w zależności od panujących warunków wilgotnościowych. Nagromadzona w poziomach powierzchniowych rdzawych gleb leśnych materia organiczna tworzy próchnicę typu moder lub moder–mor, z poziomem organicznym zróżnicowanym na dwa podpoziomy – surowinowy (Ol) i detrytusowy (fermentacyjno–humifikacyjny) (Ofh) – o miąższości kilku centymetrów (Człepińska–Kamińska 2000). W warunkach leśnych, niesprzyjających procesom rozkładu, przy silnie kwaśnym odczynie i zbytym uwilgotnieniu mogą powstać warstwy butwiny (próchnicy nakładowej), które są tym grubsze, im bardziej niekorzystne są warunki humifikacji (Dobrzański i Zawadzki 1981).

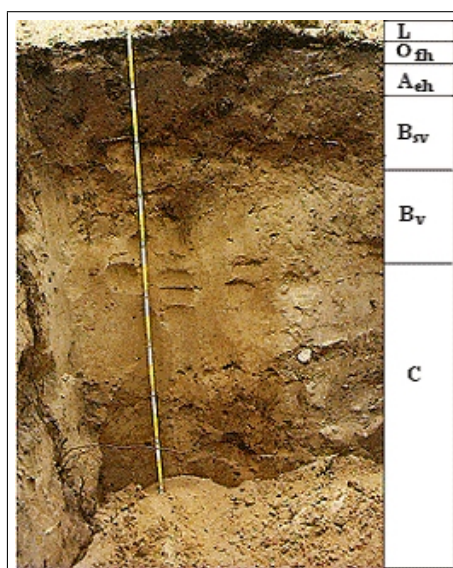
Pod poziomem organicznym (O) w opisywanych glebach występuje poziom próchniczny (A) odznaczający się zwykle ciemnym zabarwieniem i miąższością od kilku do kilkunastu centymetrów. W glebach uprawnych granicę poziomu próchnicznego (Ap) i poziomu leżącego poniżej często wyznacza pług. Jest ona ostra (ryc. 1). Orka obejmuje niekiedy cały niżej zalegający poziom rdzawienia (Bv) mieszając go razem z poziomem próchnicznym. W glebach leśnych, pod poziomem ściółki występuje poziom ABv, który stopniowo, ale wyraźnie przechodzi w poziom Bv o rdzawym zabarwieniu, będący dla gleb rdzawych poziomem diagnostycznym (sideric) (Mocek i inni 2000).

Poniżej poziomu rdzawienia, w profilu opisywanych gleb występuje poziom skały macierzystej (C). Składa się on zwykle z materiału podobnego pod względem składu granulometrycznego do wyżej leżących części profilu glebowego, lecz niezmienionych przez proces glebotwórczy (Dobrzański i Zawadzki 1981).

W przypadku nakładania się na profil gleby rdzawej procesu bielnicowania wyróżnia się gleby bielnicowo–rdzawe o następującej budowie profilu: O–AEes–BfeBv–C. Natomiast, w przypadku nakładania się procesu brunatnienia wyróżnia się gleby brunatno–rdzawe (ryc. 2) o budowie profilu: O–ABbrBv–Bv–C (Kliczkowska i Grzyb 1997).



Ryc. 1. Gleba rdzawa właściwa porolna (dane za stroną internetową:
<http://www.au.poznan.pl/kgir/grant/Dane/rysw/zl2w.htm>)



Ryc. 2. Gleba brunatno-rdzawa leśna (dane za stroną internetową:
<http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/monitoring/en/boden/>)

Właściwości fizyczne

W składzie granulometrycznym gleb rdzawych przeważają frakcje piaszczyste (tab. 1). Gleby te powstają najczęściej z piasków gliniastych lekkich, słabogliniastych lub piasków luźnych (Ugla i Roszko 1974, Król i Ostrowska 1980, Szafranek i Skłodowski 1998a, Szafranek i Skłodowski 2004) i zawierają do 10% frakcji spławialnych. W glebach terenów górskich oraz glebach rdzawych pochodzenia morenowego często występują kamienie lub żwir (Dobrzański i Zawadzki 1981). Frakcje piasku drobnego i pyłu wywierają wpływ (wobec małej ilości części spławialnych) na kształtowanie się stosunków wodnych opisywanych gleb.

Tabela 1. Przykładowy skład granulometryczny i właściwości fizyczne gleb rdzawych właściwych (Królikowski i inni 1986), brunatno-rdzawych i bielkowo-rdzawych (Matuszkiewicz 2001)

Poziom genetyczny	Miąższość poziomu [cm]	Procentowy udział frakcji [mm]				Gęstość właściwa [g·cm ⁻³]	Gęstość objętościowa [g·cm ⁻³]	Porowatość [%]	Kapilarna pojemność wodna [% obj.]	Polowa pojemność wodna [% obj.]
		> 1	1 – 0,1	0,1 – 0,002	< 0,002					
Gleba rdzawa właściwa wytworzona z piasków wodnolodowcowych										
A	1–5	0,2	81	16	3	2,56	1,26	46,8	n.o.	10
Bv	10–45	0,5	84	13	3	2,60	1,56	40,0	n.o.	6,9
BvC	45–90	0,4	88	9	3	2,63	1,54	41,1	n.o.	5,4
C	90–	6	95	4	1	2,62	1,62	38,1	n.o.	5,6
Gleba brunatno-rdzawa wytworzona z moreny czołowej										
ABr	2–8	0	80	12	8	2,52	1,15	50,4	32,1	14,8
Bvh	8–28	16,4	89	7	4	2,62	1,23	53,0	26,8	13,2
CBv	28–80	11,5	89	8	3	2,64	1,55	41,3	23,9	2,3
C	80–120	1,1	85	12	3	2,65	1,53	42,3	35,9	2,1
Gleba bielkowo-rdzawa wytworzona z piasków wodnolodowcowych										
AEes	2–10	1,1	77	13	10	2,58	1,25	51,5	29,3	19,5
Bv	10–50	0,9	76	14	10	2,60	1,44	44,6	30,3	18,2
BvC	50–80	1,5	95	4	1	2,67	1,65	41,6	33,4	11,6
C	80–125	2,7	94	5	1	2,65	1,56	41,1	33,1	5,6

Gleby rdzawe charakteryzują się małą pojemnością wodną (Kern 1970). Głównym źródłem wody w tych glebach są opady atmosferyczne. Ilość opadów i ich rozłożenie w ciągu roku, a szczególnie w sezonie wegetacyjnym, są w warunkach klimatycznych zachodniej Polski zdecydowanie niewystarczające zwłaszcza, wobec małej zdolności retencyjnej gleb rdzawych, łatwej infiltracji opadów i szybkiego wyparowywania wody (Rząsa 1985).

Po większych opadach, jak i po dłuższym okresie suszy o zapasach wody w glebie decyduje zawartość frakcji ilastych w składzie granulometrycznym (Kowaliński i inni 1968) oraz obecność materii organicznej, która odznacza się wysoką pojemnością wodną i może zatrzymywać wodę, występującą tu przeważnie w formie dostępnej dla roślin

(Maciejewska 1993, Zawadzki 1999). Ponadto, według Wojtasika (1989), próchnica obniża gęstość objętościową gleby, przez co poprawia stosunki powietrzno-wodne w glebie. Gęstość właściwa opisywanych gleb mieści się najczęściej w granicach 2,50–2,70 g·cm⁻³, a gęstość objętościowa 1,25–1,70 g·cm⁻³ (Dobrzański i Zawadzki 1981). Według badań Kowalińskiego i innych (1968) gęstość właściwa jest tym wyższa, im niższa jest porowatość. Autorzy ci nie stwierdzili natomiast zależności między składem granulometrycznym i porowatością gleb.

W opisywanych glebach na panujące warunki termiczne wpływają, szczególnie w okresie wegetacyjnym, związki humusowe tworzące próchnicę, które ze względu na swoją ciemną barwę ułatwiają nagrzewanie się gleb (Baranowski 1980, Dziadowiec 1993).

Właściwości fizyko-chemiczne i chemiczne

Kwaśny odczyn jest jedną z cech diagnostycznych gleb rdzawych. W górnych poziomach profilu pH wynosi najczęściej 3,5–5,0 (*Systematyka Gleb Polski* 1989). Uggla i Roszko (1974) twierdzą, że pod względem odczynu gleby rdzawe zajmują miejsce pośrednie między glebami brunatnymi a bielcowymi (tab. 2).

Tabela 2. Wybrane właściwości gleb rdzawych właściwych, bielcowo-rdzawych (Zawadzki 1999) i brunatno-rdzawych (Brożek i Zwydak 2003)

Poziom genetyczny	Miąższość poziomu	pH _{KCl}	pH _{H₂O}	Hh	Hw	C	N	V	Ca	Mg	K	Na
	[cm]			[cmol(+)·kg ⁻¹]	[cmol(+)·kg ⁻¹]	[%]	[%]	[%]	[cmol(+)·kg ⁻¹]			
Gleba rdzawa właściwa wytworzona z piasków												
O	0–5	3,3	4,4	61,94	2,89	35,35	1,75	17,3	11,36	1,05	0,19	0,33
A	5–15	4,0	4,7	3,82	0,04	0,71	0,06	10,7	0,33	śl.	0,05	0,08
Bv	30–60	4,5	5,0	1,21	0,00	n.o.	n.o.	4,0	śl.	śl.	0,02	0,03
C	140–150	4,6	5,7	0,62	0,00	n.o.	n.o.	11,4	śl.	śl.	0,03	0,05
Gleba bielcowo-rdzawa wytworzona z piasków												
Ofh	0–2	3,0	3,8	87,42	1,57	n.o.	n.o.	8,3	6,26	0,59	0,73	0,31
AEes	2–10	3,1	3,7	6,60	0,18	1,22	19,7	3,3	0,11	0,03	0,03	0,05
Bv	12–14	4,1	4,3	7,66	0,09	0,75	14,2	0,4	śl.	śl.	0,01	0,02
BvC	45–65	4,5	4,8	1,55	0,00	0,14	5,0	8,3	0,11	śl.	0,01	0,02
C	90–100	4,6	5,6	1,28	0,00	n.o.	n.o.	4,5	śl.	śl.	0,02	0,04
Gleba brunatno-rdzawa wytworzona z piasków												
Ah	0–6	2,8	3,8	28,0	3,50	9,18	0,33	9,0	340,0	76,6	87,6	31,6
BvBbr	6–50	4,3	4,4	2,5	0,55	n.o.	n.o.	7,0	15,0	3,4	6,8	5,1
BvC	50–80	4,2	5,0	1,1	0,48	n.o.	n.o.	2,0	34,0	9,0	5,7	3,1
C	80–150	7,6	7,7	0,3	n.o.	n.o.	n.o.	9,4	86,5	22,3	6,6	4,2

Zakwaszenie oddziałuje na jakość gleby. Powoduje ono między innymi zwiększenie zawartości toksycznych pierwiastków w glebie, takich jak glin i mangan. Toksyczne działanie

manganu znajdującego się w glebach kwaśnych w formach rozpuszczalnych występuje rzadziej niż glinu, ponieważ rośliny wykazują dużą tolerancję w stosunku do tego mikroelementu (Gorlach i Curyło 1990). Ponadto, według badań Łabętowicza (1995) i Szafranka i Skłodowskiego (1998a) procesy utleniania zachodzące w glebach rdzawych zmniejszają ilość manganu, powodując w konsekwencji niższe jego stężenie w roztworze glebowym oraz mniejszą toksyczność dla roślin.

Reakcja roślin na glin, a przez to i na kwaśny odczyn gleby, nie jest jednakowa. Zależy ona od gatunku rośliny oraz innych właściwości gleby (Gorlach i Curyło 1990).

Z badań Janowskiej (1999) wynika, że ilość glinu wymiennego w leśnych glebach rdzawych zmniejsza się wraz z głębokością profilu. Glin wymienny w poziomach mineralnych opisywanych gleb decyduje o ich kwasowości wymiennej. Duży udział tego pierwiastka w zakwaszaniu poziomów występuje w zakresie pH 3,4–4,5.

Podobnie, według badań Szafranka i Skłodowskiego (2004), w profilach rdzawych gleb ornych poziomy próchniczne (Ap) odznaczają się największą kwasowością wymienną, wywołaną głównie obecnością glinu wymiennego.

Niskie pH przyczynia się również do zubożenia gleby przez wymywanie kationów o charakterze zasadowym, powodując tym samym niedobory składników odżywczych (Ronse i inni 1988, Szafrank i Skłodowski 1998b, Curtin i Smillie 1983, Martin i Mutters 1985, Mercik 1997).

Nasylenie kompleksu sorpcyjnego kationami o charakterze zasadowym w glebach rdzawych jest niewielkie ($V < 30\%$) (Mocek i inni 2000, Szafrank i Skłodowski 2004). Jest to związane również z małą zawartością części spławialnych i koloidalnych w opisywanych glebach (Maciejewska 1993).

Według Mercika (1997) na glebach kwaśnych rośliny pobierają mniej potasu, co może ograniczać ich plonowanie.

Błaszczyk (1994) z kolei zauważa, że w glebach rdzawych z reguły występuje niedobór magnezu, bowiem przy kwaśnym odczynie jony magnezu są usuwane przez jony wodorowe i łatwo wymywane przez wodę. Na podobną zależność zwrócili uwagę również Boratyński i inni (1964) oraz Szafrank i Skłodowski (2004).

Według Czuby i innych (1968) najwyższą zawartością mikroelementów odznaczają się poziomy akumulacyjne gleb rdzawych, a fakt rolniczego użytkowania tych gleb powoduje wzbogacenie warstwy ornej w wapń, potas i fosfor ogółem (Chudecki i Błaszczyk 1980).

W kształtowaniu żyzności gleb rdzawych ważną rolę odgrywa materia organiczna (Andrzejewski 1993, Strączyńska 1993).

Obecność próchnicy zwiększa przede wszystkim zdolności sorpcyjne gleby, właściwości buforowe i odporność na degradację (Maciejewska 1993). Materia organiczna, ulegając

stopniowemu rozkładowi w toku procesów mineralizacji, dostarcza wiele składników pokarmowych niezbędnych dla wzrostu i rozwoju roślin (Sinha 1971, Zawadzki 1999). Niewielka ilość próchnicy występująca w poziomach akumulacyjnych gleb rdzawych jest niezwykle ważna dla sorpcji kationów i zapobiegania ich wymywaniu (Dziadowiec 1993).

Zawartość próchnicy w glebie ulega w ciągu sezonu wegetacyjnego dużym wahaniom, które w znacznej mierze zależą od przebiegu pogody, zwięzłości gleby i agrotechniki. Wskaźnikiem określającym kierunek procesów biologicznych w glebie jest stosunek węgla do azotu. Przyjmuje się, że im jest on niższy tym procesy są bardziej intensywne, a gleba jest żyzna i o dużej aktywności mikrobiologicznej. W glebach rdzawych stosunek C:N w poziomie akumulacyjnym mieści się przeważnie w przedziale 15–20:1 (*Systematyka Gleb Polski* 1989).

Materia organiczna, poprzez zdolności buforowania w szerokim zakresie pH, przyczynia się do częściowego niwelowania ujemnych skutków zakwaszenia gleb. W glebach kwaśnych ważna jest zdolność materii organicznej do tworzenia połączeń mineralno-organicznych, które decydują o rozpuszczalności, migracji i dostępności dla roślin metali ciężkich (Łętowska i Bogacz 2000, Strączyńska i Strączyński 2000, Kwasowski i inni 2000). Ma to duże znaczenie w unieruchamianiu w środowisku glebowym takich metali jak: glin, kadm, miedź, cynk, ołów i innych, co przyczynia się do częściowej detoksykacji środowiska glebowego (Dziadowiec 1993, Zawadzki 1999). Badania Blooma i innych (1979) oraz Filipka (1989) potwierdzają, że wzbogacenie silnie zakwaszonej gleby w niewielką ilość materii organicznej zmniejsza szkodliwość toksycznego glinu.

Inni autorzy (Szerszeń i inni 1983, Malczyk 1996, Czekala i Jakubus 2000, Strączyński i Wróbel 2000) zwracają uwagę, na zależność rozmieszczenia makro- i mikroelementów i ich ilości od składu granulometrycznego gleby oraz wpływu czynników antropogenicznych, w tym sposobu użytkowania (Szafranek 2000, Skłodowski i Zarzycka 1997), emisji komunikacyjnych i przemysłowych, stosowania ścieków jako nawozów użyźniających itp. (Gorlach 1995, Kabata-Pendias i Pendias 1993, Tujak i inni 2004).

2.2. Użytkowanie gleb rdzawych

2.2.1. Rolnicze i leśne zagospodarowanie gleb rdzawych

Gleby rdzawe zajmują około 14% powierzchni kraju (Bednarek i Prusinkiewicz 1999). Są to z reguły gleby o małej potencjalnej urodzajności, ze względu na małe zdolności rencyjne w stosunku do wody, niewielką zasobność w składniki pokarmowe dla roślin, małe zdolności sorpcyjne oraz duże zakwaszenie (Maciejewska 1993, Skłodowski 1995, Szafranek i Skłodowski 1998a, Szafranek i Skłodowski 2004). Z rolniczego punktu widzenia, gleby rdzawe mają też kilka zalet, do których można zaliczyć: szybkie ich nagrzewanie się, niewystępowanie nadmiernego uwilgotnienia pod wpływem długotrwałych opadów, małą

zwięzłość i łatwość uprawy mechanicznej. Biorąc pod uwagę wszystkie właściwości gleb rdzawych, ważnym zagadnieniem staje się ich racjonalne zagospodarowanie, między innymi na potrzeby rolnictwa, leśnictwa czy rekreacji, przy uwzględnieniu zagadnień ochrony środowiska przyrodniczego, zwłaszcza eutrofizacji wód powierzchniowych i kształtowania krajobrazu (Szafranek i Skłodowski 2004).

Okolo 30% ogólnej powierzchni gleb rdzawych znajduje się w użytkowaniu rolniczym, natomiast pozostałą część zajmują lasy (*Systematyka Gleb Polski* 1989).

Gleby rdzawe są zaliczane z punktu widzenia przydatności rolniczej do dwóch kompleksów: 6 – żytniego słabego i 7 – żytniego bardzo słabego a w klasyfikacji bonitacyjnej obejmują gleby klasy IVb i V oraz VI (Prusinkiewicz i inni 1980, Zawadzki 1999). Na glebach rdzawych uprawia się głównie: żyto, owies, ziemniaki i łubin żółty a plony są uzależnione w dużym stopniu od ilości i rozkładu opadów (Zawadzki 1999, Szafranek 2000).

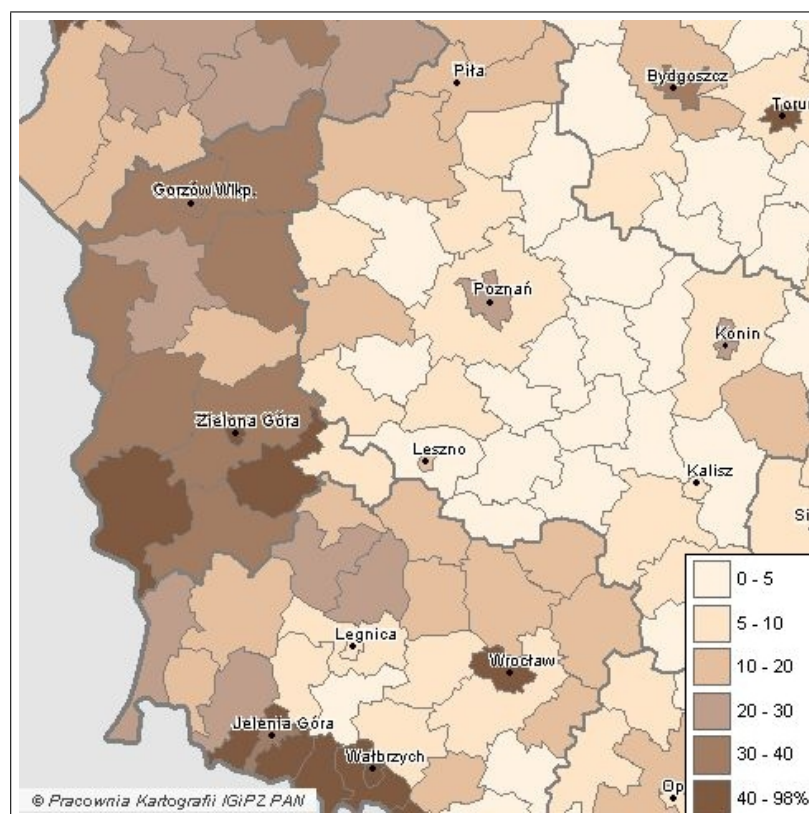
Według badań Szafranka (2000, 1998b, 2004), gleby rdzawe zaliczane do kompleksu 7 – żytniego bardzo słabego odznaczające się najniższą jakością i przydatnością rolniczą powinny być stopniowo wyłączone z produkcji i przeznaczone na inne cele, głównie pod zalesienie. Autor ten stwierdza również, że zdecydowana większość gleb rdzawych zaliczanych do kompleksu 6 przydatności rolniczej, w przyszłości pozostanie w użytkowaniu rolniczym. W ostatnich latach znaczna część gruntów rolnych pozostaje odłogowana, zwłaszcza na terenach dawniej użytkowanych przez Państwowe Gospodarstwa Rolne.

Na znacznej części gleb rdzawych, m.in. ze względu na ich właściwości, jest prowadzona gospodarka leśna. Rodzaj i zasobność podłoża oraz warunki klimatyczne w dużej mierze decydują o występowaniu określonej roślinności leśnej. Gleby rdzawe tworzą siedliska borów sosnowych świeżych i suchych oraz świeżych lasów mieszanych. Według Matuszkiewicza (2001) na opisywanych glebach występuje roślinność charakterystyczna dla borów zespołu *Leucobryo–Pinetum*. Siedliska te są stosunkowo ubogie florystycznie. W drzewostanie dominuje sosna z niewielkim udziałem brzozy brodawkowatej. Warstwa krzewów jest zwykle słabo zwarta, tworzą ją gatunki z drzewostanu oraz jarzębina, kruszyzna, dąb niekiedy buk i inne gatunki. W runie dominują krzewinki – borówki *Vaccinum sp.* i wrzos *Calluna vulgaris* oraz trawy: kostrzewa owcza *Festuca ovina* i śmiełek pogięty *Deschampsia flexuosa*. W warstwie mszystej *Entodon Schreberi*, *Dicranum sp.* i *Hylocomium splendens* (Ugla i Roszko 1974).

Areał pól uprawnych oraz kompleksy leśne, w większości sąsiadujące z terenami miejskimi, często ulegają zmniejszeniu w wyniku przejmowania ich pod zabudowę.

2.2.2. Charakterystyka zmian zachodzących w gospodarce na glebach rdzawych

Zachodzące w ostatnich latach zmiany w polskim rolnictwie spowodowały, że znaczna część użytków rolnych uległa odłogowaniu. Od początku lat dziewięćdziesiątych XX wieku nasilające się zjawisko odłogowania gruntów ornych objęło najpierw grunty o bardzo niskiej rentowności, później również gleby wchodzące w skład lepszych kompleksów przydatności rolniczej (dane za stronę internetową <http://www.wodr.konskowola.pl>). Szczególnie dużo takich obszarów znajduje się w zachodniej Polsce (ryc. 3).



Ryc. 3. Ugory i odłogi w ogólnej powierzchni gruntów ornych w 2002 roku (dane za stronę internetową: http://maps.igipz.pan.pl/aims/aims.dll/?REQUEST=GetPage&PAGE=temat&MAP=rol1%5Cryc_11&width=480&height=480)

Pozostawienie odłogów bez kontroli dłużej niż na 2–3 lata sprzyja spontanicznemu rozwojowi dzikiej roślinności, szczególnie chwastów wieloletnich, na przykład: wrotycza, przymiotna kanadyjskiego czy nawłoci, co wpływa negatywnie na sąsiadujące pola, gdyż stanowi źródło zachwaszczenia oraz bazę dla chorób i szkodników roślin uprawnych. Poza łatwością rozsiewania ogromna płodność chwastów daje często wyraźną biologiczną przewagę nad roślinami uprawnymi (dane za stronę internetową <http://www.farmer.pl>).

Często na glebie, na której zaniechano prowadzenia zabiegów uprawowych, po opanowaniu jej przez segetalne i ruderalne gatunki chwastów pojawiają się krzewy i drzewa (Rola 1995, Martyn i inni 1998). Czasem jednak proces ten zostaje zaburzony. Gleba

porolna, na której dotychczas nie było korzeni drzew, jest pozbawiona materii wytworzonej z resztek korzeni, która w wyniku procesów chemiczno-fizycznych, tworzy warstwę ochronną dla systemów korzeniowych drzew. Brak warstwy ochronnej korzeni, sprzyja rozwojowi mikroflory patogennej, będącej podstawowym czynnikiem wielu chorób korzeni (huba korzeniowa, opieńka miodowa). Niekorzystna jest również struktura gleby porolnej, w której na głębokości 20–30 cm występuje zwięzła warstwa płużna, utrudniająca rozwój systemów korzeniowych, powodująca ich deformację a tym samym zakłócająca prawidłowy wzrost drzewek. Także pewne właściwości fizyko-chemiczne gleb porolnych, jak np. podwyższone pH, wpływa niekorzystnie na prawidłowy rozwój młodych drzew (Mazurski i Pawłowski 1997).

Według Dzieni i innych (1997) tereny czasowo wyłączone z produkcji rolnej, a nieprzeznaczone na inne cele, powinny być sukcesywnie przywracane do ponownego użytkowania rolniczego, ponieważ w wyniku braku nawożenia mineralnego i organicznego, wapnowania, resztek poźniwnych oraz wymywania składników pokarmowych w głąb gleby podlegają one procesowi stopniowej degradacji. Zjawisko to jest szczególnie niepokojące w przypadku gleb rdzawych zaliczanych do kompleksu żytniego słabego i żytniego bardzo słabego (Szafranek i Skłodowski 1998b).

Ważnym elementem w przywracaniu odłogów jest nie tylko dobór odpowiedniej metody uprawy roli, ale również zaplanowanie odpowiedniego następstwa roślin, w którym problem może stanowić dobór odpowiednich roślin zasiedlających pole po odłogu. Szczególnie przydatne do tego celu są rośliny wysokie, dobrze zacieniające glebę, o intensywnym początkowym wzroście, o dużych możliwościach doboru do ich ochrony herbicydów oraz rośliny przeznaczone na paszę zieloną, wielokośne lub z krótkim okresem wegetacji (dane za stroną internetową <http://www.farmer.pl>).

Zwiększenie możliwości produkcyjnych gleb rdzawych w praktyce rolniczej powinno być związane z racjonalnym wykorzystaniem wody w glebie i zachowaniem prawidłowych stosunków powietrzno-wodnych, ponieważ gleby rdzawe są glebami wrażliwymi na suszę, dają plony średnie w znacznym stopniu uzależnione od ilości i rozkładu opadów atmosferycznych, szczególnie w okresie wegetacyjnym (Koćmit i inni 1994).

Niektóre zabiegi agrotechniczne stosowane na glebach rdzawych o niewłaściwych stosunkach wodno-powietrznych mogą skutecznie przyczynić się do poprawy struktury gleby, a tym samym podnieść jej potencjalną żyzność. W tym celu stosować można nawozy organiczne (Boratyński i Wilk 1968), wapnowanie (Siuta i Kucharska 1997), nawozy zielone oraz nawadnianie (Ugla 1979). Racjonalne nawożenie organiczne i mineralne pozwala utrzymać ilość i jakość próchnicy na takim poziomie, który nie tylko wpływa na żyzność, ale i zmniejsza możliwość degradacji tych gleb (Andrzejewski 1993).

Sposób i termin upraw ma duży wpływ na fizyczne i wodne właściwości gleb użytkowanych rolniczo w stopniu tym większym, im więcej zawierają one frakcji ilastych.

Pogłębienie warstwy uprawnej poprawia pojemność wodną i powietrzną gleby, zwiększa jej aktywność biologiczną. Same zabiegi uprawowe nie zmieniają natomiast znacząco właściwości fizycznych gleb wytworzonych z piasków luźnych i słabogliniastych (Greinert i Greinert 1999).

Wielu autorów (Szafranek i Skłodowski 1998a, Mazurski i Pawłowski 1997, Zajązkowski 1997, Bernadzki 1990) skłania się do alternatywnego rozwiązania, jakim może być zagospodarowanie, głównie najsłabszych gleb porolnych, poprzez ich zalesienie.

Wieloletnie funkcjonowanie zbiorowisk leśnych bez ingerencji człowieka prowadzi do zrównoważonego obiegu materii i energii między glebą a roślinami. Roślinność leśna, a zwłaszcza drzewostan zapewniają glebie najlepsze warunki ochrony. Pozyskiwanie drewna, odwadnianie, stosowanie środków ochrony roślin nieodłącznie jest związane ze stratą znacznej puli składników pokarmowych i materii organicznej oraz zakwaszeniem gleby (Brożek 1999).

Zabiegi uprawowe, takie jak: wapnowanie, głęboka uprawa roli, nawożenie mineralne i organiczne, wpływają na zmianę morfologii oraz właściwości fizycznych i chemicznych gleb. Postępująca intensyfikacja rolnictwa coraz bardziej przeobraża gleby uprawne, a tym samym odróżnia je od gleb leśnych, mimo takiej samej przynależności typologicznej (Skłodowski i Zarzycka 1997).

Badania porównawcze gleb leśnych i uprawnych różnych siedlisk prowadziło wielu autorów (Dobrzański i inni 1973, Niedźwiecki 1984, Niedźwiecki i inni 1999, Martyn i inni 1998, Błaszczak 1998, Kocowicz 1999, Lipiec i Turski 2001), zwracając uwagę na czynniki antropogeniczne w kształtowaniu się gleb.

Zbiorowiska roślinne wywierają na gleby bardzo duży wpływ. Różni autorzy (Zonn 1957, Obmiński 1978, Uggła 1979, Niedźwiecki 1984, Puchalski i Prusinkiewicz 1990, Gil 1995) podkreślają wpływ sposobu użytkowania gleb na różnicowanie się ich właściwości. Dowodzą oni, że im dłużej las utrzymuje się na danym siedlisku tym bardziej pogłębia się efekt jego oddziaływania na miejscowe warunki glebowe, przy czym nie jest to oddziaływanie jednokierunkowe – również gleba wpływa na wzrost i rozwój drzew.

Las wpływa na glebę inaczej niż uprawy rolne. Ogranicza zjawiska erozji wodnej i eolicznej oraz wpływa łagodząco na klimat zmniejszając amplitudy temperatur i podnosząc wilgotność powietrza. Pod roślinnością leśną istnieją lepsze warunki fizyczne i powietrzno-wodne a przyswajalność składników pokarmowych, dzięki stałemu dopływowi substancji organicznej i bardziej stabilnej wilgotności, jest wyższa niż w glebach uprawnych o podobnym składzie granulometrycznym (Greinert i Greinert 1999).

Pojawienie się człowieka na terenach, gdzie dawniej znajdował się las i rozpoczęcie działalności rolniczej, wpłynęło na zróżnicowanie właściwości gleb. Zmiany te nie zawsze podążały w dobrym kierunku. Dotyczy to również gleb rdzawych, na których gospodarowanie

było w wielu przypadkach ekonomicznie nieuzasadnione (gleby 6 i 7 kompleksu przydatności rolniczej). W okresie powojennym nieużytki i słabe gleby porolne ponownie zalesiono, tworząc monokultury sosnowe. Spowodowało to w biocenozach leśnych wiele zmian o charakterze degradacyjnym. Przez stosowanie jednogatunkowych upraw rozkład ściółki jest utrudniony i następują negatywne zmiany w warstwie próchnicznej doprowadzające do zakwaszenia gleby. Następują zmiany roślinności runa, utrudniające odnowienie lasu. Roślinność dna lasu szybko reaguje na zmiany glebowo – klimatyczne wykazując obniżenie żyzności siedliska. Jednocześnie na skutek jednogatunkowych drzewostanów następują zmiany w mikroklimacie i stosunkach wodnych (Zaręba 1976, Kocowicz 1999). W historii rolnictwa i leśnictwa występowały również okresy zwiększonej koncentracji produkcji rolnej oraz intensyfikacji mechanizacji i chemizacji w Państwowych Gospodarstwach Rolnych, które jak podaje Łysko i Zabłocki (2004) doprowadziły do szeregu niekorzystnych zmian w agrocenozach, takich jak np. likwidacja oczek wodnych i zadrzewień śródpolnych.

Zmiany wywołane działalnością człowieka są różnego rodzaju – niekiedy osłabia on, a czasami wzmacnia naturalne procesy glebotwórcze (Dobrzański i Zawadzki 1981). Dlatego tak ważna jest obiektywna analiza i ocena krajobrazu porolnego w kontekście planowania zmian na najbliższe dziesięciolecia, która zwiększy szanse na opracowanie i przyjęcie właściwych metod umożliwiających kreowanie pożądanego krajobrazu i zapewniających jego dynamiczną trwałość (Zajączkowski 1997).

3. Historyczne aspekty użytkowania gleb Wysoczyzny Zielonogórskiej

Szata roślinna każdego terenu kształtuje się zarówno w związku z jego przeszłością historyczną, jak i zależnie od szeregu czynników działających na nią współcześnie. Odzwierciedleniem warunków klimatyczno–glebowych oraz ekonomicznych danego regionu jest produkcja roślinna (Krasowicz 2002).

Krajobraz okolic Zielonej Góry został wyrzeźbiony przez lodowiec skandynawski, który w czasie dłuższego postoju usypał tu wały kamieni, żwirów, glin i piasków, tworząc malownicze wysokie wzgórza moreny czołowej (Krygowski i Zajchowska 1946). Wody roztopowe lodowca pocięły teren siecią niewielkich rynien i dolin. Przyjmuje się, że lodowiec skandynawski zlodowacenia bałtyckiego w swym najdalszym na południe zasięgu zatrzymał się na omawianym tu obszarze na linii Wzgórz Zielonogórskich i pagórków Zaborskich. Krawędź lodu zatrzymała się na północnym skłonie Wału Zielonogórskiego, a na wschodzie na łuku Pagórków Zaborskich. Niewielka grubość tego lodowca tłumaczy jego małą ruchliwość i stosunkowo nieduży osad.

Klimat owej strefy był zimny i suchy. Antycyklonalne wiatry, wiejące znad czaszy lądolodu powodowały silne parowanie wilgoci. Wody sączyły się powoli, rozdzielając się na ramiona i osadzając drobny, ilasty i piaszczysty osad, wymyty z topiącego się w porach letnich lodowca. W miarę dalszego wycofywania się lodowca na północ, klimat, jakkolwiek nadal pozostał zimny, odznaczał się nieco większą wilgotnością i obfitszym opadem. Na Wysoczyźnie Zielonogórskiej topniały resztki martwych kier lodowych, sandr na przedpolu Moreny Zaborskiej wysychał, a skąpa roślinność tundry wtargnęła na teren uwolniony od lodu. Wał Zielonogórski zaczęły rzeźbić małe strumienie uchodząc na południe do Pradoliny Barucko–Głogowskiej i wynosząc nagromadzony materiał (Adamczewska 1954).

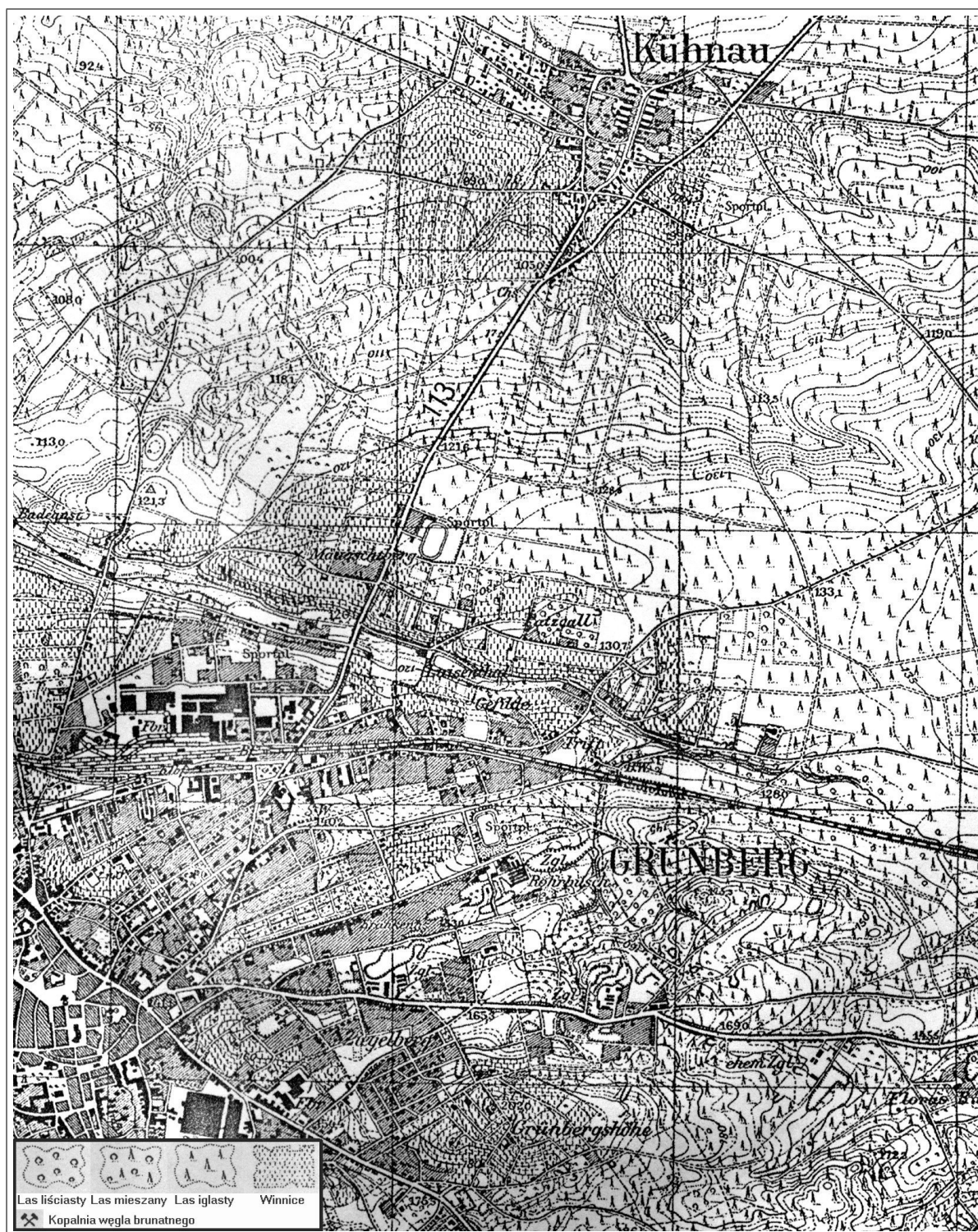
Krainę Zielonogórską pokrywała we wczesnym średniowieczu na całym obszarze pierwotna prapuszczka, poprzecinana leniwie płynącymi strumieniami. Zaludnienie tego terenu było niewielkie ze względu na warunki polityczne (były to tereny przygraniczne północno–zachodnich ziem kresowych Śląska) oraz warunki środowiskowe, głównie piaszczyste gleby i duże zalesienie. Dlatego rozległe obszary tego regionu przez wieki pozostawały w stanie przyrody pierwotnej (Schwartz 1966). Na glebach piaszczystych występowały głównie bory sosnowe, natomiast na niewielkich skrawkach gleb gliniastych występowały dąbrowy lub buczyny, zaś w dolinach rzecznych mieszane lasy łęgowe z udziałem olchy, wierzby, topoli i dębu. Znaczna część tych lasów uległa z biegiem czasu zanikowi, częściowo pod wpływem dokonywanych karczunków (Żabko–Potopowicz 1965). Niewielkie płaty pierwotnego zadrzewienia tych ziem zachowały się w rezerwatach leśnych np. „Zimna Woda” koło wsi Kiełpin (Jarosz 1956) położonej na obrzeżach Wału Zielonogórskiego, natomiast fragmenty starych lasów dębowo–grabowych przy wschodniej granicy Zielonej Góry

(Ratyńska 1993).

Użytkowanie lasu rozpoczęło się od chwili pojawienia się ludzi na tych terenach, począwszy gdy źródłem egzystencji było zbieractwo i myślistwo do przejścia na osiadły tryb życia, związany z uprawą gleby i hodowlą (Zaręba 1976).

Do połowy XV wieku na badanym obszarze systematycznie wzrastało zaludnienie, przez co krajobraz Krainy Zielonogórskiej ulegał przeobrażeniu. Dokonywano masowych wyrębów i trzebieży puszczy zakładając nowe wsie, np. Przytok, Letnicę, Buchałów, Zabór. O fakcie powstawania osad wśród lasów świadczą obok tekstów źródłowych same nazwy miejscowości np. Drągowina, Laski, Leśniów Wielki itp. W tym czasie powstała także Zielona Góra (*Die Grünbergs-Höhe* 1862) oraz wieś Krępa, w której później uprawiano warzywa dla mieszkańców Zielonej Góry (Schwartz 1966). Najstarsze osady ulokowały się na najlepszych glebach i na wysoczyźnie, omijając niebezpieczne wskutek powodzi wielkie doliny, a równiny sandrowe z powodu ich lesistości i słabych gleb (Zajchowska 1951). Dokonywano również zmian w stosunkach hydrograficznych na tym terenie poprzez osuszanie i meliorowanie obszarów pierwotnie zabagnionych i podmokłych. Często wybuchały pożary lasów obejmujące nieraz bardzo duże obszary. Jednak pomimo ustawicznych prób zagospodarowania ziem Krainy Zielonogórskiej, piaszczyste gleby zmusiły człowieka niejako do zredukowania tempa rozwoju osadnictwa i pozostawienia dużych przestrzeni leśnych.

W kolejnych wiekach miejscowa ludność kosztem lasów poszerzała areał ziemi uprawnej wokół wsi oraz hodowała owce. Sprzyjał temu również łagodny klimat okolic Zielonej Góry. Najwyższa w okolicach wysokość nad poziomem morza, duże zalesienie, nasłonecznienie stoków wzgórz oraz piaszczyste gleby stworzyły tu specyficzny mikroklimat (Adamczewska 1954). Szczególnie łagodny przebieg zim i korzystne warunki wilgotnościowe sprzyjały rozwojowi sadownictwa (Urbanowska 1961) oraz uprawie winorośli na tych terenach. W okolicznych sadach hodowano brzoskwinie, wiśnie, jabłonie, grusze i śliwy. Gruhl (1929) podaje, że w dobrych latach z jednej gruszy uzyskiwano ponad 10 cetnarów owoców, co stanowi ponad 500 kg. W książce „Opis Ziemi zamieszkałych przez Polaków” wydanej w 1904 roku (Czechowski 1904) zamieszczono taki oto opis: „w okolicach Zielonogóry (Grünberg) znajduje się kilkunastomilowy obszar, posiadający lepszą glebę, słynący hodowlą owoców i winnicami”. W 1800 roku powierzchnia zajęta pod uprawę winorośli wynosiła na terenie Zielonej Góry około 700 ha (Witczak 1961). Największy rozkwit uprawy tej rośliny nastąpił w 1890 roku, kiedy to winnice zielonogórskie zajmowały obszar ponad 1400 ha (Gruhl 1929). Tereny, na których uprawiano winorośl są również wyraźnie zaznaczone na dawnych niemieckich opracowaniach kartograficznych (ryc. 4).



Ryc. 4. Fragment mapy okolic Zielonej Góry z przełomu XIX i XX w. z widocznymi winnicami. Notka wydawcy: Herausgegeben von der Preussischen Landesaufnahme 1886; Reichsamt für Landesaufnahme berichtet 1933)

Upowszechnienie uprawy winorośli, jak podają różne źródła historyczne (np. kroniki miejskie), uzależnione były zawsze od warunków klimatycznych. Na przestrzeni wieków katastrofalne, obfite deszcze, srogie zimy i krótkie lata wielokrotnie niszczyły planтации naprzemian z okresami niezwykle korzystnymi pogodowo i sprzyjającymi zbiorom

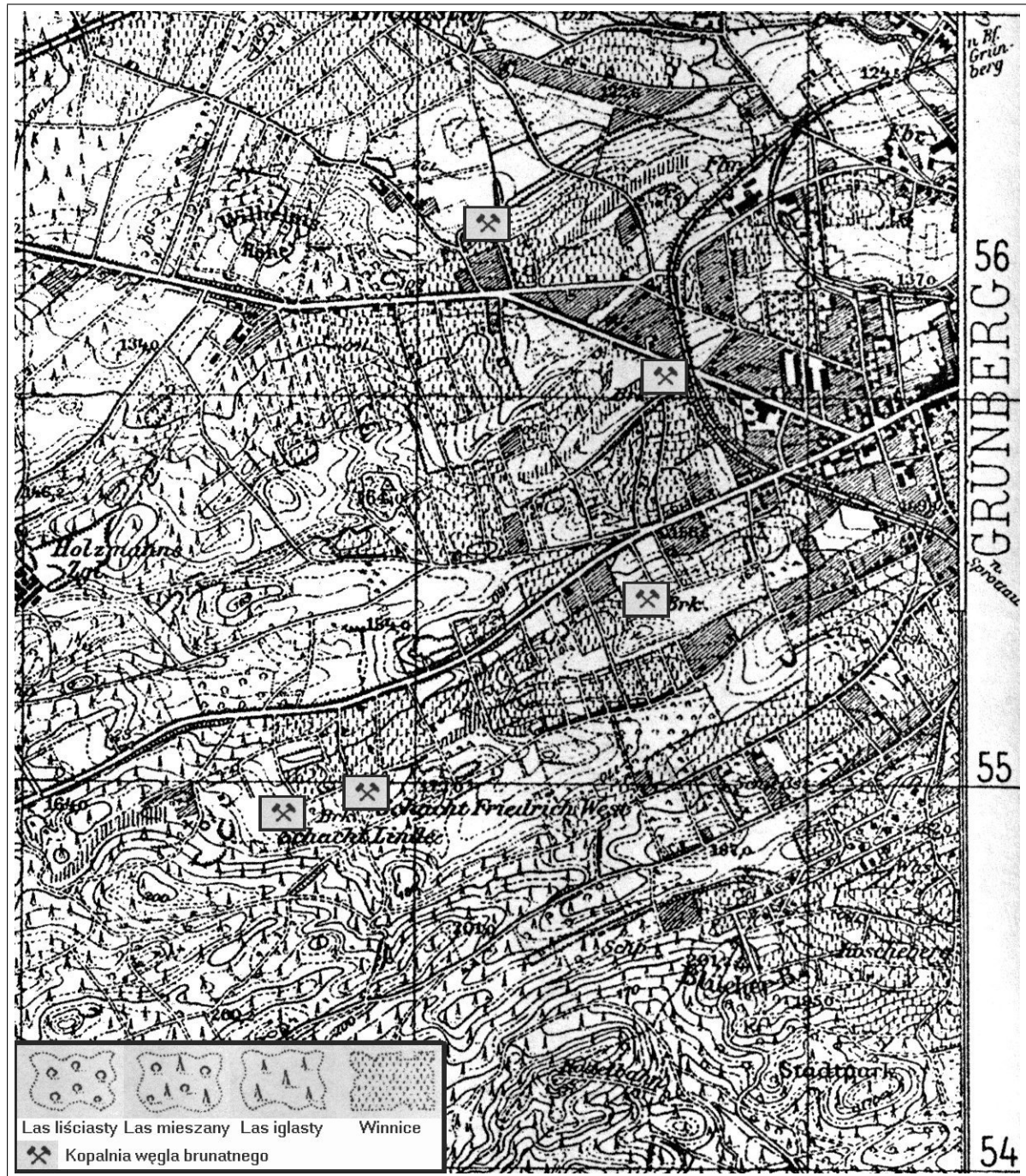
(Korc 1958). Wraz z upływem czasu winnice zniknęły z krajobrazu okolic Zielonej Góry, a ich miejsce zajęły osiedla, parki miejskie i lasy. Największy wpływ na zmniejszenie się uprawy winnego krzewu miał rozwój przemysłu, kolejnictwa oraz rozbudowa miasta. Tuż po drugiej wojnie światowej istniało w okolicach Zielonej Góry już tylko około 60 ha winnic (Witeczak 1961).

Wraz z rozwojem terenów miejskich, już w okresie przedwojennym zaczęto kłaść szczególny nacisk na zwiększenie obszarów zieleni w Zielonej Górze (Jerzak 1998). Powstały prace przyrodnicze i inwentarzowe (Schube 1906, Gruhl 1929) dotyczące charakterystyki drzew i krzewów powiatu Zielonogórskiego, w tym miasta i okolic Zielonej Góry. Spotkać w nich można opisy okazałych drzew, tj. m.in. cisy, dęby, topole czy lipy oraz okolicznych terenów leśnych, będących miejscem rekreacyjnym ówczesnych mieszkańców. W samej Zielonej Górze przed wojną były cztery piękne parki, w których znajdowały się stawy otoczone fragmentami starych, mieszanych lasów liściastych (Fularz 2004).

Miejscowa ludność zajmowała się również eksploatacją surowców mineralnych, takich jak ily i gliny, oraz kruszywa naturalne (piaski). Kopaliny te były łatwo dostępne i zaspokajały lokalne potrzeby ówczesnych mieszkańców (Kozłowski 1978). Wraz z rozbudową miasta oraz rozwojem przemysłu zaczął zmieniać się dotychczasowy rolniczo-leśny charakter tych terenów. W latach trzydziestych XIX stulecia odkryto a następnie zaczęto eksploatować zalegające stosunkowo płytko pokłady węgla brunatnego. Wówczas to w rejonie południowo-zachodnich stoków Wału Zielonogórskiego, pośród winnych upraw pojawiły się szyby wydobywcze (ryc. 5).

Kopalnie zielonogórskie nie miały charakteru odkrywkowego. Były to wyrobiska głębinowe, których maksymalna głębokość wynosiła 120 m. Rocznie wydobywano 140–170 tys. ton węgla na potrzeby lokalnego przemysłu (Majchrzak 1997). Kopalnie węgla brunatnego wywarły duży wpływ na rozwój regionu, wzmianki o nich wielokrotnie spotykamy w literaturze (m. in. Czechowski 1904, Gruhl 1929). Począwszy od lat trzydziestych XX stulecia kopalnie były sukcesywnie likwidowane ze względu na nierentowność, a po wojnie całkowicie zaniechano działalności wydobywczej. Tereny po byłych kopalniach pokrył las. Niestety po eksploatacji kopalin pozostały szkody w środowisku. Na skutek zapadania gruntów, w wyniku zaciskania się wyrobisk poeksploatacyjnych, zaczęły pojawiać się na powierzchni ziemi niecki zapadliskowe, leje i inne formy depresyjne. Niszczeniu podlegał drzewostan, gleby oraz następowały niekorzystne zmiany w krajobrazie. Nastąpiło obniżenie zwierciadła wód gruntowych, a z czasem ich całkowite zanikanie, co nie sprzyjało wegetacji roślin. Dlatego obszary te w większości przypadków porastają sucholubne drzewa i krzewy (Kozłowski 1978).

Zróżnicowane warunki przyrodnicze oraz barwna przeszłość gospodarcza tego regionu znalazły odzwierciedlenie w pokrywie glebowej oraz w kształtowaniu się siedlisk. Przez całe stulecia człowiek korzystał z przyrody w sposób zupełnie dowolny, przekształcając



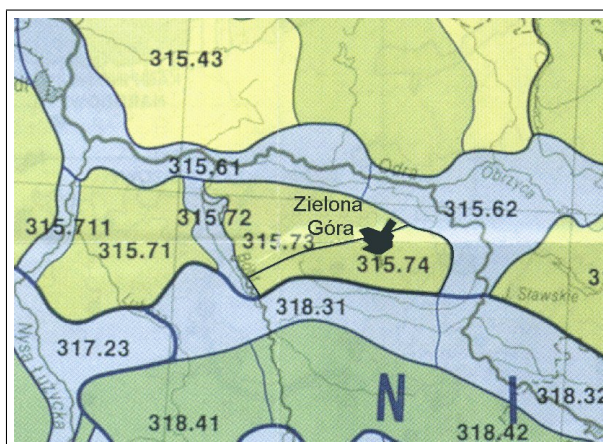
Ryc. 5. Fragment mapy okolic Zielonej Góry z widocznymi kopalniami węgla brunatnego działającymi na przełomie XIX i XX w. (Notka wydawcy: Herausgegeben von der Preussischen Landesaufnahme 1886; Reichsamt für Landesaufnahme berichtigt 1933)

różne elementy środowiska. Często nie brano pod uwagę ogólnych praw rządzących życiem ekosystemów jako całości (Szafer i Zarzycki 1972). Dopiero współcześnie dostrzega się ogromne znaczenie racjonalnego i dalekowzrocznego gospodarowania zasobami przyrody, do których należy również gleba.

4. Charakterystyka przyrodnicza badanego terenu

4.1. Położenie geograficzne

Wał Zielonogórski jest jednym z czterech mezoregionów wchodzących w skład Wzniesień Zielonogórskich (ryc. 6). Stanowi glacitektoniczne wypiętrzenie wysokości do 221 m n.p.m. i około 100 m wysokości względnej. Ciągnie się od Kotliny Kargowskiej (315.62) na wschodzie po Dolinę Dolnego Bobru (315.72), gdzie na północ od Nowogrodu Bobrzańskiego dochodzi do wysokości 166 m n.p.m. Od północy przylega do niego Wysoczyzna Czerwieńska (315.73), a od południa Obniżenie Nowosolskie (318.31). W tych ramach zajmuje powierzchnię ok. 240 km² (Kondracki 2000).



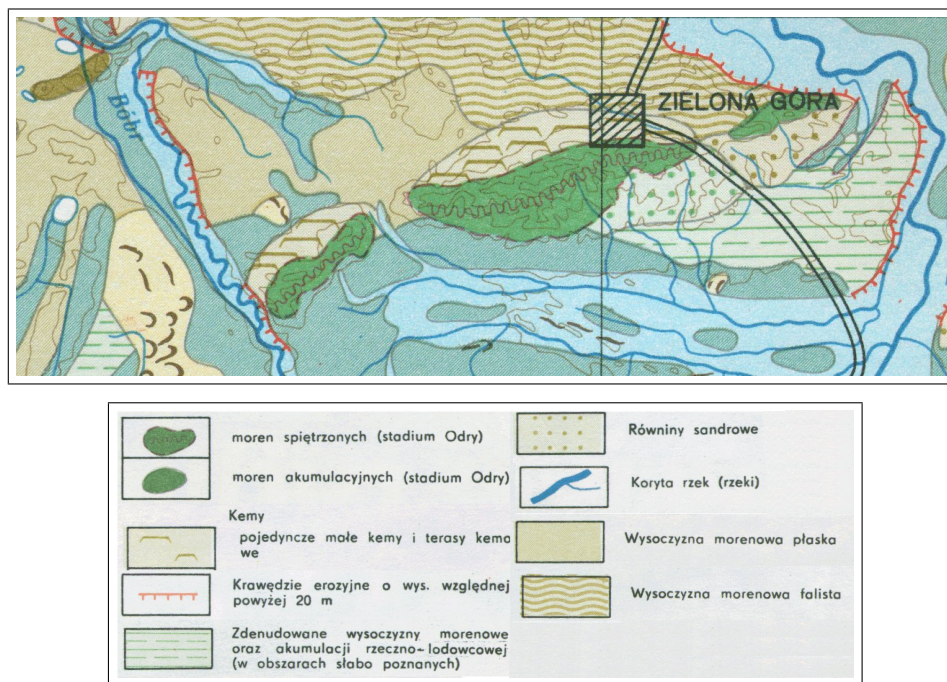
Ryc. 6. Obszar objęty badaniami. 315.74 — Wał Zielonogórski (Kondracki, 2000)

Jego rzeźba, uformowana w wyniku zlodowacenia bałtyckiego, cechuje się różnorodnością form geomorfologicznych. Zasadniczymi jej elementami są nierówności akumulacji lodowcowej i wodnolodowcowej z licznymi wzgórzami. Obszar ten należy do regionów o dużym zalesieniu, ale w sąsiedztwie kilku wsi zlokalizowanych w obrębie Wału Zielonogórskiego występują pola uprawne. Głównym ośrodkiem miejskim tego regionu jest Zielona Góra.

4.2. Geomorfologia

Krajobraz Wysoczyzny Zielonogórskiej, z wyróżniającym się Wałem Zielonogórskim, charakteryzuje się urozmaiconą rzeźbą terenu, będącą rezultatem wielu złożonych wydarzeń geologicznych.

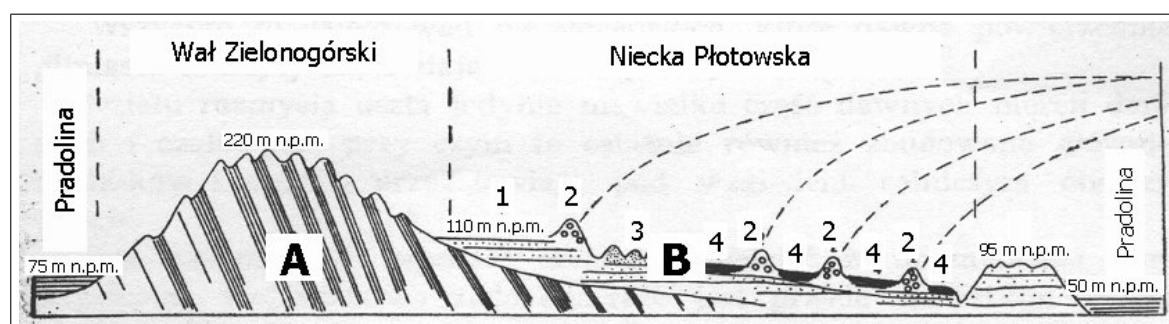
Struktury glacialne rejonu Wału Zielonogórskiego, wiążą swój początek ze zlodowaczeniem południowopolskim, ulegając dalszym, silnym komplikacjom w okresie zlodowaczenia środkowopolskiego, a także północnopolskiego, obejmującego utwory trzeciorzędowe i starszego plejstocenu — rycina 7 (Ciuk 1992).



Ryc. 7. Budowa geologiczna Wału Zielonogórskiego

Wał Zielonogórski, typ moreny spiętrzonej, z typowymi huskowymi strukturami należy do starszego zlodowacenia. Natomiast Pagórki Zielonogórskie reprezentujące drobne pagórki czołowo–morenowe typu akumulacyjnego, które przylegają do wału od północy należą do utworów młodszych. Łądolód był tak mało aktywny, że nie sforsował stosunkowo niewysokiego wału i usypał przywałową morenę (Krygowski 1961, Bubień i Kotowski 1992).

Na rycinie 8. widoczne są dwa elementy: A — starszy, reprezentujący wał z glacictonicznymi strukturami (zlodowacenie środkowopolskie) i B — młodszy, na który składają się elementy rzeźby — dzieło akumulacji łądolodu bałtyckiego i jego wód. Są to: 1 — terasa kemowa; 2 — moreny czołowe; 3 — pagórki kemowe; 4 — równiny moreny dennej (głina zwałowa). Linie przerywane, łukowate wyrażają zasięg czaszy lodowej (Bartkowski 1959).



Ryc. 8. Schematyczny południkowy przekrój Wału Zielonogórskiego i jego zaplecza (według T. Bartkowskiego). Opis ryciny w tekście

Łądolody ukształtowały powierzchnię terenu — krajobraz morfologiczny, a także budowę geologiczną w ciągu ostatnich dwóch milionów lat. Proces topnienia lodowca zachodził nierównomiernie. Nawroty mroźnych okresów i silnych opadów atmosferycznych powodowały zatrzymanie się czoła lodowca na dłuższy czas, w tych miejscach powstawały nowe linie moren czołowych (Kobendza 1950).

Pierwszy z ciągów wzgórz moreny czołowej przebiega od okolic Zaboru w kierunku południowo-zachodnim przez Przytok, Kisielin i Jędrzychów. Drugi ciąg zaczyna się w okolicach Dąbrowy i przebiega na zachód i północny-zachód w kierunku Kisielina, gdzie dochodzi do ciągu morenowego pierwszego. Na północ od pagórków moreny czołowej w okolicy Droszkowa oraz Raculi i Drzonkowa występują pagórkowate lub faliste obszary piasków zwałowych miejscami podścielonych pyłami lub glinami, a także gliny zwałowe i pyły. Jest to teren deglacjacji arealnej w strefie przymorenowej. Teren pomiędzy Zieloną Górą a Zawadą pokrywają piaski wodnolodowcowe — sandry zakumulowane w okresie recesji lodowca fazy leszczyńskiej (*Operat glebowo-siedliskowy Nadleśnictwa Przytok* 2000).

Elementem pierwotnego krajobrazu polodowcowego są dla tego rejonu głązy narzutowe (ryc. 9). Materiał skalny został przyniesiony przez łądolody plejstoceńskie z wysokich gór Skandynawii (Wróbel 2000). Obecnie dużych gładów narzutowych w krajobrazie okolic Zielonej Góry jest coraz mniej, gdyż zostały one wykorzystane do budowy miejskich murów obronnych, kościołów i dróg. Tylko gdzieniegdzie, najczęściej na obszarach rolniczych, spotkać można średnich rozmiarów formy skalne w postaci gładów narzutowych, stanowiące ciekawe elementy przyrody nieożywionej i często jedyne ślady krajobrazu pierwotnego.



Ryc. 9. Głązy narzutowe w okolicach Świdnicy (Wawrzyniak-Gramacka, 2006)

Geneza Wału Zielonogórskiego związana jest z moreną czołową spiętrzoną występującą na granicy zlodowacenia bałtyckiego. Wyniesienie Wału do rzędnej 220 m n.p.m., sprzyjało rozwojowi procesów denudacyjnych i tym samym powodowało odsłanianie na powierzchni zaburzonych osadów starszego plejstocenu i trzeciorzędu.

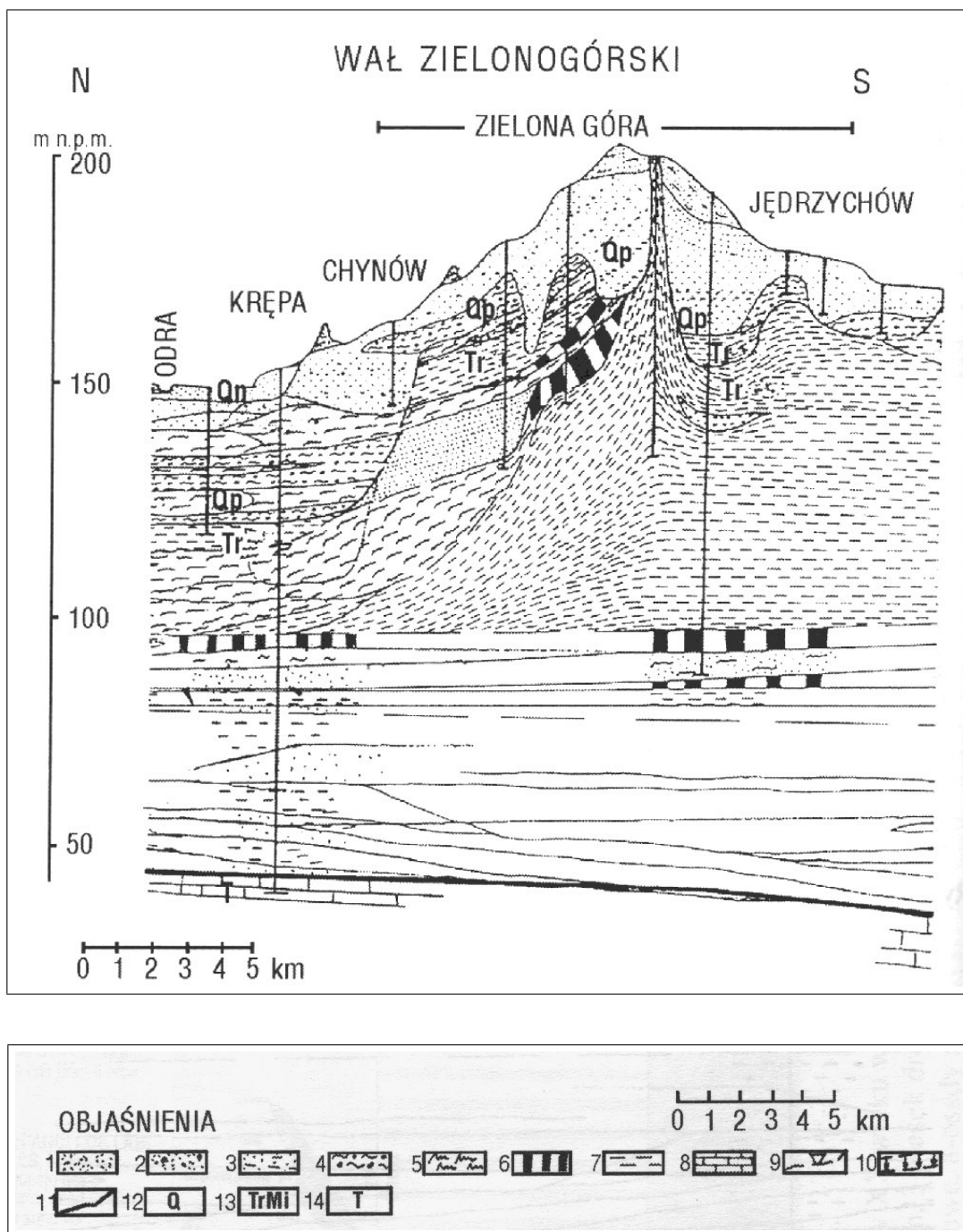
W podłożu utworów deluwialnych leżą margle kredowe z krzemianami a na nich utwory trzeciorzędowe. Najpierw utwory morskie — piaski glaukonitowe środkowego oligocenu, a potem już utwory pochodzenia lądowego: piaski, gliny z warstwami węgla brunatnego, które powstały w miocenie. Na to podłoże wkroczył lądolód Skandynawski i czterokrotnie je opuścił, zostawiając grube pokłady glin zwałowych, tj. mieszaniny piasków, ilów i gładów o najrozmaitszych proporcjach. Na rycinie 10, prezentującej fragment budowy geologicznej Wału Zielonogórskiego, można zauważyć charakterystyczne wypiętrzenie ilów, na których zalegają gliny i piaski.



Ryc. 10. Fragment budowy geologicznej Wału Zielonogórskiego w odsłonięciu terenowym (Wawrzyniak-Gramacka, 2006)

W wykopach odkrywkowych spotyka się najczęściej tylko dwie warstwy glin zwałowych i między nimi warstwę utworów międzylodowcowych ze śladami życia roślinnego i zwierzęcego (Kobendza 1950). Budowę geologiczną Wału Zielonogórskiego zinterpretowaną w latach 80-tych przez Wróbla (1997) przedstawia rycina 11.

Tektonika spowodowała, że osady geologiczne różnego wieku i o różnej genezie oraz o zróżnicowanym składzie mineralno-petrograficznym bardzo często występują obok siebie. Warstwy geologiczne ułożone pierwotnie horyzontalnie, w wyniku naporów lądolodów zostały zdeformowane. Powstały struktury fałdowe, rozerwania i nasunięcia bloków skalnych, niekiedy na odległość kilku kilometrów. Zmienność ta jest bezpośrednim



Ryc. 11. Budowa geologiczna Wału Zielonogórskiego (Wróbel, 1997). Objasnienia: Qh — czwartorzęd (holocen), Qp — czwartorzęd (plejstocen), Tr — trzeciorzęd, T — trias. 1 — piasek, 2 — piasek ze żwirem, 3 — piasek zailony, 4 — glina zwałowa, 5 — pył, 6 — węgiel brunatny, 7 — ił, 8 — podłoże mezozoiczne, 9 — poziom zwierciadła wody, 10 — strefa obniżonego zwierciadła wody, 11 — granica stratygraficzna, 12 — osady czwartorzędowe, 13 — osady trzeciorzędowe (miocen), 14 — osady triasu

sprawcą zróżnicowanych procesów glebotwórczych i mozaiki różnych typów gleb na badanym obszarze. Wpływa również na stosunki wodne, które są tu bardzo skomplikowane

(Wróbel 1985, Wróbel 2000). Cały wał pocięty jest dwoma systemami dolin: równoległych, wykształconych w utworach spoistych — gliny, łąy, mułki, także węgiel brunatny i prostopadłych do osi wału, wykształconych w utworach sypkich — piaski, żwiry. Między dolinami biegną grzbiety, stanowiące lokalne działy wodne (Bartkowski 1970).

Dodatkowy element komplikujący procesy glebotwórcze na omawianym terenie to działalność górnictwa węgla brunatnego. W wyniku procesów glacitektonicznych mioceńskie pokłady węgla zostały wydzwignięte ku powierzchni. Po rozpoznaniu sytuacji geologicznej, w połowie XIX w. rozpoczęto eksploatację tej kopaliny. Miąższość pokładów węgla brunatnego odkrytego w okolicach Zielonej Góry dochodziła do 8 m. Węgiel wydobywano systemem podziemnym, odzyskując z czasem część drewnianej obudowy a wyrobiska pozostawiano. Po pewnym czasie następowało osiadanie warstw uwidaczniające się na powierzchni ziemi w postaci niecek zapadliskowych, lejów itp. Procesy osiadania terenu obserwuje się jeszcze do dzisiaj (ryc. 12), wiele lat po zaprzestaniu eksploatacji węgla brunatnego (Krygowski 1961, Kozłowski 1978, Wróbel 1985).



Ryc. 12. Zapadliska po eksploatacji węgla brunatnego (Wawrzyniak-Gramacka, 2006)

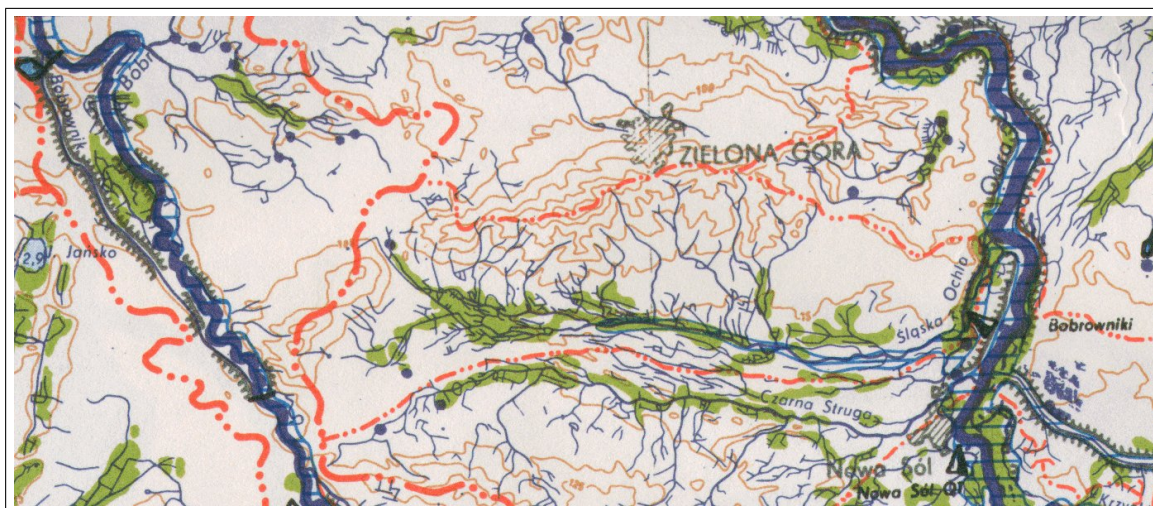
Z powyższych rozważań wynika, że omawiany teren wykazuje duże zróżnicowanie geologiczne, które przekłada się następnie na zróżnicowanie gleb tego obszaru.

4.3. Warunki hydrologiczne

W nizinnej części dorzecza Odry znajduje się Wysoczyzna Zielonogórska z charakterystycznym Wałem Zielonogórskim wznoszącym się nad Pradolina Warszawsko–Berlińską, którą płynie Odra.

Wody powierzchniowe

Badany obszar leży w dorzeczu Odry. Przez wzgórza ciągnące się do Zaboru w kierunku południowo–zachodnim przebiega dział wodny rozdzielający dorzecza Zimnego Potoku i Śląskiej Ochli. Rozmieszczenie głównych cieków jest związane z równoleżnikowym układem odpływowych dolin lodowcowych (pradolin). Sieć wodna omawianego obszaru nie jest mocno zróżnicowana (ryc. 13). Przyczyn należy szukać w przepuszczalności deluwialnych piasków, które powodują pionowe przesiąkanie wód. Przepływ wód jest przeważnie mały. Dość duży spadek i stromościenne doliny erozyjne dawniej sprzyjały spiętrzaniu wody dla poruszania mniejszych młynów w okolicach Zielonej Góry (Adamczewska 1954).



Ryc. 13. Fragment *Przeglądowej mapy hydrograficznej* z widocznymi głównymi ciekami odwadniającymi obszar, na którym prowadzono badania

Wał Zielonogórski odwadniają mniejsze ciek wodne. W kierunku południowym do rzeki Śląskiej Ochli dopływają wody rzeki Pustelnik i Brzeźniak, a w kierunku zachodnim dopływają wody rzeki Złotej Łączy i Gęśnika.

Rzeka Złota Łącza bierze swój początek w południowo–zachodniej części Zielonej Góry i płynąc na północ w kierunku Odry obok Przylepu i Czerwieńska wpada do rzeki Zimny Potok. Po drodze przyjmuje wody rzeki Gęśnik z północnej części Wału Zielonogórskiego.

Ciek Gęśnik posiada dwa obszary źródliskowe. Pierwszy w okolicach Starego Kisielina dający początek strumieniowi, który łączy się następnie już na terenie Zielonej Góry z drugim strumieniem mającym początek w okolicach Uniwersytetu Zielonogórskiego (Campus A). Rzeka ta wpada do Złotej Łączy (Damczyk i Konopczyński 2000).

Rzeka Zimny Potok bierze początek w okolicach Przytoku i odwadnia okoliczne tereny w tym środkową część Wału Zielonogórskiego płynąc na zachód, aż do okolic Krosna Odrzańskiego, gdzie wpada bezpośrednio do Odry.

Śląska Ochla ma swoje źródła na zachód od Letnicy i płynie pradoliną w kierunku wschodnim przez miejscowość Otyń. Jej lewym dopływem jest rzeka Pustelnik, która wypływa z południowych zboczy Wału Zielonogórskiego (okolice Wzgórz Piastowskich stanowiących tereny parkowo-leśne miasta Zielona Góra) i ze Śląską Ochłą łączy się za miejscowością Kiełpin. Natomiast w okolicach Zatonia do Śląskiej Ochli wpada rzeka Brzeźniak mająca swoje źródła między Zieloną Górą a Drzonkowem (*Operat glebowo-siedliskowy Nadleśnictwa Przytok* 2000).

Na opisywanym terenie istnieją nieliczne i niewielkie zbiorniki wód powierzchniowych stojących. Największe znajdują się w bezpośrednim sąsiedztwie Odry i są to starorzecza. Na tych terenach występują trzy wyraźne fragmenty meandrów oraz kilkanaście oczek wodnych. W miejscowości Krępa występują dwa stawy o powierzchni ok. 2–3 ha, natomiast w miejscowości Ochla znajduje się staw zasilany wodą z cieką biorącego swój początek w Zielonej Górze w rejonie Góry Tatrzańskiej. W rejonie miejscowości Racula i Drzonków zlokalizowane są glinianki o powierzchni nie przekraczającej 1 ha wypełnione wodą.

Wody podziemne

Wody podziemne na omawianym obszarze wykazują duże wahania zwierciadła wody z tendencją do systematycznego obniżania swego poziomu. Głębokość zalegania poziomu wód uzależniona jest od wielkości opadów atmosferycznych, wielkości poboru wody w danej strefie oraz od deniwelacji powierzchni terenu. Obszar Wału Zielonogórskiego jest w znacznym stopniu zaburzony glaciektocnie, a głównymi formami zaburzeń są podłużne, nieckowate zagłębienia i wyniesienia nieprzepuszczalnego podłoża trzeciorzędowego i czwartorzędowego starszych zlodowaceń. Sfałdowany charakter nieprzepuszczalnego podłoża wywarł decydującą rolę na ukształtowanie warunków hydrogeologicznych zbiornika elewacyjnego. Są one w związku z tym bardzo złożone. Wodonośne utwory pokrywające Wał w zależności od ukształtowania podłoża charakteryzują się zmienną miąższością. Generalnie obserwuje się, obniżenie poziomu wodonośnego ku peryferiom Wału, tzn. że dział wód podziemnych pokrywa się w przybliżeniu z działem wód powierzchniowych. W najwyższej, centralnej części wału występuje elewacyjny poziom wód podziemnych. Rozciąga się on na długości 16 km — wzdłuż osi Wału Zielonogórskiego od Świdnicy, przez Zieloną Górę, po Nowy Kisielin. Elewacyjny horyzont wodonośny ze względu na zaburzenia glaciektocniczne typu fałdowo-luskowego, tworzy większe lub mniejsze odizolowane od siebie zbiorniki wód gruntowych. Zbiorniki te bardzo często usytuowane są w synklinach glaciektocnicznych, wypełnionych osadami piaszczysto-żwirowymi. Na obszarze występowania zbiornika elewacyjnego dominują wody o swobodnym zwierciadle i stanowią w zasadzie

jeden poziom wodonośny. Miejscami, gdzie utwory wodonośne podzielone są przewarstwieniami glin zwałowych, mułów lub wtłoczeniem kier osadów ilastych utworów trzeciorzędowych poziom ten może być rozdzielony na dwie lub trzy warstwy i lokalnie mieć wody pod ciśnieniem hydrostatycznym.

We wschodniej części Wału Zielonogórskiego (Przytok) znajdują się oddzielne, całkowicie odizolowane od poziomu elewacyjnego, zbiorniki wód podziemnych pod ciśnieniem. Natomiast w północno-wschodniej części Wału znajdują się wody podziemne zaliczane do strefy kemowo-sandrowej. Wody tego poziomu nie wykazują tendencji do obniżania swego zwierciadła. Wody podziemne tego poziomu zasilane są opadami atmosferycznymi, a także podziemnym strumieniem wód spływających ze strefy Wału Zielonogórskiego. W niektórych rejonach strefy kemowo-sandrowej niewielkie potoki płynące ze stoków Wału Zielonogórskiego gubią swoje wody, co jest również dodatkowym czynnikiem wpływającym na zasilanie tego obszaru wodami powierzchniowymi. Na odcinku Nietków — Wysoka — Krępa, u podnóża skarpy występują liczne źródłiska, odwadniające zbiornik wód kemowo-sandrowych (Bratkowski i Warszawa 1961, Wróbel 1989).

Wiele siedlisk na omawianym terenie pozostaje pod wpływem wody gruntowej lub opadowo-glebowej. Woda gruntowa może przyczyniać się do oglejenia pewnych poziomów gleby, zasilac górne warstwy gleby w wilgoć, uczestniczyć w przemieszczaniu rozpuszczalnych soli mineralnych itp. Na większości siedlisk występują przepuszczalne piaski, które wykazują dobrą infiltrację, oraz bardzo słabą retencję wodną. Uwidacznia się to w wyższych partiach Wału, gdzie dochodzi do częstych niedoborów wody i głębokiego przesuszania gleb.

4.4. Warunki agrometeorologiczne

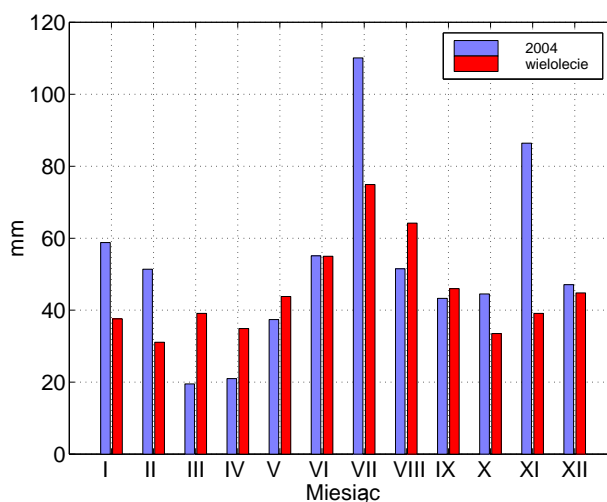
Klimat jako jeden z głównych czynników glebotwórczych wpływa na kierunki i intensywność wszystkich reakcji i procesów zachodzących w glebie, a także na rozkład i tworzenie związków mineralnych i organicznych. Wpływ klimatu na kształtowanie się i ewolucję gleb znajduje odzwierciedlenie w budowie ich profilów. Im klimat jest cieplejszy i wilgotniejszy, tym intensywniej przebiegają procesy glebotwórcze, łatwiej i szybciej gleby ulegają przemianom (Zawadzki 1999).

Według Kondrackiego (2000) rejon Wału Zielonogórskiego (315.74) należy do makroregionu Wzniesień Zielonogórskich (315.7), podprowincji Pojezierza Południowobałtyckie (313) należącej do Nizy Środkowoeuropejskiego (31).

Wał Zielonogórski obejmuje wyodrębniony morfologicznie pas wzgórz morenowych położonych między Pradolina Warciańsko-Odrzańską i Barucko-Głogowską. Należy do regionów o dużym zalesieniu. Na jego północnym skłonie znajduje się miasto Zielona Góra a w związku ze znacznym wzniesieniem (do 221 m n.p.m.) klimat tej krainy różni się od

klimatu otaczających pradolin.

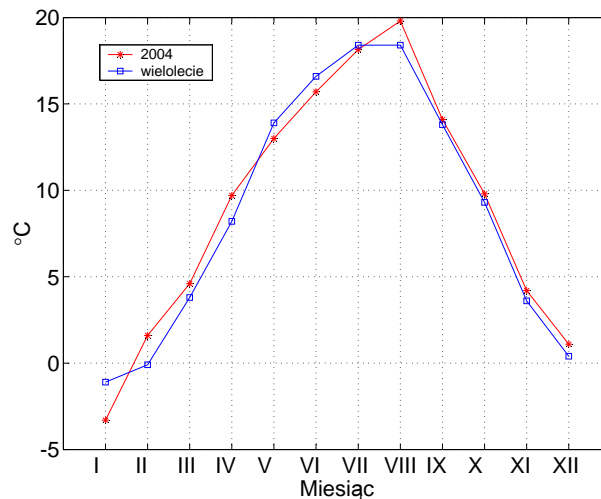
Rejon Wału Zielonogórskiego charakteryzuje się rocznym opadem powyżej 600 mm (Prawdź i Koźmiński 1972, Woś 1999). W przebiegu rocznym opadów występuje wyraźna zmienność co ilustruje rycina 14, na którym przedstawiono roczny przebieg opadów z okresu prowadzenia badań na tle średnich danych z lat 1977–2004. Najwyższą wartością opadów w rejonie Wału Zielonogórskiego odznacza się lipiec, najmniejszą luty (wielolecie). Małe ilości opadów wczesną wiosną mogą dodatkowo, niekorzystnie wpływać na wegetację roślin.



Ryc. 14. Średnie miesięczne sumy opadów w 2004 roku na tle danych z wielolecia dla stacji pomiarowej w Kalsku k/Zielonej Góry (dane ODR Kalsk)

Opady w miesiącach letnich (czerwiec–sierpień) są prawie dwukrotnie większe niż zimą co potwierdzają badania Januszewskiego (1961). Dokładniejsza analiza rozkładu opadów na obszarze Wału Zielonogórskiego, przedstawionego w pracy Prawdźa i Koźmińskiego (1972) dla dwóch miejscowości Zielonej Góry ($h = 180$ m n.p.m.) i Buchałowa ($h = 125$ m n.p.m.) pozwala na stwierdzenie występowania pewnej zależności między rozkładem opadów atmosferycznych a ukształtowaniem terenu. Najwyższe wartości opadów zanotowano na stanowisku w Buchałowie (południowa część Wału Zielonogórskiego), natomiast na stacji meteorologicznej w Zielonej Górze (położonej na północnych zboczach Wału Zielonogórskiego) odnotowano ich mniej o około 100 mm. Ponieważ jednym z głównych źródeł wody dostępnej dla roślin na omawianym terenie są opady atmosferyczne, tak duża różnica w opadach między stroną północną a południową może wpływać na mozaikowatość siedlisk omawianego terenu — wymaga to jednak dokładniejszych obserwacji.

Średnia temperatura roczna na obszarze Wału Zielonogórskiego wynosi $8,2^{\circ}\text{C}$ (Woś 1999), co wyróżnia badany obszar jako najcieplejszy w porównaniu z otaczającymi go terenami nizinnymi i dolinami rzek. Najchłodniejszym miesiącem roku jest styczeń (ryc. 15), natomiast z letnich miesięcy najwyższą średnią temperaturą odznacza się lipiec (wielolecie).



Ryc. 15. Średnia miesięczna temperatura w 2004 roku na tle danych z wielolecia dla stacji pomiarowej w Kalsku k/Zielonej Góryn (dane ODR Kalsk)

Przyjmując za kryterium graniczne początku wiosny i końca jesieni temperaturę $+5^{\circ}\text{C}$ można przyjąć, że okres wegetacyjny trwa tu średnio 223 dni (Prawdźic i Koźmiński 1972). Zima pojawia się tu wcześniej i występuje największa liczba dni z pokrywą śnieżną (średnio do 65 dni w roku). Według Prawdźica i Koźmińskiego (1972), na badanym terenie występują korzystniejsze warunki opadowe dla zbóż ozimych i roślin okopowych niż dla zbóż jarych. Ponadto uprawy prowadzone na stokach Wału Zielonogórskiego są mniej narażone na przymrozki wiosenne czy jesienne w porównaniu z polami położonymi w dolinach rzek czy w obniżeniach terenu. Przymrozki kończą się do 20 kwietnia a najwcześniej pojawiają się w drugiej dekadzie października. Średnia długość okresu bezprzymrozkowego przekracza 190 dni. Badany teren charakteryzuje się dominacją wiatrów z kierunku zachodniego. Temperatura i wiatr wpływa na początek prac polowych, które na obszarze Wału Zielonogórskiego (okolice Zaboru) rozpoczynają się nawet przed 21 marca (Januszewski 1961).

4.5. Gleby Wału Zielonogórskiego

Gleba jest integralnym składnikiem wszystkich ekosystemów lądowych i niektórych wodnych, który podlega stałej ewolucji. Jest ożywionym tworem przyrody, który ma zdolność produkcji biomasy i w którym zachodzą ciągle procesy rozkładu i syntezy zarówno związków mineralnych, jak i organicznych oraz ich przemieszczanie i akumulacja (Prusinkiewicz 1994, Turski i inni 1999). W Systematyce Gleb Polski (1989) glebę zdefiniowano jako naturalny twór wierzchniej skorupy ziemskiej, powstałej ze zwietrzeli skalnej w wyniku oddziaływania na nią zmieniających się w czasie zespołów organizmów żywych i czynników klimatycznych w określonych warunkach rzeźby terenu.

Spośród czynników glebotwórczych wpływających na powstanie i charakter gleb Wału Zielonogórskiego bardzo duże znaczenie odgrywa skała macierzysta. Na opisywanym terenie skały macierzyste są pochodzenia lodowcowego i charakteryzują się bardzo urozmaiconą budową i składem. Szczególnie duże zróżnicowanie materiału glebotwórczego występuje w strefie moreny czołowej, gdzie krajobraz jest silnie urzeźbiony, pagórkowaty. Gleby wytworzone na tych terenach są trudne do uprawy z powodu ich kamienistości, zróżnicowania ukształtowania powierzchni i niejednorodności składu (Greinert 1990).

Klimat i skały macierzyste zdecydowały o szacie roślinnej i jej lokalizacji na badanym obszarze. Znaczny procent występujących tu piaszczystych skał macierzystych przesądził o dominacji lasów iglastych na tym terenie (głównie borów suchych i świeżych). Lasy mieszane i liściaste rozwinęły się na mniejszych powierzchniach, na gliniastych osadach morenowych (Kern 1987).

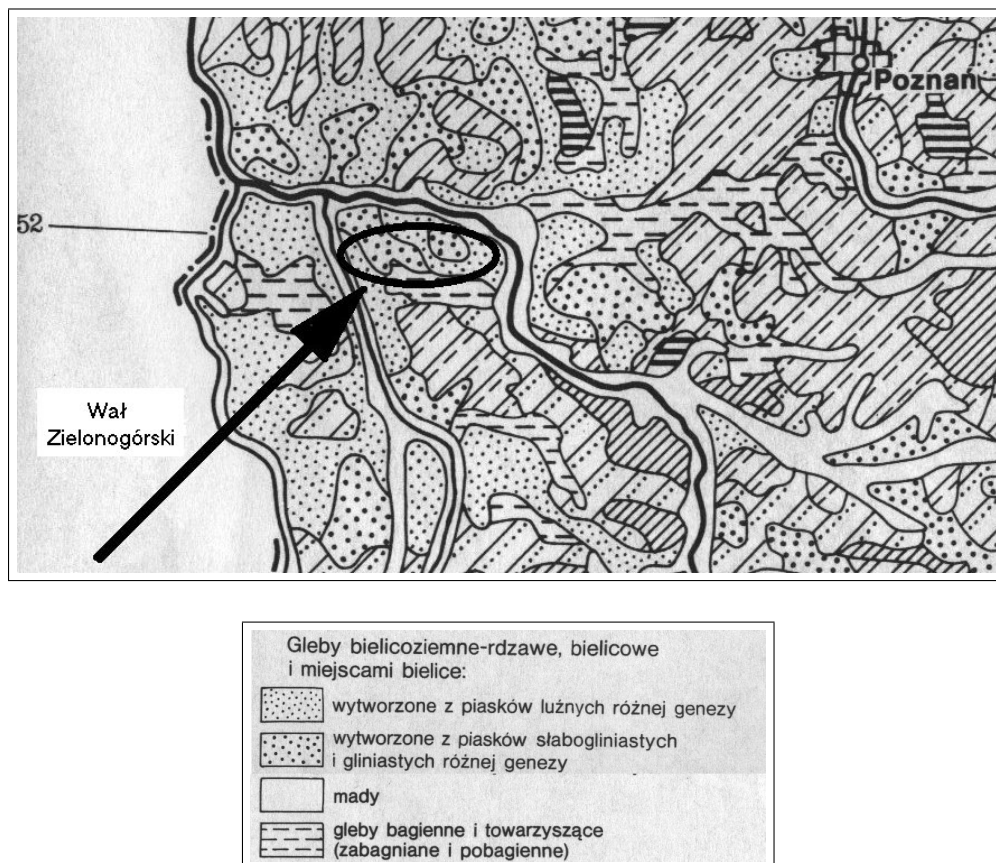
W zależności od występującej roślinności oraz skały macierzystej ewolucja gleb piaszczystych prowadziła ku glebom brunatnym (lasy liściaste) lub rdzawym i bielcowym (bory). Równocześnie z upływem czasu coraz większy wpływ na ewolucję gleb wywierał człowiek (Borowiec 1993).

Działanie wszystkich czynników glebotwórczych znalazło swój wyraz w przebiegających procesach glebotwórczych takich jak np.: bielcowanie czy brunatnienie. Wpływ tych procesów zaznaczył się wyraźnie w morfologii i typologii gleb, w postaci wykształconych, charakterystycznych dla każdego procesu poziomów genetycznych takich jak np.: poziom wymywania czy wzbogacania (Kern 1987).

Właściwości skał macierzystych, stosunki hydrologiczne, klimat oraz roślinność — jako czynniki glebotwórcze — znalazły na obszarze Wału Zielonogórskiego wyraz w rozwoju różnych typów gleb (ryc. 16).

Aktualnie występują tu gleby zaliczane do następujące rzędów i typów:

- Gleby bielicoziemne (IIC),
 - Gleby rdzawe (IIC1),
 - Gleby bielicowe (IIC2),
- Gleby brunatnoziemne (IIB),
 - Gleby brunatne właściwe (IIB1),
 - Gleby brunatne kwaśne (IIB2),
 - Gleby płowe (IIB3),
- Czarne ziemie (IIIB),
 - Czarne ziemie (IIIB1),
- Gleby bagienne (IVA),
 - Gleby torfowe (IVA2).



Ryc. 16. Fragment mapy gleb Polski (Bednarek i Prusinkiewicz 1999) z zaznaczonym obszarem Wału Zielonogórskiego

Gleby bielicoziemne

Na opisywanym terenie gleby bielicoziemne powstały z najmniej zasobnych, luźnych utworów piaszczystych lub słabogliniastych piasków pochodzenia lodowcowego przy współudziale roślinności iglastej. Znajdują się głównie na obszarach zalesionych i zajmują największą powierzchnię omawianego obszaru.

W kształtowaniu się gleb bielicowych dużą rolę odegrała roślinność. Pod roślinnością borów, oligotroficzną przy udziale grzybów gromadzi się kwaśna substancja organiczna zawierająca związki próchniczne. Rozpuszczone w roztworze glebowym składniki pokarmowe przemieszczają się wraz z wodą opadową w głąb profilu glebowego. Następuje ich wymywanie z wierzchnich poziomów gleby. W strefie korzeniowej większości roślin gleba staje się uboga w składniki pokarmowe i kwaśna. W związku z tym gleby typu bielicowego są z punktu widzenia potrzeb rolnictwa mało urodzajne (Greinert 1990). Wartość bonitacyjna tych gleb waha się od IV do VI klasy. Obecnie większość gleb bielicowych porastają lasy, głównie sosnowe tworzące siedliska borowe.

Podobnie, jak w przypadku gleb bielicowych, gleby rdzawe ze względu na małą zdolność retencji wody, zakwaszenie oraz niewielką zawartość składników pokarmowych nie należą

do urodzajnych. Pewna ich część znajduje się jednak w użytkowaniu rolniczym, pozostałą pokrywają lasy i bory mieszane. W profilach tych gleb występuje poziom próchniczny o niewielkiej miąższości, który dość łagodnie przechodzi w poziom rdzawy. W glebach uprawnych zaznacza się wyraźna granica między poziomem płużnym a poziomem rdzawym, która jest także charakterystyczna dla porolnych gleb leśnych również spotykanych na opisywanym obszarze.

Gleby brunatnoziemne

Gleby te powstały z glin, piasków gliniastych i utworów pyłowych przy udziale roślinności lasów liściastych. Zawierają znaczne ilości składników pokarmowych, posiadają dobre zdolności retencji wody a ich odczyn waha się od kwaśnego do obojętnego. Zawartość CaCO_3 w profilu tych gleb wpływa hamująco na procesy bielicowania i migrację związków pokarmowych, przez co przyczynia się do stworzenia lepszych warunków klimatu glebowego, struktury, itp. Żyzność tych gleb uwarunkowana jest przez uwilgotnienie i relief (Mucha 1961, Greinert 1990).

Gleby brunatne na terenach uprawnych cechuje dynamicznie zrównoważone krążenie składników pokarmowych w całym profilu i odczyn zbliżony do obojętnego. Wartość bonitacyjna tych gleb waha się od II do V klasy. Na glebach leśnych rosną zazwyczaj lasy mieszane z dominacją gatunków liściastych. Są one narażone na degradację zwłaszcza przy niewielkiej zawartości CaCO_3 i niskim odczynie.

Gleby płowe powstają na skutek procesu przemywania (lessivage). Ich cechą charakterystyczną jest wymycie węglanów a następnie pionowe przemieszczenie minerałów ilastych (zwłaszcza iłu koloidalnego) oraz częściowo wodorotlenków żelaza i glinu. W efekcie tych procesów powierzchniowe poziomy ulegają zubożeniu we frakcje ilaste, które osadzają się w poziomach głębszych (Mocek i inni 2000). Gleby te charakteryzują się kwaśnym odczynem w wierzchnich poziomach, do obojętnego w poziomach głębszych (Greinert i Wawrzyniak–Gramacka 2003). Płowe gleby orne na skutek nawożenia wykazują wyższy odczyn niż gleby leśne. Są one zaliczane do klasy bonitacyjnej III i IV. Na obszarze Wału Zielonogórskiego występują w niewielkich enklawach, także jako gleby leśne, tworząc stosunkowo bogate siedliska lasowe. Na badanym terenie gleby brunatnoziemne zajmują około 5% procent ogólnej powierzchni.

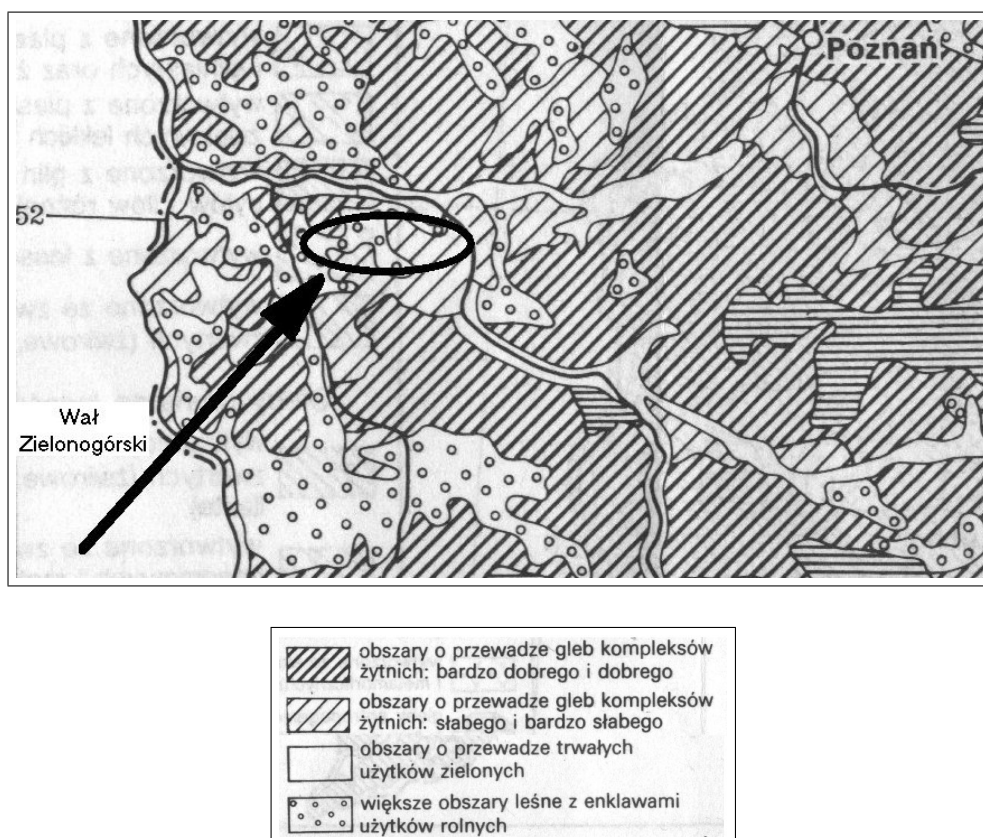
Czarne ziemie

Na badanym obszarze ten typ gleb występuje bardzo nielicznie, porównywalnie do gleb płowych. Powstanie czarnych ziem wiąże się z akumulacją materii organicznej w warunkach dużej wilgotności w mineralnych utworach glebowych, zasobnych w węglan wapnia i części ilaste. Gleby te charakteryzują się czarnym, głębokim poziomem próchnicznym, o dobrej gruzełkowej strukturze i odczynem zbliżonym do obojętnego. Gleby te są glebami wysoko produktywnymi i rolniczo odpowiadają bonitacji II i III klasy. Pod uprawą leśną stanowią siedliska lasów łęgowych i wilgotnych (Mucha 1961).

Gleby bagienne

Z gleb bagiennych na badanym obszarze występują głównie gleby torfowe utworzone z torfów niskich. Są to gleby powstające pod wpływem płytko występujących wód gruntowych oraz w obniżeniach terenu, w których gromadzą się wody powierzchniowe. Charakteryzuje je duża zawartość składników pokarmowych, odczyn zbliżony do obojętnego oraz korzystne warunki wilgotnościowe. Gleb tych na badanym obszarze jest bardzo mało, są wykorzystywane jako łąki a w lasach tworzą siedliska olsowe.

Z przedstawionej krótkiej charakterystyki gleb wynika, że rejon Wału Zielonogórskiego jest silnie zróżnicowany pod względem glebowym. W zdecydowanej przewadze występują tu gleby piaszczyste charakteryzujące się zróżnicowanymi właściwościami fizycznymi i chemicznymi, w różny sposób wykorzystywane. Rolniczą przydatność gleb Wału Zielonogórskiego ilustruje fragment mapy pokazanej na rycinie 17.



Ryc. 17. Fragment mapy „Rolnicza przydatność gleb Polski” (Bednarek 1999) z zaznaczonym obszarem Wału Zielonogórskiego

Około 60% powierzchni regionu porastają lasy, natomiast grunty orne i użytki zielone — zlokalizowane w enklawach śródleśnych — zajmują równorzędnie, po około 20%. Według danych z operatów glebowo-siedliskowych Nadleśnictw Przytok i Zielona Góra (*Operat glebowo-siedliskowy Nadleśnictwa Zielona Góra 1999, Operat glebowo-siedliskowy Nadleśnictwa Przytok 2000*) około 86% powierzchni leśnej opisywanego terenu zajmują gleby bielicoziemne (głównie rdzawe), gleby brunatnoziemne około 3% a gleby bagiennie i czarne

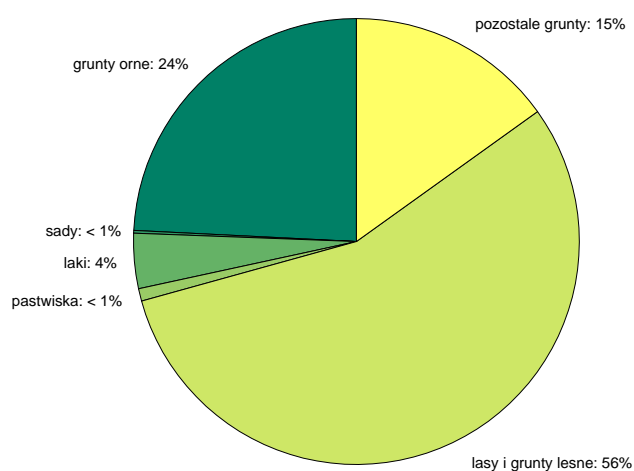
ziemi po około 1%. Wśród gruntów ornych zdecydowanie dominują gleby kompleksu 6 (około 45%), który tworzą przeważnie gleby brunatne wyługowane wykształcone z piasków słabogliniastych. Gleby kompleksu 7 (gleby rdzawe, bielicowe) obejmujące najsłabsze gleby piaszczyste i kompleksu 5 (gleby brunatne wyługowane, wykształcone z piasków gliniastych lekkich) zajmują po około 25% powierzchni użytków rolnych. Pozostałe 5% zajmują pozostałe gleby (m. in. brunatne, płowe) zaliczane do kompleksu 4 i 2 (Kern 1987).

4.6. Użytkowanie ziemi

Działalność człowieka w dużym stopniu decyduje o przemianach powierzchni ziemi. Zmiany w strukturze i sposobach użytkowania gleb stanowią odzwierciedlenie społeczno-gospodarczego rozwoju cywilizacji na określonym terenie (Siuta i Kucharska 1997).

Gleby Wału Zielonogórskiego administracyjnie należą do gminy Zielona Góra w województwie lubuskim. Ogólnie są to słabe gleby pod względem możliwości ich rolniczego użytkowania. Kompleksy najlepszych gruntów ornych (IIIb, IVa, IVb) występują w miejscowościach: Krępa, Zawada, Jany, Racula. Grunty V i VI klasy stanowią około 68% ogólnej powierzchni gruntów gminy (<http://gminazg.pl> 2005).

Wzniesienia w okolicy Zielonej Góry należą do najbardziej lesistych terenów Polski (Szymański 1992). Lesistość dla całego województwa w 2003 roku według danych Głównego Urzędu Statystycznego (<http://stat.gov.pl> 2005) wynosiła 48,5%. Tereny leśne Wału Zielonogórskiego są zarządzane przez Regionalną Dyрекcję Lasów Państwowych w Zielonej Górze i znajdują się w obrębie Nadleśnictwa Przytok i Zielona Góra. Według danych gospodarczych (<http://www.zielonagora.lasy.gov.pl> 2005) ponad 80% powierzchni leśnej tych nadleśnictw zajmują siedliska borowe z dominującą sosną w drzewostanie. Strukturę użytkowania gruntów w Powiecie Zielonogórskim, do którego zalicza się opisywany teren przedstawiono na rycinie 18.



Ryc. 18. Struktura użytkowania terenu – Powiat Zielonogórski 2004 rok (według danych GUS, materiały niepublikowane)

Według danych z 2004 roku użytki rolne w Powiecie Zielonogórskim stanowiły 42058 ha (23,3%), sady 263 ha (0,2%), łąki 5805 ha (4%) i pastwiska 1289 ha (0,9%). Lasy i grunty leśne zajmowały powierzchnię 79717 ha (55,6%). W odniesieniu do danych statystycznych z lat 1995–2002 obserwuje się pewne zmniejszenie powierzchni użytków rolnych oraz wzrost ilości lasów i gruntów pozostałych (Greinert i Kończak–Konarkowska 2004). Na terenach użytkowanych rolniczo zaznacza się również znaczny udział odłogów i ugorów. Zajmują one powierzchnię 9076 ha, co stanowi 26,2% gruntów ornych. Na gruntach ornych uprawiane są przeważnie zboża, w tym głównie pszenica i żyto (69,1% powierzchni zasiewów) oraz rzepak i rzepik (6,1% powierzchni zasiewów) i ziemniaki (4,3% powierzchni zasiewów). W małym stopniu rozwija się tu produkcja warzyw (1,1% powierzchni zasiewów).

5. Metodyka badań

Badaniami objęto gleby piaszczyste pozostające w użytkowaniu jako grunty orne, które w czasie prowadzenia badań były odłogowane oraz przyległe do nich tereny leśne położone na obszarze Wysoczyzny Zielonogórskiej.

5.1. Badania terenowe

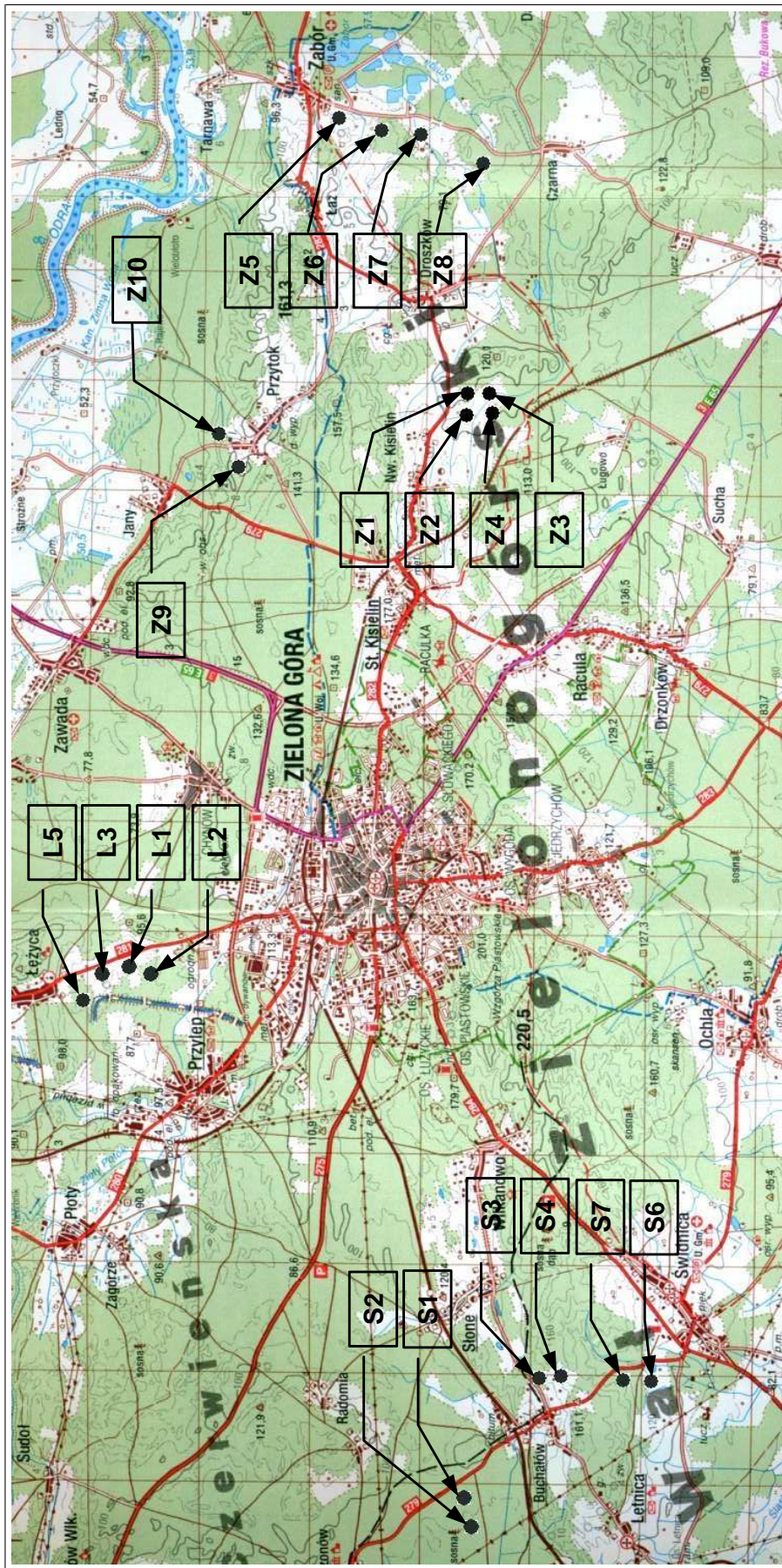
Po zapoznaniu się z mapami topograficznymi, glebowo-rolniczymi i z mapami siedlisk leśnych oraz przeprowadzeniu wstępnych prac terenowych wyznaczono miejsca wykonania odkrywek glebowych. Dwadzieścia profili glebowych wykonano i opisano w latach 2003–2004, w tym: 4 odkrywki w północnej części Wysoczyzny Zielonogórskiej w okolicach miejscowości Łężyca (obiekt Łężyca), 6 odkrywek w sąsiedztwie wsi Świdnica (obiekt Świdnica) w południowo-zachodniej części Wału Zielonogórskiego, 10 odkrywek pomiędzy miejscowościami Przytok, Nowy Kisielin i Droszków (obiekt Zabór) we wschodniej części Wysoczyzny Zielonogórskiej. Rozmieszczenie poszczególnych obiektów badawczych podano na rycinie 19. W czasie prac terenowych wykonano opisy morfologiczne gleb oraz pobrano materiał do analiz laboratoryjnych ze wszystkich poziomów genetycznych gleb. Barwę gleby określono metodą skali barw Munsella (1954) na próbkach w stanie suchym.

Dodatkowo, w sezonie wegetacyjnym w wybranych okresach 2005 roku wykonano pomiary wilgotności aktualnej, pobierając próbki glebowe w miejscach tych samych obiektów badawczych z poszczególnych poziomów za pomocą świdra. Próbki pobierano w kwietniu po ostatnich roztopach wiosennych i zaniku pokrywy śnieżnej, w czerwcu oraz po dłuższej suszy we wrześniu.

Przedmiotem badań były gleby położone w gminie Zielona Góra. Lasy, z których pobrano próbki glebowe, administracyjne należały do Nadleśnictwa Przytok i Zielona Góra. Do porównań zostały wybrane jednostki glebowe dominujące pod względem powierzchni na badanym obszarze.

Pokrywą glebową wybranych fragmentów Wysoczyzny Zielonogórskiej stanowią prawie wyłącznie gleby bielicoziemne, głównie rdzawe o różnym stopniu zbielicowania.

Badane gleby znajdowały się w podobnych warunkach siedliskowych, w terenie o zróżnicowanych właściwościach fizjograficznych. Znaczne obszary badanych gleb o charakterze rolniczym obecnie są odłogowane lub przeznaczane pod zabudowę w związku z ich niską bonitacją i bliskim sąsiedztwem miasta Zielona Góra.



Ryc. 19. Lokalizacja obiektów badawczych. Symbole na rycinie oznaczają profile głębowe z obiektów: L — Leżyca, S — Świdnica, Z — Zabor, a cyfry przy symbolach — numer profilu.

5.2. Badania laboratoryjne

Analizy chemiczne wykonano metodami powszechnie stosowanymi w gleboznawstwie według metodyki zawartej w pracy „Geneza, analiza i klasyfikacja gleb” (Mocek i inni 2000). W pobranym materiale glebowym o nienaruszonej strukturze oznaczono:

- pojemność wodną i gęstość objętościową — metodą suszarkowo-wagową przy użyciu cylindrów Kopecky’ego o pojemności 250 cm³.

W pozostałych próbkach glebowych po wysuszeniu, roztarciu i przesianiu przez sito o średnicy 1 mm oznaczono:

- skład granulometryczny — metodą areometryczną,
- odczyn gleby (pH w H₂O i 1n KCl) — metodą potencjometryczną,
- kwasowość hydrolityczną i sumę zasad wymiennych — metodą Kappena,
- formy przyswajalne P i K — metodą Egnera–Riehma,
- wymienne kationy zasadowe — w 1M roztworze octanu amonu. W uzyskanym wyciągu Ca i Mg oznaczono metodą absorpcji atomowej (AAS FL) a K i Na fotometrycznie,
- P ogólny — metodą kolorymetryczną,
- zawartość węgla organicznego — metodą Tiurina,
- zawartość azotu ogólnego — metodą Kjeldahla,
- zawartość Cu, Zn, Fe, Ni, Cd, Pb, Mn i Co — metodą absorpcji atomowej (AAS FL),
- zawartość Al wymiennego — metodą Sokołowa,
- zawartość Fe i Al w kompleksowych połączeniach z próchnicą — w wyciągu pirofosforanowym.

Korzystając z matematycznej metody zaproponowanej przez Trzeckiego (1976), dla poziomów próchnicznych i wzbogacania badanych gleb zostały obliczone następujące pojemności wodne: połowa pojemność wodna (PPW); wilgotność początku hamowania wzrostu roślin (PHWR) oraz wilgotność trwałego więdnięcia (WTW). Obliczone tym sposobem pojemności wodne należy traktować jako przeciętne, przybliżone dla danej jednostki glebowej i jej poziomów (Szafranek 2000).

5.3. Statystyczne opracowanie wyników

Uzyskane wyniki analiz dla wytypowanych jednostek glebowych zostały opracowane statystycznie z wykorzystaniem arkusza kalkulacyjnego Excel z pakietu Microsoft Office. Najważniejsze związki między analizowanymi cechami zostały przedstawione na wykresach i w tabelach w dalszej części pracy.

Aby właściwie uchwycić i scharakteryzować zależności między badanymi właściwościami gleb zastosowano typowe w takich sytuacjach techniki: analizę korelacji oraz regresji. Są one jednocześnie najważniejszymi i najszerzej stosowanymi w praktyce metodami statystycznej analizy danych (Krzyszowskiak i Urbanek 1977, Józwiak i Podgórski 1995).

6. Wyniki badań

6.1. Charakterystyka profilów glebowych

W trakcie prac terenowych wykonano 20 odkrywek glebowych. W tabeli 3 zestawiono poszczególne pary, reprezentujące profil gleby leśnej (las) i porolnej (pole). Pola uprawne graniczyły z lasami. W dalszej części rozdziału przedstawiono ich szczegółową charakterystykę.

Tabela 3. Zestawienie poszczególnych par wykonanych odkrywek glebowych

Obiekt	Nr profilu	Użytkowanie	Symbol
Łężyca	1	pole	L1
	2	las	L2
Łężyca	3	pole	L3
	5	las	L5
Świdnica	1	las	S1
	2	pole	S2
Świdnica	3	las	S3
	4	pole	S4
Świdnica	6	pole	S6
	7	las	S7
Zabór	1	pole	Z1
	2	las	Z2
Zabór	3	pole	Z3
	4	las	Z4
Zabór	5	pole	Z5
	6	las	Z6
Zabór	7	pole	Z7
	8	las	Z8
Zabór	9	pole	Z9
	10	las	Z10

ŁĘŻYCA, profil nr 1	
Lokalizacja:	Okolice Łężycy; 20 m od ściany lasu boru świeżego 80l; teren lekko falisty;
Siedlisko:	grunt porolny, obecnie ugór z wieloma kępkami kostrzewy owczej <i>Festuca ovina</i> L., mchu, perzu właściwego <i>Agropyron repens</i> L.; nieliczne samosiewy sosny i brzozy;
Gleba:	O poziom darniowy; materiał organiczny słabo rozłożony, składa się z mchów i traw; świeży; przejście stopniowe;
0–5 cm	
5–32 cm	Ap piasek luźny; barwy 2,5Y 7/6 z brązowymi plamkami; świeży; przejście wyraźne; korzenie do 20 cm;
32–54 cm	Bv piasek luźny; barwy 2,5Y 7/2; świeży; z przejściem stopniowym;
54–75 cm	BvC piasek luźny; barwy 2,5Y 7/4; świeży; przejście stopniowe;
75–150 cm	C piasek luźny; barwa 10YR 3/1; świeży;
Przynależność systematyczna:	Dział: Gleby autogeniczne Rząd: Gleby bielicoziemne Typ: Gleby rdzawe



ŁĘŻYCA, profil nr 2	
Lokalizacja:	Okolice Łężycy; teren lekko falisty;
Drzewostan:	Sosnowy 80 l, bon. III; podszyt: grab, dąb, jeżyna, sosna;
Runo:	śmiałek pogięty <i>Deschampsia flexuosa</i> Trin., borówka brusznica <i>Vaccinium vitis-idaea</i> L., wiechlina <i>Poa sp.</i> , kłosówka wehnista <i>Holcus lanatus</i> L., wrzós zwyczajny <i>Calluna vulgaris</i> (L.)Hull., gwiazdnica <i>Stellaria</i> L. sp. rokietnik pospolity <i>Entodon Schreberi</i> (Brid.) Mitt.;
Gleba:	
0-5 cm	Ol igliwie sosny, korzenie traw; przejście nierówne, faliste;
5-10 cm	A piasek luźny; barwy 2,5Y 6/2; liczne korzenie roślin; świeży; przejście nierówne, wyraźne;
10-30 cm	Bv piasek luźny; barwy 5Y 3/1; świeży; przejście nierówne;
30-80 cm	Bv piasek słabogliniasty; barwy 5Y 4/1; świeży; przejście nierówne, stopniowe; korzenie do 60 cm;
80-100 cm	BvC piasek luźny słabo szkieletowy; barwy 2,5Y 7/2; świeży; przejście stopniowe;
100-120 cm	C piasek luźny; barwy 2,5Y 7/2; świeży;
Przynależność systematyczna:	Dział: Gleby autogeniczne Rząd: Gleby bielicoziemne Typ: Gleby rdzawe





Ryc. 20. Gleba porolna – Łęzyca (L1)



Ryc. 21. Gleba leśna – Łęzyca (L2)

ŁĘŻYCA, profil nr 3	
Lokalizacja:	Okolice Łężycy; 60 m od ściany lasu boru świeżego 60l; teren lekko falisty;
Siedlisko:	teren lekko falisty, grunt porolny, obecnie ugor porośnięty samosiewami sosny o małych przyrostach rocznych ok. 30 cm w zależności od roku. W 90% powierzchni zajmuje jastrzębiec kosmaczek <i>Hieracium pilosella</i> L., nielicznie kostrzewa owcza <i>Festuca ovina</i> L., dziurawiec zwyczajny <i>Hypericum perforatum</i> L., wiechlina <i>Poa sp</i> , miejscami mniszek pospolity <i>Taraxacum officinale</i> Web., krwawnik pospolity <i>Achillea millefolium</i> L., koniczyna polna <i>Trifolium arvense</i> L., jaskier ostry <i>Ranunculus acer</i> L., kocanki piaskowe <i>Helichrysum arvenarium</i> (L.) Moench., perz właściwy <i>Agropyron repens</i> L.;
Gleba:	
0–35 cm	ApBv głęboki poziom ornym słabo przerośnięty korzeniami; piasek luźny; barwy 2,5Y 5/2; świeży; przejście ostre; korzenie do 20 cm;
35–55 cm	Bv piasek słabogliniasty; barwy 2,5Y 7/3; świeży; przejście wyraźne;
55–100 cm	C piasek słabogliniasty z dużą ilością kamieni; barwy 2,5Y 7/3; świeży; przejście stopniowe;
100–110 cm	D glina lekka; barwy 2,5Y 5/2; umiarkowanie wilgotna;
Przynależność systematyczna:	Dział: Gleby autogeniczne Rząd: Gleby bielicoziemne Typ: Gleby rdzawe



ŁĘŻYCA, profil nr 5	
Lokalizacja:	Okolice Łężycy; teren lekko falisty;
Drzewostan:	Sosnowy 80 l, bon. III; brak podszyciu;
Runo:	Nielicznie kostrzewa owcza <i>Festuca ovina</i> L., śmiatek po- gięty <i>Deschampsia flexuosa</i> Trin., gajnik lśniący <i>Hyloco- mium splendens</i> (Hedw. Br.eur.), rokitnik pospolity <i>Entodon Schreberi</i> (Brid.) Mitt., chrobotki <i>Cladonia</i> sp.;
Gleba:	
0-3 cm	Ol igliwie sosny, korzenie traw, drobne gałązki;
5-5 cm	ABv piasek luźny; barwy 2,5Y 5/2; świeży; z przejściem niewyraźnym;
5-20 cm	Bv piasek luźny; barwy 2,5Y 7/4; świeży; przejście stop- niowe; korzenie do 20 cm;
20-75 cm	C piasek luźny pylasty; barwy 2,5Y 3/1; świeży; przejście stopniowe;
75-130 cm	C piasek słabogliniasty; barwy 2,5Y 6/3; świeży;
Przynależność	Dział: Gleby autogeniczne
systematyczna:	Rząd: Gleby bielicoziemne
	Typ: Gleby rdzawe





Ryc. 22. Gleba porolna – Łęzyca (L3)



Ryc. 23. Gleba leśna – Łęzyca (L5)

ŚWIDNICA, profil nr 1	
Lokalizacja:	Okolice Buchałowa, kierunek Leśniów Wielki;
Drzewostan:	Sosnowy; 80 l, bon. III z podrostem brzoźowym;
Runo:	Nieliczne kostrzewa owcza <i>Festuca ovina</i> L., śmiełek pogięty <i>Deschampsia flexuosa</i> Trin., rokitnik pospolity <i>Entodon Schreberi</i> (Brid.) Mitt., chrobotki <i>Cladonia</i> sp.;
Gleba:	
0–5 cm	igłowie sosny i liście brzozy; barwy 10YR 2/2; świeży; przejście wyraźne;
5–7 cm	piasek słabogliniasty; barwy 2,5Y 6/1; świeży; przechodzący stopniowo;
7–30 cm	piasek słabogliniasty; barwy 10YR 6/3; marmurkowaty z plamkami rdzawoszarymi; świeży; przejście stopniowe; korzenie drzew do 20 cm;
30–68 cm	piasek słabogliniasty; barwy 10YR 6/6; świeży; przejście wyraźne;
68–72 cm	piasek luźny; barwy 2,5Y 8/2; z ciemnobrunatnymi wytrąceniami Fe ³⁺ ; świeży; przejście stopniowe;
72–100 cm	piasek słabogliniasty; barwy 2,5Y 8/3; wilgotny;
Przynależność systematyczna:	Dział: Gleby autogeniczne Rząd: Gleby bielicoziemne Typ: Gleby rdzawe



ŚWIDNICA, profil nr 2	
Lokalizacja:	Okolice Buchałowa, kierunek Leśniów Wielki;
Siedlisko:	Ugór porośnięty dwuletnimi samosiewami sosny o dość dobrej kondycji – przyrosty roczne ok. 60 cm. Dominuje szczaw polny <i>Rumex acetosella</i> L., miejscami mniszek pospolity <i>Taraxacum officinale</i> Web., dziurawiec zwyczajny <i>Hypericum perforatum</i> L., krwawnik pospolity <i>Achillea millefolium</i> L.;
Gleba:	
0–35 cm	ApBv piasek słabogliniasty; barwy 5Y 4/1; przerosnięty korzeniami traw i ziół; przejście ostre;
35–60 cm	C piasek luźny; barwy 2,5Y 8/3; z rdzawymi plamami (jest ich niewiele około 10%); świeży; przejście wyraźne;
60–70 cm	C piasek luźny; barwy 10YR 5/2; niejednolity, pokryty brunatno czarnym osadem; są to wytrącenia pochodzenia wodnego; świeży; przejście stopniowe;
70–90 cm	C piasek luźny; barwy 10YR 6/8; świeży; przejście stopniowe;
90–120 cm	C piasek słabogliniasty; barwy 2,5Y 7/3; świeży;
Przynależność systematyczna:	Dział: Gleby autogeniczne Rząd: Gleby bielicoziemne Typ: Gleby rdzawe





Ryc. 24. Gleba leśna – Świdnica (S1)



Ryc. 25. Gleba porolna – Świdnica (S2)

ŚWIDNICA, profil nr 3	
Lokalizacja:	Okolice Buchalowa, kierunek na Świdnicę;
Drzewostan:	Dębowo-sosnowy, samosiewy brzozy i jeżyny;
Runo:	Dominuje żarnowiec miotlasty <i>Sarothamnus scoparius</i> (L.) Wimm. ex Koch., wrzos zwyczajny <i>Calluna vulgaris</i> (L.) Hull., kostrzewa czerwona <i>Festuca rubra</i> L., śmiełek pogięty <i>Deschampsia flexuosa</i> Trin., w warstwie mchów gajnik listniący <i>Hylacomium splendens</i> (Hedw.) Br. eur.;
Gleba:	
0–5 cm	Ol poziom silnie przerośnięty korzeniami traw; barwy 10YR 3/2; przejście wyraźne;
5–10 cm	A piasek słabogliniasty ze żwirem i pojedynczymi kamieniami; barwy 2,5Y 5/1; świeży; przejście wyraźne;
10–35 cm	Bv piasek słabogliniasty; poziom barwy 10YR 6/3 z ciemniejszymi plamkami i śladami po korzeniach; luźny, pulchny; dobrze napowietrzony; silnie szkieletowy (30% żwir i kamienie); przejście stopniowe;
35–130 cm	C piasek słabogliniasty; barwy 10YR 7/4; duży udział części szkieletowych żwiru i kamieni; świeży;
Przynależność systematyczna:	Dział: Gleby autogeniczne Rząd: Gleby bielicoziemne Typ: Gleby rdzawe



ŚWIDNICA, profil nr 4	
Lokalizacja:	Okolice Buchalowa, kierunek na Świdnicę;
Siedlisko:	Ugór porośnięty samosiewami brzozy i sosny z prawie metrowymi przyrostami; licznie występuje wrotycz pospolity <i>Tanacetum vulgare</i> L., jastrzębiec kosmaczek <i>Hieracium pilosella</i> L., szczotlicha siwa <i>Corynephorus canescens</i> L., krwawnik pospolity <i>Achillea millefolium</i> L., dzikie grusze <i>Pyrus communis</i> L. i śliwa tarnina <i>Prunus spinosa</i> L.;
Gleba:	
0–30 cm	Ap piasek słabogliniasty; barwy 10YR 6/4; świeży; przejście wyraźne;
30–60 cm	Bv piasek luźny; barwy 2,5Y 7/3; świeży; przejście stopniowe;
60–130 cm	C piasek luźny z domieszką żwiru i kamieni; barwy 10YR 7/4; świeży;
Przynależność systematyczna:	Dział: Gleby autogeniczne Rząd: Gleby bielicoziemne Typ: Gleby rdzawe





Ryc. 26. Gleba leśna – Świdnica (S3)



Ryc. 27. Gleba porolna – Świdnica (S4)

ŚWIDNICA, profil nr 6	
Lokalizacja:	Przed Świdnicą za jeziorkiem;
Siedlisko:	Liczna roślinność zielna: starzec zwyczajny <i>Senecio vulgaris</i> , tymotka łąkowa <i>Phleum pratense</i> , wrotczyk pospolity <i>Tanacetum vulgare</i> L., jastrzębiec kosmaczek <i>Hieracium pilosella</i> L., mniszek pospolity <i>Taraxacum officinale</i> Web., krwawnik pospolity <i>Achillea millefolium</i> L., perz właściwy <i>Agropyron repens</i> L., mchy;
Gleba:	
0–25 cm	Ap piasek słabogliniasty; barwy 2,5Y 5/4; świeży; przejście ostre; obecność żwiru i kamieni;
25–60 cm	Bv piasek słabogliniasty; poziom marmurkowy barwy 10YR 4/6 z jasnymi plamami; o zmiennych warunkach oksydacyjno-redukcyjnych, świeży; przejście stopniowe;
60–120 cm	C piasek słabogliniasty z udziałem kamieni; barwy 10YR 5/8; wilgotny;
Przynależność systematyczna:	
Dział:	Gleby autogeniczne
Rząd:	Gleby bielicoziemne
Typ:	Gleby rdzawe



ŚWIDNICA, profil nr 7	
Lokalizacja:	Przed Świdnicą za jeziorkiem;
Drzewostan:	Sosnowy 60 l, w podszycie brzoza i dąb; jarzębina;
Runo:	śmiałek pogiety <i>Deschampsia flexuosa</i> Trin., kostrzewa owcza <i>Festuca ovina</i> L., gajnik łśniący <i>Hylacomium splendens</i> (Hedw.) Br.eur., turzyce <i>Carex</i> sp.
Gleba:	
0-3 cm	Ol poziom barwy 10YR 3/2; igliwie sosny, drobne gałązki;
3-30 cm	A piasek słabogliniasty; poziom barwy 2,5Y 4/1; słabo szkieletowy z szarym przejaśnieniem na głębokości 4 cm świeży ; liczne korzenie roślin; przejście wyraźne;
30-60 cm	Bv piasek słabogliniasty; barwy 10YR 6/3, marmurkowy, widoczne korzenie roślin i pojedyncze kamienie; świeży; przejście stopniowe;
60-150 cm	C piasek luźny, barwy 2,5Y 7/4, drobnoziarnisty, niewielki udział żwiru i kamieni; świeży;
Przynależność systematyczna:	Dział: Gleby autogeniczne Rząd: Gleby bielicoziemne Typ: Gleby rdzawe





Ryc. 28. Gleba porolna – Świdnica (S6)



Ryc. 29. Gleba leśna – Świdnica (S7)

ZABÓR, profil nr 1	
Lokalizacja:	100 m od drogi Nowy Kisielin – Droszków
Siedlisko:	Ugór porośnięty wieloma roślinami np.: starzec zwyczajny <i>Senecio vulgaris</i> L., fiołek polny <i>Viola arvensis</i> Murray., mniszek pospolity <i>Taraxacum officinale</i> Web., krwawnik pospolity <i>Achillea millefolium</i> L., perz właściwy <i>Agropyron repens</i> L., wilczomlecz sosnka <i>Euphorbia cyparissias</i> L., wrotycz pospolity <i>Tanacetum vulgare</i> L., bylica pospolita <i>Artemisia vulgaris</i> L., szczaw polny <i>Rumex acetosella</i> (Koch) Fourr., kanki piaszkowe <i>Helichrysum arenarium</i> (L.) Moench., kostrzewa czerwona <i>Festuca rubra</i> L.;
Gleba:	
0–22 cm	Ap piasek słabogliniasty; barwy 10YR 5/3 z odcieniem brunatnym, świeży, przejście ostre;
22–40 cm	Bv piasek słabogliniasty; barwy 10YR 7/4; zbity z brudnymi plamkami; świeży; przejście stopniowe;
40–70 cm	C piasek słabogliniasty; 10YR 7/6; świeży; przejście stopniowe;
70–150 cm	C piasek luźny; barwy 10YR 6/8; świeży;
Przynależność systematyczna:	Dział: Gleby autogeniczne Rząd: Gleby bielicoziemne Typ: Gleby rdzawe



ZABÓR, profil nr 2	
Lokalizacja:	100 m od drogi Nowy Kisielin – Droszków
Drzewostan:	Sosnowy 40 I; w podszycie pojedynczo brzoza, dąb, jarzębina, kruszyna
Runo:	śmiałek pogiety <i>Deschampsia flexuosa</i> Trin., kostrzewa owcza <i>Festuca ovina</i> L., gajnik lśniący <i>Hylacomium splendens</i> (Hedw.) Br. eur.;
Gleba:	
3-0 cm	O ściółka; barwy 10YR 2/2; świeża;
0-8 cm	A piasek słabogliniasty; barwy 2,5Y 3/1; poziom silnie przerosnięty korzeniami; wilgotny; przejście stopniowe;
8-40 cm	Bv piasek luźny; barwy 2,5Y 7/6 z brunatnymi plamkami; wilgotny; przejście stopniowe; korzenie do 30 cm;
40-60 cm	Bv piasek słabogliniasty pylasty; barwy 2,5Y 7/6; z dużą ilością kamieni; świeży; przejście stopniowe;
60-110 cm	C piasek luźny; barwy 10YR 6/6; z wytrąceniami żelaza na głębokości 90 cm; duży udział kamieni; świeży;
Przynależność systematyczna:	Dział: Gleby autogeniczne Rząd: Gleby bielicoziemne Typ: Gleby rdzawe





Ryc. 30. Gleba porolna – Zabór (Z1)



Ryc. 31. Gleba leśna – Zabór (Z2)

ZABÓR, profil nr 3	
Lokalizacja:	Nowy Kisielin – Droszków
Siedlisko:	Ugór porośnięty wieloma roślinami np.: perz właściwy <i>Agropyron repens</i> L., starzec zwyczajny <i>Senecio vulgaris</i> L., fiołek polny <i>Viola arvensis</i> Murray., wilczomlecz sosnka <i>Euphorbia cyparissias</i> L., wrotycz pospolity <i>Tanacetum vulgare</i> L., bylica pospolita <i>Artemisia vulgaris</i> L., szczaw polny <i>Rumex acetosella</i> (Koch) Fourr., kocanki piaskowe <i>Helichrysum arvenarium</i> (L.) Moench., czerwec roczny <i>Scleranthus annuus</i> L., sporek polny <i>Spergula arvensis</i> L., tomka wonna <i>Anthoxanthum odoratum</i> L., mniszek pospolity <i>Taraxacum officinale</i> Web., krwawnik pospolity <i>Achillea millefolium</i> L., kostrzewa czerwona <i>Festuca rubra</i> L.;
Gleba:	
0–30 cm	Ap piasek luźny; barwy 2,5Y 5/2; świeży; przejście ostre;
30–70 cm	Bv piasek luźny; barwy 10YR 7/6; przejście stopniowe; świeży; duża zawartość kamieni;
70–120 cm	C piasek luźny; barwy 2,5y 8/2; z wytrąceniami żelaza i dużą ilością kamieni; świeży;
Przynależność systematyczna:	Dział: Gleby autogeniczne Rząd: Gleby bielicoziemne Typ: Gleby rdzawe



ZABÓR, profil nr 4	
Lokalizacja:	Nowy Kisielin – Droszków
Drzewostan:	Sosnowy 40l; w podszycie brzoza i dąb
Runo:	śmiałek pogiety <i>Deschampsia flexuosa</i> Trin., kostrzewa owcza <i>Festuca ovina</i> L., rokitnik pospolity <i>Entodon Schreberi</i> (Brid.) Mitt., gajnik lśniący <i>Hylacomium splendens</i> (Hedw.) Br.eur.;
Gleba:	
0–3 cm	O nieliczne liście brzozy i igliwie sosny; ściółka barwy 10YR 2/2; świeża; przejście wyraźne;
3–30 cm	A piasek słabogliniasty; barwy 2,5Y 4/1; z niewyodrębnionym jaśniejszym poziomem; świeży; przejście wyraźne;
30–60 cm	Bv piasek słabogliniasty; barwy 2,5Y 6/4 z szarymi plamkami; silnie przerośnięty korzeniami; świeży; przejście stopniowe;
60–80 cm	C piasek luźny; barwy 2,5Y 8/3; świeży; przejście stopniowe; kamienie;
80–110 cm	C piasek luźny; barwy 2,5Y 7/3; świeży;
Przynależność systematyczna:	Dział: Gleby autogeniczne Rząd: Gleby bielicoziemne Typ: Gleby rdzawe





Ryc. 32. Gleba porolna – Zabór (Z3)



Ryc. 33. Gleba leśna – Zabór (Z4)

ZABÓR, profil nr 5	
Lokalizacja:	Zabór, kierunek Czarna;
Siedlisko:	Ugór porośnięty wieloma roślinami: perz właściwy <i>Agropyron repens</i> L., bylca pospolita <i>Artemisia vulgaris</i> L., krwawnik pospolity <i>Achillea millefolium</i> L., szczaw polny <i>Rumex acetosella</i> (Koch) Fourr., rdest ptasi <i>Polygonum aviculare</i> L., kostrzewa czerwona <i>Festuca rubra</i> L., mak polny <i>Papaver rhoeas</i> L., koniczyna polna <i>Trifolium arvense</i> L., wiechlina <i>Poa sp.</i> , kłósówka wełnista <i>Holcus lanatus</i> L., wyka <i>Vicia sp.</i> , stokłosa miękka <i>Bromus mollis</i> L., powój polny <i>Convolvulus arvensis</i> L.;
Gleba:	
0–30 cm	Ap piasek luźny; barwy 2,5Y 6/1; świeży; przejście ostre;
30–60 cm	Bv piasek luźny; barwy 2,5Y 6/5; świeży; przejście stopniowe;
60–90 cm	C piasek słabogliniasty; barwy 10YR 6/4 z brunatnymi plamkami, marmurkowaty; świeży; przejście stopniowe;
90–120 cm	C piasek słabogliniasty z licznymi kamieniami; barwy 2,5Y 8/3; świeży;
Przynależność systematyczna:	
Dział:	Gleby autogeniczne
Rząd:	Gleby bielicoziemne
Typ:	Gleby rdzawe



ZABÓR, profil nr 6	
Lokalizacja:	Zabór, kierunek Czarna;
Drzewostan:	Sosnowy 70 l; miejscami podrost dębu, kruszyna;
Runo:	śmiałek pogięty <i>Deschampsia flexuosa</i> Trin., zawciąg pospolity <i>Armeria elongata</i> Koch., orlica pospolita <i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn., rokitnik pospolity <i>Entodon Schreberi</i> Mitt., chrobotek reniferowy <i>Cladonia rangiferina</i> (L.) Web.;
Gleba:	
0–8 cm	Ol duża ilość gałęzi, traw i igliwia; barwy 10YR 2/2; przejście ostre;
8–22 cm	A piasek luźny; barwy 2,5Y 2/2; suchy, pylący się, z prześniętymi korzeniami; przejście wyraźne;
22–45 cm	Bv piasek słabogliniasty; barwy 10YR 6/3; od góry prześnięty korzeniami drzew; świeży; przejście wyraźne;
45–62 cm	C piasek gliniasty lekki pylasty; barwy 2,5Y 8/3; świeży; przejście wyraźne;
62–90 cm	C glina lekka brunatna; barwy 10YR 7/6; zbita;
Przynależność systematyczna:	
Dział:	Gleby autogeniczne
Rząd:	Gleby bielicoziemne
Typ:	Gleby rdzawe





Ryc. 34. Gleba porolna – Zabór (Z5)



Ryc. 35. Gleba leśna – Zabór (Z6)

ZABÓR, profil nr 7	
Lokalizacja:	Zabór, kierunek Czarna;
Siedlisko:	Ugór porośnięty przez: perz właściwy <i>Agropyron repens</i> L., bylicę pospolitą <i>Artemisia vulgaris</i> L., krwawnik pospolity <i>Achillea millefolium</i> L., szczaw polny <i>Rumex acetosella</i> (Koch) Fourr., koniczynę polną <i>Trifolium arvense</i> L., wiechlinę <i>Poa sp.</i> , wykę <i>Vicia sp.</i> , stokłosę miękką <i>Bromus mollis</i> L., powój polny <i>Convolvulus arvensis</i> L.;
Gleba:	
0–30 cm	ApBv piasek gliniasty lekki; barwy 2,5Y 5/3; świeży; przejście stopniowe;
30–45 cm	Bv piasek słabogliniasty pylasty; barwy 2,5Y 5/3; zabarwienie niejednolite; świeży; przejście wyraźne;
45–80 cm	C piasek słabogliniasty, barwy 10YR 6/6; świeży; przejście stopniowe;
80–110 cm	C piasek luźny; barwy 10YR 6/6; świeży;
Przynależność	Dział: Gleby autogeniczne
systematyczna:	Rząd: Gleby bielicoziemne
	Typ: Gleby rdzawe



ZABÓR, profil nr 8	
Lokalizacja:	Zabór, kierunek Czarna;
Drzewostan:	Sosnowy 70 l; miejscami podrost dębu;
Runo:	śmiałek pogięty <i>Deschampsia flexuosa</i> Trin., zawciąg pospolita <i>Armeria elongata</i> Koch., pojedynczo orlica pospolita <i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn., rokitnik pospolity <i>Entodon Schreberi</i> Mitt., kostrzewa owcza <i>Festuca ovina</i> L.;
Gleba:	
0–3 cm	Ol ściółka złożona z igieł sosny; barwy 10YR 3/4; wilgotna; przejście wyraźne;
3–25 cm	ABv piasek słabogliniasty; barwy 2,5Y 5/3; świeży; przejście wyraźne;
25–40 cm	Bv piasek słabogliniasty; barwy 10YR 6/3; świeży; przejście wyraźne;
40–70 cm	C piasek luźny; barwy 10YR 6/6; świeży; przejście stopniowe;
70–120 cm	C piasek słabogliniasty; barwy 2,5Y 7/6; świeży;
Przynależność systematyczna:	Dział: Gleby autogeniczne Rząd: Gleby bielicoziemne Typ: Gleby rdzawe



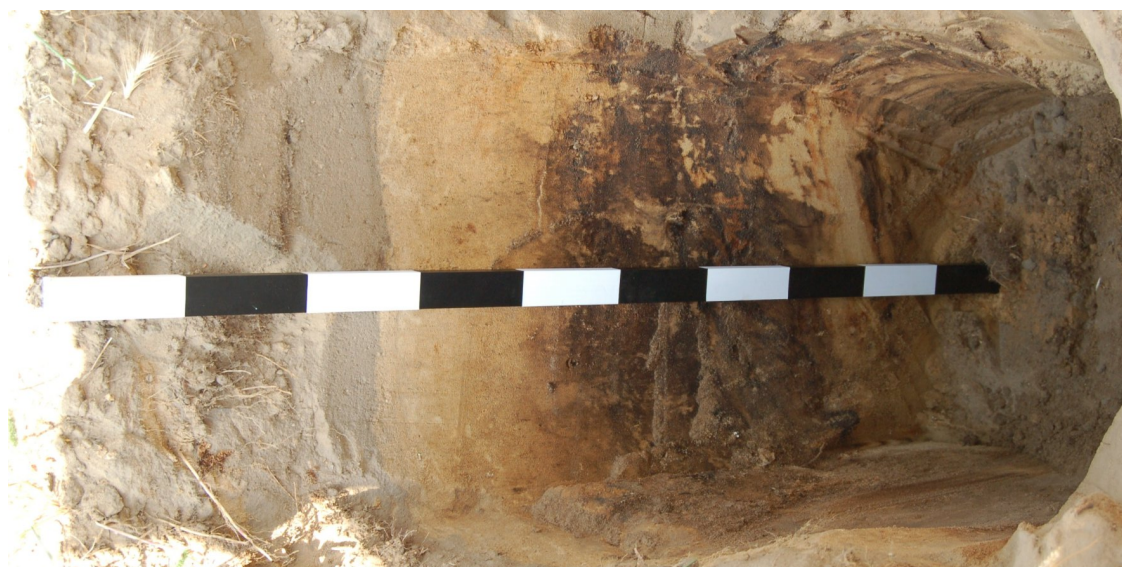


Ryc. 36. Gleba porolna – Zabór (Z7)



Ryc. 37. Gleba leśna – Zabór (Z8)

ZABÓR, profil nr 9	
Lokalizacja:	Przytok, kierunek Jany;
Siedlisko:	Ugór porośnięty przez: krwawnik pospolity <i>Achillea millefolium</i> L., wiechlinę <i>Poa sp.</i> , wykę <i>Vicia sp.</i> , starzec zwyczajny <i>Senecio vulgaris</i> L., wrotycz pospolity <i>Tanacetum vulgare</i> L., kocanki piaskowe <i>Helichrysum arenarium</i> (L.) Moench., mniszek pospolity <i>Taraxacum officinale</i> Web., kostrzewę czerwonoą <i>Festuca rubra</i> L., szczytlicę siwą <i>Corynephorus canescens</i> L. i szczaw polny <i>Rumex acetosella</i> L.;
Gleba:	
0–35 cm	Ap piasek słabogliniasty; barwy 2,5Y 5/2; świeży; przejście ostre;
44–76 cm	Box warstwa orsztynowa barwy 10YR 2/2; suchy; przejście ostre;
76–110 cm	C piasek luźny; barwy 2,5Y 7/3; do 70 cm mokry;
Przynależność systematyczna:	
Dział:	Gleby autogeniczne
Rząd:	Gleby bielicoziemne
Typ:	Gleby rdzawe



ZABÓR Profil 10	
Lokalizacja:	Przytok, kierunek Jany;
Drzewostan:	Sosnowy; w domieszcze brzoza, modrzew, olszyna, kruszyna, jarzębina, bez czarny;
Runo:	podrost dębu i klonu, malina kamionka <i>Rubus saxatilis</i> L., jeżyca <i>Rubus fruticosus</i> L., i poziomka pospolita <i>Fragaria vesca</i> L., orlica pospolita <i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn., śmiałek pogięty <i>Deschampsia flexuosa</i> Trin., turzyca <i>Carex sp.</i> , okrzywa zwyczajna <i>Urtica dioica</i> L., gwiazdnica wielokwiatowa <i>Stellaria holostea</i> L., przetacznik leśny <i>Veronica officinalis</i> L., skrzyp leśny <i>Equisetum sylvaticum</i> L., tomka wonna <i>Anthoxanthum odoratum</i> L.;
Gleba:	
0–3 cm	O ściółka zmieszana z podłożem mineralnym; barwy 10YR 3/2;
3–30 cm	A piasek luźny; barwy 2,5Y 5/2; mało zbity, pulchny, świeży; przerośnięty korzeniami; przejście stopniowe;
30–60 cm	Bv piasek słabogliniasty; barwy 10YR 6/3; mało zbity, pulchny, świeży; przejście stopniowe;
60–100 cm	Bv piasek luźny; barwy 2,5Y 7/4; świeży; przejście stopniowe;
100–130 cm	C piasek słabogliniasty; barwy 2,5Y 8/2, świeży;
Przynależność systematyczna:	Dział: Gleby autogeniczne Rząd: Gleby bielicoziemne Typ: Gleby rdzawe





Ryc. 38. Gleba porolna – Zabór (Z9)



Ryc. 39. Gleba leśna – Zabór (Z10)

Na opisywanych glebach ornym dawniej uprawiano głównie ziemniaki, łubin żółty oraz żyto ozime. Obecnie są one odłogowane i porasta je roślinność zielna, a na niektórych stanowiskach samosiewy sosny.

Wszystkie gleby porolne mają podobną budowę profilu. Cechuje je następujący układ poziomów genetycznych: Ap (ApBv) — Bv — C. Poziom próchniczny orny (Ap) występuje do głębokości 35 cm, poziom rdzawy Bv najczęściej do głębokości 60 cm a poniżej znajduje się poziom skały macierzystej (C). W glebach porolnych na skutek orki granica między poziomem Ap i Bv jest ostra (ryc. 40).



Ryc. 40. Gleba rdzawa uprawna (Wawrzyniak-Gramacka, 2006)

Niekiedy pod poziomem próchnicznym ornym, w wyniku prowadzonych głębokich zabiegów agrotechnicznych, formuje się poziom przejściowy ApBv o przeważających cechach poziomu Ap (Świdnica 2). W profilu gleby porolnej z Zaboru (Zabór 9) pod poziomem próchnicznym ornym wyjątkowo zaobserwowano kilkucentymetrową warstwę orsztynu, która może wpływać ograniczająco na przepuszczalność wodną gleb. Gleby leśne są porośnięte głównie drzewostanem sosnowym, bardzo często z domieszką gatunków liściastych.

Jest to charakterystyczne dla lasów na omawianym terenie, w których przy sztucznych nasadzeniach sosnowych pojawia się naturalny podszyt mieszany i tendencja rozwoju siedliska w kierunku gatunków liściastych (ryc. 41).



Ryc. 41. Bór sosnowy (nasadzenia sztuczne) z naturalnym podszytem mieszanym i glebą rdzawą leśną (Wawrzyniak-Gramacka, 2006)

Badane gleby leśne odznaczają się następującą sekwencją poziomów: O – A (ABv) – Bv – C. Poziom organiczny (O), którego miąższość wynosi kilka centymetrów, składa się z opadu roślinnego (igliwie, drobne gałązki, liście, szyszki itp.) znajdującego się w różnych stadiach procesu rozkładu. Pod poziomem organicznym występuje poziom próchniczny sięgający nawet do 30 cm (średnio o miąższości około 10 cm) przerośnięty korzeniami roślin. W profilu 7 (Świdnica) stwierdzono początkowe cechy procesu bielcowania w postaci jasnego zabarwienia gleby na głębokości 4 cm, które nie stanowi odrębnego poziomu. Przejście do poziomu rdzawego (Bv) jest stopniowe lub wyraźne. Poziom ten osiąga miąższość od 15 do 50 cm. Pod nim występuje poziom skały macierzystej (C) na ogół barwy żółtej. Cechą charakterystyczną gleb na obszarze Wału Zielonogórskiego są również stosunkowo płytkie profile glebowe, co jest związane z genezą powstania tych gleb. Skałami macierzystymi są bowiem przeważnie młode utwory piaszczyste (głównie piaski zwałowe) ubogie w składniki pokarmowe, przez które woda szybko przesiąka.

Badane gleby zostały zaliczone do gleb rdzawych. Świadczą o tym między innymi przedstawione w tab. 4 wyniki, według których wszystkie przebadane próbki z poziomów sideric spełniają przyjęty w Systematyce gleb Polski (1989) warunek: stosunek molowy węgla organicznego do sumy wolnego glinu i żelaza nie przekracza wartości 25.

Tabela 4. Wartości stosunku molowego węgla do wolnego glinu i żelaza w poziomach próchnicznych i rdzawych badanych gleb

Obiekt	Użytkowanie	Poziom	Stosunek molowy $C_{org.}/Al + Fe$	Obiekt	Użytkowanie	Poziom	Stosunek molowy $C_{org.}/Al + Fe$
Łężyca	POLE 1	Ap	24,75	Zabór	POLE 1	Ap	5,03
	POLE 1	Bv	0,65		POLE 1	Bv	4,49
	LAS 2	A	49,99		LAS 2	ABv	18,46
	LAS 2	Bv	13,74		LAS 2	Bv	9,06
	POLE 3	ApBv	13,13		POLE 3	Ap	17,03
	POLE 3	Bv	9,28		POLE 3	Bv	9,20
	LAS 5	ABv	32,79		LAS 4	A	42,54
	LAS 5	Bv	10,07		LAS 4	Bv	3,45
Świdnica	LAS 1	A	10,64		POLE 5	Ap	19,16
	LAS 1	Bv	4,32		POLE 5	Bv	10,50
	POLE 2	ApBv	16,50		LAS 6	A	12,95
	LAS 3	A	11,25		LAS 6	Bv	11,85
	LAS 3	Bv	8,07		POLE 7	ApBv	17,69
	POLE 4	Ap	14,15		POLE 7	Bv	11,84
	POLE 4	Bv	0,84		LAS 8	ABv	13,80
	LAS 7	ABv	14,11		LAS 8	Bv	12,05
	LAS 7	Bv	13,46		POLE 9	Ap	16,34
	POLE 6	A	1,45		LAS 10	ABv	21,43
POLE 6	Bv	0,57	LAS 10	Bv	9,06		

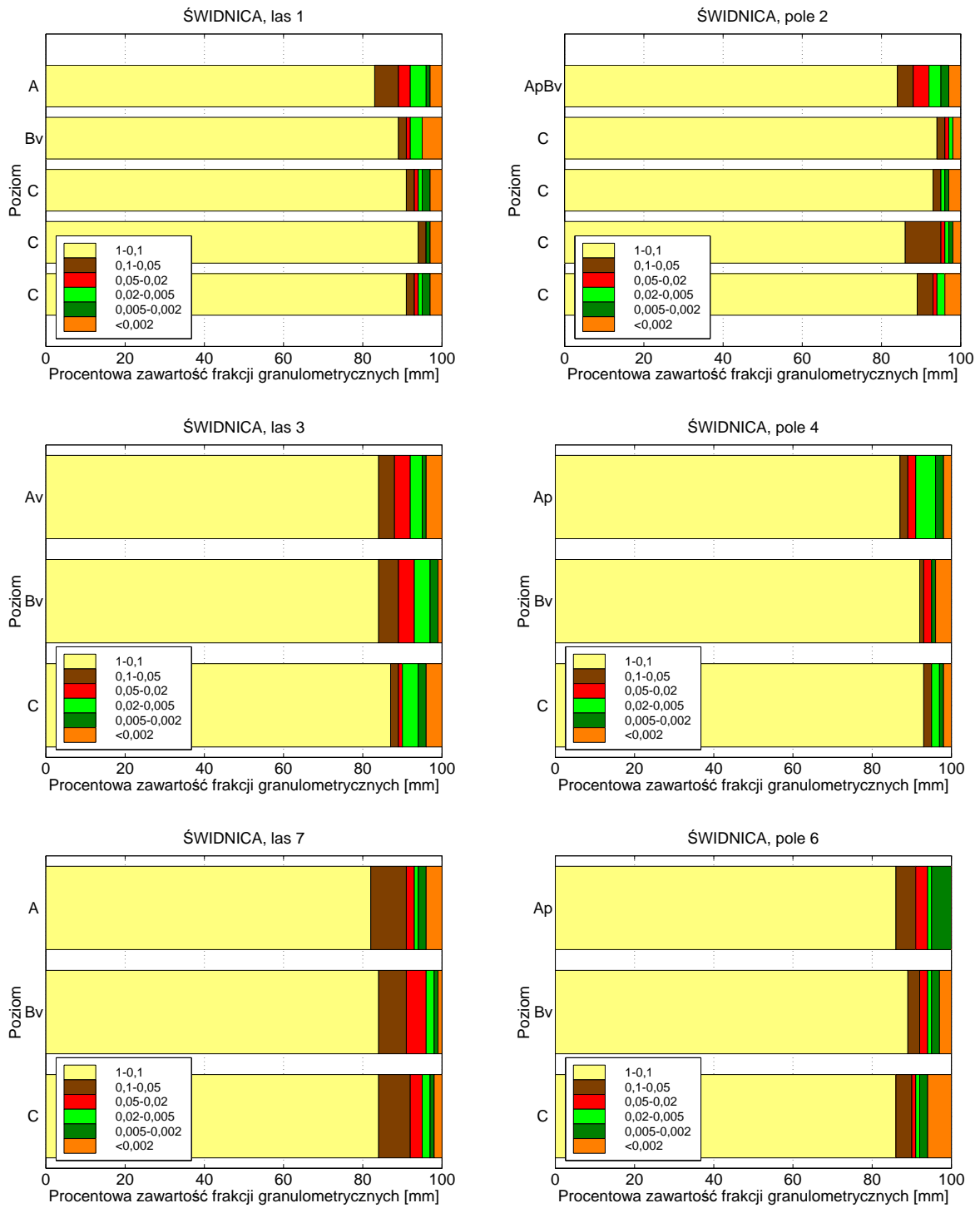
6.2. Właściwości badanych gleb

6.2.1. Skład granulometryczny

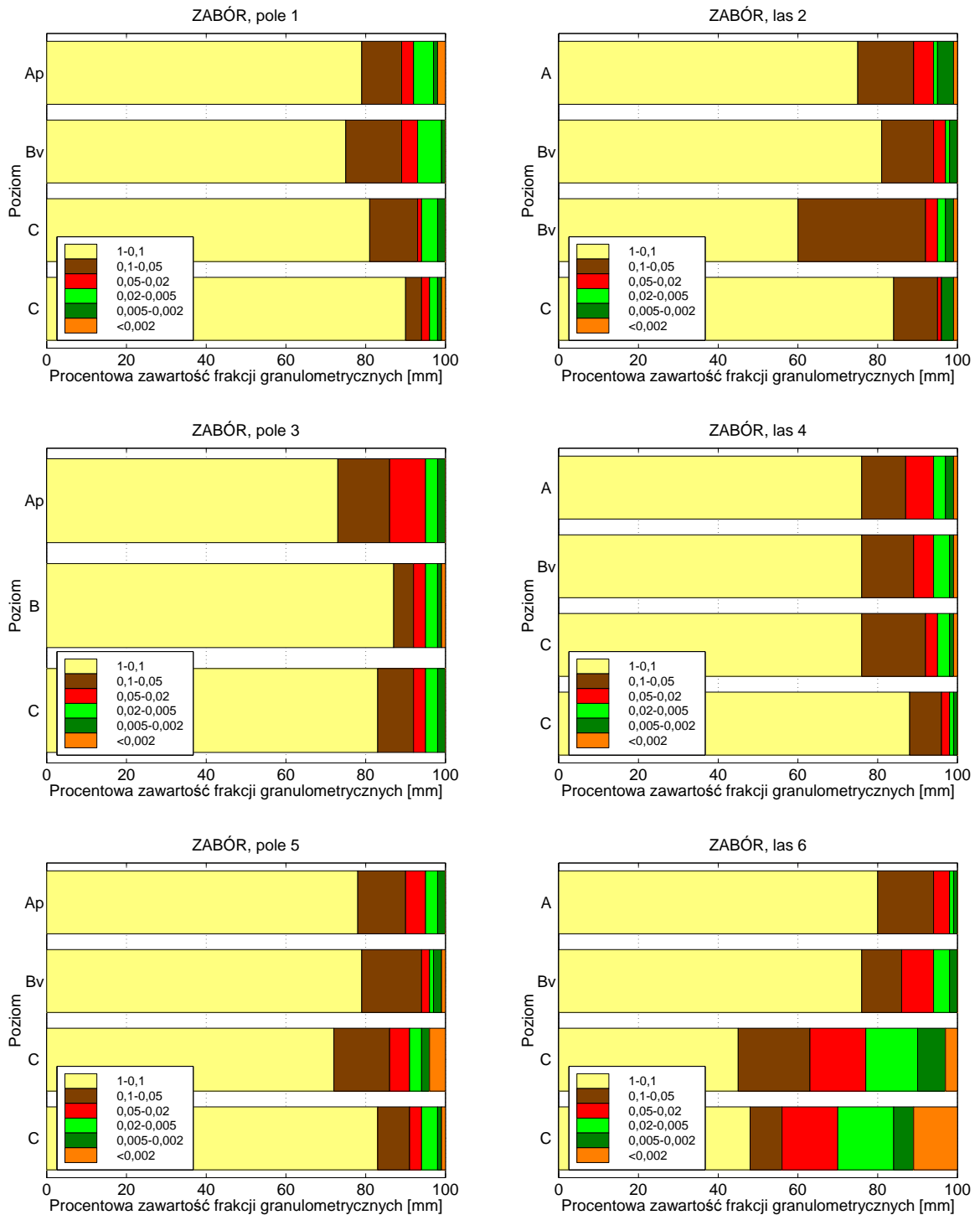
Skład granulometryczny jest jedną z podstawowych właściwości każdej gleby. Od procentowej zawartości poszczególnych frakcji glebowych zależą w znacznym stopniu właściwości fizyczne, chemiczne i sorpcyjne gleb, a w rezultacie ich żyzność. Uzyskane wyniki oznaczeń składu granulometrycznego gleb zostały przedstawione graficznie na rycinach 42, 43 oraz 44.

Uwagę zwraca zdecydowana przewaga frakcji piaszczystych we wszystkich analizowanych profilach glebowych. W poziomach A i Ap oraz Bv badanych gleb w obiekcie Łężycza występował głównie piasek luźny, natomiast w obiektach Świdnica i Zabór przeważał piasek słabogliniasty. W poziomach skały macierzystej w większości profilów dominował piasek luźny.

Poziomy próchniczne gleb leśnych zawierały od 2 do 11% części spławialnych (średnio 6%) oraz od 8 do 19% frakcji pyłu (średnio 14%). Natomiast poziomy próchniczne gleb porolnych zawierały od 3 do 12% części spławialnych (średnio 7%) oraz od 4 do 22% frakcji pyłu (średnio 13%). We wszystkich profilach utrzymywała się przewaga pyłu grubego, który w porównaniu z pyłem drobnym mniej korzystnie wpływa na właściwości gleb. Pod względem kategorii agronomicznych (IUNG 1990) badane gleby można zaliczyć do gleb bardzo lekkich.



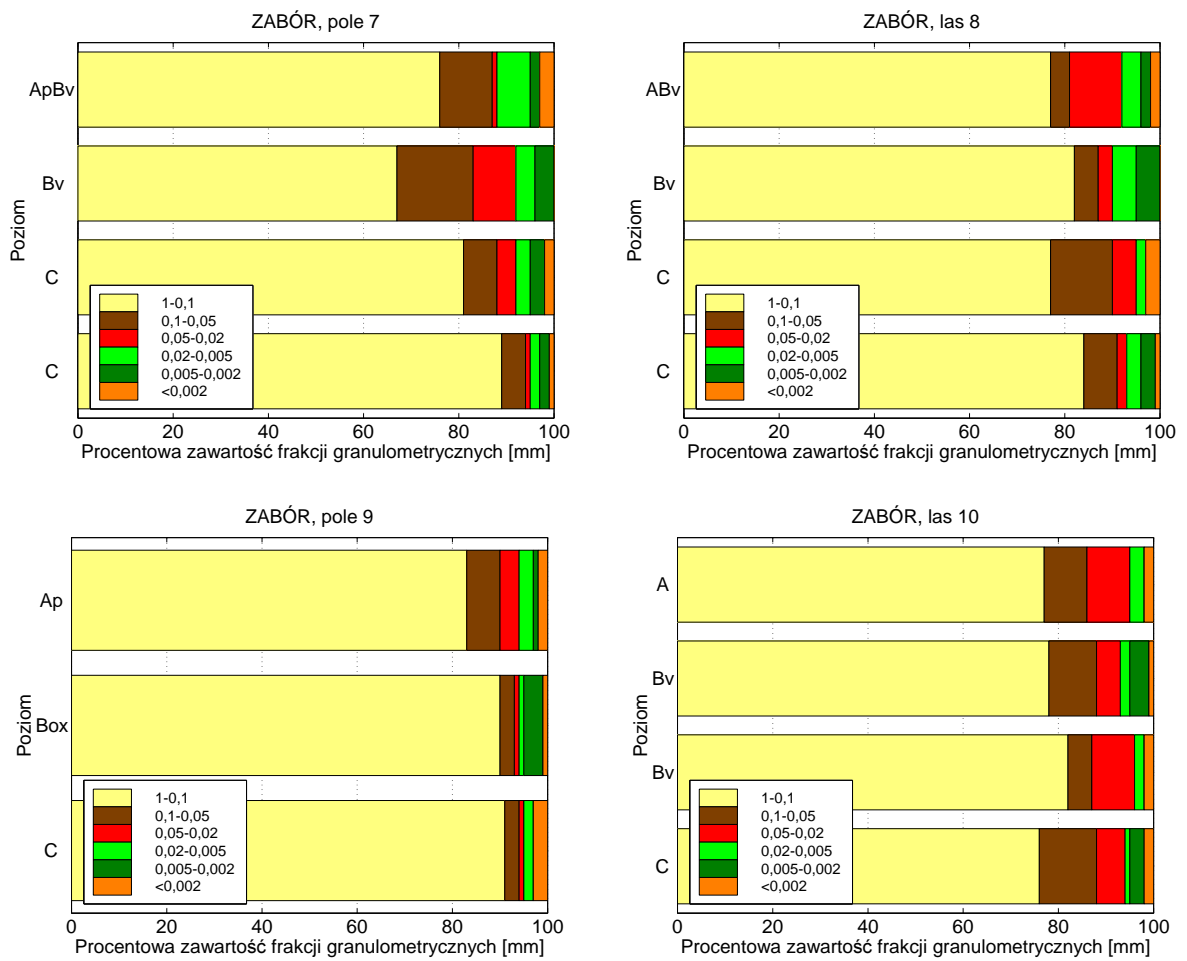
Ryc. 42. Skład granulometryczny badanych gleb — obiekt Świdnica



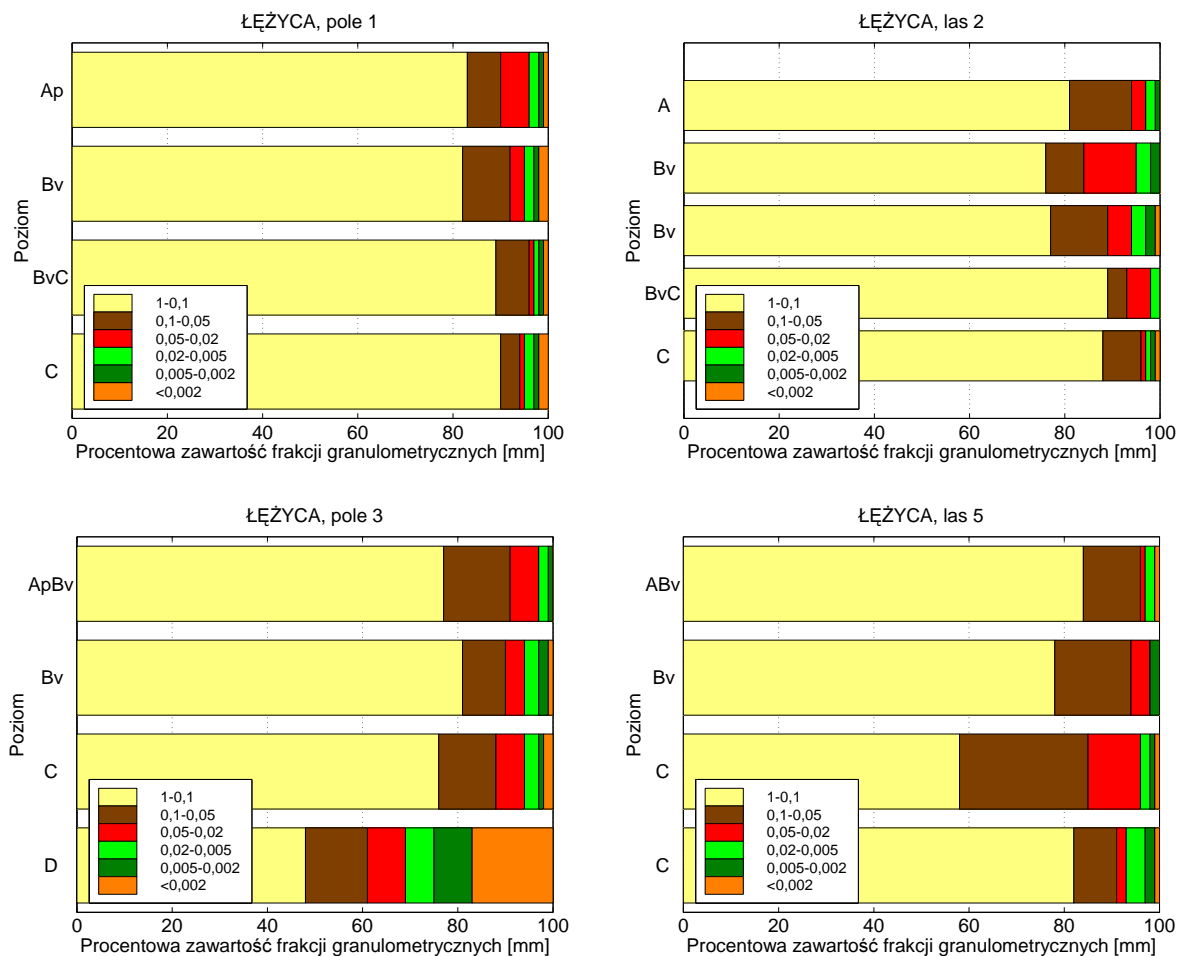
Rysunek 43. Skład granulometryczny badanych gleb — obiekt Zabór

kontynuacja na następnej stronie ...

... kontynuacja z poprzedniej strony



Ryc. 43. Skład granulometryczny badanych gleb — obiekt Zabór



Ryc. 44. Skład granulometryczny badanych gleb — obiekt Łężyca

6.2.2. Gęstość objętościowa i właściwości powietrzno–wodne

Stosunki powietrzno–wodne odgrywają ważną rolę w kształtowaniu się gleb i ich właściwości. Za jedną z ważniejszych cech fizycznych gleby uważana jest gęstość objętościowa (ρ_o). W badanych glebach, wytworzonych z materiału piaszczystego, wartości gęstości objętościowej wzrastały wraz z głębokością (tab. 5 oraz 6). W glebach leśnych średnia wartość gęstości objętościowej w poziomach próchnicznych (A) wynosiła $1,48 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ i była niższa od średnich wartości w poziomach próchnicznych gleb porolnych (Ap), w których wynosiła $1,57 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$. W poziomach rdzawych (Bv) średnie wartości gęstości objętościowej wynosiły: w glebach leśnych $1,52 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$, a w glebach porolnych $1,63 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$. Nie zanotowano różnic w zmienności przestrzennej gęstości objętościowej między glebami z obiektów Łężyca, Świdnica i Zabór położonymi na obszarze Wysoczyzny Zielonogórskiej.

Stosunki powietrzno–wodne są charakteryzowane również na podstawie całkowitej pojemności wodnej (WTW), którą można utożsamiać z porowatością ogólną. W badanych

glebach WTW kształtowała się w granicach 15,67–29,89% (średnio 22,4%), przy czym nie zaobserwowano większych różnic między glebami leśnymi a porolnymi (tab. 5 oraz 6). Nieznacznie niższe wartości całkowitej pojemności wodnej zanotowano dla wybranych profilów z obiektu Świdnica (S1, S2 i S6).

Ważną właściwością gleby jest jej zdolność do zatrzymywania wody. O tej zdolności można wnioskować między innymi na podstawie pojemności wodnej kapilarnej (PKV), której wartości w opisywanych glebach wzrastały wraz z głębokością. Porównując gleby leśne i porolne można zauważyć większe wartości kapilarnej pojemności wodnej w glebach porolnych (tab. 5 oraz 6). W poziomach próchnicznych gleb leśnych wartość PKV wynosiła średnio 26,12%, a w glebach porolnych 32,19%. Natomiast w poziomach wzbogacania (Bv) wartości pojemności wodnej kapilarnej wynosiły odpowiednio: 29,18% w glebach leśnych i 33,05% w glebach porolnych.

Analiza statystyczna wykazała występowanie zależności między wybranymi właściwościami fizycznymi a zawartością węgla organicznego (C) i składem granulometrycznym, które zostały przedstawione w tabeli 7 oraz na rycinie 45. Wynika z nich, że wzrost zawartości węgla organicznego powodował spadek gęstości objętościowej oraz wzrost pojemności wodnej całkowitej, natomiast zwiększeniu udziału frakcji piasku towarzyszył wzrost gęstości objętościowej oraz spadek pojemności wodnej całkowitej.

Tabela 5. Gęstość objętościowa, wilgotność oraz pojemność wodna (wartości średnie) w wybranych profilach gleb leśnych i porolnych z obiektu Zabór (symbole Z1–Z6)

Symbol	Użytkowanie	Poziomy genetyczne	Głębokość [cm]	ρ_o [g·cm ⁻³]	WAW [%]	WAV [%]	WTW [%]	WTV [%]	PKW [%]	PKV [%]
Z1	POLE	Ap	0–22	1,55	9,36	14,54	24,76	38,37	22,61	35,07
Z1	POLE	Bv	22–40	1,66	7,29	12,13	19,33	32,08	18,95	31,45
Z1	POLE	C	40–150	1,60	7,95	12,84	21,50	34,55	21,44	34,45
Z2	LAS	A	0–8	1,34	8,13	10,95	29,89	40,18	27,82	37,40
Z2	LAS	Bv	8–40	1,49	6,67	9,99	27,16	40,57	25,47	38,04
Z2	LAS	C	60–150	1,41	4,76	6,72	29,59	41,83	28,93	40,90
Z3	POLE	Ap	8–30	1,63	6,52	10,58	22,75	37,00	22,07	35,89
Z3	POLE	Bv	30–60	1,68	4,90	8,25	20,39	34,32	19,81	33,35
Z4	LAS	A	8–22	1,43	2,74	3,92	26,61	38,04	12,77	18,19
Z4	LAS	Bv	22–45	1,52	3,20	4,88	23,14	35,24	21,48	32,71
Z5	POLE	Ap	0–30	1,56	7,06	11,00	23,95	37,09	22,86	35,46
Z5	POLE	C	30–45	1,60	7,36	11,80	22,56	36,18	22,27	35,71
Z6	LAS	A	3–25	1,58	2,95	4,65	20,62	32,49	16,24	25,58
Z6	LAS	Bv	25–40	1,52	2,95	4,48	26,46	40,16	22,73	34,53

ρ_o — gęstość objętościowa, WAW — wilgotność aktualna wagowa, WAV — wilgotność aktualna objętościowa, WTW — pojemność wodna całkowita wagowa, WTV — pojemność wodna całkowita objętościowa, PKW — pojemność wodna kapilarna wagowa, PKV — pojemność wodna kapilarna objętościowa

Tabela 6. Gęstość objętościowa, wilgotność oraz pojemność wodna (wartości średnie) w wybranych profilach gleb leśnych i porolnych z obiektu Łężyca (symbole L1–L5) oraz Świdnica (symbole S1–S7)

Symbol	Użytkowanie	Poziomy genetyczne	Głębokość [cm]	ρ_o [g·cm ⁻³]	WAW [%]	WAV [%]	WTW [%]	WTV [%]	PKW [%]	PKV [%]
L1	POLE	Ap	5–15	1,62	4,97	8,03	19,43	31,42	13,06	21,11
L2	LAS	A	10–20	1,49	6,19	9,01	24,80	36,72	17,22	25,50
L2	LAS	Bv	40–50	1,60	3,02	4,83	24,53	39,17	19,48	31,13
L3	POLE	Ap	0–35	1,50	10,10	15,12	27,21	40,72	26,11	39,07
L3	POLE	Bv	35–55	1,55	3,79	5,86	24,78	38,35	22,71	35,15
L5	LAS	Bv	5–20	1,34	7,23	9,87	22,49	30,84	15,30	21,42
L5	LAS	C	20–75	1,51	2,07	3,14	25,43	38,42	21,34	32,28
S1	LAS	Bv	7–30	1,57	1,74	2,73	16,95	26,59	10,21	16,00
S1	LAS	C	30–68	1,55	4,85	7,34	15,67	24,44	11,68	18,45
S2	POLE	Ap	0–28	1,63	5,55	9,05	21,07	34,39	20,03	32,69
S2	POLE	C	28–70	1,72	3,97	6,83	18,13	31,14	17,94	30,81
S3	LAS	A	5–10	1,50	5,13	7,73	21,35	32,15	19,22	28,94
S3	LAS	Bv	10–35	1,61	4,18	6,74	19,63	31,64	18,86	30,40
S4	LAS	C	72–92	1,62	4,77	7,72	20,43	33,07	19,46	31,50
S4	POLE	Ap	0–30	1,58	3,87	6,11	21,38	33,80	20,24	31,99
S6	POLE	Ap	0–25	1,49	6,06	8,75	26,82	29,56	18,03	26,27
S6	POLE	Bv	28–60	1,62	5,81	9,43	21,01	34,10	19,88	32,25
S7	LAS	A	3–30	1,52	3,16	4,78	19,34	29,32	13,92	21,09
S7	LAS	C	30–60	1,66	3,04	5,06	19,87	33,03	19,49	32,41

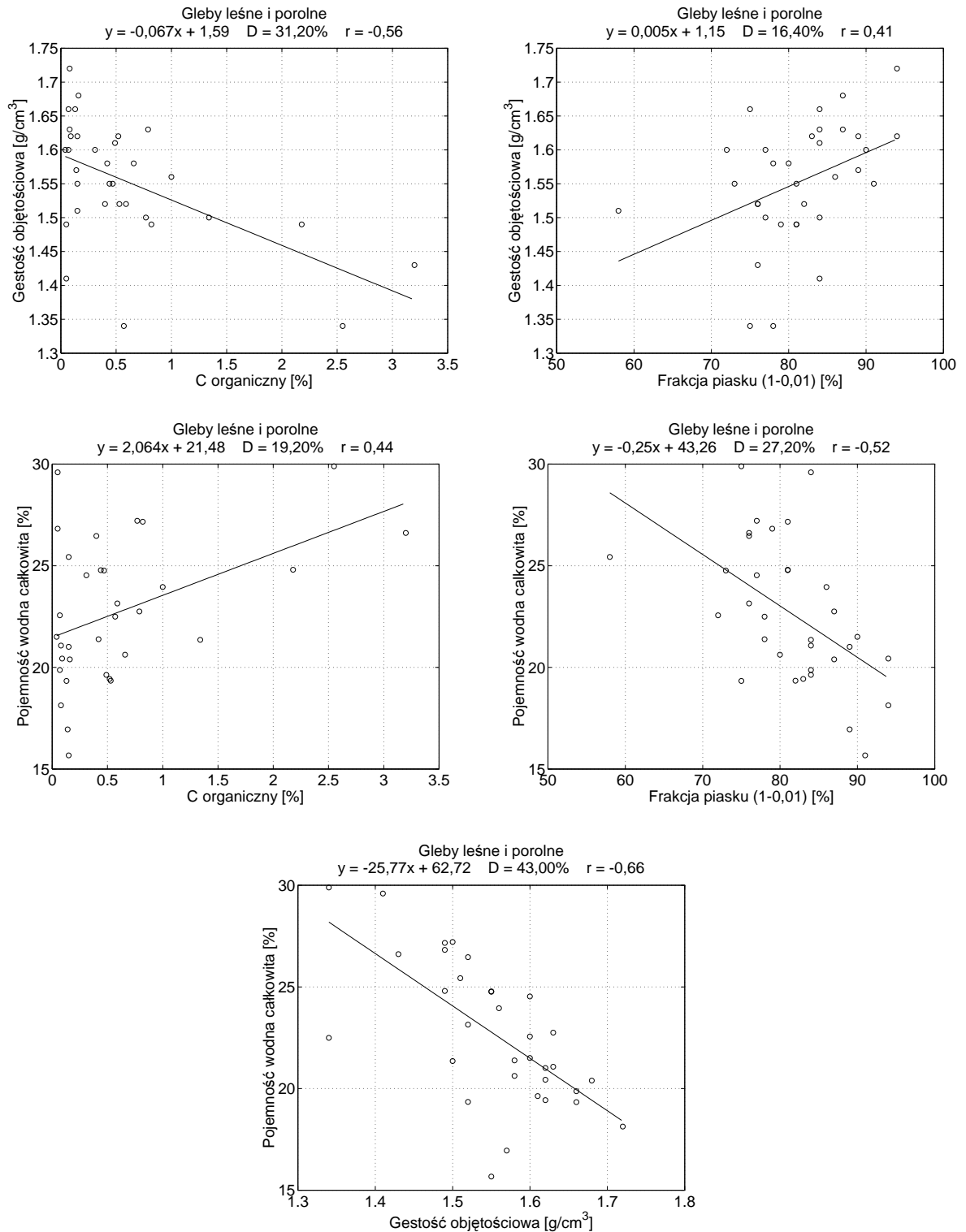
Znaczenie poszczególnych symboli — tab. 5

Tabela 7. Związki między niektórymi właściwościami fizycznymi, zawartością węgla organicznego i udziałem frakcji piasku w profilach badanych gleb

Analizowany związek	Gleby leśne i porolne		
	Równanie regresji	D (%)	r
Poziom A, Ap (n =14)			
x – Węgiel organiczny (C) y – Gęstość objętościowa (ρ_o)	$y = -0,06x + 1,59$	54,10	-0,74**
x – Frakcja piasku (1-0,01 mm) y – Gęstość objętościowa (ρ_o)	$y = 0,01x + 0,64$	34,30	0,59*
x – Gęstość objętościowa (ρ_o) y – Całkowita pojemność wodna	$y = -30,85x + 70,74$	58,30	-0,76**
x – Węgiel organiczny (C) y – Całkowita pojemność wodna	$y = 1,81x + 21,68$	28,30	0,53
x – Frakcja piasku (1-0,01 mm) y – Całkowita pojemność wodna	$y = -0,44x + 59,37$	33,90	-0,58*
Poziom Bv (n =11)			
x – Węgiel organiczny (C) y – Gęstość objętościowa (ρ_o)	$y = -0,28x + 1,67$	46,00	-0,68*
x – Frakcja piasku (1-0,01 mm) y – Gęstość objętościowa (ρ_o)	$y = 0,006x + 1,05$	12,10	0,35
x – Gęstość objętościowa (ρ_o) y – Całkowita pojemność wodna	$y = -14,5x + 44,98$	18,70	-0,43
x – Węgiel organiczny (C) y – Całkowita pojemność wodna	$y = 9,47x + 18,73$	45,10	0,67*
x – Frakcja piasku (1-0,01 mm) y – Całkowita pojemność wodna	$y = -0,31x + 47,94$	27,40	-0,52
Poziom C (n =8)			
x – Węgiel organiczny (C) y – Gęstość objętościowa (ρ_o)	$y = -0,69x + 1,65$	10,00	-0,32
x – Frakcja piasku (1-0,01 mm) y – Gęstość objętościowa (ρ_o)	$y = 0,003x + 1,35$	14,50	0,38
x – Gęstość objętościowa (ρ_o) y – Całkowita pojemność wodna	$y = -33,1x + 74,13$	51,20	-0,72*
x – Węgiel organiczny (C) y – Całkowita pojemność wodna	$y = -18,47x + 23,27$	3,30	-0,18
x – Frakcja piasku (1-0,01 mm) y – Całkowita pojemność wodna	$y = -0,18x + 36,72$	27,50%	-0,52

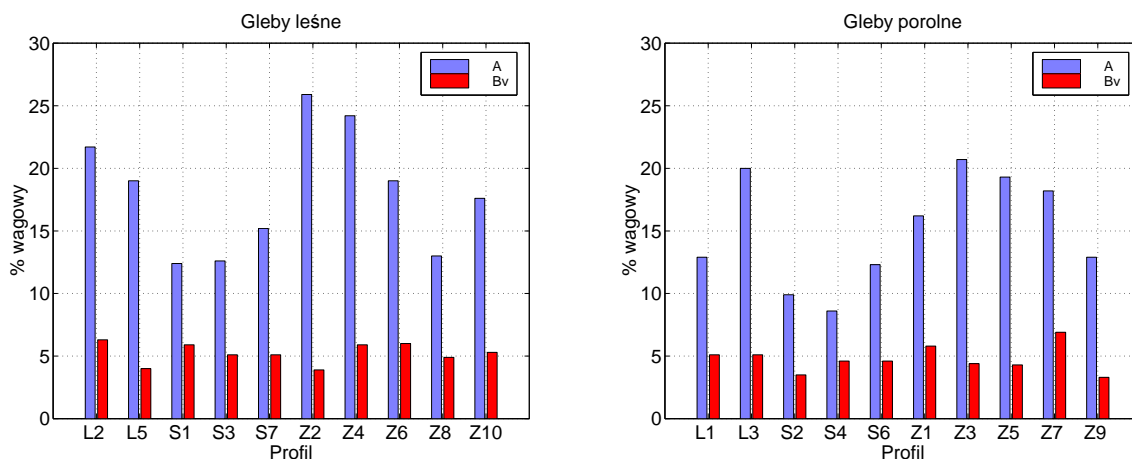
r — współczynnik korelacji; D — współczynnik determinacji; n — liczba obserwacji;

*; ** — zależności na poziomie odpowiednio 0,05 oraz 0,01

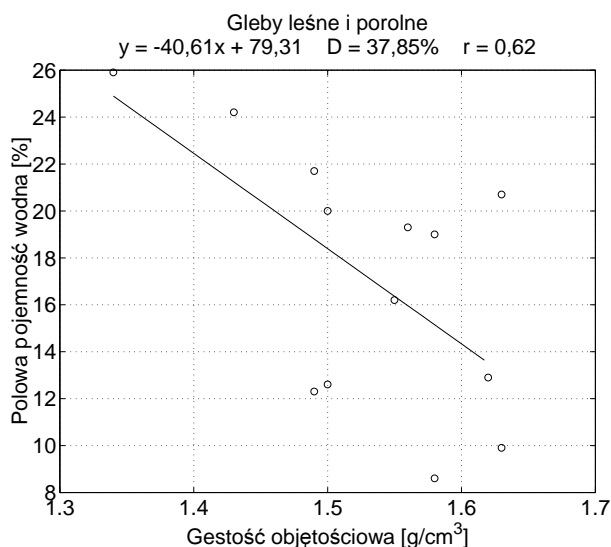


Ryc. 45. Zależności między wybranymi właściwościami fizycznymi, składem granulometrycznym i zawartością węgla w profilach badanych gleb

Polowa pojemność wodna (PPW) badanych gleb była wyższa w poziomach próchnicznych w porównaniu z poziomami wzbogacania (ryc. 46). W glebach porolnych wartości PPW były wyższe w stosunku do odpowiadających im gleb leśnych, co może być związane z zależnością, wedle której wzrost gęstości gleby wywołuje spadek polowej pojemności wodnej (ryc. 47). Najniższe wartości PPW zanotowano dla gleb z obiektu Świdnica.



Ryc. 46. Polowa pojemność wodna badanych gleb leśnych i porolnych



Ryc. 47. Zależności między polową pojemnością wodną a gęstością objętościową w poziomie próchnicznym badanych gleb

Dla racjonalnego gospodarowania wodą w glebie ważne jest określenie ilości wody dostępnej dla roślin (WD). Najwięcej wody dostępnej zawierały poziomy próchniczne gleb leśnych (tab. 8). W poziomach wzbogacania zaobserwowano zmniejszenie się zawartości wody dostępnej dla roślin nawet o 80% w porównaniu z poziomem próchnicznym (szczególnie w profilach gleb porolnych z obiektu Zabór: Z1, Z3, Z5 i Z9).

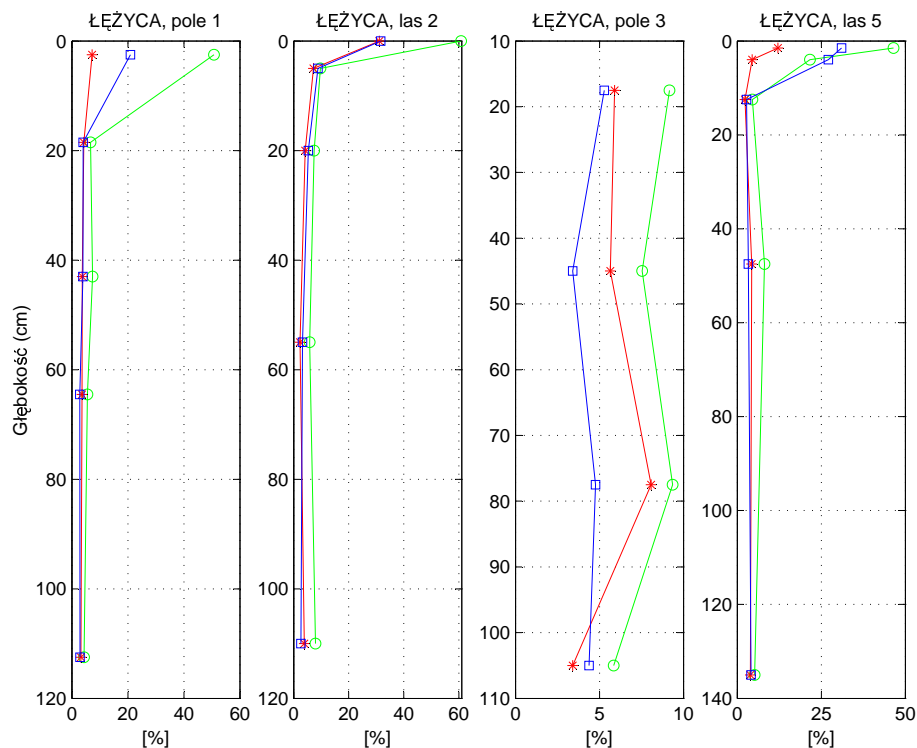
Tabela 8. Pojemność wodna (w % wagowych) badanych gleb

Symbol	Użytkowanie	Obiekt	PPW		PHWR		WTW		WD	
			A, Ap	Bv	A, Ap	Bv	A, Ap	Bv	A, Ap	Bv
L1	POLE	Łężyca	12,9	5,1	1,6	2,2	1,3	1,2	11,5	3,8
L2	LAS	Łężyca	21,7	6,3	4,5	2,0	3,1	0,9	18,6	5,4
L3	POLE	Łężyca	20,0	5,1	1,7	2,3	1,4	1,2	18,6	3,9
L5	LAS	Łężyca	19,0	4,0	3,2	1,0	2,6	1,0	16,4	3,1
S2	POLE	Świdnica	9,9	3,5	2,1	1,4	1,1	0,8	8,8	2,7
S1	LAS	Świdnica	12,4	5,9	2,9	3,6	1,7	1,7	10,8	4,3
S4	POLE	Świdnica	8,6	4,6	3,2	2,4	1,5	1,5	7,1	3,1
S3	LAS	Świdnica	12,6	5,1	4,7	2,5	2,8	1,1	9,8	4,0
S6	POLE	Świdnica	12,3	4,6	2,6	2,5	1,2	1,5	11,0	3,1
S7	LAS	Świdnica	15,2	5,1	2,1	2,9	1,5	1,6	13,7	3,5
Z1	POLE	Zabór	16,2	5,8	2,8	2,5	1,5	0,9	14,7	4,9
Z2	LAS	Zabór	25,9	3,9	7,1	1,2	3,8	0,9	22,0	3,0
Z3	POLE	Zabór	20,7	4,4	3,2	1,9	1,7	0,9	18,9	3,6
Z4	LAS	Zabór	24,2	5,9	8,7	2,4	4,8	1,1	19,4	4,8
Z5	POLE	Zabór	19,3	4,3	3,1	1,7	1,8	1,2	17,5	3,1
Z6	LAS	Zabór	19,0	6,0	0,7	2,2	1,1	1,0	17,9	5,0
Z7	POLE	Zabór	18,2	6,9	4,3	2,9	1,7	1,5	16,5	5,4
Z8	LAS	Zabór	13,0	4,9	4,6	3,0	2,2	1,4	10,8	3,5
Z9	POLE	Zabór	12,9	3,3	2,1	1,9	1,4	1,3	11,5	2,0
Z10	LAS	Zabór	17,6	5,3	4,4	2,6	2,8	1,5	14,8	3,7

PPW — połowa pojemność wodna, PHWR — początek hamowania wzrostu roślin, WTW — wilgotność trwałego wędnięcia, WD — woda dostępna dla roślin

Punkt uwilgotnienia gleby, przy którym roślina zaczyna reagować na niedostatek wody nazywamy początkiem hamowania wzrostu roślin (PHWR). W poziomach próchnicznych gleb leśnych wynosił on średnio 4,3% a w glebach porolnych średnio 2,7%. W poziomach wzbogacania (Bv) badanych gleb, tak leśnych jak i porolnych, PHWR wynosił średnio 2,2%.

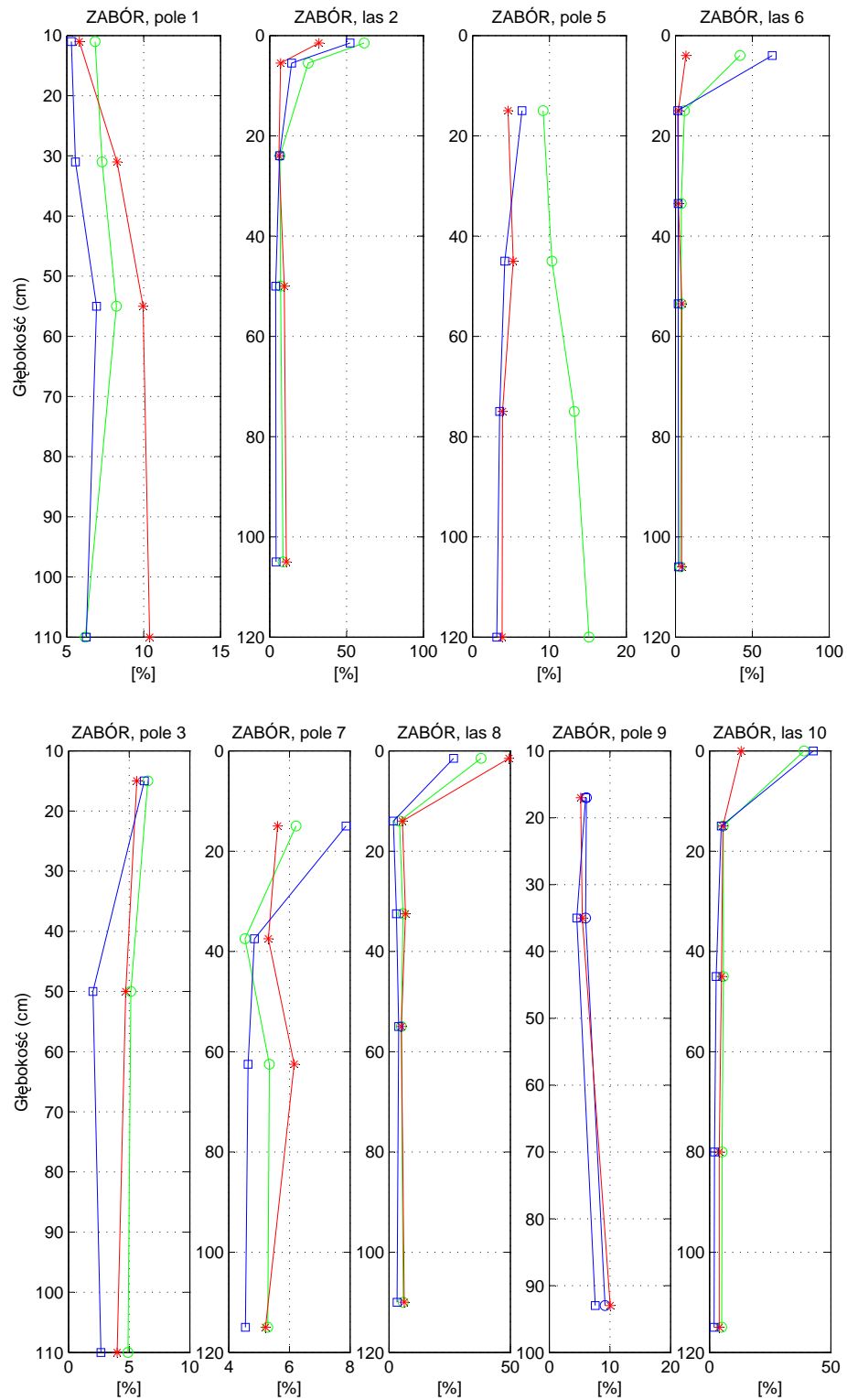
Okresowe badania wilgotności aktualnej w wytypowanych profilach glebowych prezentowane na rycinach 48, 49 i 50 wskazują, że najwyższą wilgotność aktualną stwierdzono na wiosnę, przy średniej ilości opadów w kwietniu wynoszącej 27,4 mm. Próbkę pobrano po okresie roztopów po dość długo utrzymującej się pokrywie śnieżnej. Najniższą wilgotność aktualną zanotowano latem (w czerwcu), kiedy to średnia miesięczna ilość opadów



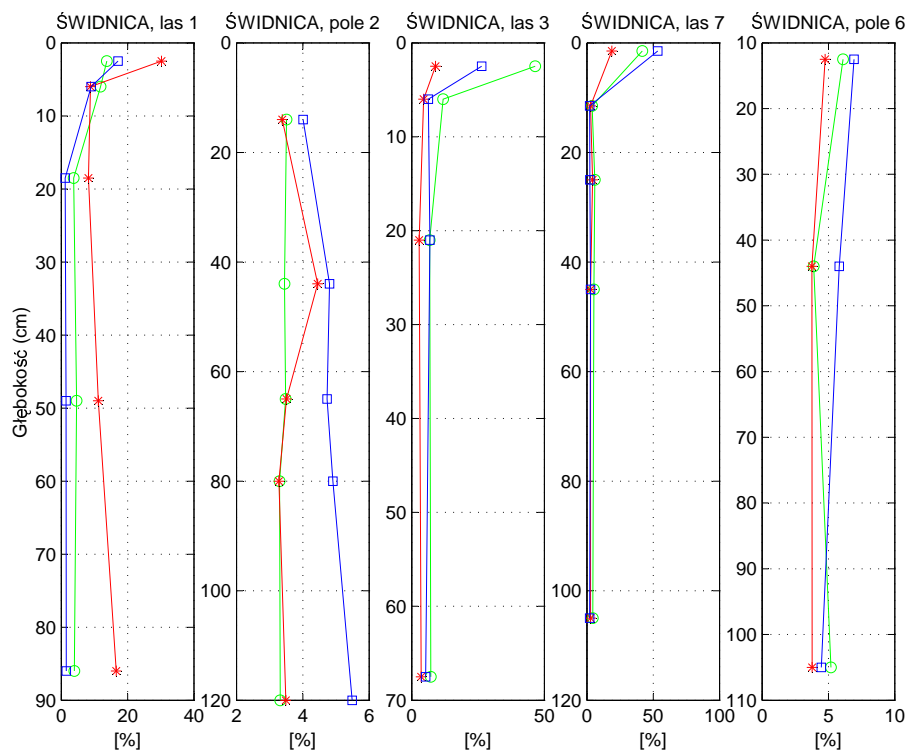
Ryc. 48. Wilgotność aktualna w profilach glebowych z obiektu Łężyca. Poszczególne symbole oznaczają: \circ — wiosna, $*$ — lato, \square — jesień

wynosiła 31,7 mm.

Analizując okresowe badania wilgotności aktualnej w profilach badanych gleb można zauważyć, że różnice w wartościach tego parametru dotyczą głównie poziomów organicznych i próchnicznych opisywanych gleb. W glebach leśnych największą wilgotność aktualną obserwowano w poziomach ściółki średnio 43% wiosną, 22% latem i 38% jesienią. W poziomach próchnicznych gleb leśnych średnie wartości wilgotności aktualnej wynosiły 11,7% wiosną, 5,4% latem i 9,8% jesienią. Najwyższe wartości zanotowano dla profili z obiektu Łężyca. W porównywanych glebach porolnych wartości te wynosiły: 6,5% wiosną, 4,8% latem i 5,6% jesienią. Najwyższe wartości zanotowano dla profili z obiektu Zabór. W poziomach rdzawych *Bv* gleb leśnych średnie wartości wilgotności aktualnej kształtowały się następująco: 5,7% wiosną, 4,3% latem i 8,6% jesienią a w glebach porolnych: 5,8% wiosną, 4,6% latem i 4,4% jesienią. Były zatem zbliżone do gleb leśnych. Podobnie w poziomach skały macierzystej, zarówno w glebach leśnych jak i porolnych, średnie wartości wilgotności aktualnej wynosiły 6,0% wiosną, 5,6% latem i 3,8% jesienią.



Ryc. 49. Wilgotność aktualna w profilach glebowych z obiektu Zabór. Poszczególne symbole oznaczają: \circ — wiosna, $*$ — lato, \square — jesień



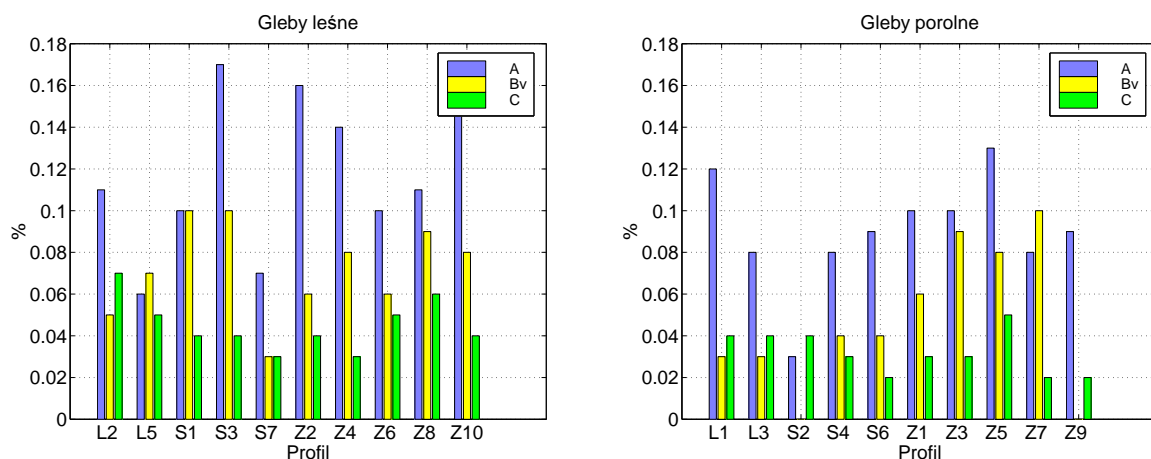
Ryc. 50. Wilgotność aktualna w profilach glebowych z obiektu Świdnica. Poszczególne symbole oznaczają: \circ — wiosna, $*$ — lato, \square — jesień

6.2.3. Właściwości chemiczne

Zawartość C i N ogólnego oraz stosunek C : N

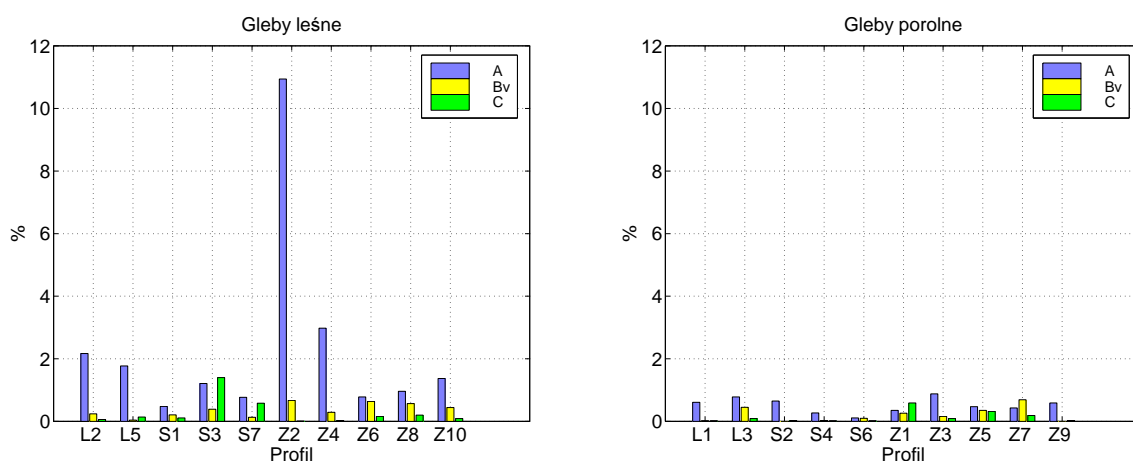
Glebowa materia organiczna zawiera głównie węgiel i azot, które należą do najważniejszych pierwiastków biogennych decydujących o aktywności procesów biochemicznych w glebach. W badanych glebach zawartość C i N wykazuje zróżnicowanie w profilach oraz związek ze sposobem użytkowania gleb. Gleby leśne były bardziej zasobne w azot i węgiel w porównaniu z glebami uprawnymi.

Najwyższą zawartość N zanotowano w poziomach organicznych (O) gleb leśnych 0,87%–1,43% (średnio 1,17%). W poziomach mineralnych badanych gleb zawartość tego pierwiastka zmniejszała się wraz ze wzrostem głębokości, zarówno w glebach leśnych jak i porolnych (ryc. 51), osiągając najniższe wartości w poziomach skały macierzystej. Najbardziej zasobne w azot ogółem były gleby leśne z okolic Świdnicy.



Ryc. 51. Zawartość azotu ogółem w poszczególnych poziomach genetycznych badanych gleb

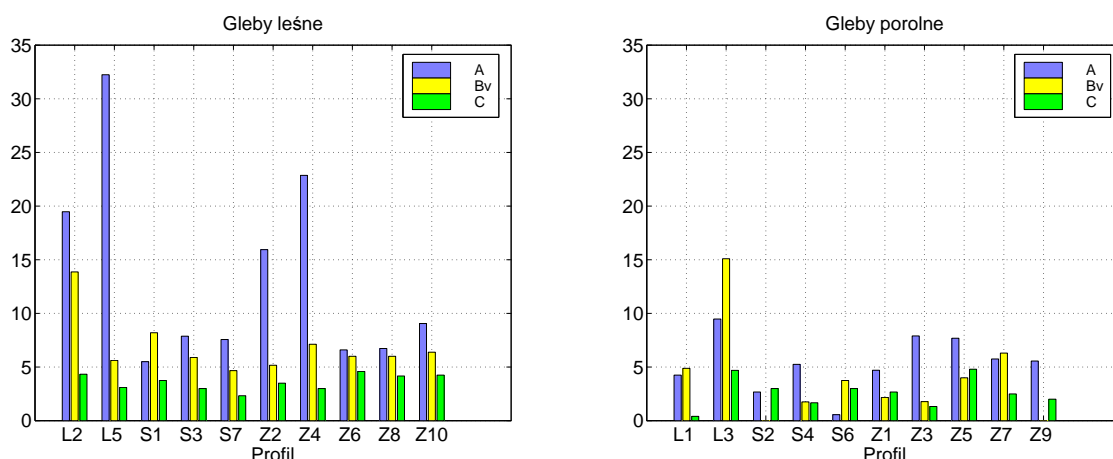
W badanych glebach materia organiczna akumulowana jest głównie w poziomie próchnicznym. W glebach porolnych średnia zawartość węgla organicznego w poziomach próchnicznych wynosiła 0,51% i zmniejszała się wraz ze wzrostem głębokości osiągając średnią wartość 0,21% w poziomie wzbogacania i średnio 0,14% w poziomie skały macierzystej (ryc. 52). Gleby leśne były bardziej zasobne w węgiel organiczny, którego średnia zawartość w profilach przedstawiała się następująco: w poziomie A 2,34%, w poziomie Bv 0,36% i w poziomie C 0,28%.



Ryc. 52. Zawartość węgla organicznego w poszczególnych poziomach genetycznych badanych gleb

Stosunek węgla organicznego do azotu ogółem (ryc. 53) kształtuje się w powierzchniowych poziomach genetycznych gleb porolnych średnio poniżej 7. Analogicznie, w glebach leśnych w poziomach próchnicznych stosunek C : N wynosi średnio 18. W poziomach wzbogacania (Bv) kształtuje się następująco: w glebach porolnych — średnio 3, w glebach leśnych — średnio 5. W poziomach skały macierzystej stosunek C : N wynosi odpowiednio: 4 — w glebach porolnych i 7 — w glebach leśnych (wartości średnie). Stosunek węgla

do azotu jest węższy w głębszych poziomach w porównaniu z wierzchnimi poziomami tej samej gleby.



Ryc. 53. Stosunek węgla organicznego do azotu ogółem (C : N) w poszczególnych poziomach genetycznych badanych gleb

Istotny statystycznie związek stwierdzono badając zależności pomiędzy zawartością węgla organicznego a pH_{KCl} w poziomach próchnicznych gleb leśnych i w poziomach wzbogacania (Bv) gleb porolnych (tab. 9).

Tabela 9. Zależności między zawartością węgla (C) a udziałem części spławialnych i pH w badanych glebach leśnych i porolnych

Analizowany związek	Gleby leśne			Gleby porolne		
	Równanie regresji	D (%)	r	Równanie regresji	D (%)	r
	Poziom A, ABv (n = 10)			Poziom Ap, ApBv (n = 10)		
x – cz. spław.; y – C org.	$y = -0,62x + 5,82$	20,50	-0,452	$y = -0,04x + 0,78$	21,40	-0,46
x – C org.; y – pH_{H_2O}	$y = -0,06x + 4,11$	38,40	-0,62	$y = 0,03x + 5,46$	0,00	0,007
x – C org.; y – pH_{KCl}	$y = -0,05x + 3,5$	40,00	-0,63*	$y = 0,22x + 4,7$	0,30	0,05
	Poziom Bv (n = 15)			Poziom Bv (n = 9)		
x – cz. spław.; y – C org.	$y = 0,037x + 0,24$	12,40	0,35	$y = 0,10x - 0,31$	42,10	0,649
x – C org.; y – pH_{H_2O}	$y = 0,47x + 4,29$	9,80	0,31	$y = 2,28x + 4,66$	54,40	0,738*
x – C org.; y – pH_{KCl}	$y = -0,03x + 4,09$	0,10	-0,03	$y = 1,95x + 4,06$	30,80	0,555
	Poziom C (n = 16)			Poziom C (n = 17)		
x – cz. spław.; y – C org.	$y = 0,004x + 0,19$	0,80	0,09	$y = 0,06x + 0,04$	1,20	0,11
x – C org.; y – pH_{H_2O}	$y = -0,03x + 4,59$	0,10	-0,03	$y = 0,08x + 5,49$	1,70	0,13
x – C org.; y – pH_{KCl}	$y = -0,01x + 4,14$	0,00	-0,006	$y = 0,17x + 4,71$	9,00	0,299

r — współczynnik korelacji; D — współczynnik determinacji; n — liczba obserwacji;

*; ** — zależności na poziomie odpowiednio 0,05 oraz 0,01

Odczyn

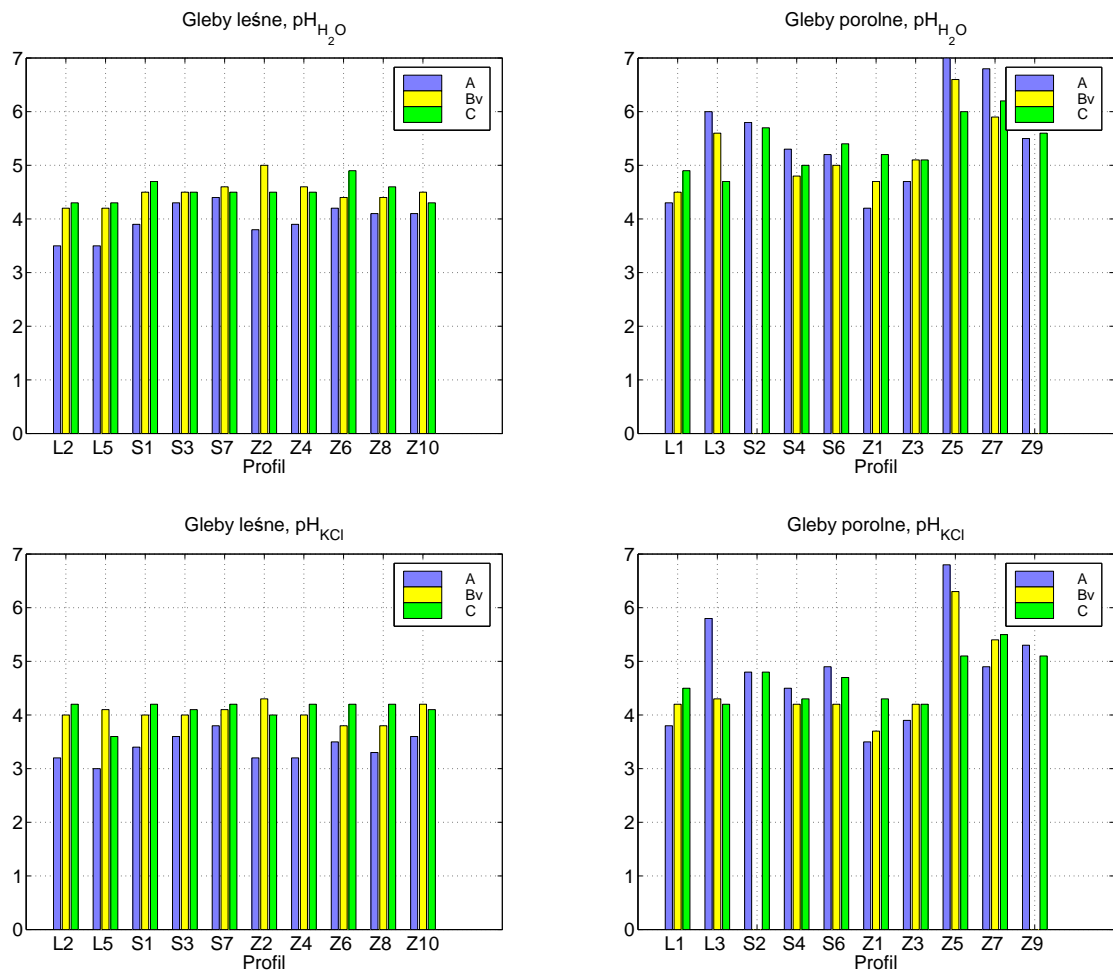
Odczyn gleby jest wskaźnikiem określającym jej żyzność i wpływ na wysokość i jakość plonów roślin. Odczyn wpływa na rozwój mikroorganizmów glebowych, zdolności sorpcyjne, dostępność dla roślin wielu mikro- i makroelementów.

W glebach leśnych odczyn zwiększa się wraz z głębokością profilów glebowych a w glebach porolnych sytuacja jest odwrotna, w powierzchniowych częściach profilów glebowych odczyn jest wyższy niż w skale macierzystej (ryc. 54). Różnice odczynu pomiędzy glebami leśnymi a porolnymi zależą głównie od roślinności porastającej badane gleby. Stąd niższe pH powierzchniowych poziomów gleb pod roślinnością acidofilną. Ściółka leśna charakteryzuje się wysokim zakwaszeniem — wartości $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ 3,1–4,2 (pH_{KCl} 3,0–4,1). W poziomach próchnicznych gleb leśnych zanotowano wartości $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ 3,5–4,4 (pH_{KCl} 3,4–4,3). Analogicznie w poziomach Ap gleb porolnych wartości $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ wynosiły 4,2–7,0 (pH_{KCl} 3,7–6,3) a najwyższe wartości zanotowano w glebach obiektu Zabór. W poziomach Bv gleb leśnych $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ wynosiło 4,2–5,0 (pH_{KCl} 3,8–4,30) i było o jedną jednostkę pH niższe niż w glebach porolnych. W poziomach skały macierzystej gleb leśnych zanotowano wartości $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ 4,3–4,9 (pH_{KCl} 3,6–4,2) a w tych poziomach gleb porolnych $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ 4,7–6,2 (pH_{KCl} 4,2–5,5).

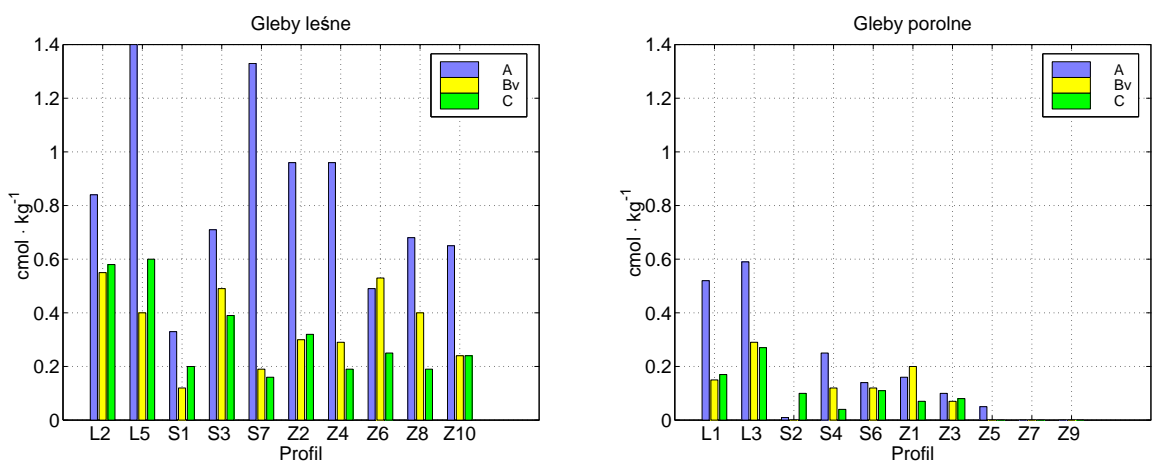
Najniższym odczynem charakteryzowały się gleby leśne i porolne z obiektu Łężyca a najwyższe pH zanotowano w profilach glebowych gleb leśnych i porolnych z obiektu Zabór.

Dla gleb o niskim pH charakterystyczna jest obecność glinu wymiennego. W poziomach próchnicznych ornych gleb porolnych zawartość glinu wymiennego wynosiła średnio $0,18 \text{ cmol}(+)\cdot\text{kg}^{-1}$. W poziomach próchnicznych gleb leśnych zanotowano średnio $0,84 \text{ cmol}(+)\cdot\text{kg}^{-1}$ jonów glinu Al^{+3} . W poziomach wzbogacania Bv średnia zawartość kształtowała się odpowiednio na poziomie: $0,10 \text{ cmol}(+)\cdot\text{kg}^{-1}$ w glebach porolnych i $0,35 \text{ cmol}(+)\cdot\text{kg}^{-1}$ w glebach leśnych. W poziomach skały macierzystej gleb porolnych zanotowano średnią zawartość glinu wymiennego wynoszącą $0,08 \text{ cmol}(+)\cdot\text{kg}^{-1}$, a w glebach leśnych $0,31 \text{ cmol}(+)\cdot\text{kg}^{-1}$. Wynika z tego, że gleby leśne charakteryzowały się większą zawartością glinu wymiennego w porównaniu z glebami porolnymi (ryc. 55).

Ponadto największą zawartość jonów glinu Al^{+3} zanotowano w profilach glebowych z obiektu Łężyca, co potwierdza zależność między zawartością glinu wymiennego a odczynem. Równania regresji oraz współczynniki korelacji i determinacji dla pH i glinu wymiennego zostały przedstawione w tabeli 10 oraz na rycinie 56.



Ryc. 54. Odczyn poszczególnych poziomów genetycznych badanych gleb leśnych i porolnych



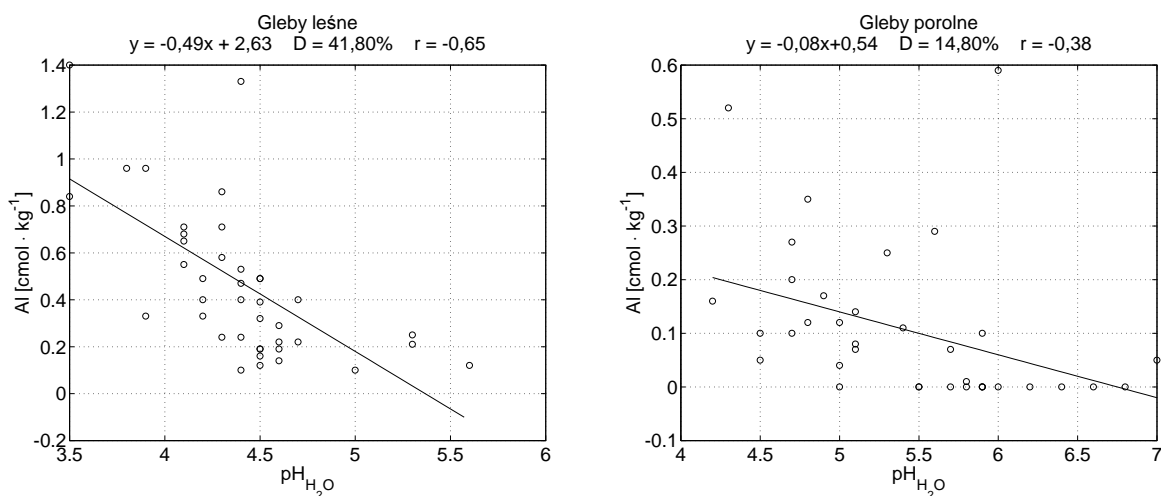
Ryc. 55. Zawartość glinu wymiennego w poszczególnych poziomach genetycznych badanych gleb leśnych i porolnych

Tabela 10. Zależność między zawartością glinu wymiennego a odczynem w badanych glebach leśnych i porolnych

Analizowany związek	Gleby leśne			Gleby porolne		
	Równanie regresji	D (%)	r	Równanie regresji	D (%)	r
	Poziom A, ABv (n = 10)			Poziom Ap, ApBv (n = 10)		
x – pH _{H₂O} ; y – Al wym.	y = -0,25x + 1,82	5,10	-0,23	y = -0,07x + 0,57	10,40	-0,32
x – pH _{KCl} ; y – Al wym.	y = -0,3x + 1,84	4,60	-0,21	y = -0,02x + 0,29	1,10	-0,11
	Poziom Bv (n = 14)			Poziom Bv (n = 9)		
x – pH _{H₂O} ; y – Al wym.	y = -0,33x + 1,86	45,70	-0,68**	y = -0,04x + 0,31	8,70	-0,30
x – pH _{KCl} ; y – Al wym.	y = -0,49x + 2,36	46,30	-0,68**	y = -0,07x + 0,42	37,60	-0,61
	Poziom C (n = 16)			Poziom C (n = 17)		
x – pH _{H₂O} ; y – Al wym.	y = -0,22x + 1,31	13,10	-0,36	y = -0,14x + 0,83	47,00	-0,69**
x – pH _{KCl} ; y – Al wym.	y = -0,34x + 1,73	24,30	-0,49	y = -0,15x + 0,78	47,50	-0,69**

r — współczynnik korelacji; D — współczynnik determinacji; n — liczba obserwacji;

*; ** — zależności na poziomie odpowiednio 0,05 oraz 0,01

**Ryc. 56.** Krzywe regresji dla związku między pH_{H₂O} a zawartością glinu wymiennego w badanych glebach leśnych

Właściwości sorpcyjne

Zdolności sorpcyjne gleby obok składu granulometrycznego i odczynu są ważnymi właściwościami utworu glebowego decydującymi o możliwości zaopatrzenia roślin i innych organizmów glebowych w składniki pokarmowe.

Wyższe wartości pojemności sorpcyjnej (T) w badanych glebach zanotowano w poziomach próchnicznych w porównaniu z poziomami głębszymi, co jest szczególnie widoczne

w glebach leśnych (tab. 11, 12, 13). W poziomach próchnicznych gleb leśnych wartość pojemności sorpcyjnej wynosiła średnio $11,9 \text{ cmol}(+)\cdot\text{kg}^{-1}$ i była nieznacznie wyższa od gleb porolnych ($9,7 \text{ cmol}(+)\cdot\text{kg}^{-1}$). W poziomach wzbogacania (Bv) wartości T wynosiły średnio $8,4 \text{ cmol}(+)\cdot\text{kg}^{-1}$ dla wszystkich gleb nie wykazując związku ze sposobem użytkowania. Natomiast poziomy skały macierzystej wykazywały pojemność sorpcyjną $3,8\text{--}10,5 \text{ cmol}(+)\cdot\text{kg}^{-1}$ (średnio $7,2 \text{ cmol}(+)\cdot\text{kg}^{-1}$) w glebach leśnych i $3,3\text{--}11,6 \text{ cmol}(+)\cdot\text{kg}^{-1}$ (średnio $6,5 \text{ cmol}(+)\cdot\text{kg}^{-1}$) w glebach porolnych.

Tabela 11. Właściwości sorpcyjne badanych gleb obiektu Łężyca

Symbol	Użytkowanie	Poziom	S*	Hh	T*	V*	$\frac{Ca}{Mg}$	$\frac{Mg}{K}$	$\frac{Ca+Mg}{K+Na}$	$\frac{(Ca+Mg)}{T*100}$
			$\text{cmol}(+)\cdot\text{kg}^{-1}$			%				%
L1	POLE	ApBv	1,7	10,5	12,2	13,9	0,53	1,25	1,38	8,0
L1	POLE	Bv	2,5	6,0	8,5	29,4	0,47	1,90	2,23	20,3
L1	POLE	Bv	1,6	3,4	5,0	32,2	0,63	1,18	1,59	19,8
L1	POLE	C	1,3	2,6	4,0	33,9	0,76	1,39	1,90	22,2
L2	LAS	Ol	2,9	28,5	31,4	9,2	1,50	0,64	1,20	5,0
L2	LAS	A	1,6	11,8	13,4	11,8	0,54	1,09	1,21	6,4
L2	LAS	Bv	1,4	11,3	12,7	11,1	1,25	0,64	1,10	5,8
L2	LAS	Bv	1,8	7,1	9,0	20,6	0,58	1,06	1,27	11,5
L2	LAS	BvC	1,4	6,8	8,1	16,9	0,61	1,56	1,91	11,1
L2	LAS	C	1,6	5,6	7,3	22,5	0,62	0,88	1,19	12,2
L3	POLE	ApBv	3,5	3,8	7,2	48,0	2,11	0,75	1,94	31,7
L3	POLE	Bv	2,6	5,3	7,9	33,5	0,79	0,68	1,07	17,3
L3	POLE	C	2,7	4,5	7,2	37,5	0,49	1,48	1,79	18,9
L3	POLE	D	8,7	4,9	13,5	64,0	6,44	0,19	1,37	45,2
L5	LAS	Ol	5,2	22,1	27,4	19,2	4,67	0,50	2,22	13,2
L5	LAS	ABv	1,8	10,4	12,2	14,7	0,92	0,79	1,09	7,7
L5	LAS	Bv	1,2	8,3	9,5	12,9	0,50	1,40	1,63	8,0
L5	LAS	C	1,4	6,8	8,2	17,6	0,66	0,89	1,10	9,2
L5	LAS	C	1,8	4,9	6,7	27,1	0,48	1,15	1,37	15,7

V* – stopień wysycenia kompleksu sorpcyjnego kationami o charakterze zasadowym ($V=S/T\cdot 100$), S* – suma kationów o charakterze zasadowym (Mg^{+2} , Ca^{+2} , K^+ , Na^+), T* – pojemność sorpcyjna ($T = S + \text{Hh}$)

Tabela 12. Właściwości sorpcyjne badanych gleb obiektu Świdnica

Symbol	Użytkowanie	Poziom	S*	Hh	T*	V*	$\frac{Ca}{Mg}$	$\frac{Mg}{K}$	$\frac{Ca+Mg}{K+Na}$	$\frac{(Ca+Mg)}{T*100}$
			cmol(+) \cdot kg ⁻¹			%				%
S1	LAS	Ol	9,8	22,9	32,7	30,0	0,37	3,47	3,71	23,6
S1	LAS	A	2,2	11,6	13,8	15,9	0,05	2,50	2,23	11,0
S1	LAS	Bv	2,1	4,5	6,6	32,2	0,05	2,62	2,34	22,6
S1	LAS	C	2,1	1,7	3,8	55,3	0,06	2,60	2,34	38,8
S1	LAS	C	3,3	1,9	5,1	63,5	0,03	4,48	3,97	50,7
S1	LAS	C	1,8	3,4	5,2	35,4	0,04	2,35	2,07	23,9
S2	POLE	ApBv	4,4	8,3	12,6	34,7	0,11	1,85	1,83	22,5
S2	POLE	C	2,2	1,1	3,3	66,1	0,11	1,57	1,53	40,0
S2	POLE	C	2,6	3,0	5,6	46,0	0,08	1,98	1,89	30,1
S2	POLE	C	2,7	3,6	6,3	43,1	0,10	1,78	1,75	27,4
S2	POLE	C	2,5	3,0	5,5	45,5	0,11	1,51	1,48	27,1
S3	LAS	Ol	8,5	19,9	28,4	29,9	0,30	4,67	4,65	24,6
S3	LAS	A	3,0	9,0	12,0	25,2	0,16	1,84	1,82	16,3
S3	LAS	Bv	2,7	6,6	9,3	29,4	0,16	1,78	1,77	18,8
S3	LAS	C	4,8	5,1	9,9	48,6	0,08	2,18	2,10	32,9
S4	POLE	Ap	3,8	5,8	9,6	39,3	0,13	1,73	1,69	24,7
S4	POLE	Bv	3,5	3,9	7,5	47,3	0,07	2,72	2,51	37,2
S4	POLE	C	2,8	3,8	6,5	42,5	0,07	2,57	2,44	38,1
S7	LAS	O	8,7	20,3	28,9	30,0	0,09	6,00	4,54	24,6
S7	LAS	ABv	3,6	5,8	9,4	38,5	0,06	2,53	2,23	26,6
S7	LAS	Bv	3,6	5,6	9,2	38,9	0,04	2,74	2,44	27,6
S7	LAS	Bv	2,5	4,5	7,0	35,3	0,04	3,46	2,99	26,5
S7	LAS	C	3,0	3,9	7,0	43,4	0,05	2,88	2,53	31,1
S6	POLE	Ol	5,3	4,9	10,2	52,2	0,15	2,53	2,44	37,0
S6	POLE	A	3,5	3,4	6,9	51,0	0,06	2,77	2,55	36,6
S6	POLE	Bv	4,8	4,7	9,5	50,7	0,11	1,98	1,97	33,6
S6	POLE	C	5,0	3,6	8,6	58,4	0,35	1,02	1,24	32,4

Znaczenie poszczególnych symboli — tab. 11

Tabela 13. Właściwości sorpcyjne badanych gleb obiektu Zabór

Symbol	Użytkowanie	Poziom	S*	Hh	T*	V*	$\frac{Ca}{Mg}$	$\frac{Mg}{K}$	$\frac{Ca+Mg}{K+Na}$	$\frac{(Ca+Mg)}{T*100}$
			cmol(+) \cdot kg ⁻¹				%			
Z1	POLE	Ap	4,1	10,9	15,0	27,5	0,05	3,72	3,43	21,3
Z1	POLE	Bv	4,4	4,3	8,7	50,4	0,06	3,24	3,09	38,0
Z1	POLE	C	5,0	4,7	9,7	51,8	0,06	2,96	2,85	38,3
Z1	POLE	C	4,9	3,2	8,1	60,4	0,10	3,31	3,33	46,5
Z2	LAS	O	7,5	12,0	19,5	38,6	0,04	5,67	4,91	32,1
Z2	LAS	ABv	3,5	6,2	9,7	35,9	0,01	5,26	4,51	29,4
Z2	LAS	Bv	2,9	5,6	8,6	34,3	0,05	2,89	2,68	25,0
Z2	LAS	Bv	3,0	4,1	7,2	42,4	0,07	2,30	2,17	29,0
Z2	LAS	C	2,1	5,4	7,6	28,1	0,16	0,89	1,00	14,1
Z3	POLE	Ap	3,5	5,1	8,6	40,8	0,06	3,99	3,76	32,2
Z3	POLE	Bv	3,6	3,2	6,7	52,7	0,05	2,67	2,50	37,7
Z3	POLE	C	3,3	3,4	6,7	49,4	0,05	2,44	2,29	34,4
Z4	LAS	O	12,3	12,4	24,7	49,8	0,63	4,69	6,38	43,1
Z4	LAS	A	3,8	9,4	13,1	28,7	0,04	3,94	3,51	22,3
Z4	LAS	Bv	3,5	4,9	8,4	41,6	0,05	2,24	2,08	28,1
Z4	LAS	C	2,7	3,4	6,1	44,8	0,05	2,77	2,46	31,9
Z4	LAS	C	3,1	3,2	6,3	49,6	0,06	2,23	2,11	33,7
Z5	POLE	Ap	7,0	0,8	7,7	90,3	0,48	4,36	5,38	76,1
Z5	POLE	Bv	3,8	2,1	5,9	65,0	0,12	3,12	3,01	48,8
Z5	POLE	C	4,3	3,6	7,8	54,4	0,09	3,00	2,88	40,4
Z5	POLE	C	4,2	2,8	7,0	59,8	0,07	3,41	3,23	45,6
Z6	LAS	Ol	9,2	18,8	27,9	32,9	0,11	5,56	5,12	27,5
Z6	LAS	A	4,0	6,2	10,2	39,1	0,18	2,90	3,04	29,4
Z6	LAS	Bv	3,7	5,3	9,0	41,4	0,03	2,74	2,50	29,6
Z6	LAS	C	5,6	4,9	10,5	53,7	0,05	2,85	2,61	38,8
Z6	LAS	C	6,5	3,8	10,3	63,5	0,28	2,14	2,31	44,3
Z7	POLE	ApBv	6,0	4,1	10,1	59,1	0,15	4,43	4,38	48,1
Z7	POLE	Bv	9,2	3,4	12,6	73,2	0,05	2,83	2,66	53,2
Z7	POLE	C	4,7	3,4	8,0	57,9	0,12	3,54	3,46	44,9
Z7	POLE	C	3,3	3,6	6,9	48,2	0,09	3,70	3,61	37,7
Z8	LAS	O	14,0	17,3	31,2	44,8	0,70	5,49	7,90	39,7
Z8	LAS	ABv	2,9	6,6	9,5	30,9	0,12	3,78	3,63	24,2
Z8	LAS	Bv	3,5	5,8	9,3	37,5	0,05	3,20	2,96	28,0

kontynuacja na następnej stronie ...

... kontynuacja z poprzedniej strony

Z8	LAS	C	3,5	4,9	8,4	42,1	0,05	3,47	3,16	32,0
Z8	LAS	C	3,3	3,6	6,9	48,4	0,07	3,88	3,68	38,0
Z9	POLE	Ap	3,0	3,9	7,0	43,6	0,17	2,26	2,31	30,4
Z9	POLE	Box	8,6	3,0	11,6	74,2	0,07	7,56	7,04	65,0
Z9	POLE	C	2,8	3,4	6,2	45,2	0,12	3,57	3,51	35,2
Z10	LAS	O	11,9	13,5	25,4	46,8	0,03	9,38	7,93	41,5
Z10	LAS	ABv	5,3	8,3	13,6	39,1	0,24	2,99	3,31	30,0
Z10	LAS	Bv	4,2	5,6	9,9	42,9	0,05	2,87	2,66	31,2
Z10	LAS	Bv	3,7	3,8	7,5	49,7	0,09	2,69	2,56	35,7
Z10	LAS	C	3,5	4,1	7,6	45,7	0,04	2,81	2,61	33,0

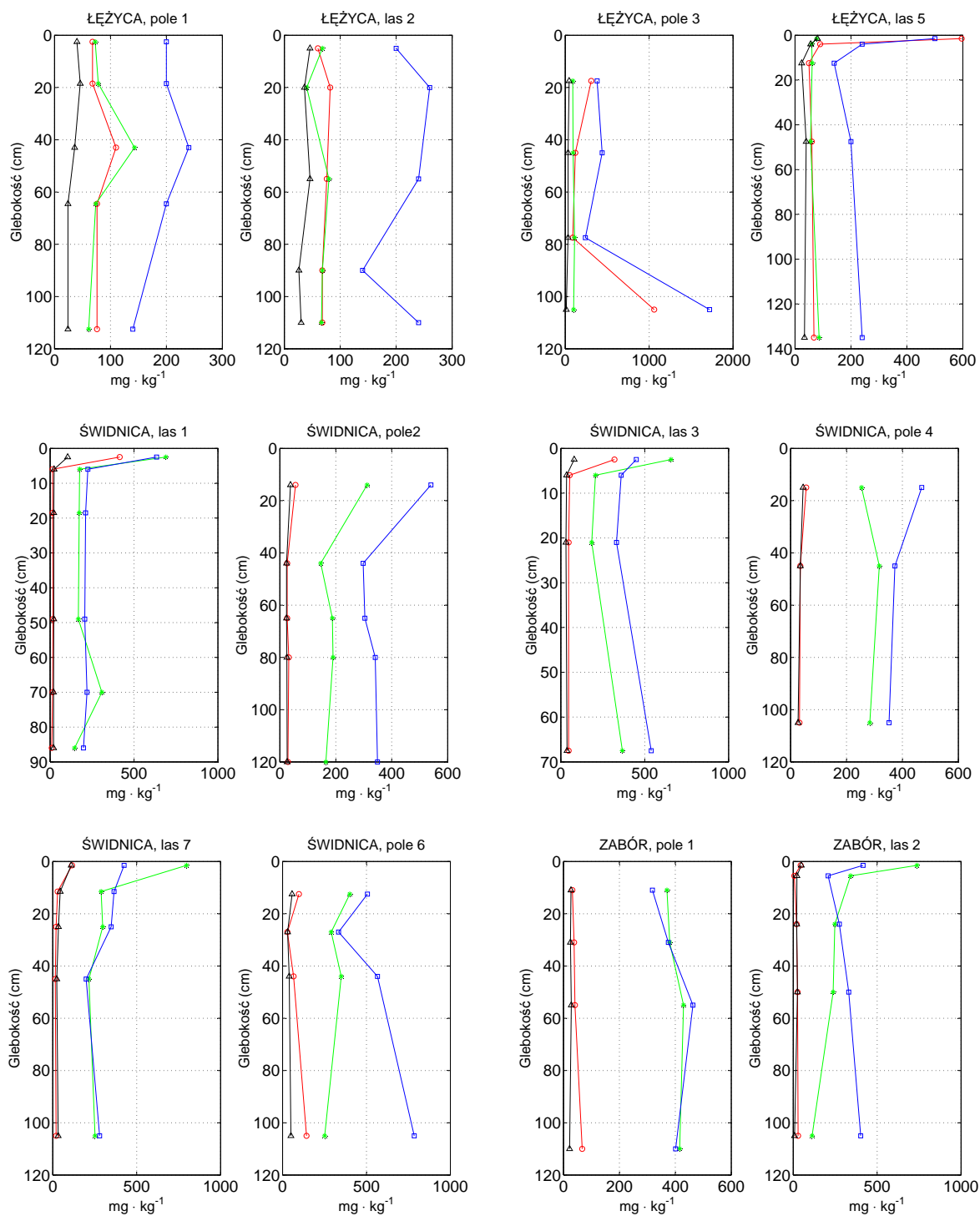
Znaczenie poszczególnych symboli — tab. 11

Stopień wysycenia kompleksu sorpcyjnego kationami o charakterze zasadowym (V) w glebach porolnych był wyższy w porównaniu do gleb leśnych (tab. 11, 12, 13). Wartości V wzrastały wraz z głębokością. Wierzchnie warstwy profilów gleb leśnych wykazywały z reguły mniejszy stopień wysycenia kompleksu sorpcyjnego kationami o charakterze zasadowym od pozostałych poziomów genetycznych. W poziomach próchnicznych gleb leśnych zanotowano średnio $V = 27,9\%$, a w poziomach próchnicznych porównywanych gleb porolnych $V = 44,8\%$. W poziomach wzbogacania zanotowano wartości V wyższe niż w poziomach próchnicznych, w glebach leśnych średnio $33,3\%$ a w glebach porolnych średnio $50,4\%$. W poziomach skały macierzystej wartości V wynosiły średnio $45,5\%$ niezależnie od sposobu zagospodarowania gleb. Najniższym stopniem wysycenia kompleksu sorpcyjnego kationami o charakterze zasadowym charakteryzowały się gleby z obiektu Łężyca, a najwyższym gleby z obiektu Zabór.

Badane gleby charakteryzowały się zróżnicowaną zawartością kationów wymiennych: magnezu, wapnia, sodu i potasu (ryc. 57).

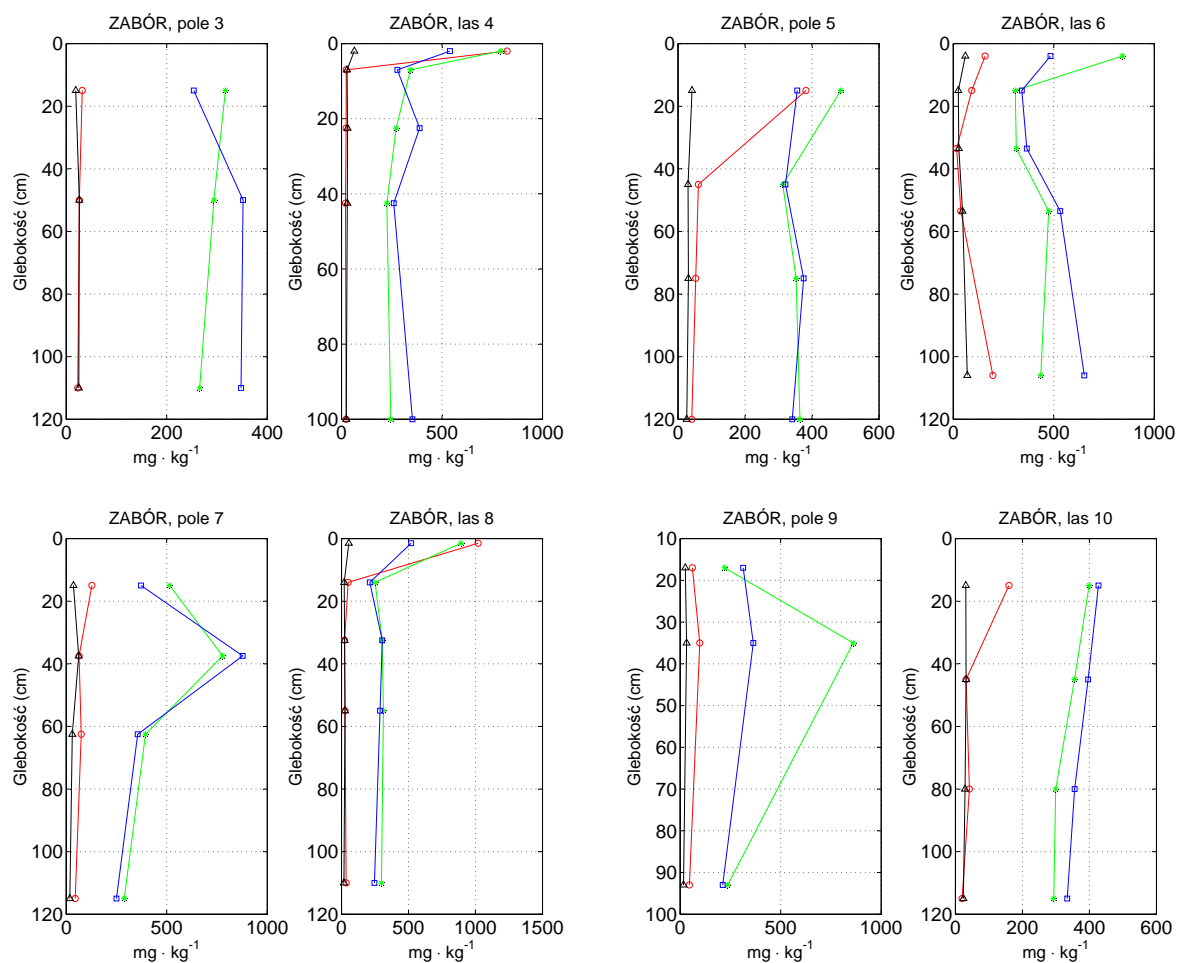
W badanych glebach niezależnie od sposobu użytkowania najwyższą zawartość magnezu wymiennego zanotowano w poziomach rdzawych (Bv), w których to stanowił on 18–43% sumy kationów o charakterze zasadowym (S) (ryc. 58). Zaobserwowano również niewielkie zubożenie powierzchniowych poziomów glebowych w magnez wymienny. Ponadto w badanych glebach wraz ze wzrostem pH oraz udziałem części spławialnych wzrasta zawartość Mg wymiennego. Najbardziej zasobne w magnez wymienny były gleby z obiektu Zabór, a najmniej tego pierwiastka zanotowano w glebach z obiektu Łężyca.

Wapń w większych ilościach w badanych glebach występował w warstwach powierzchniowych. Ponadto gleby uprawne były bardziej zasobne w ten pierwiastek w porównaniu z glebami leśnymi. Zawartość wapnia w stosunku do S dochodziła do 30% w glebach polnych. Najbardziej zasobne w wapń wymienny były gleby z obiektu Łężyca a najmniej



Rysunek 57. Zawartość kationów wymiennych w poszczególnych profilach badanych gleb. Symbole na rycinach oznaczają: ○ — Ca²⁺, * — Mg²⁺, □ — K⁺, △ — Na⁺
kontynuacja na następnej stronie ...

... kontynuacja z poprzedniej strony



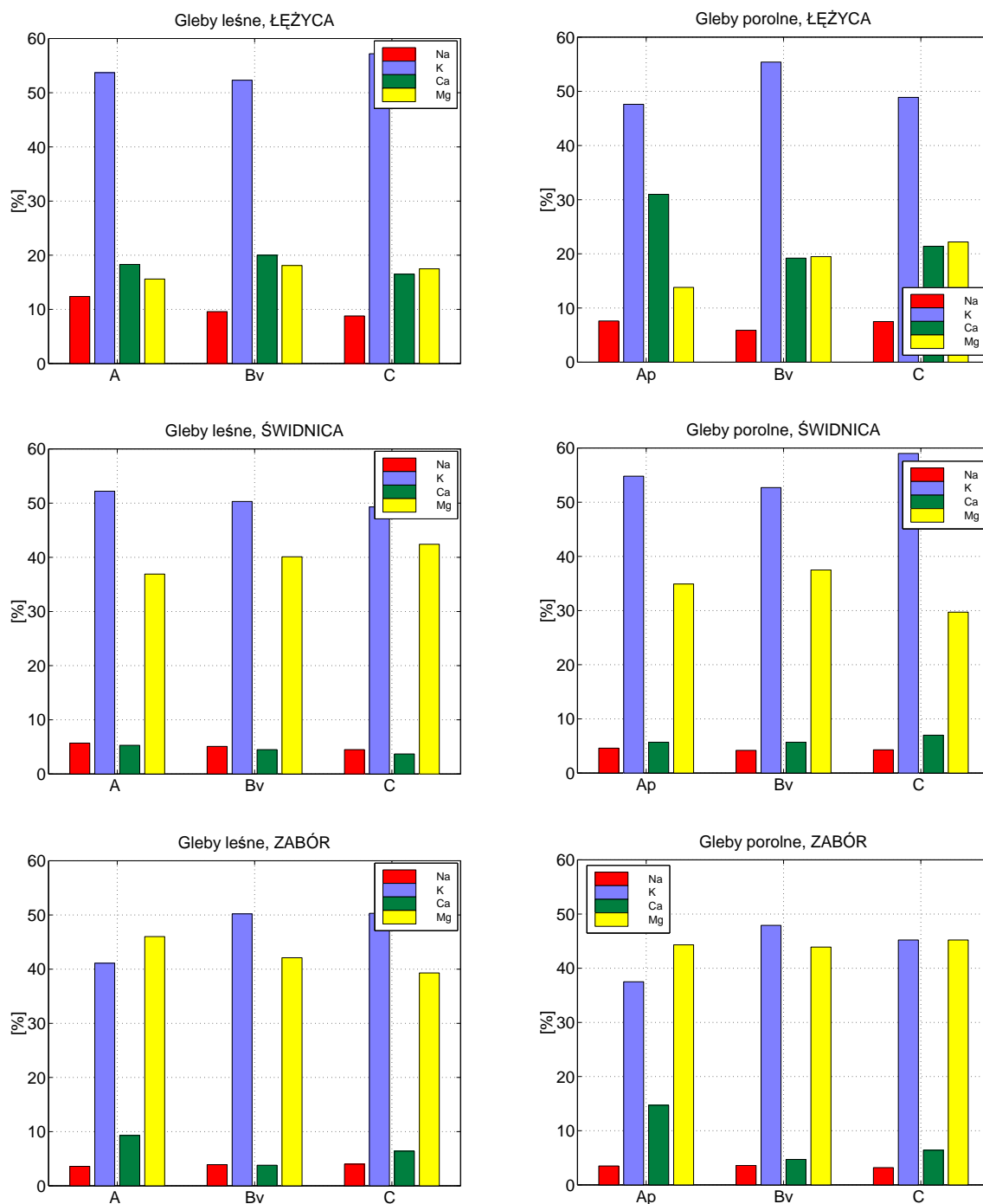
Ryc. 57. Zawartość kationów wymiennych w poszczególnych profilach badanych gleb. Symbole na rycinach oznaczają: \circ — Ca^{+2} , $*$ — Mg^{+2} , \square — K^+ , \triangle — Na^+

tego pierwiastka zanotowano w glebach z obiektu Świdnica.

W badanych glebach stwierdzono małe zawartości magnezu w stosunku do wapnia wymiennego, przy czym porównując parami badane gleby leśne i gleby odłogowane można zauważyć niższe wartości stosunku Ca : Mg w glebach leśnych (tab. 11, 12, 13).

Ważnym składnikiem kompleksu sorpcyjnego jest potas wymienny. Jego zawartość wahała się w granicach $0,36$ – $1,67$ $cmol(+)\cdot kg^{-1}$ w glebach leśnych oraz $0,36$ – $4,41$ $cmol(+)\cdot kg^{-1}$ w glebach porolnych. Największą zawartość tego pierwiastka zanotowano w poziomach próchnicznych (A) gleb leśnych oraz w poziomach wzbogacania (Bv) gleb porolnych. Najbardziej zasobne w potas wymienny okazały się gleby z okolic Świdnicy.

Analizując stosunek zawartości magnezu wymiennego do potasu wymiennego (tab. 11, 12, 13) można stwierdzić, że w badanych glebach proporcje te wynoszą około 2 : 1 lub wskazują na większą zawartość magnezu w stosunku do potasu, przy czym w glebach



Ryc. 58. Udział kationów zasadowych w stosunku do S (średnie wartości)

z obiektu Łężyca, zarówno leśnych jak i porolnych, stosunek Mg : K jest niższy niż w pozostałych glebach.

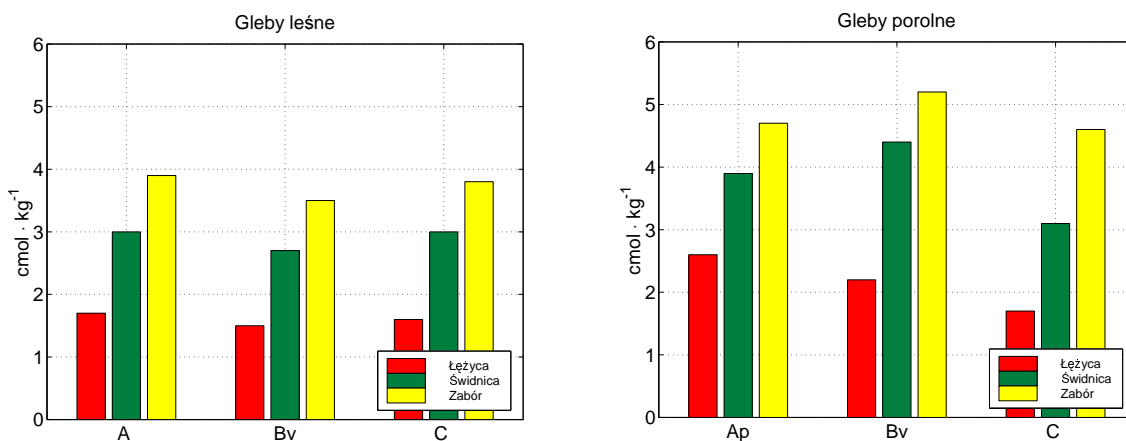
Sód jest pierwiastkiem występującym w badanych glebach w niewielkich ilościach. Jego zawartość w profilach charakteryzowanych gleb malała wraz z głębokością osiągając najniższą zawartość w poziomach skały macierzystej (C). Wszystkie badane gleby niezależnie od sposobu zagospodarowania, zawierały podobne ilości sodu wymiennego.

W glebach leśnych zawartość kationów wymiennych w poziomach mineralnych uszeregowano według następującej sekwencji: $Mg > K > Ca > Na$. Wyjątkiem są poziomy próchniczne (A) w glebach z obiektu Łężyca, w których rozkład ten przedstawiał się następująco: $K > Mg > Ca > Na$.

W poziomach ściółki leśnej zanotowano najwyższą zawartość magnezu wymiennego i najniższą sodu. Najbardziej zasobne w kationy wymienne były gleby leśne z okolic Zaboru (ryc. 59).

Pionowe rozmieszczenie kationów o charakterze zasadowym (ryc. 57) kształtowało się odmiennie w przypadku sodu oraz kationów dwuwartościowych. Zaobserwowano zmniejszanie się ilości jonów sodu wraz z głębokością, a w przypadku magnezu i wapnia nieznaczny wzrost zawartości w poziomach wzbogacania (Bv).

W glebach porolnych zawartość kationów wymiennych w poziomach mineralnych uszeregowano według następującej kolejności: $Mg > Ca > K > Na$. Gleby odłogowane w porównaniu z glebami leśnymi były bardziej zasobne w potas wymienny. Najmniej zasobne we wszystkie kationy wymienne były gleby odłogowane z okolic Łężyca (ryc. 59).

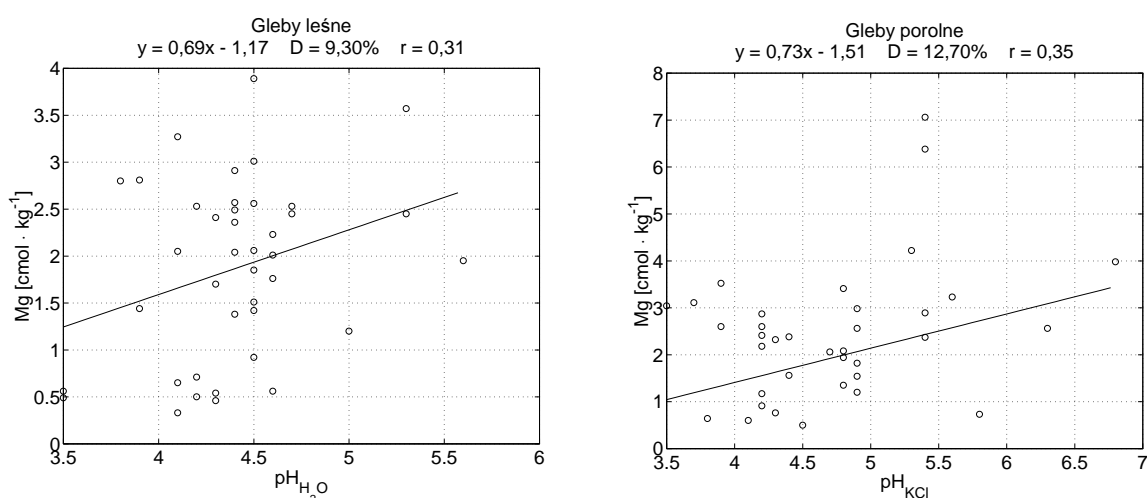


Ryc. 59. Suma kationów zasadowych (średnie wartości dla gleb leśnych i porolnych)

W badanych glebach w poziomach powierzchniowych widoczna jest przewaga kationów dwuwartościowych nad jednowartościowymi. Udział kationów dwuwartościowych w pojemności sorpcyjnej zwiększał się wraz z głębokością (tab. 11, 12, 13).

Porównując gleby leśne i odłogowane można zauważyć, że gleby odłogowane były bardziej zasobne w kationy wymienne. Gleby leśne i odłogowane z północnej części Wysoczyzny Zielonogórskiej (obiekt Łężyca) charakteryzowały się najmniejszą zawartością sodu, potasu, magnezu i wapnia wymiennego w porównaniu z pozostałymi glebami. Najbardziej zasobne w te pierwiastki były gleby z obiektu Zabór.

Stężenie jonów wodorowych wpływa na zawartość kationów zasadowych w glebie, głównie potasu, wapnia i magnezu. Analiza regresji i współczynnik korelacji wskazuje, że w glebach porolnych wzrastające zakwaszenie ma wpływ głównie na ubytek jonów wapnia a następnie magnezu, natomiast w glebach leśnych głównie jonów potasu i magnezu (tab. 14 i ryc. 60). W przypadku sodu funkcja regresji miała prawie płaski przebieg. A współczynnik determinacji nie przekraczał 1,9% w glebach leśnych i 6% w glebach porolnych, stąd można wywnioskować, że zmiana pH nie wpływała istotnie na zawartość tej formy pierwiastka w glebie.



Ryc. 60. Zależność pomiędzy zawartością magnezu wymiennego a pH w glebach leśnych i porolnych Wysoczyzny Zielonogórskiej

W przypadku gleb porolnych zanotowano również istotne statystycznie związki między odczynem i sumą kationów o charakterze zasadowym oraz kwasowością hydrolityczną, natomiast w przypadku gleb leśnych między pH i kwasowością hydrolityczną oraz pojemnością sorpcyjną gleb. Wzrostowi pH towarzyszył wzrost stopnia wysycenia kompleksu sorpcyjnego kationami o charakterze zasadowym (V) zarówno w glebach leśnych jak i porolnych. Ponadto w glebach porolnych odczyn miał wpływ na proporcje kationów dwuwartościowych do jednowartościowych. Wzrostowi pH towarzyszył szerszy stosunek kationów dwuwartościowych do jednowartościowych. W przypadku innych proporcji między kationami nie zanotowano istotnych korelacji (tab. 14).

W tabeli 14 zamieszczono równania regresji i współczynniki korelacji przedstawiające relacje między udziałem części spławialnych a zawartością kationów o charakterze zasadowym. Analizując zestawione dane dla gleb leśnych zaobserwowano istotną dodatnią korelację między udziałem części spławialnych a zawartością wszystkich kationów. Podobne związki wystąpiły w przypadku gleb porolnych, za wyjątkiem jonów Ca wymiennego.

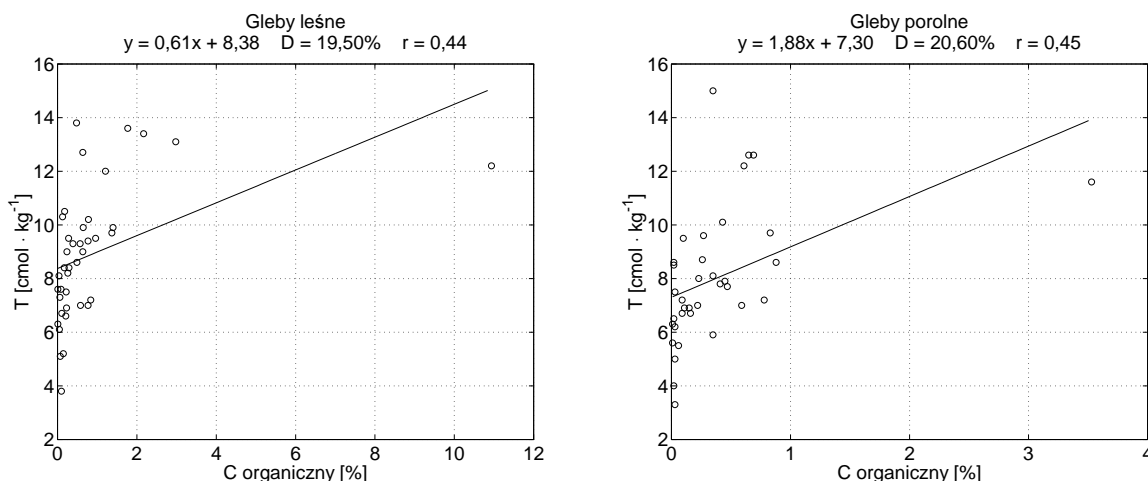
Tabela 14. Równania regresji oraz współczynniki korelacji i determinacji dla związków między odczynem, zawartością węgla organicznego i udziałem części spławialnych a zawartością kationów wymiennych i właściwościami sorpcyjnymi w badanych glebach w zależności od sposobu użytkowania

Analizowany związek	Gleby leśne (n = 40)			Gleby porolne (n = 36)		
	Równanie regresji	D (%)	r	Równanie regresji	D (%)	r
x – części spław. y – Na wym.	$y = 0,01x + 0,10$	29,60	0,544**	$y = 0,01x + 0,09$	12,70	0,36*
x – części spław. y – K wym.	$y = 0,04x + 0,53$	44,80	0,67**	$y = 0,09x + 0,4$	23,30	0,48**
x – części spław. y – Ca wym.	$y = 0,01x + 0,13$	14,10	0,38*	$y = -0,01x + 0,42$	0,20	-0,04
x – części spław. y – Mg wym.	$y = 0,10x + 1,23$	28,40	0,53**	$y = 0,32x + 0,58$	18,40	0,43*
x – pH _{H₂O} ; y – Hh	$y = -4,21x + 24,43$	50,10	-0,71**	$y = -1,61x + 12,86$	29,60	-0,54**
x – pH _{KCl} ; y – Hh	$y = -4,05x + 21,78$	44,80	-0,67**	$y = -1,56x + 11,49$	29,70	-0,54**
x – pH _{H₂O} ; y – S	$y = 0,87x - 0,86$	9,10	0,30	$y = 1,07x - 1,93$	18,90	0,43**
x – pH _{KCl} ; y – S	$y = 0,35x + 1,62$	1,40	0,12	$y = 1,05x - 1,07$	19,40	0,44**
x – pH _{H₂O} ; y – T	$y = -3,33x + 23,57$	32,80	-0,57**	$y = -0,54x + 10,93$	2,30	-0,15
x – pH _{KCl} ; y – T	$y = -3,70x + 23,40$	39,10	-0,62**	$y = -0,51x + 10,42$	2,20	-0,15
x – pH _{H₂O} ; y – V	$y = 19,81x - 51,84$	36,10	0,60**	$y = 14,74x - 31,19$	50,00	0,71**
x – pH _{KCl} ; y – V	$y = 15,64x - 26,00$	21,80	0,47**	$y = 14,11x - 17,75$	48,80	0,70**
x – C org.; y – Hh	$y = 0,66x + 5,34$	22,00	0,47**	$y = 0,19x + 4,06$	0,30	0,055
x – C org.; y – S	$y = -0,05x + 3,04$	0,60	-0,07	$y = 1,69x + 3,24$	34,70	0,59**
x – C org.; y – T	$y = 0,61x + 8,38$	19,50	0,44**	$y = 1,88x + 7,30$	20,60	0,45**
x – C org. y – Na wym.	$y = 0,01x + 0,12$	15,00	0,39*	$y = 0,01x + 0,13$	2,20	0,15
x – C org. y – Mg wym.	$y = -0,08x + 1,94$	2,00	-0,14	$y = 1,49x + 1,88$	39,20	0,63**
x – pH _{KCl} y – K wym.	$y = 0,22x - 0,2$	10,70	0,33*	$y = 0,08x + 0,56$	2,40	0,15
x – pH _{KCl} y – Ca wym.	$y = -0,03x + 0,35$	0,20	-0,043	$y = 0,29x - 1$	32,60	0,571**
x – pH _{KCl} y – Mg wym.	$y = 0,69x - 1,17$	9,30	0,305*	$y = 0,65x - 0,65$	10,90	0,33*
x – pH _{KCl} y – $\frac{Ca+Mg}{K+Na}$	$y = -0,01x + 2,39$	0,00	-0,005	$y = 0,68x - 0,54$	16,70	0,41*

r — współczynnik korelacji; D — współczynnik determinacji; n — liczba obserwacji;

*, ** — zależności na poziomie odpowiednio 0,05 oraz 0,01

Wzrostowi zawartości węgla organicznego w glebach leśnych towarzyszył wzrost zawartości sodu a w glebach porolnych wzrost zawartości magnezu. W glebach leśnych zanotowano również statystycznie wysoce istotne związki między pojemnością sorpcyjną (T) oraz kwasowością hydrolityczną (Hh) a zawartością węgla organicznego. Natomiast w glebach porolnych wysoce istotne zależności między kwasowością hydrolityczną (Hh) oraz zawartością sumy kationów o charakterze zasadowym (S) a zawartością węgla organicznego (tab. 14 i ryc. 61).

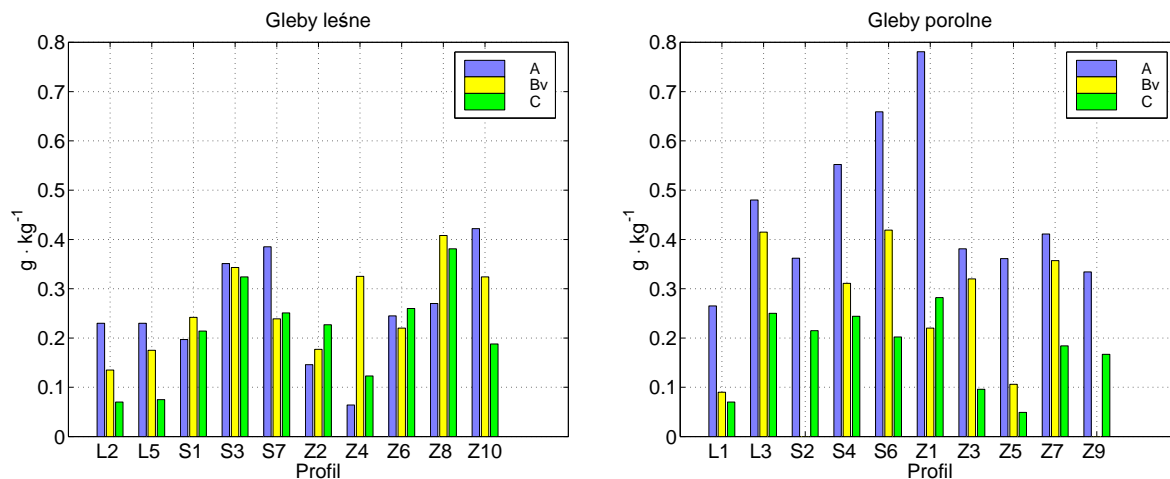


Ryc. 61. Związki między pojemnością sorpcyjną (T) a zawartością węgla organicznego w glebach leśnych i porolnych Wysoczyzny Zielonogórskiej

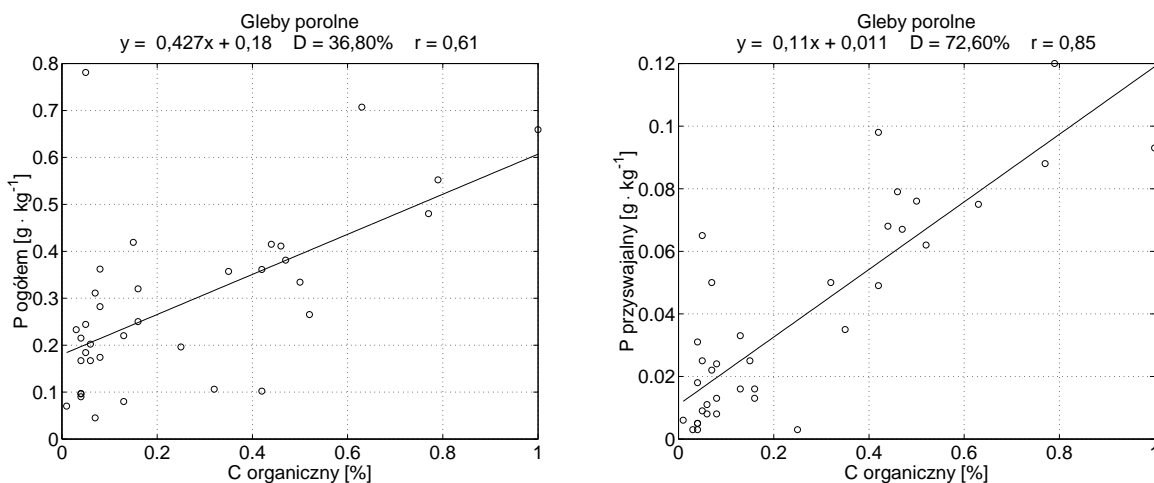
Zawartość fosforu i potasu

Fosfor jest jednym z najważniejszych i niezbędnych dla rozwoju roślin składników. W glebach fosfor występuje w wielu formach, które odznaczają się różną rozpuszczalnością, a co za tym idzie dostępnością dla roślin. W badanych glebach określono zawartość fosforu ogółem (Po) oraz przyswajalną formę fosforu (Pp), która odzwierciedla stopień możliwości zaspokojenia potrzeb pokarmowych roślin.

Zawartość fosforu ogółem (Po) w badanych glebach jest niska i mieści się w granicach 0,042–0,781 g·kg⁻¹ w poziomach mineralnych. Zawartość tego pierwiastka w większości analizowanych profilów glebowych zmniejsza się wraz z głębokością (ryc. 62). W glebach leśnych najzasobniejsze w fosfor ogółem (Po) są poziomy ściółek. Poziomy próchniczne (Ap i A) badanych gleb są zasobniejsze w fosfor ogółem w porównaniu do poziomów skały macierzystej (C) co może być wywołane biologiczną akumulacją tego składnika. Sposób użytkowania gleb wywarł pewien wpływ na zawartość tego pierwiastka w wierzchnich warstwach. Gleby odłogowane są generalnie zasobniejsze fosfor ogółem w poziomach próchnicznych ornych niż odpowiadające im gleby leśne, co można tłumaczyć wcześniejszym wieloletnim nawożeniem tych gleb w trakcie ich uprawy.



Ryc. 62. Zawartość fosforu ogółem (Po) w poszczególnych poziomach genetycznych w wybranych profilach badanych gleb leśnych i porolnych



Ryc. 63. Zależności pomiędzy fosforem ogółem (Po), fosforem przyswajalnym (Pp) a zawartością węgla organicznego (C) w badanych glebach porolnych

Poziomy skały macierzystej (C) wszystkich badanych gleb są ubogie w fosfor. W poziomach C, leżących poniżej 80 cm, na ogół biologicznie nieaktywnych, różnice w zawartości fosforu ogółem w glebach różnie wykorzystywanych w większości przypadków nie są duże. Wyjątek stanowią tu profile gleby odłogowanej (Z1) oraz gleby leśnej (Z9) z okolic Zaboru, w których w poziomie skały macierzystej zanotowano wyższą zawartość fosforu ogółem w porównaniu do pozostałych analizowanych profili.

Ze wszystkich badanych gleb najbardziej zasobne w fosfor ogółem są gleby z okolic Świdnicy. W poziomach wzbogacania gleb leśnych i porolnych stwierdzono istotną współzależność pomiędzy zawartością fosforu ogółem a udziałem części spławialnych i zawartością węgla (C org.) (tab. 15, ryc. 63).

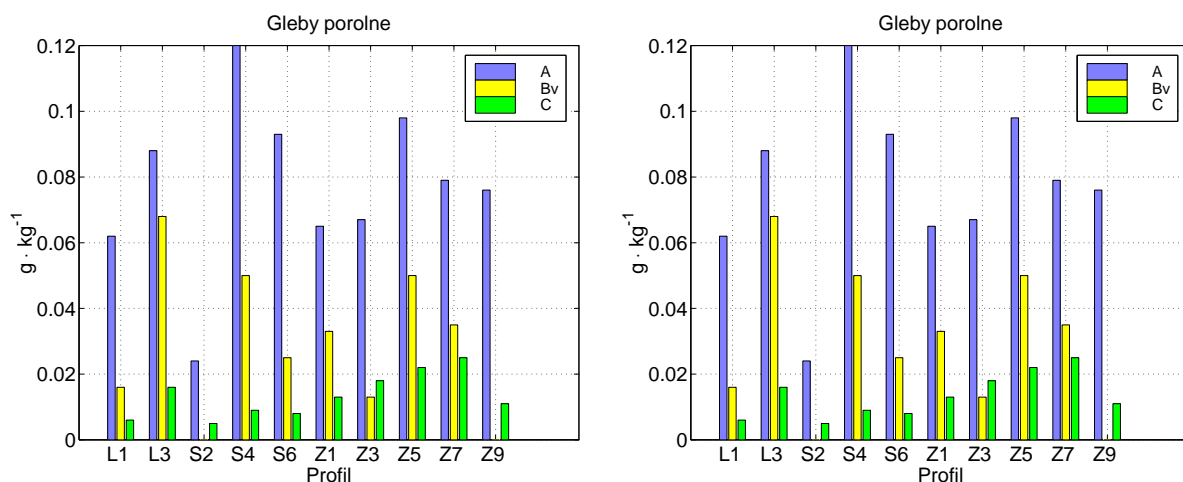
Tabela 15. Współzależności pomiędzy pH, udziałem części spławialnych, zawartością węgla (C) i fosforu ogółem w poszczególnych poziomach genetycznych badanych gleb

Analizowany związek	Gleby leśne			Gleby odłogowane		
	Równanie regresji	D (%)	r	Równanie regresji	D (%)	r
	Poziom Bv (n = 14)			Poziom Bv (n = 9)		
x – części spław. y – P ogółem	$y = 0,03x + 0,07$	56,80	0,75**	$y = 0,11x - 0,28$	61,50	0,78*
x – pH_{KCl} y – P ogółem	$y = -0,18x + 0,99$	29,16	-0,54*	$y = 0,03x + 0,16$	1,50	0,12
x – C org. y – P ogółem	$y = 0,131x + 0,177$	12,40	0,352	$y = 0,60x + 0,16$	46,90	0,68*
	Poziom C (n = 16)			Poziom C (n = 17)		
x – pH_{H_2O} y – P ogółem	$y = 0,12x - 0,35$	25,00	0,50*	$y = 0x + 0,18$	0,00	-0,002
x – pH_{KCl} y – P ogółem	$y = 0,13x - 0,36$	26,01	0,51*	$y = 0,019x + 0,09$	1,20	0,11
x – C org. y – P ogółem	$y = 0,12x + 0,16$	27,04	0,52*	$y = -0,004x + 0,18$	0,20	-0,04

r — współczynnik korelacji; D — współczynnik determinacji; n — liczba obserwacji;

*; ** — zależności na poziomie odpowiednio 0,05 oraz 0,01

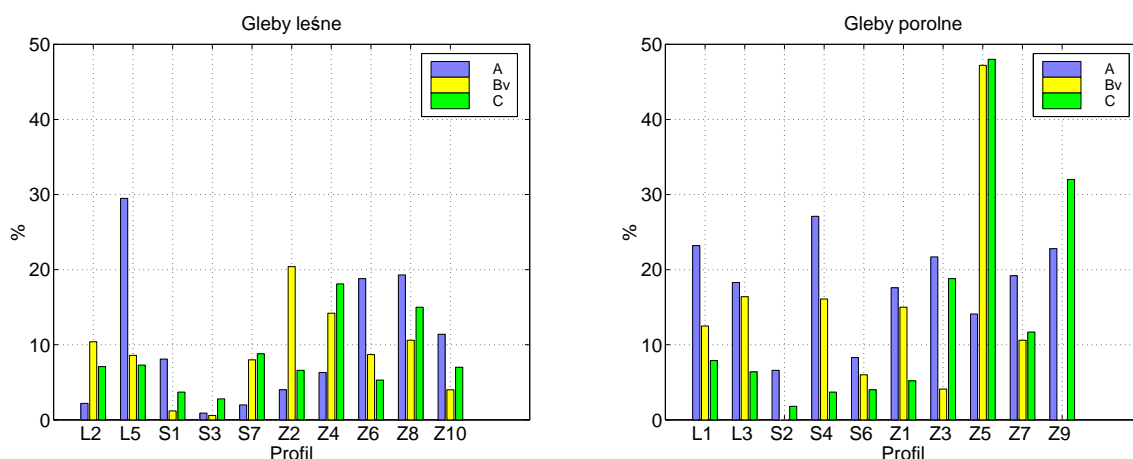
Kształtowanie się zawartości fosforu przyswajalnego (Pp) w badanych profilach glebowych ma związek ze sposobem użytkowania danego terenu. Największą zawartość dostępną dla roślin formy fosforu zanotowano w poziomach próchnicznych (Ap) gleb porolnych (ryc. 64) a w glebach leśnych w warstwie ściółki oraz w poziomach rdzawych (Bv). W glebach porolnych zawartości te kształtowały się w granicach $0,005 - 0,120 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ w poziomie Ap a w glebach leśnych $0,002 - 0,052 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ w poziomie Bv.



Ryc. 64. Zawartość fosforu dostępnego dla roślin (Pp) w poszczególnych poziomach genetycznych w wybranych profilach badanych gleb leśnych i porolnych

Głębsze poziomy genetyczne profilów (C) zawierały znacznie mniej tego składnika niż poziomy wzbogacania, co oznacza brak rezerw fosforu przyswajalnego w badanych glebach. Najbardziej zasobne w fosfor przyswajalny są gleby z okolic Zaboru.

Analizując relacje między zróżnicowaniem zawartości Po a Pp w badanych glebach, można zauważyć w większości profilów gleb porolnych, że wraz ze wzrostem głębokości zmniejsza się zawartość przyswajalnej formy fosforu w fosforze ogółem. W poziomach Bv gleb leśnych występują wyższe wartości Pp : Po w porównaniu z poziomem A (ryc. 65).



Ryc. 65. Stosunek przyswajalnej formy fosforu do fosforu ogółem w poszczególnych poziomach genetycznych badanych gleb

W poziomach próchnicznych gleb leśnych fosfor przyswajalny stanowi średnio 10,2% P ogólnego, w poziomach wzbogacania Bv udział ten wynosi średnio 9,4% a w poziomach skał macierzystych średnio 8,4% fosforu ogólnego. W glebach porolnych wartości te są prawie dwukrotnie wyższe i wynoszą średnio w poziomach próchnicznych ornym 17,9%, w poziomach Bv 15,6% a w poziomach skał macierzystych 12,4% P ogólnego. W poziomach C w kilku profilach można zaobserwować wzrost udziału fosforu dostępnego dla roślin w odniesieniu do ogólnego zapasu tego pierwiastka, co może świadczyć o przemieszczaniu się tej formy fosforu w głąb gleby, jak również może być spowodowane mniejszym pobieraniem fosforu z głębszych części profilów glebowych przez rośliny.

Zawartość przyswajalnej formy fosforu w badanych glebach porolnych była istotnie zależna od zawartości węgla organicznego (ryc. 63), odczynu a w poziomach skały macierzystej od udziału części spławialnych w glebach (tab. 16).

Badane gleby można zaliczyć do gleb o niskiej zawartości P przyswajalnego porównując je z liczbami granicznymi dla gleb Polski.

Tabela 16. Zawartość fosforu przyswajalnego w zależności od odczynu (pH), udziału części spławialnych oraz zawartości węgla organicznego (C) w poszczególnych poziomach genetycznych badanych gleb

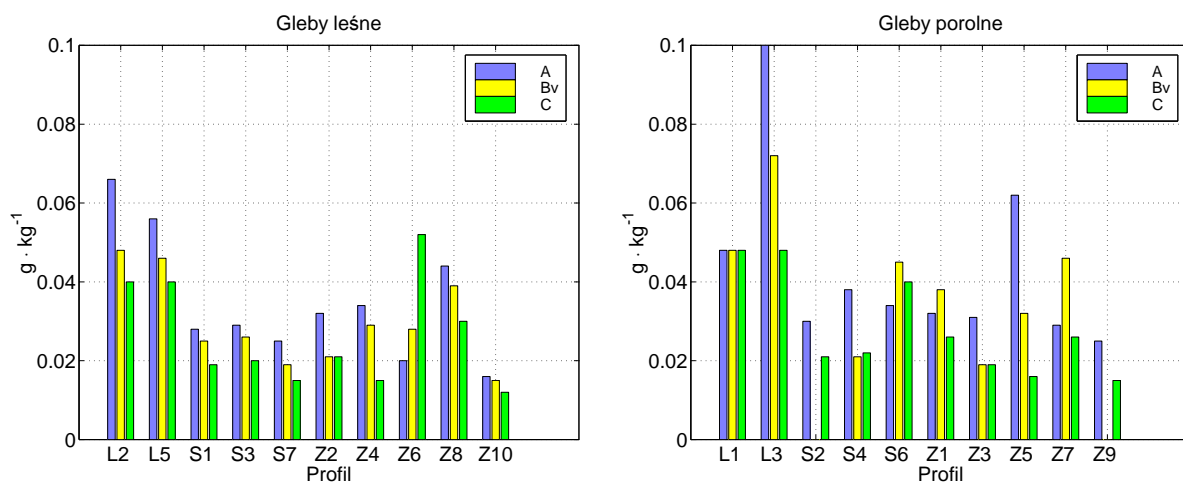
Analizowany związek	Gleby leśne			Gleby odłogowane		
	Równanie regresji	D (%)	r	Równanie regresji	D (%)	r
	Poziom Bv (n = 14)			Poziom Bv (n = 9)		
x – pH _{H₂O} y – P przysw.	y = 0,009x – 0,02	4,00	0,20	y = 0,02x – 0,09	46,10	0,68*
x – C org. y – P przysw.	y = 0,03x + 0,01	16,90	0,41	y = 0,09x + 0,02	66,40	0,81**
	Poziom C (n = 16)			Poziom C (n = 17)		
x – części spław. y – P przysw.	y = 0x + 0,02	2,60	–0,16	y = 0,004x – 0,01	30,30	0,55*
x – pH _{KCl} y – P przysw.	y = 0,03x – 0,10	33,90	0,58*	y = 0,01x – 0,05	23,70	0,49*

r — współczynnik korelacji; D — współczynnik determinacji; n — liczba obserwacji;

*; ** — zależności na poziomie odpowiednio 0,05 oraz 0,01

W glebie potas występuje głównie w formie mineralnej. Zawartość tego pierwiastka w glebie zależy od wielu czynników; może być sorbowany przez glebę lub tworzyć formy zapasowe. Porównując badane gleby z liczbami granicznymi dla gleb Polski, można zaliczyć je do gleb o bardzo niskiej zawartości K przyswajalnego (Krzywy 2000).

Uzyskane wyniki analiz wskazują na różnice w zasobności gleb w północnej i południowej części Wału Zielonogórskiego. Gleby z okolic Łężycy odznaczały się największą zawartością potasu przyswajalnego. W glebach porolnych z Łężycy w poziomach Ap występowało średnio 0,074 g·kg⁻¹ K przyswajalnego, a w glebach z pozostałych obiektów średnio 0,035 g·kg⁻¹ K przyswajalnego. Podobnie w poziomach Bv i C w glebach z Zaboru i Świdnicy zawartość K przyswajalnego była średnio o połowę niższa od analogicznych poziomów z gleb z Łężycy. Gleby leśne były mniej zasobne w charakteryzowany pierwiastek w porównaniu z glebami porolnymi (ryc. 66). Rolnicze użytkowanie przyczyniło się do wzrostu zawartości tej formy potasu w poziomach próchnicznych i poziomach wzbogacania, gdzie wartości K przyswajalnego były o około 30% wyższe w porównaniu do gleb leśnych.



Ryc. 66. Zawartość potasu dostępnego dla roślin (Kp) w poszczególnych poziomach genetycznych w wybranych profilach badanych gleb leśnych i porolnych

W badanych glebach zawartość potasu przyswajalnego zmniejszała się wraz z głębokością, przy czym nie stwierdzono wpływu sposobu zagospodarowania na zasobność w ten pierwiastek poziomów skały macierzystej. W poziomach skały macierzystej gleb leśnych wraz ze wzrostem zawartości części spławialnych wzrastała istotnie zawartość potasu przyswajalnego (tab. 17).

Tabela 17. Zawartość potasu przyswajalnego w zależności od odczynu (pH), udziału części spławialnych oraz zawartości węgla organicznego (C) w skale macierzystej badanych gleb

	Gleby leśne			Gleby odłogowane		
	Równanie regresji	D (%)	r	Równanie regresji	D (%)	r
Analizowany związek	Poziom C (n = 16)			Poziom C (n = 17)		
x – części spław. y – K przysw.	$y = 0,001x + 0,02$	37,60	0,613*	$y = 0,002x + 0,02$	7,40	0,27
x – C org. y – K przysw.	$y = -0,006x + 0,03$	2,30	-0,15	$y = 0,008x + 0,02$	28,60	0,53*

r — współczynnik korelacji; D — współczynnik determinacji; n — liczba obserwacji;

*; ** — zależności na poziomie odpowiednio 0,05 oraz 0,01

Zawartość mikroelementów

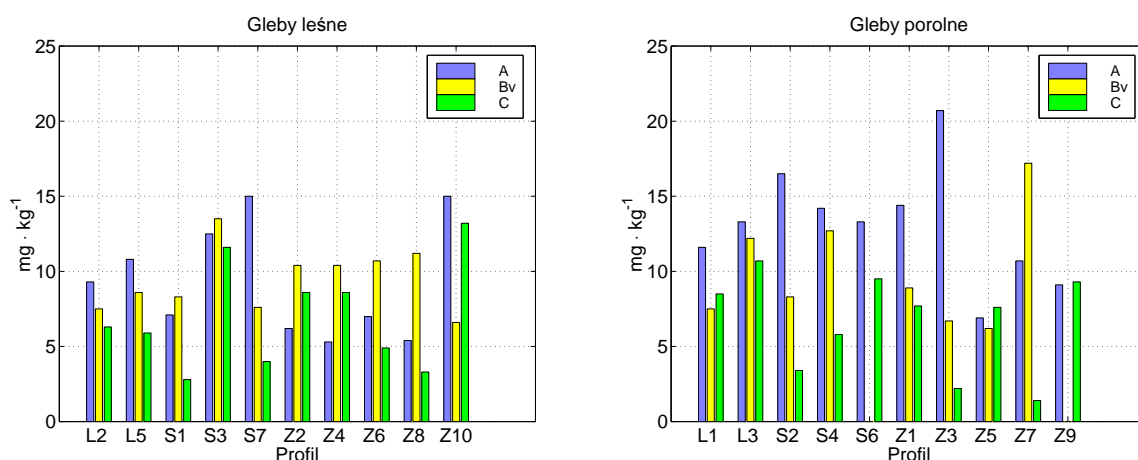
Gleba jest utworem bardzo złożonym i dynamicznym. Jej skład chemiczny podlega ciągłym zmianom wywoływanym przez odbywające się w glebie nieustannie procesy natury biochemicznej, fizykochemicznej i biologicznej. Pierwiastki śladowe, dostarczane w optymalnych ilościach są niezbędne do prawidłowego wzrostu i rozwoju roślin. Nadmiar tych składników, a zwłaszcza metali ciężkich może wpływać toksycznie na rośliny.

W badanych glebach oznaczono ogólną zawartość cynku, żelaza, niklu, kobaltu, manganu, ołowiu i miedzi. Uzyskane wyniki mieszczą się w granicach średnich naturalnych zasobności, ustalonych dla gleb lekkich przez Kabatę–Pendias i Pendiasa (1993).

W badanych glebach porolnych zaobserwowano wyższe zawartości Zn, Fe, Co, Mn, Pb i Cu w poziomach powierzchniowych w porównaniu z poziomem skały macierzystej. W glebach leśnych rozkład wymienionych pierwiastków w profilu był podobny za wyjątkiem Mn, którego największe ilości występowały w poziomach rdzawych (Bv). W przypadku Ni, jego zawartość zwiększała się wraz z głębokością zarówno w glebach leśnych, jak i porolnych.

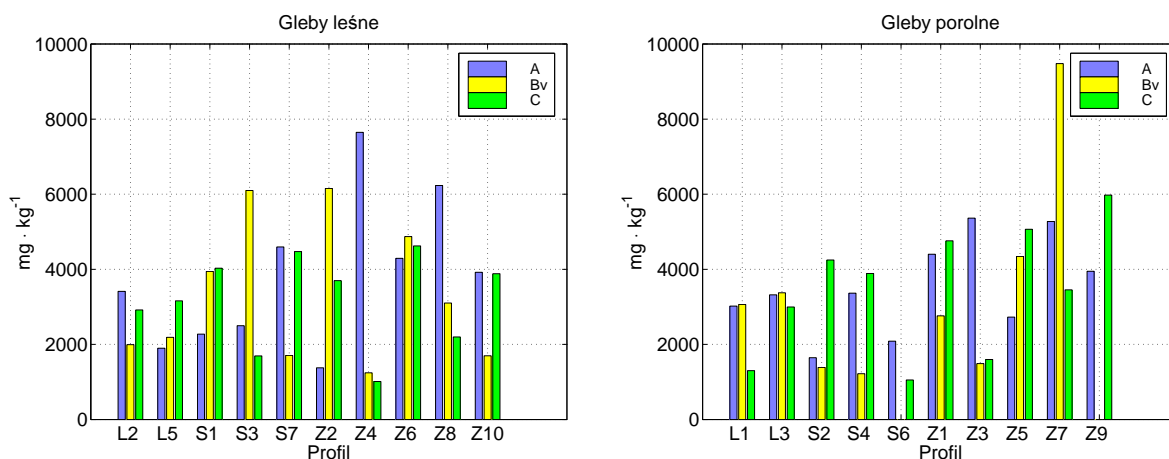
Największą kumulację pierwiastków zanotowano w poziomach organicznych gleb leśnych. Poziomy próchniczne gleb porolnych zawierały nieznacznie więcej Zn, Co i Mn w porównaniu z glebami leśnymi. W poziomach skały macierzystej zawartość oznaczanych pierwiastków była zbliżona niezależnie od sposobu użytkowania gleby.

Analizując rozkład i zawartość poszczególnych pierwiastków w badanych glebach można zauważyć, że ogólna zawartość Zn nie przekraczała $30 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m. w poziomach mineralnych i mieściła się w dopuszczalnych granicach ($10\text{--}300 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.) dla gleb lekkich (ryc. 67) (Kabata–Pendias i Pendias 1993). W glebach porolnych zawartość tego pierwiastka wynosiła: w poziomach próchnicznych ornych $6,9\text{--}20,7 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m. (średnio $13,1 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.), w poziomach wzbogacania $6,2\text{--}17,2$ (średnio $10 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.) i w poziomach skały macierzystej $1,4\text{--}10,7$ (średnio $4,8 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.). Najbardziej zasobne w ten pierwiastek były gleby z obiektu Łężyca. W glebach leśnych zawartość cynku wynosiła: w poziomach próchnicznych $5,3\text{--}15 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m. (średnio $9,4 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.), w poziomach wzbogacania $6,6\text{--}16,5$ (średnio $9,5 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.) i w poziomach skały macierzystej $2,8\text{--}13,2$ (średnio $6,9 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.). Najbardziej zasobne w ten pierwiastek były gleby z obiektu Świdnica.



Ryc. 67. Zawartość Zn w profilach badanych gleb leśnych i porolnych z obiektów Łężyca, Świdnica i Zabór

W badanych glebach ogólna zawartość Fe mieściła się w granicach 1000–9478 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m. w poziomach mineralnych (ryc. 68). W glebach porolnych zawartość tego pierwiastka wynosiła: w poziomach próchnicznych 1648–5362 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m. (średnio 3515 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.), w poziomach wzbogacania 1220–9478 (średnio 3390 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.) i w poziomach skały macierzystej 1053–5978 (średnio 3435 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.). Najbardziej zasobne w ten pierwiastek były gleby z obiektu Zabór, w których zawartość żelaza była o 40% wyższa niż w glebach z obiektu Łężyca. W glebach leśnych zawartość żelaza wynosiła: w poziomach próchnicznych 1378–7646 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m. (średnio 3815 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.), w poziomach wzbogacania 1245–6153 (średnio 3300 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.) i w poziomach skały macierzystej 1014–4623 (średnio 3170 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.). Najbardziej zasobne w ten pierwiastek były gleby z obiektu Zabór.



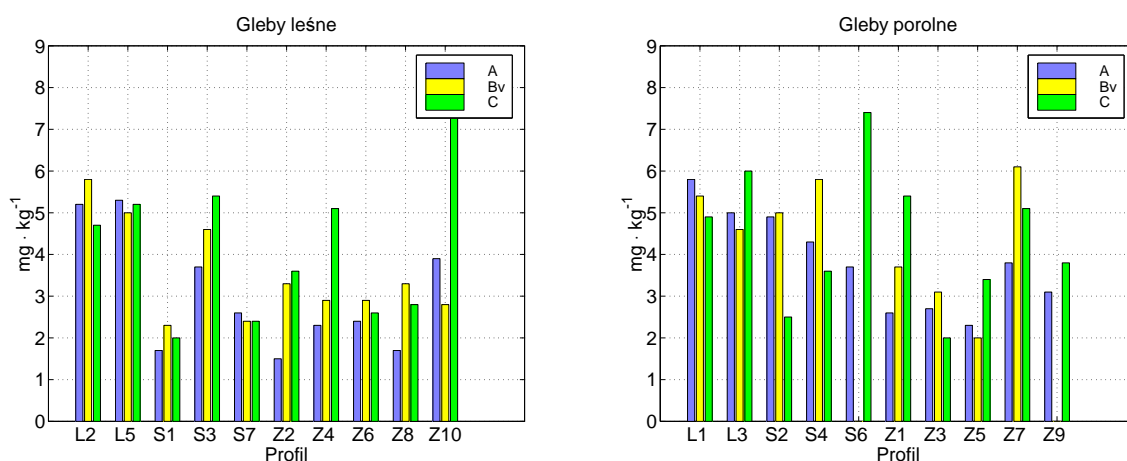
Ryc. 68. Zawartość Fe w profilach badanych gleb leśnych i porolnych z obiektów Łężyca, Świdnica i Zabór

W charakteryzowanych glebach ogólna zawartość Ni nie przekracza 10 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m. w poziomach mineralnych (ryc. 69). W glebach porolnych zawartość tego pierwiastka wynosiła: w poziomach próchnicznych ornych 2,3–5,8 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m. (średnio 3,8 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.) i nie przekraczała dopuszczalnej zawartości metali ciężkich dla gleb wykorzystywanych rolniczo (MOŚ 2002). W poziomach wzbogacania zawartość Ni wynosiła 2,0–6,1 (średnio 4,5 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.) i w poziomach skały macierzystej 2,0–7,4 (średnio 4,4 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.). Najbardziej zasobne w ten pierwiastek były gleby z obiektu Łężyca. W glebach leśnych zawartość niklu wynosiła: w poziomach próchnicznych 1,5–5,3 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m. (średnio 3,0 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.), w poziomach wzbogacania 6,6–16,5 (średnio 8,5 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.) i w poziomach skały macierzystej 2,0–8,5 (średnio 4,2 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.). Najbardziej zasobne w ten pierwiastek były gleby z obiektu Łężyca.

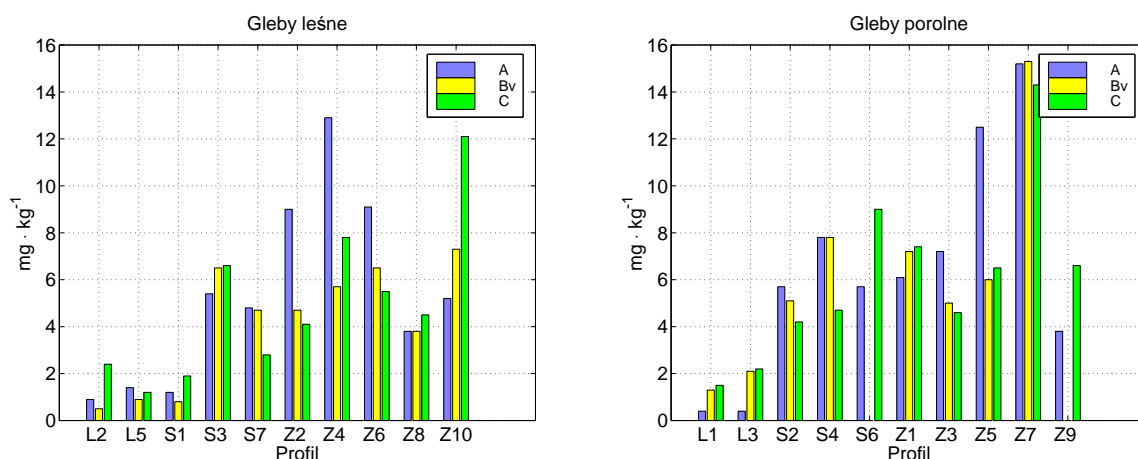
W badanych glebach ogólna zawartość Co (ryc. 70) wynosiła maksymalnie 15,3 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m. w poziomach mineralnych i mieściła się w dopuszczalnych granicach (5–30 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$

s.m.) dla gleb lekkich. W glebach porolnych zawartość kobaltu wynosiła: w poziomach próchnicznych ornych 0,4–15,2 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m. (średnio 6,5 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.), w poziomach wzbogacania 1,3–15,3 (średnio 6,2 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.) i w poziomach skały macierzystej 1,5–14,3 (średnio 6,1 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.). Gleby z obiektu Zabór zawierały aż sześciokrotnie więcej kobaltu niż gleby z obiektu Łężyca. W glebach leśnych zawartość kobaltu przedstawiała się następująco: w poziomach próchnicznych 0,9–12,9 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m. (średnio 5,4 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.), w poziomach wzbogacania 0,5–7,3 (średnio 4,1 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.) i w poziomach skały macierzystej 1,2–2,1 (średnio 4,9 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.). Najbardziej zasobne w ten pierwiastek były gleby z obiektu Zabór.

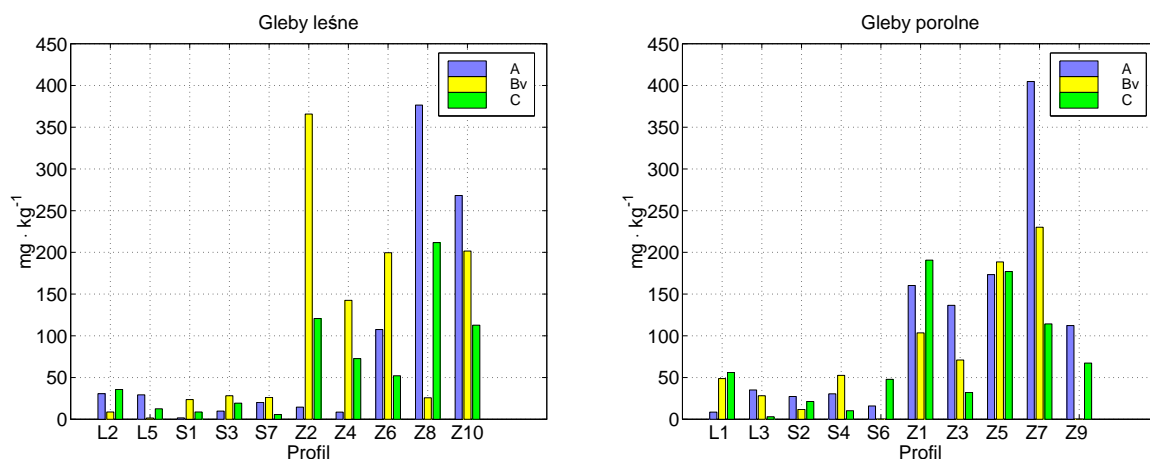
W opisywanych glebach ogólna zawartość Mn nie przekraczała 404 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m. w poziomach mineralnych (ryc. 71). W glebach porolnych zawartość tego pierwiastka wynosiła: w poziomach próchnicznych średnio 110,5 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m., w poziomach wzbogacania 11,8–230,2 (średnio 91,8 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.) i w poziomach skały macierzystej 3,1–190,7 (średnio 72



Ryc. 69. Zawartość Ni w profilach badanych gleb leśnych i porolnych z obiektów Łężyca, Świdnica i Zabór



Ryc. 70. Zawartość Co w profilach badanych gleb leśnych i porolnych z obiektów Łężyca, Świdnica i Zabór

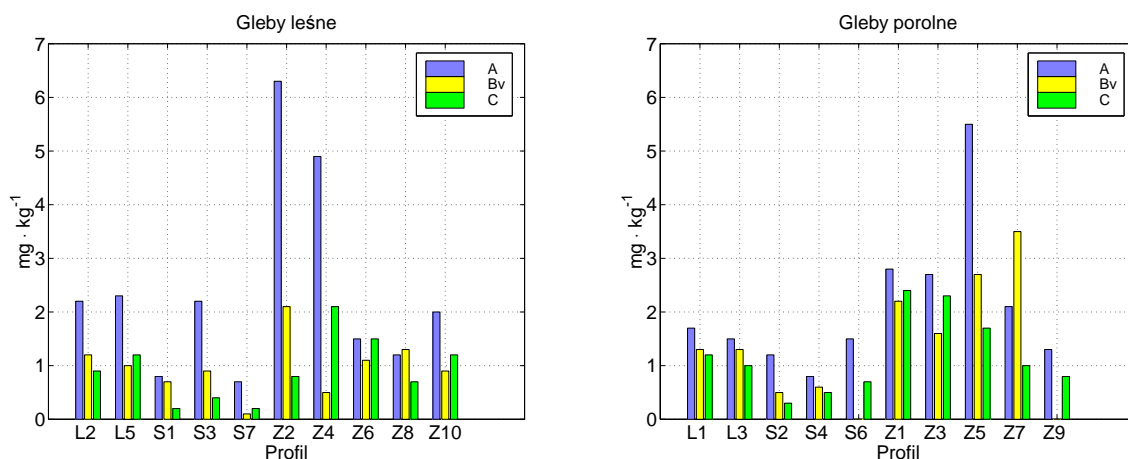


Ryc. 71. Zawartość Mn w profilach badanych gleb leśnych i porolnych z obiektów Łężyca, Świdnica i Zabór

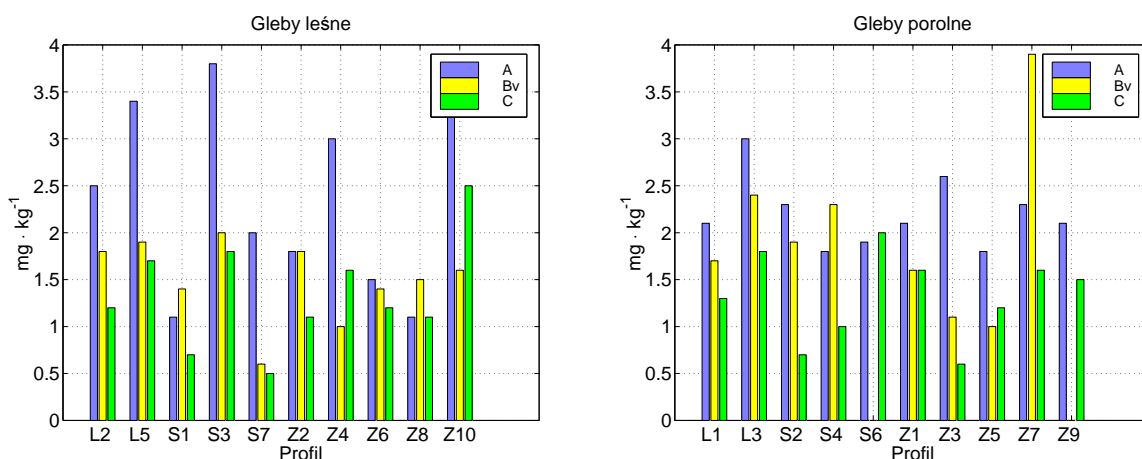
mg·kg⁻¹ s.m.). Najbardziej zasobne w ten pierwiastek były gleby z obiektu Zabór, w których zawartość manganu była pięciokrotnie większa od gleb z obiektu Łężyca. W glebach leśnych zawartość manganu wynosiła odpowiednio: w poziomach próchnicznych 1,7–376,5 mg·kg⁻¹ s.m. (średnio 86,7 mg·kg⁻¹ s.m.), w poziomach wzbogacania 1,6–365,8 (średnio 102,4 mg·kg⁻¹ s.m.) i w poziomach skały macierzystej 5,7–211,8 (średnio 65,2 mg·kg⁻¹ s.m.). Najbardziej zasobne w ten pierwiastek były gleby z obiektu Zabór, w których zawartość była aż dziesięciokrotnie wyższa niż w obiekcie Świdnica.

Ogólna zawartość Pb w badanych glebach (ryc. 72) mieściła się w przedziale 0,1–6,3 mg·kg⁻¹ s.m. w poziomach mineralnych i nie przekraczała dopuszczalnych wartości (8,5–20 mg·kg⁻¹ s.m.) dla gleb lekkich (Kabata–Pendias i Pendias 1993). W glebach porolnych zawartość ołowiu wynosiła: w poziomach próchnicznych ornych 0,8–5,5 mg·kg⁻¹ s.m. (średnio 2,1 mg·kg⁻¹ s.m.), w poziomach wzbogacania 0,5–3,5 (średnio 1,7 mg·kg⁻¹ s.m.) i w poziomach skały macierzystej 0,3–2,4 (średnio 1,2 mg·kg⁻¹ s.m.). Nagromadzenie tego pierwiastka w warstwie próchnicznej ornej jest związane z jego małą ruchliwością. Gleby z obiektu Zabór charakteryzowały się największą kumulacją ołowiu. W glebach leśnych zawartość ołowiu przedstawiała się następująco: w poziomach próchnicznych 0,7–6,3 mg·kg⁻¹ s.m. (średnio 2,4 mg·kg⁻¹ s.m.), w poziomach wzbogacania 0,1–2,1 (średnio 1,0 mg·kg⁻¹ s.m.) i w poziomach skały macierzystej 0,2–2,1 (średnio 0,9 mg·kg⁻¹ s.m.). Najbardziej zasobne w ten pierwiastek były gleby z obiektu Zabór.

W badanych glebach ogólna zawartość Cu wynosiła maksymalnie 3,9 mg·kg⁻¹ s.m. w poziomach mineralnych (ryc. 73). W glebach porolnych zawartość miedzi wynosiła: w poziomach próchnicznych ornych 1,8–3,0 mg·kg⁻¹ s.m. (średnio 2,2 mg·kg⁻¹ s.m.), w poziomach wzbogacania 1,0–3,9 (średnio 2,0 mg·kg⁻¹ s.m.) i w poziomach skały macierzystej



Ryc. 72. Zawartość Pb w profilach badanych gleb leśnych i porolnych z obiektów Łężyca, Świdnica i Zabór



Ryc. 73. Zawartość Cu w profilach badanych gleb leśnych i porolnych z obiektów Łężyca, Świdnica i Zabór

0,6–2,0 (średnio 1,3 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.). Gleby z obiektu Łężyca zawierały najwięcej analizowanego pierwiastka. W glebach leśnych zawartość miedzi przedstawiała się następująco: w poziomach próchnicznych 1,1–3,8 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m. (średnio 2,4 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.) w poziomach wzbogacania 0,6–2,0 (średnio 1,5 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.) i w poziomach skały macierzystej 0,5–2,5 (średnio 1,6 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.). Nieco bardziej zasobne w ten pierwiastek w porównaniu z pozostałymi badanymi glebami leśnymi były gleby z obiektu Łężyca.

Obserwując rozkład przestrzenny oznaczanych pierwiastków możemy zauważyć, że gleby leśne i odłogowane z obiektu Zabór, ze wschodniej części Wału Zielonogórskiego były najbardziej zasobne w żelazo, kobalt, mangan i ołów. Natomiast gleby z północnego skłonu Wału Zielonogórskiego z obiektu Łężyca były najbardziej zasobne w nikiel i miedź a największą zawartością cynku charakteryzowały się gleby leśne z obiektu Świdnica oraz gleby odłogowane z obiektu Łężyca.

Z analiz statystycznych wynika (tab. 18), że koncentracja cynku w glebach leśnych była

dotąd skorelowana z udziałem części spławialnych oraz z sumą kationów o charakterze zasadowym.

Tabela 18. Zależności między odczynem, zawartością węgla organicznego (C), ilością części spławialnych oraz sumą zasad wymiennych w kompleksie sorpcyjnym (S) a zawartością mikroelementów w glebach leśnych i porolnych

Analizowany związek	Gleby leśne n=40			Gleby odłogowane n=36		
	Równanie regresji	D (%)	r	Równanie regresji	D (%)	r
x – pH _{H₂O} y – Mn	$y = 9,28x + 35,26$	0,20	0,04	$y = 49,01x - 176,4$	13,60	0,37*
x – pH _{H₂O} y – Pb	$y = -1,23x + 6,75$	18,90	-0,43**	$y = -0,06x + 1,88$	0,20	-0,04
x – pH _{H₂O} y – Cu	$y = -0,68x + 4,66$	11,90	-0,34*	$y = -0,05x + 1,95$	0,20	-0,04
x – C y – Ni	$y = -0,24x + 3,93$	5,20	-0,23	$y = 1,31x + 3,65$	24,10	0,49**
x – C y – Co	$y = 0,57x + 4,06$	8,40	0,29	$y = 5,24x + 4,28$	24,10	0,49**
x – C y – Pb	$y = 0,53x + 0,89$	62,20	0,79**	$y = 0,21x + 1,45$	1,40	0,12
x – C y – Cu	$y = 0,1x + 1,57$	4,60	0,21	$y = 0,45x + 1,52$	13,70	0,37*
x – części spław. y – Zn	$y = 0,3x + 6,36$	16,60	0,41**	$y = 0,76x + 4,41$	10,20	0,32
x – części spław. y – Ni	$y = 0,21x + 2,38$	32,90	0,57**	$y = 0,04x + 3,92$	0,20	0,04
x – części spław. y – Co	$y = 0,34x + 2,31$	26,20	0,51**	$y = 1,4x - 2$	32,70	0,57**
x – części spław. y – Mn	$y = 3,25x + 54,89$	2,80	0,17	$y = 28,09x - 75,9$	34,50	0,59**
x – części spław. y – Pb	$y = -0,03x + 1,51$	1,30	-0,12	$y = 0,22x + 0,23$	16,30	0,40*
x – S y – Zn	$y = 1,54x + 3,69$	24,60	0,50**	$y = 0,7x + 6,18$	6,80	0,26
x – S y – Fe	$y = 372,3x + 2249,77$	7,90	0,28	$y = 451,86x + 1910,16$	17,50	0,42*
x – S y – Ni	$y = 0,33x + 2,74$	4,70	0,22	$y = 0,38x + 2,65$	17,00	0,41*
x – S y – Co	$y = 1,87x - 1,06$	43,70	0,66**	$y = 2,35x - 2,86$	72,30	0,85**
x – S y – Mn	$y = 22,68x + 8,16$	7,70	0,28	$y = 29,11x - 23,09$	29,00	0,54**
x – S y – Cu	$y = 0,18x + 1,13$	6,60	0,26	$y = 0,22x + 0,83$	27,20	0,52**

r — współczynnik korelacji; D — współczynnik determinacji; n — liczba obserwacji;

*; ** — zależności na poziomie odpowiednio 0,05 oraz 0,01

W przypadku żelaza, będącego pierwiastkiem ruchliwym, łatwo przemieszczającym się w glebie, którego rozpuszczalność i dostępność dla roślin jest uzależniona od pH i właściwości powietrznych gleby, analizy statystyczne wykazały związki istotne dla sumy kationów o charakterze zasadowym w przypadku gleb porolnych.

Analizując badane związki stwierdzono, że wzrost udziału frakcji spławialnych wpływa na większą koncentrację niklu w glebach leśnych. W glebach porolnych stwierdzono istotne zależności między zawartością niklu a sumą kationów o charakterze zasadowym, oraz zawartością węgla organicznego.

Z analiz statystycznych wynika (tab. 18), że zawartość kobaltu w glebach porolnych była determinowana w ponad 70%, a w glebach leśnych w około 40% przez sumę kationów o charakterze zasadowym. Na koncentrację tego pierwiastka w badanych glebach miał wpływ również udział części spławialnych oraz zawartość węgla organicznego.

Koncentracja manganu w glebach porolnych była dodatnio skorelowana z $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$, udziałem części spławialnych i sumą kationów o charakterze zasadowym.

Ołów jest pierwiastkiem mało ruchliwym w glebie. Formy występowania tego pierwiastka w glebach w dużej mierze są uzależnione od ich odczynu i składu granulometrycznego. Wzrost zawartości węgla organicznego miał wpływ z kolei na zwiększenie koncentracji tego pierwiastka. W glebach porolnych z zawartością ołowiu był dodatnio skorelowany udział części spławialnych.

Analizując wzajemny wpływ na koncentrację poszczególnych pierwiastków w badanych glebach (tab. 19) zaobserwowano związki statystycznie istotne między zawartością miedzi a zawartością cynku, niklu i ołowiu w glebach bez względu na sposób użytkowania. Ponadto, w glebach leśnych ilość cynku była dodatnio skorelowana z zawartością niklu i kobaltu oraz zawartość kobaltu z ilością ołowiu. W glebach porolnych zanotowano istotne statystycznie związki między zawartością manganu a zawartością ołowiu, kobaltu i żelaza oraz zawartością kobaltu a zawartością ołowiu i miedzi.

Podsumowując otrzymane wyniki należy stwierdzić, że badane gleby charakteryzują się naturalną zawartością mikroelementów i w żadnym przypadku nie przekraczają ustalonych dopuszczalnych norm dla gleb lekkich.

Tabela 19. Zależności między zawartością mikroelementów w glebach leśnych i porolnych

Analizowany związek	Gleby leśne n=40			Gleby odłogowane n=36		
	Równanie regresji	D (%)	r	Równanie regresji	D (%)	r
x – Ni y – Zn	$y = 1,03x + 4,47$	25,60	0,51**	$y = 0,70x + 6,01$	5,80	0,24
x – Co y – Zn	$y = 0,38x + 6,59$	11,90	0,34*	$y = 0,003x + 8,88$	0,00	0,003
x – Cu y – Zn	$y = 2,85x + 3,60$	39,30	0,63**	$y = 4,85x + 0,68$	58,6	0,76**
x – Mn y – Fe	$y = 3,81x + 3075,71$	5,50	0,23	$y = 7,94x + 2947,69$	15,80	0,40*
x – Cu y – Ni	$y = 1,12x + 1,88$	25,0	0,50**	$y = 1,25x + 2,02$	32,70	0,57**
x – Mn y – Co	$y = 0,007x + 3,97$	4,70	0,22	$y = 0,03x + 3,37$	38,90	0,62**
x – Pb y – Co	$y = 1,22x + 2,91$	17,70	0,42**	$y = 1,52x + 3,89$	11,50	0,34*
x – Cu y – Co	$y = 1,28x + 2,42$	9,60	0,31	$y = 2,16x + 2,57$	11,10	0,33*
x – Pb y – Mn	$y = -2,59x + 79,58$	0,10	-0,03	$y = 51,95x + 9,99$	35,10	0,59*
y – Mn x – Cu	$y = -1,38x + 78,40$	0,00	-0,01	$y = 39,14x + 23,34$	9,50	0,31
x – Cu y – Pb	$y = 0,67x + 0,23$	21,80	0,47**	$y = 0,53x + 0,63$	13,40	0,37*

r — współczynnik korelacji; D — współczynnik determinacji; n — liczba obserwacji;

*, ** — zależności na poziomie odpowiednio 0,05 oraz 0,01

7. Dyskusja

Na badanym obszarze przeważają gleby bielicoziemne. Są to głównie gleby rdzawe, wykazujące często różny stopień zbielicowania, wykorzystywane najczęściej w uprawach leśnych. Użytkowane rolniczo zaliczane są w większości do kompleksu żytniego słabego. Takie gleby zajmują około 14% powierzchni Polski; a gleby bielicoziemne obok brunatnoziemnych należą do najczęściej spotykanych w kraju (Bednarek i Prusinkiewicz 1999). W pracy zostały scharakteryzowane gleby rdzawe odłogowane i pozostające w użytkowaniu leśnym, występujące na Wysoczyźnie Zielonogórskiej w kontekście zróżnicowania właściwości fizycznych i chemicznych pod wpływem odmiennego sposobu ich wykorzystania.

W centralnej części omawianej Krainy zlokalizowane jest miasto Zielona Góra, w którym nie występują większe zakłady przemysłowe mogące przez swoją działalność wpłynąć ujemnie na środowisko glebowe.

Działalność rolnicza, a w ostatnich latach pozostawienie gleb odłogiem spowodowało, że gleby te różnią się od gleb leśnych. Różnice uwidaczniają się przy tym w wierzchnich poziomach profilów glebowych. Poziomy skały macierzystej porównywanych gleb leśnych i porolnych charakteryzowały się z reguły podobną budową i właściwościami.

Wszystkie gleby na obszarze Wysoczyzny Zielonogórskiej w odległej historii tego regionu były pokryte lasami. Na skutek użytkowania rolniczego nastąpiło przekształcenie wierzchnich poziomów gleb leśnych w poziomy próchniczne orne. Powstały one głównie z poziomów akumulacyjnych gleb leśnych a niektóre również z poziomów rdzawienia (Niedźwiecki 1984). Poziomy próchniczne gleb porolnych charakteryzowały się większą miąższością w porównaniu do gleb leśnych.

Zmiana sposobu użytkowania badanych gleb spowodowała zmiany właściwości fizycznych, a w szczególności gęstości objętościowej, której wartości wzrastały wraz z głębokością. Zjawisko to jest wynikiem mniejszej zawartości substancji organicznej, słabszej penetracji korzeni oraz ograniczeniem wpływu czynników atmosferycznych (Mocek i inni 2000). Ponieważ w przypadku zależności między zawartością węgla organicznego a gęstością objętościową wskaźniki korelacji były najwyższe, można uznać wpływ materii organicznej za jeden z ważniejszych czynników determinujących pionowy rozkład gęstości objętościowej w badanych profilach, co znajduje potwierdzenie w badaniach Degórskiego (2002). Zmiany gęstości gleby mogą być rezultatem wykonywania zabiegów uprawowych oraz działania czynników naturalnych (Wojtasik 1995). Wyższe wartości gęstości objętościowej zanotowane w glebach porolnych, według Kęsika i innych (1980) mogą wywierać zdecydowanie

ujemny wpływ na plonowanie roślin. Bezpośrednim następstwem zmian gęstości gleby było zmniejszenie porowatości ogólnej i rozkładu wielkości porów glebowych. Parametry te decydują z kolei o przestrzennym układzie wody glebowej i jej dostępności dla roślin oraz dyfuzji tlenu w glebie (Baranowski 1980).

W poziomach powierzchniowych zmianie uległy również właściwości wodne, bardzo ważne bo wpływające obok innych czynników na biologiczne i agrotechniczne właściwości środowiska glebowego (Siuta i Kucharska 1997, Szafranek 2000). Poziomy próchniczne gleb leśnych zawierały najwięcej wody dostępnej dla roślin. Ponadto w glebach pod roślinnością leśną zanotowano wyższe wartości wilgotności aktualnej (wagowej) w porównaniu z glebami porolnymi. Przy tym należy stwierdzić, że wilgotność aktualna badanych gleb zależy głównie od opadów atmosferycznych i aktualnego zapotrzebowania roślin na wodę. Najniższą wilgotność aktualną zanotowano w okresie letnim.

Przy ocenie właściwości powietrzno-wodnych zanotowano również zależności między udziałem frakcji piasku, która zdecydowanie dominuje w profilach badanych gleb, a całkowitą pojemnością wodną.

Analizując właściwości chemiczne badanych gleb należy zwrócić uwagę na ich duże zakwaszenie. Badane gleby leśne należy zaliczyć do gleb silnie kwaśnych ($\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}} < 5,0$; $\text{pH}_{\text{KCl}} < 4,5$) a gleby odłogowane do gleb kwaśnych ($\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}} 4,5 - 5,5$; $\text{pH}_{\text{KCl}} 5,0 - 6,0$). Kwaśny odczyn jest cechą diagnostyczną gleb bielicoziemnych a $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ w granicach 3,5 – 5,0 w górnych częściach profilu jest typowe dla gleb rdzawych (Bednarek 1991, Mocek i inni 2000).

Opisywane gleby cechuje kwaśny odczyn w całym profilu, przy czym w glebach leśnych odczyn zwiększał się wraz z głębokością a w glebach porolnych odwrotnie, w wierzchnich poziomach odczyn był wyższy w porównaniu ze skałą macierzystą. Na zmianę odczynu w kierunku obojętnego w poziomach próchnicznych ornych badanych gleb porolnych prawdopodobnie miały wpływ stosowane nawozy organiczne (Mysków i inni 1986). Podobne zależności w glebach stwierdzili Pokojska (1986), Niedźwiecki i inni (1999) oraz Konecka-Betley (1996).

Obniżenie pH wpłynęło także na wzrost kwasowości hydrolitycznej i wyższą zawartość jonów glinu wymiennego uważanego za pierwiastek toksyczny i obniżający wielkość i jakość plonu (Mercik 1997, Gorlach i Curyłło 1990, Szafranek i Skłodowski 1998b, Michalski 1992, Krzywy 2000, Szafranek 2000). Gleby leśne charakteryzowały się większą zawartością glinu wymiennego w porównaniu z glebami porolnymi.

Przy niskim pH, stwierdzonym w badanych glebach, pierwiastki śladowe (metale ciężkie) stają się łatwiej przyswajalne i dlatego niektóre z nich, występujące nawet w małych

stężeniach, mogą działać toksycznie na rośliny (Kabata-Pendias i Pendias 1979).

Wzrost zakwaszenia spowodował zmiany właściwości sorpcyjnych opisywanych gleb, głównie poprzez spadek stopnia nasycenia gleb kationami o charakterze zasadowym, ubytek jonów wapnia i magnezu w glebach porolnych a potasu i magnezu w glebach leśnych oraz zmiany w proporcjach między kationami wymiennymi. Te ostatnie polegały na wzroście udziału kationów dwuwartościowych w stosunku do sodu i potasu.

W badanych glebach obserwuje się zubożenie powierzchniowych poziomów glebowych w magnez wymienny na co zwraca uwagę Błaszczyk (1994) w badaniach dotyczących gleb piaszczystych. Ponadto wzrost zawartości Mg wymiennego był skorelowany dodatnio z udziałem części spławialnych a współzależność tych właściwości miała istotny charakter. Obserwacje te pokrywają się z wynikami innych autorów (Boratyński i inni 1964, Góralski 1962).

Obok zakwaszenia i składu granulometrycznego, ważnym czynnikiem decydującym o jakości badanych gleb jest zawartość substancji organicznej. Jest ona skumulowana głównie w poziomach organicznym i próchnicznym. Na zmiany we właściwościach gleb a w szczególności na rozkład i zawartość substancji organicznej w glebach różnie użytkowanych zwraca uwagę Domżał i inni (1993) oraz Carter i inni (1998). Autorzy ci potwierdzają występowanie większej zawartości węgla organicznego w glebach leśnych w porównaniu z glebami użytkowymi rolniczo, a także wskazują na zmniejszenie zawartości materii organicznej w glebach leśnych na skutek przejścia ich pod uprawę. Opisywane gleby charakteryzują się niewielką zawartością azotu ogólnego, która nie odbiega od wartości podawanych przez innych autorów dla gleb rdzawych (Bednarek 1991, Janowska 2001, Czubaszek i Banaszuk 2004).

Wśród właściwości gleb opisywanych w pracy na uwagę zasługuje także kształtowanie się zawartości fosforu. Pierwiastek ten jest ważny ze względu na jego rozmieszczenie i obieg w przyrodzie oraz udział w odżywianiu roślin. Oceniając zawartość fosforu ogółem stwierdzono, że gromadził się on głównie w poziomach próchnicznych ornych gleb porolnych co jest związane z wcześniejszym wieloletnim nawożeniem tych gleb. Podobnie kształtuje się rozkład przyswajalnej formy fosforu, który w największych wartościach występował w poziomach próchnicznych ornych gleb porolnych a w glebach leśnych w warstwie ściółki oraz w poziomach wzbogacania. Wynika to z faktu, że duża część fosforu jest związana z substancją organiczną (Sinha 1971, Czepińska-Kamińska 1992). Potwierdzają to również statystycznie istotne związki między zawartością fosforu a ilością węgla organicznego w badanych glebach. Wielu autorów zwraca uwagę, że pochodzenie i właściwości skał macierzystych decydują o zasobności gleb w fosfor (Pondel i Gałczyńska 1977, Aquilar i Heil 1988).

Według Brogowskiego (1966) zawartość fosforu ogółem w glebach piaszczystych uwarunkowana jest pochodzeniem geologicznym materiału glebowego, natomiast rozmieszczenie w poszczególnych poziomach glebowych wiąże się z zachodzącymi procesami glebotwórczymi. Skład granulometryczny w mniejszym stopniu wpływa na zawartość fosforu w badanych glebach, natomiast zanotowano wpływ wzrostu zakwaszenia na spadek zawartości fosforu przyswajalnego, co potwierdzają badania Czepińskiej-Kamińskiej (1992). Oceniając zawartość fosforu przyswajalnego według liczb granicznych (IUNG 1990) można stwierdzić bardzo niską zawartość tego pierwiastka w badanych glebach niezależnie od sposobu ich użytkowania.

Użytkowanie rolnicze gleb przyczyniło się do wzrostu zawartości potasu przyswajalnego w wierzchnich poziomach genetycznych badanych gleb. Korelacje między zawartością węgla organicznego a ilością potasu przyswajalnego w poziomach próchnicznych badanych gleb są jednak mało istotne i nie potwierdzają spostrzeżeń Siuty i innych (1967) o wpływie próchnicy na zwiększenie ilości potasu w glebach. Z reguły w profilach badanych gleb ich zasobność w przyswajalną formę potasu, niezależnie od sposobu użytkowania malała wraz z głębokością, co stwierdził w swoich badaniach również Niedźwiecki (1984). W badanych glebach nie stwierdzono natomiast związków między pH gleby a zawartością potasu przyswajalnego. Brak jest także istotnych zależności między zawartością potasu przyswajalnego a składem granulometrycznym co oznacza że zawartość tej formy potasu jest raczej zależna od składu minerałów ilastych, na co zwraca uwagę również Kępka (1992). Wymaga to jednak potwierdzenia w osobnych badaniach. Oceniając zawartość potasu przyswajalnego według liczb granicznych (IUNG 1990) można stwierdzić niską zawartość tego pierwiastka w profilach badanych gleb niezależnie od sposobu ich użytkowania. Stosunkowo wysoką zasobnością w potas przyswajalny charakteryzowała się natomiast ściółka gleb leśnych.

Generalnie, gleby odłogowane były zasobniejsze w przyswajalny fosfor i potas od odpowiadających im gleb leśnych, co znajduje potwierdzenie w badaniach Niedźwieckiego i innych (1999). Ponieważ badane gleby pod względem zawartości przyswajalnych form fosforu i potasu nie pokrywają w pełni potrzeb pokarmowych roślin zarówno płytko jak i głęboko korzeniących się, należy w perspektywie planować nawożenie fosforowe i potasowe.

W badanych glebach oznaczono ogólną koncentrację cynku, żelaza, niklu, kobaltu, manganu, ołowiu i miedzi. Uzyskane wyniki mieszczą się w granicach średnich naturalnych zasobności uzyskanych dla gleb lekkich przez Kabatę-Pendias i Pendiasa (1993).

Różni autorzy zwracają uwagę na zależność rozmieszczenia mikroelementów i ich ilości od składu granulometrycznego gleby (Szerszeń i inni 1983, Malczyk 1996, Czekała i Jakubus 2000, Kawałko 2000, Strączyński i Wróbel 2000), zawartości próchnicy (Łętowska i Bogacz 2000, Strączyńska i Strączyński 2000, Kwasowski i inni 2000), odczynu (Kabata-Pendias i Pendias 1993, Kucharzewski i Dębowski 2000) oraz wpływu czynników antropogenicznych, w tym sposobu użytkowania (Szafranek 2000), emisji komunikacyjnych i przemysłowych, stosowania ścieków jako nawozów użyźniających itp. (Gorlach 1995, Kabata-Pendias i Pendias 1993, Tujak i inni 2004).

Nie zawsze jednak zawartość mikroelementów w skale macierzystej, która jest ich pierwotnym źródłem, wpływa w sposób wyraźny na ich kumulację w wierzchnich poziomach gleby. W przeprowadzonych badaniach trudno było uchwycić wpływ zróżnicowania skały macierzystej na zawartość pierwiastków w poszczególnych poziomach genetycznych ponieważ badane gleby zostały wytworzone z materiału piaszczystego o bardzo podobnym składzie granulometrycznym i o małej zasobności w analizowane pierwiastki. Dlatego też, nagromadzenie większości pierwiastków w poziomach próchnicznych oraz poziomach ściółki leśnej można powiązać z procesem biologicznej kumulacji, jako rezultat pobierania składników przez rośliny i oddawania do gleby np. wraz z opadem ściółki (Skłodowski i Maciejewska 1986).

W poziomach organicznym i próchnicznym zaobserwowano wzrost zawartości wszystkich pierwiastków w stosunku do skały macierzystej, za wyjątkiem Ni i Mn. Należy jednak stwierdzić, że poszczególne pierwiastki różnią się pod tym względem w sposób wyraźny. Z jednej strony np. Zn, którego nagromadzenie jest kilkukrotne a z drugiej Co czy Pb, których zawartość w poziomach próchnicznych jest niewiele wyższa niż zawartość w skale macierzystej. Mimo znacznie wyższej zawartości niektórych pierwiastków w poziomach próchnicznych czy poziomie organicznym gleb leśnych, nie stwierdzono istotnej statystycznie zależności między ich stężeniem a zawartością węgla organicznego co potwierdzają wyniki badań Skłodowskiego i Maciejewskiej (1986) oraz Czarnowskiej i Gworka (1987).

W glebach leśnych zanotowano natomiast dodatnią korelację między udziałem części spławialnych a ogólną zawartością takich pierwiastków jak Ni, Co i Zn. Występowanie w różnych typach gleb podobnych zależności stwierdzili również inni autorzy (Gworek 1985, Czarnowska i Gworek 1987).

Zawartość pierwiastków śladowych w poziomach mineralnych badanych gleb leśnych i porolnych można uszeregować według malejących ilości następująco: Fe > Mn > Zn > Co > Ni > Pb > Cu. Zbliżony układ zaobserwował w swoich badaniach Gworek (1985).

W badanych glebach leśnych i porolnych obserwowano wyższe wartości Zn, Fe, Co,

Pb i Cu w poziomach powierzchniowych w porównaniu do skały macierzystej. Natomiast w przypadku Ni, jego zawartość zwiększała się wraz z głębokością. W poziomach skały macierzystej zawartość oznaczanych pierwiastków była porównywalna niezależnie od sposobu użytkowania gleby. Poziomy próchniczne gleb porolnych zawierały nieznacznie więcej Zn, Co i Mn w porównaniu z glebami leśnymi, co może potwierdzać pewien wpływ działalności człowieka na badane gleby.

Zawartość żelaza w poziomach skały macierzystej zarówno gleb leśnych jak i porolnych była porównywalna do wyników uzyskanych przez Brożka i Zwydaka (2001) dla piaszczystych skał macierzystych pochodzenia lodowcowego.

Analizując przestrzenny rozkład właściwości badanych gleb można zauważyć, że gleby z obiektu Zabór charakteryzowały się lepszymi właściwościami w porównaniu z glebami z pozostałych fragmentów Wysoczyzny Zielonogórskiej. Wyróżniały się one korzystniejszymi właściwościami sorpcyjnymi a w glebach porolnych zanotowano najwyższą wilgotność aktualną oraz zawartość fosforu przyswajalnego. Ponadto gleby odłogowane zawierały najwięcej takich pierwiastków jak: żelazo, kobalt i ołów, a gleby leśne kobalt, ołów i mangan. Z kolei najmniej zasobne we wszystkie kationy okazały się gleby z obiektu Łężyca. Zawierały one również niewielkie ilości mikroelementów za wyjątkiem niklu, a gleby leśne cechowała najwyższa wilgotność aktualna. Takie zróżnicowanie właściwości gleb należących do tego samego typu i o podobnej genezie wynika ze związku między składem granulometrycznym oraz zakwaszeniem a wymienionymi powyżej właściwościami. W profilach glebowych z obiektu Zabór przeważały piaski słabogliniaste i występował większy udział frakcji spławialnych w porównaniu do gleb z obiektu Łężyca, gdzie dominowały piaski luźne. Profile glebowe z obiektu Łężyca różniły się także od tych z Zaboru większym zakwaszeniem. To przestrzenne zróżnicowanie właściwości gleb jest związane ze specyficzną budową geologiczną Wału Zielonogórskiego. Skały macierzyste profilów glebowych z obiektu Zabór i Świdnica tworzą zasobniejsze w składniki pokarmowe piaski zwałowe miejscami podścielone pyłami lub glinami. Natomiast geneza gleb z obiektu Łężyca jest związana z osadami kemowymi, czyli przemytym i mocno przesortowanym materiałem piaszczystym. Powstały z niego gleby o mniej zróżnicowanym składzie granulometrycznym i zdecydowanie uboższe w składniki pokarmowe dla roślin.

Ciekawe jest zróżnicowanie przestrzenne zawartości potasu przyswajalnego, którego zdecydowanie więcej występuje w glebach w północnej części Wysoczyzny Zielonogórskiej w porównaniu z profilami glebowymi z obiektu Zabór. Wynika to z wieloletniej działalności gospodarczej człowieka przejawiającej się wysokim nawożeniem gleb z okolic Łężyca (tereny po byłych Państwowych Gospodarstwach Rolnych).

Prezentowane w pracy gleby rdzawe, tak jak większość gleb lekkich, charakteryzują się

składem granulometrycznym z małym udziałem części spławialnych, kwaśnym odczynem oraz niewielką ilością składników pokarmowych. Przejęcie gleb leśnych pod uprawę, a w ostatnich latach odłogowanie spowodowało ubytki substancji organicznej oraz wzrost odczynu i zasobów przyswajalnego fosforu i potasu, co również potwierdzają badania Brożka (1999).

Gleby wyłączone z produkcji rolniczej i odłogowane ulegają degradacji, wyrażającej się zmianami we właściwościach fizycznych, silnym zachwaszczeniem oraz przesuszeniem (Biskupski i inni 2004). Szybko postępująca degradacja powoduje zmniejszenie urodzajności gleb, a nieopłacalność ich dalszej uprawy czyni z nich nieużytki rolne (Siuta i Kucharska 1997). Wobec ciągłego ubywania próchnicy glebowej, utrzymanie jej zawartości w glebach wymaga stałego nawożenia organicznego (Strączyńska 1993). Przyczynia się ono do poprawy właściwości fizycznych gleby, głównie struktury, a więc zapewnia roślinom warunki dla korzystnego wzrostu i rozwoju (Andrzejewski 1993). Jednak nie zawsze standardowe nawożenie obornikiem lub nawozami zielonymi poprawia w znaczącym stopniu zasobność gleb lekkich w materię organiczną (Maciejewska 1993); należy również stosować nawozy mineralne i wapnowanie. Próby osiągnięcia niezbędnego poziomu plonów przez zbyt intensywne nawożenie mineralne dają także negatywne rezultaty w postaci przedostawania się nadmiaru składników nawozowych do wód podziemnych i powierzchniowych a przez to zanieczyszczanie środowiska oraz pogorszenie jakości plonów (Sharpley 1995, Siuta i Kucharska 1997).

W Polsce o odłogach mówi się zwykle w kontekście skutków wywołanych likwidacją państwowych gospodarstw rolnych ale powierzchnia odłogów i ugorów zwiększa się również na skutek rezygnacji rolników z uprawy gruntów ze względu na ponoszone straty finansowe oraz traktowanie ziemi tylko jako dobrą lokatę kapitału. Wyłączając grunt z produkcji, po pewnym czasie zapewne będzie można sprzedać go z zyskiem pod różnego typu inwestycje (<http://www.ppr.pl> 2005). Nieprzypadkowo więc dużo odłogów jest w najbliższym sąsiedztwie miasta Zielona Góra.

Gleby odłogowane ulegają zachwaszczeniu i są często porośnięte krzewami lub drzewami. Wznowienie uprawy na tej powierzchni wymagałoby więc rekultywacji gruntów. Zabiegi te wiążą się jednak ze znacznym nakładem finansowym dlatego jednym z rozwiązań jest przeznaczenie tych gleb pod zalesienie. Należy jednak przypuszczać, że część tych gleb nadal będzie użytkowana rolniczo lub raczej odłogowana, dlatego też coraz częściej proponuje się uprawy sadownicze, w tym winorośli. Krzew ten można uprawiać praktycznie we wszystkich regionach kraju, a w historii obszaru Wału Zielonogórskiego takie uprawy były prowadzone. Występują tu bowiem warunki klimatyczne odpowiednie do zakładania profesjonalnych winnic. Na winnice nadają się miejsca najcieplejsze

i najlepiej nasłonecznione, odpowiednio też zabezpieczone przed przymrozkami i silnymi wiatrami. Z drugiej strony pod uprawę winorośli można przeznaczyć właśnie grunty trudne do rolniczego wykorzystania: strome zbocza, grunty o nieurodzajnej glebie, kamieniste i piaszczyste.

Wykorzystując naturalną odporność właściwie dobranych odmian, oraz tworząc prawidłowy ekosystem winnicy przez staranną uprawę i ciągły monitoring zmian, analizę danych meteorologicznych oraz zastosowanie bioindykatorów, można zmniejszyć do minimum stosowanie środków szkodliwych dla środowiska (pestycydy) i uzyskać w efekcie wysokie plony. Nawozy sztuczne mogą zostać częściowo zastąpione naturalnymi np. kompostem. Można też stosować „nawozy zielone” w postaci przyorywanych roślin okrywowych, porastających przestrzeń pomiędzy rzędami winorośli. Ich dodatkowym zadaniem byłoby również powstrzymanie erozji gleby.

Racjonalne gospodarowanie środowiskiem, w tym również rolniczą przestrzenią produkcyjną, może nastąpić tylko w oparciu o wszechstronne poznanie właściwości gleb i zrozumienie procesów w nich zachodzących. Uzyskane wyniki badań na temat gleb Wysoczyzny Zielonogórskiej powinny więc znaleźć praktyczne zastosowanie wśród różnych użytkowników gleb omawianego rejonu a także mogą w przyszłości stanowić materiał porównawczy dla prac dotyczących zmian w budowie profilów i we właściwościach omawianych gleb zachodzących w czasie lub wywołanych zmianą użytkowania.

8. Wnioski

Na podstawie przeprowadzonych badań sformułowano następujące wnioski:

1. Użytkowanie rolnicze gleb rdzawych spowodowało zmianę budowy profilu glebowego oraz przyczyniło się do wielu różnic we właściwościach fizycznych i chemicznych badanych gleb.
2. W wyniku użytkowania rolniczego a następnie odłogowania, w górnych poziomach genetycznych badanych gleb nastąpiły niekorzystne zmiany niektórych właściwości fizycznych. W porównaniu z glebami leśnymi, gleby porolne charakteryzowały się:
 - wyższą gęstością objętościową,
 - niższą połową pojemnością wodną,
 - niższą ilością wody dostępnej dla roślin w poziomach próchnicznych (A),
 - niższą wilgotnością aktualną w sezonie wegetacyjnym.
3. Na niekorzystne dla roślin stosunki powietrzno-wodne w opisywanych glebach zasadniczy wpływ wywiera frakcja piasku, dominująca w składzie granulometrycznym, przy niewielkiej ilości części spławialnych oraz ilość i rozkład opadów w okresie wegetacyjnym, a w szczególności w okresach intensywnego wzrostu roślin.
4. Objęcie gleb rdzawych uprawą spowodowało wzrost odczynu w powierzchniowych poziomach genetycznych, zmniejszenie zawartości glinu wymiennego oraz zwiększenie stopnia wysycenia kompleksu sorpcyjnego kationami o charakterze zasadowym.
5. Przeprowadzone badania porównawcze gleb leśnych i porolnych wykazały, że gleby porolne charakteryzowały się mniejszą zasobnością w węgiel organiczny oraz większą zawartością fosforu i potasu przyswajalnego
6. Opisywane gleby, niezależnie od sposobu użytkowania, cechowała niska zawartość potasu i bardzo niska zawartość fosforu przyswajalnego, co sugeruje potrzebę nawożenia tych gleb wymienionymi pierwiastkami.
7. Badane gleby rdzawe można zaliczyć do gleb o naturalnej zawartości mikroskładników, przy czym nieznacznie wzbogaconych w cynk, kobalt i mangan okazały się poziomy próchniczne gleby porolnych.
8. Na obszarze Wału Zielonogórskiego występuje przestrzenna zmienność pod względem właściwości gleb, związana z ich genezą i składem granulometrycznym. Gleby

z obiektu Zabór i Świdnica, powstałe z piasków zwałowych zalegających na glinach lub pyłach charakteryzowały się mniejszym zakwaszeniem i były bardziej zasobne w składniki pokarmowe w porównaniu z glebami z obiektu Łężyca, które zostały utworzone z mocno przesortowanego materiału piaszczystego. Gleby z obiektu Łężyca cechowała największa zawartość potasu przyswajalnego będąca wynikiem wieloletniej działalności człowieka (tereny po byłych Państwowych Gospodarstwach Rolnych).

9. Uzyskane wyniki wskazują, że badane gleby rdzawe porolne ze względu na ich niską jakość i przydatność rolniczą oraz bezpośrednie sąsiedztwo z kompleksami leśnymi należy stopniowo wyłączać z produkcji zmieniając ich funkcje z rolniczej na leśną.

Spis tabel

1	Przykładowy skład granulometryczny i właściwości fizyczne gleb rdzawych właściwych (Królikowski i inni 1986), brunatno-rdzawych i bielcowo-rdzawych (Matuszkiewicz 2001)	9
2	Wybrane właściwości gleb rdzawych właściwych, bielcowo-rdzawych (Zawadzki 1999) i brunatno-rdzawych (Brożek i Zwydak 2003)	10
3	Zestawienie poszczególnych par wykonanych odkrywek glebowych	44
4	Wartości stosunku molowego węgla do wolnego glinu i żelaza w poziomach próchnicznych i rdzawych badanych gleb	77
5	Gęstość objętościowa, wilgotność oraz pojemność wodna (wartości średnie) w wybranych profilach gleb leśnych i porolnych z obiektu Zabór (symbole Z1–Z6)	84
6	Gęstość objętościowa, wilgotność oraz pojemność wodna (wartości średnie) w wybranych profilach gleb leśnych i porolnych z obiektu Łężyca (symbole L1–L5) oraz Świdnica (symbole S1–S7)	85
7	Związki między niektórymi właściwościami fizycznymi, zawartością węgla organicznego i udziałem frakcji piasku w profilach badanych gleb	86
8	Pojemność wodna (w % wagowych) badanych gleb	89
9	Zależności między zawartością węgla (C) a udziałem części spławialnych i pH w badanych glebach leśnych i porolnych	94
10	Zależność między zawartością glinu wymiennego a odczynem w badanych glebach leśnych i porolnych	97
11	Właściwości sorpcyjne badanych gleb obiektu Łężyca	98
12	Właściwości sorpcyjne badanych gleb obiektu Świdnica	99
13	Właściwości sorpcyjne badanych gleb obiektu Zabór	100
14	Równania regresji oraz współczynniki korelacji i determinacji dla związków między odczynem, zawartością węgla organicznego i udziałem części spławialnych a zawartością kationów wymiennych i właściwościami sorpcyjnymi w badanych glebach w zależności od sposobu użytkowania	107

-
- 15 Współzależności pomiędzy pH, udziałem części spławialnych, zawartością węgla (C) i fosforu ogółem w poszczególnych poziomach genetycznych badanych gleb 110
- 16 Zawartość fosforu przyswajalnego w zależności od odczynu (pH), udziału części spławialnych oraz zawartości węgla organicznego (C) w poszczególnych poziomach genetycznych badanych gleb 112
- 17 Zawartość potasu przyswajalnego w zależności od odczynu (pH), udziału części spławialnych oraz zawartości węgla organicznego (C) w skale macierzystej badanych gleb 113
- 18 Zależności między odczynem, zawartością węgla organicznego (C), ilością części spławialnych oraz sumą zasad wymiennych w kompleksie sorpcyjnym (S) a zawartością mikroelementów w glebach leśnych i porolnych 119
- 19 Zależności między zawartością mikroelementów w glebach leśnych i porolnych 121

Spis rycin

1	Gleba rdzawa właściwa	8
2	Gleba brunatno-rdzawa	8
3	Ugory i odłogi w ogólnej powierzchni gruntów ornyc w 2002 roku	14
4	Fragment mapy okolic Zielonej Góry z przełomu XIX i XX w. z widocznymi winnicami. Notka wydawcy: Herausgegeben von der Preussichen Landesaufnahme 1886; Reichsamt für Landesaufnahme berichtigt 1933)	20
5	Fragment mapy okolic Zielonej Góry z widocznymi kopalniami węgla brunatnego działającymi na przełomie XIX i XX w.(Notka wydawcy: Herausgegeben von der Preussichen Landesaufnahme 1886; Reichsamt für Landesaufnahme berichtigt 1933)	22
6	Obszar objęty badaniami	23
7	Budowa geologiczna Wału Zielonogórskiego	24
8	Schematyczny południkowy przekrój Wału Zielonogórskiego i jego zaplecza (według T. Bartkowskiego)	24
9	Głazy narzutowe w okolicach Świdnicy (Wawrzyniak-Gramacka, 2006)	25
10	Fragment budowy geologicznej Wału Zielonogórskiego w odsłonięciu terenowym (Wawrzyniak-Gramacka, 2006)	26
11	Budowa geologiczna Wału Zielonogórskiego (Wróbel, 1997)	27
12	Zapadliska po eksploatacji węgla brunatnego (Wawrzyniak-Gramacka, 2006)	28
13	Fragment <i>Przeglądowej mapy hydrograficznej</i> z widocznymi głównymi ciekami odwadniającymi obszar, na którym prowadzono badania	29
14	Średnie miesięczne sumy opadów w 2004 roku na tle danych z wielolecia dla stacji pomiarowej w Kalsku k/Zielonej Góry (dane ODR Kalsk)	32
15	Średnia miesięczna temperatura w 2004 roku na tle danych z wielolecia dla stacji pomiarowej w Kalsku k/Zielonej Góryn (dane ODR Kalsk)	33
16	Fragment mapy gleb Polski (Bednarek i Prusinkiewicz 1999) z zaznaczonym obszarem Wału Zielonogórskiego	35
17	Fragment mapy „Rolnicza przydatność gleb Polski” (Bednarek 1999) z zaznaczonym obszarem Wału Zielonogórskiego	37

18	Struktura użytkowania terenu – Powiat Zielonogórski 2004 rok (według danych GUS, materiały niepublikowane)	38
19	Lokalizacja obiektów badawczych. Symbole na rycinie oznaczają profile glebowe z obiektów: L — Łężyca, S — Świdnica, Z — Zabór, a cyfry przy symbolach — numer profilu.	41
20	Gleba porolna – Łężyca (L1)	47
21	Gleba leśna – Łężyca (L2)	47
22	Gleba porolna – Łężyca (L3)	50
23	Gleba leśna – Łężyca (L5)	50
24	Gleba leśna – Świdnica (S1)	53
25	Gleba porolna – Świdnica (S2)	53
26	Gleba leśna – Świdnica (S3)	56
27	Gleba porolna – Świdnica (S4)	56
28	Gleba porolna – Świdnica (S6)	59
29	Gleba leśna – Świdnica (S7)	59
30	Gleba porolna – Zabór (Z1)	62
31	Gleba leśna – Zabór (Z2)	62
32	Gleba porolna – Zabór (Z3)	65
33	Gleba leśna – Zabór (Z4)	65
34	Gleba porolna – Zabór (Z5)	68
35	Gleba leśna – Zabór (Z6)	68
36	Gleba porolna – Zabór (Z7)	71
37	Gleba leśna – Zabór (Z8)	71
38	Gleba porolna – Zabór (Z9)	74
39	Gleba leśna – Zabór (Z10)	74
40	Gleba rdzawa uprawna (Wawrzyniak-Gramacka, 2006)	75
41	Bór sosnowy (nasadzenia sztuczne) z naturalnym podszytem mieszanym i glebą rdzawą leśną (Wawrzyniak-Gramacka, 2006)	76
42	Skład granulometryczny badanych gleb — obiekt Świdnica	79

43	Skład granulometryczny badanych gleb — obiekt Zabór	81
44	Skład granulometryczny badanych gleb — obiekt Łężyca	82
45	Zależności między wybranymi właściwościami fizycznymi, składem granulometrycznym i zawartością węgla w profilach badanych gleb	87
46	Polowa pojemność wodna badanych gleb leśnych i porolnych	88
47	Zależności między polową pojemnością wodną a gęstością objętościową w poziomie próchnicznym badanych gleb	88
48	Wilgotność aktualna w profilach glebowych z obiektu Łężyca	90
49	Wilgotność aktualna w profilach glebowych z obiektu Zabór	91
50	Wilgotność aktualna w profilach glebowych z obiektu Świdnica	92
51	Zawartość azotu ogółem w poszczególnych poziomach genetycznych badanych gleb	93
52	Zawartość węgla organicznego w poszczególnych poziomach genetycznych badanych gleb	93
53	Stosunek węgla organicznego do azotu ogółem (C : N) w poszczególnych poziomach genetycznych badanych gleb	94
54	Odczyn poszczególnych poziomów genetycznych badanych gleb leśnych i porolnych	96
55	Zawartość glinu wymiennego w poszczególnych poziomach genetycznych badanych gleb leśnych i porolnych	96
56	Krzywe regresji dla związku między pH_{H_2O} a zawartością glinu wymiennego w badanych glebach leśnych	97
57	Zawartość kationów wymiennych w poszczególnych profilach badanych gleb	103
58	Udział kationów zasadowych w stosunku do S (średnie wartości)	104
59	Suma kationów zasadowych (średnie wartości dla gleb leśnych i porolnych)	105
60	Zależność pomiędzy zawartością magnezu wymiennego a pH w glebach leśnych i porolnych Wysoczyzny Zielonogórskiej	106
61	Związki między pojemnością sorpcyjną (T) a zawartością węgla organicznego w glebach leśnych i porolnych Wysoczyzny Zielonogórskiej	108
62	Zawartość fosforu ogółem (Po) w poszczególnych poziomach genetycznych w wybranych profilach badanych gleb leśnych i porolnych	109

-
- 63 Zależności pomiędzy fosforem ogółem (Po), fosforem przyswajalnym (Pp) a zawartością węgla organicznego (C) w badanych glebach porolnych 109
- 64 Zawartość fosforu dostępnego dla roślin (Pp) w poszczególnych poziomach genetycznych w wybranych profilach badanych gleb leśnych i porolnych . . 110
- 65 Stosunek przyswajalnej formy fosforu do fosforu ogółem w poszczególnych poziomach genetycznych badanych gleb 111
- 66 Zawartość potasu dostępnego dla roślin (Kp) w poszczególnych poziomach genetycznych w wybranych profilach badanych gleb leśnych i porolnych . . 113
- 67 Zawartość Zn w profilach badanych gleb leśnych i porolnych z obiektów Łężyca, Świdnica i Zabór 114
- 68 Zawartość Fe w profilach badanych gleb leśnych i porolnych z obiektów Łężyca, Świdnica i Zabór 115
- 69 Zawartość Ni w profilach badanych gleb leśnych i porolnych z obiektów Łężyca, Świdnica i Zabór 116
- 70 Zawartość Co w profilach badanych gleb leśnych i porolnych z obiektów Łężyca, Świdnica i Zabór 116
- 71 Zawartość Mn w profilach badanych gleb leśnych i porolnych z obiektów Łężyca, Świdnica i Zabór 117
- 72 Zawartość Pb w profilach badanych gleb leśnych i porolnych z obiektów Łężyca, Świdnica i Zabór 118
- 73 Zawartość Cu w profilach badanych gleb leśnych i porolnych z obiektów Łężyca, Świdnica i Zabór 118

Literatura

- Adamczewska K., 1954: Z fizjografii krainy zielonogórskiej, *Przegląd Zachodni* (1–2): 250–269.
- Andrzejewski M., 1993: Znaczenie próchnicy dla żyzności gleb, *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* **411**: 11–22.
- Aquilar R., Heil R. D., 1988: Soil organic carbon, nitrogen and phosphorus in Northern Great Plain Rangeland, *Soil Sc. Soc. Am. J.* **32**(4): 1076–1081.
- Baranowski R., 1980: Wpływ gęstości gleby na jej agrofizyczne właściwości, *Rocz. Gleb.* **31**(2): 15–31.
- Bartkowski T., 1959: Budowa geologiczna a morfologia środkowego odcinka Wału Zielonogórskiego, *Badania Fizjograficzne nad Polską Zachodnią, t. V, PTPN, Poznań*.
- Bartkowski T., 1970: *Wielkopolska i Środkowe Nadodrze*, PWN Warszawa.
- Bednarek R., 1991: *Wiek, geneza i stanowisko systematyczne gleb rdzawych w świetle badań paleopedologicznych w okolicach Osia (Bory Tucholskie)*, UMK Toruń.
- Bednarek R., Prusinkiewicz Z., 1999: *Geografia gleb*, Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Bernadzki E., 1990: Koncepcje hodowli lasu na gruntach porolnych, *Sylvan* (3): 51–59.
- Białousz S., 1978: Wpływ morfogenezy Pojezierza Mazurskiego na kształtowanie się gleb, *Rocz. Nauk Roln. seria D*(166): 87–154.
- Biskupski A., Włodek S., Pabin J., 2004: Uprawowe sposoby rekultywacji odłogów, *Rocz. Gleb.* **55**(2): 77–83.
- Błaszczuk W. H., 1994: Powierzchniowe zubożenie gleb piaszczystych Pomorza Zachodniego w magnez, *Biuletyn Magnezologiczny* (4): 18–21.
- Błaszczuk W. H., 1998: Ilościowe zróżnicowanie form magnezu i potasu w glebach różnie użytkowanych, *Rocz. Gleb.* **49**(3/4): 73–100.
- Bloom P. R., McBride M. B., Weaver R., 1979: Aluminum organic matter in acid soils: buffering and solution aluminum activity, *Soil Sc. Soc. Am. J.* **43**(3): 488–493.
- Boratyński K., Roszykowska S., Ziętecka M., 1964: Odczyn oraz wielkość sorpcji gleby a zawartość magnezu, *Rocz. Gleb.* **14**(1): 27–41.

- Boratyński K., Wilk K., 1968: Wpływ nawożenia na związki próchniczne gleby lekkiej, *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* **77a**: 63–70.
- Borowiec S., 1993: *Geologia i gleby rejonu Szczecina*, W: Stan środowiska miasta i rejonu Szczecina, Jasnowska J. [red.], Szczecińskie Towarzystwo Naukowe, Szczecin.
- Bratkowski J., Warsza T., 1961: *Stosunki wodne*, W: Barciński F., Krygowska B., Zajchowska S. [red.], Województwo Zielonogórskie, Monografia geograficzno-gospodarcza, Instytut Zachodni, Poznań, 31–65.
- Brożek S., 1999: Wpływ lasu na gleby – biomodifikacja czy degradacja, *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* **467**: 65–72.
- Brożek S., Zwydak M., 2001: Zawartość żelaza ogółem w wybranych skałach macierzystych gleb leśnych Polski, *Rocz. Gleb.* **52**(Suplement): 167–175.
- Brożek S., Zwydak M., 2003: *Atlas gleb leśnych Polski*, Centrum Informacyjne Lasów Państwowych, Warszawa.
- Brogowski Z., 1966: Fosfor organiczny i mineralny w niektórych glebach piaskowych Polski, *Rocz. Gleb.* **16**(1): 209–239.
- Bubień A., Kotowski J., 1992: Deformacje glacitektoniczne w odsłonięciu na północnym skłonie wału zielonogórskiego, *VII Sympozjum Glacitektoniki, Zielona Góra*, 67–75.
- Carter M. R., Gregorich D. A., Angers D. A., Donald R. G., Bolinder M. A., 1998: Organic C and N storage, and organic C fractions, in adjacent cultivated and forested soils of eastern Canada, *Soil and Tillage Research* **47**: 253–261.
- Chudecki Z., Błaszczuk H., 1980: Zmiany w zawartości połączeń Ca, K, Na w glebach brunatnoziemnych i rdzawych w zależności od ich użytkowania, *Rocz. Gleb.* **31**(3/4): 227–235.
- Ciuk E., 1992: Z przeszłości poszukiwań i badań złóż węgla brunatnego w rejonie Koło Młyna na południe od Zielonej Góry, *VII Sympozjum Glacitektoniki, Zielona Góra*.
- Curtin D., Smillie G. W., 1983: Soil solution, *Soc. Am. J.* (4): 701–707.
- Czarnowska K., Gworek B., 1987: Metale ciężkie w niektórych glebach środkowej i północnej Polski, *Rocz. Gleb.* **38**(3): 41–57.
- Czechowski A., 1904: *Opis Ziemi zamieszkałych przez Polaków, tom 1, Ziemie Polskie w Prusach*, Warszawa.

- Czekała J., Jakubus M., 2000: Występowanie miedzi, cynku i manganu w glebach uprawnych, *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* **471**: 219–228.
- Człepińska-Kamińska D., 1992: *Wpływ procesów glebotwórczych na rozmieszczenie mineralnych związków fosforu w glebach*, Wydawnictwo SGGW, Warszawa.
- Człepińska-Kamińska D., 2000: *Klasyfikacja gleb leśnych Polski*, Centrum Informacyjne Lasów Państwowych, Warszawa.
- Czuba R., Strahl A., Andruszczak E., 1968: Badania nad rozmieszczeniem przyswajalnych składników w profilach glebowych, *Rocz. Gleb.* **19**(1): 135–150.
- Czubaszek R., Banaszuk H., 2004: Wybrane właściwości gleb rdzawych na wydmach sródtorfowych w bagiennych dolinach Biebrzy i Narwi, *Rocz. Gleb.* **55**(1): 87–98.
- Damczyk K., Konopczyński W., 2000: *Wody powierzchniowe*, W: Stan środowiska w Zielonej Górze w 1999 roku, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Zielona Góra.
- Degórski M., 2002: *Przestrzenna zmienność właściwości gleb bielicoziemnych środkowej i północnej Europy a geograficzne zróżnicowanie czynników pedogenicznych*, Polska Akademia Nauk, Prace geograficzne nr 182, Warszawa.
- Die Grünbergs-Höhe*, 1862: Grünberg.
- Dobrzański B., Borek S., Brogowski Z., Czarnowska K., Czerwiński Z., Kępka M., Konecka-Betley K., Kuźniarowa A., Łakomiec I., Święcicki C., 1973: *Typologia i właściwości gleb wytworzonych z gliny zwałowej złodowacenia środkowopolskiego*, Rocz. Nauk Roln., seria D – Monografie – Tom 151.
- Dobrzański B., Zawadzki S., 1981: *Gleboznawstwo*, PWRiL Warszawa.
- Domżał H., Hodara J., Słowińska-Jurkiewicz A., Turski R., 1993: The effects of agricultural use on the structure and physical properties of three soil types, *Soil and Tillage Research* **27**: 365–382.
- Dziadowiec H., 1993: Ekologiczna rola próchnicy glebowej, *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* **411**: 269–282.
- Dzienia S., Dojss D., Wereszczak J., 1997: Wpływ płodozmianu i ugorowania na właściwości chemiczne gleby lekkiej, *Rocz. Gleb.* **48**(1/2): 15–18.
- Filipek T., 1989: Występowanie glinu ruchomego w glebie i jego oddziaływanie na rośliny, *Postępy Nauk Rolniczych* (4/5/6): 3–14.

- Fularz A., 2004: Dziady i glinianki z Parku Poetów, *Gazeta Wyborcza* (14.12.2004): 6.
- Gil W., 1995: Przestrzenne mikroźródnicowanie gleby leśnej – jego charakter i związki z drzewostanem, *Sylvan* (4): 33–39.
- Gorlach E., 1995: Metale ciężkie jako czynnik zagrażający żyzności gleb, *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* **421a**: 113–122.
- Gorlach E., Curyło T., 1990: Wpływ odczynu na pobieranie potasu, sodu, magnezu i wapnia przez różne gatunki roślin, *Rocz. Gleb.* **41**(1/2): 117–131.
- Góralski J., 1962: Zawartość przyswajalnego magnezu w glebach województwa warszawskiego ze szczególnym uwzględnieniem gleb lekkich, *Rocz. Gleb.* **12**: 203–213.
- Greinert A., Kończak–Konarkowska B., 2004: *Gleby*, W: Stan środowiska w województwie lubuskim w latach 1999–2003, Biblioteka Monitoringu Środowiska Zielona Góra, Gorzów Wielkopolski, 65–76.
- Greinert H., 1990: Gleby województwa zielonogórskiego, *Geografia* (14): 5–13.
- Greinert H., Greinert A., 1999: *Ochrona i rekultywacja środowiska glebowego*, Wydawnictwo Politechniki Zielonogórskiej, Monografia 92, Zielona Góra.
- Greinert H., Wawrzyniak–Gramacka E., 2003: Charakterystyka płowych gleb leśnych Wału Zielonogórskiego pod kątem możliwości wprowadzenia na nie właściwego typu siedliskowego lasu, *Materiały konferencyjne: Ekologia Pogranicza – Ep'03, Gorzów Wlkp. – Łagów*, 302–309.
- Gruhl K., 1929: *Tier- und Pflanzenwelt des Kreises Grünberg in Schlesien*, Grünberg.
- Gworek B., 1985: Pierwiastki śladowe (Mn, Zn, Cr, Cu, Ni, Co, Pb i Cd) w glebach uprawnych wytworzonych z glin zwałowych i utworów pyłowych północno-wschodniego regionu Polski, *Rocz. Gleb.* **36**(2): 43–59.
- <http://gminazg.pl>, 2005: Portal Gminy Zielona Góra.
- <http://stat.gov.pl>, 2005: Portal Głównego Urzędu Statystycznego.
- <http://www.ppr.pl>, 2005: Pierwszy Portal Rolniczy, wrzesień 2005.
- <http://www.zielonagora.lasy.gov.pl>, 2005: Portal Regionalnej Dyrekcji Lasów Państwowych, lipiec 2005.
- IUNG, 1990: *Zalecenia nawozowe, Liczby graniczne do wyceny zawartości makro- i mikroelementów w glebach, cz. 1*, Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa, Puławy.

- Janowska E., 1999: Glin w glebach krajobrazów geochemicznych Kampinoskiego Parku Narodowego, *Rocz. Gleb.* **50**(4): 31–35.
- Janowska E., 2001: *Geneza i właściwości gleb rdzawych na obszarze zlodowacenia środkowopolskiego*, Fundacja „Rozwój SGGW”, Warszawa.
- Januszewski J., 1961: *Najważniejsze cechy klimatu*, W: Barciński F., Krygowska B., Zajchowska S. [red.], Województwo Zielonogórskie, Monografia geograficzno-gospodarcza, Instytut Zachodni, Poznań, 67–108.
- Jarosz S., 1956: *Krajobrazy Polski i ich pierwotne fragmenty*, Warszawa.
- Jerzak L., 1998: *Pomniki przyrody w przedwojennej Zielonej Górze*, W: Studia Zielonogórskie, T. 4, Zielona Góra, 47–55.
- Józwiak J., Podgórski J., 1995: *Statystyka od podstaw*, Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne Warszawa.
- Kabata-Pendias A., Pendias H., 1979: *Pierwiastki śladowe w środowisku biologicznym*, Wydawnictwo geologiczne Warszawa.
- Kabata-Pendias A., Pendias H., 1993: *Biogeochemia pierwiastków śladowych*, PWN Warszawa.
- Kawałko D., 2000: Zawartość manganu, cynku i miedzi w glebach wytworzonych z różnych skał macierzystych na terenie Ślezańskiego Parku Krajobrazowego, *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* **471**: 313–318.
- Kern H., 1970: *Podstawowe wiadomości o glebach Województwa Zielonogórskiego*, WRZD Kalsk–Zielona Góra.
- Kern H., 1985: Definicja, właściwości i występowanie gleb lekkich piaskowych w Polsce, *Podniesienie produktywności gleb lekkich: Ogólnopolska Konferencja Naukowa, Zielona Góra, 18–20 września 1985*, Polskie Towarzystwo Gleboznawcze. Oddział Zielonogórski.
- Kern H., 1987: *Warunki przyrodnicze produkcji rolnej. Województwo Zielonogórskie*, IUNG Puławy.
- Kępka M., 1992: Potas wymienny i silniej związany w niektórych glebach, *Rocz. Gleb.* **43**(3/4): 91–101.
- Kęsik T., Konopiński M., Nowak L., 1980: Skutki wiosennego spulchnienia i zagęszczenia roli w uprawie warzyw, *Rocz. Gleb.* **31**(3/4): 125–134.

- Kliczkowska A., Grzyb M., 1997: Typy siedliskowe lasów w Polsce. Bory mieszane, *Głos Lasu* **28**(9): 13–17.
- Kobendza R., 1950: *Fizjografia Ziemi Zachodnich i Północnych; Ziemia Lubuska*, PIWR Warszawa.
- Kocowicz A., 1999: Wpływ sposobu użytkowania na właściwości sorpcyjne gleb, *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* **467**: 95–101.
- Koćmit A., Niedźwiecki E., Zabłocki Z., 1994: *Gleboznawstwo z elementami geologii*, Wydawnictwo AR w Szczecinie.
- Kondracki J., 2000: *Geografia regionalna Polski*, PWN Warszawa.
- Konecka-Betley K., 1968: Zagadnienie żelaza w procesie glebotwórczym, *Rocz. Gleb.* **10**(1): 51–97.
- Konecka-Betley K., Janowska E., 1996: Wiek i pochodzenie osadów a niektóre procesy glebotwórcze, *Rocz. Gleb.* **47**(suplement): 113–123.
- Korc W., 1958: *Dzieje uprawy zielonogórskiej winorośli*, Polskie Towarzystwo Historyczne Oddział w Zielonej Górze oraz Lubuskie Towarzystwo Kultury, Biblioteka Lubuska, Zeszyt 2, Zielona Góra–Poznań.
- Kowaliński S., Kollender-Szych A., Szerszeń L., 1968: Zależność niektórych właściwości fizycznych gleb lekkich od ich składu mechanicznego, *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* **77a**: 211–221.
- Kozłowski S. (red.), 1978: *Surowce mineralne Ziemi Lubuskiej*, Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa.
- Krasowicz, 2002: Produkcja roślinna na ziemiach polskich w XIX i XX wieku – rys historyczny, *Pamiętnik Puławski* **130**: 11–31.
- Król H., Ostrowska A., 1980: Właściwości gleb borów sosnowych na terenie ostańców gubińskich, *Rocz. Gleb.* **31**(2): 101–116.
- Królikowski L., Kowaliński S., Trzciński W. r., 1986: *Album gleb Polski*, PWN, Warszawa.
- Krygowski B., 1961: *Rzeźba i geologia*, W: Barciński F., Krygowska B., Zajchowska S. [red.], Województwo Zielonogórskie, Monografia geograficzno-gospodarcza, Instytut Zachodni, Poznań, 3–30.

- Krygowski B., Zajchowska S., 1946: *Ziemia Lubuska*, Wydawnictwo Instytutu Zachodniego, Poznań.
- Krzyszowski M., Urbanek D., 1977: *Metody statystyczne, wydanie drugie*, PWN, Warszawa.
- Krzywy E., 2000: *Nawożenie gleb i roślin*, Wydawnictwo AR w Szczecinie.
- Kucharzewski A., Dębowski M., 2000: Odczyn i zawartość mikroelementów w glebach Polski, *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* **471**: 627–635.
- Kuźnicki F., Białousz S., Kamińska H., Oszmiańska M., Rusiecka D., Skłodowski P., Ziemińska A., Żakowska H., 1978: Kryteria typologiczne gleb wytworzonych z piasków sandrowych i zwałowych wyżej położonej części Równiny Kurpiowskiej, *Rocz. Nauk Roln. seria D-monografie*(166): 17–31.
- Kwasowski W., Chojnicki J., Okołowicz M., Kozanecka T., 2000: Metale ciężkie w glebach powierzchni wzorcowych (GPW) w Puszczy Białej, *Rocz. Gleb.* **51**(3/4): 85–95.
- Labętowicz J., 1995: *Skład chemiczny roztworu glebowego w zróżnicowanych warunkach glebowych*, Fundacja "Rozwój SGGW", Warszawa.
- Lipiec J., Turski M., 2001: Zmiany wybranych właściwości fizycznych gleb powodowane sposobem ich użytkowania, *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* **478**: 235–240.
- Łętowska A., Bogacz A., 2000: Zawartość mikroelementów w glebach odłogowanych Dolnego Śląska, *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* **471**: 379–386.
- Łysko A., Zabłocki Z., 2004: Zmiany użytkowania gleb na obszarze moreny czołowej i sandru w okolicach Czaplinka w okresie wielolecia 1948-1977, *Rocz. Gleb.* **55**(3): 129–137.
- Maciejewska A., 1993: Zawartość próchnicy a właściwości sorpcyjne gleb bardzo lekkich, *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* **411**: 319–324.
- Majchrzak J., 1997: I węglem stała Zielona Góra, *Gazeta Lubuska* (164): 21.
- Malczyk P., 1996: Metale ciężkie w glebach wybranych ekosystemów leśnych, *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* **434**: 599–603.
- Manikowska B., 1997: Peryglacialne utwory pokrywowe i kształtowanie profilu glebowego na wysoczyźnie fluwioglacialnej w Polsce Środkowej, *Rocz. Gleb.* **48**(3/4): 151–167.

- Manikowska B., Bednarek R., 1994: Fossil preboreal soil on the dune sands in central Poland and its significance for the conception of rusty soil (cambic arenosols) genesis, *Rocz. Gleb.* **44**(suplement): 29–39.
- Martin J. A., Mutters R., 1985: Effect of lime rates on nutrient availability, mobility and uptake during the soybean growing season, *Soil Science* **13**(4): 333–343.
- Martyn W., Onuch–Amborska J., Molas J., 1998: Porównanie wybranych właściwości gleb użytkowanych rolniczo i gleb naturalnych, *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* **460**: 479–485.
- Matuszkiewicz J., 2001: *Zespoły leśne Polski*, PWN Warszawa.
- Mazurski H., Pawłowski K., 1997: Zalesienia jako jeden z kierunków zagospodarowania gruntów nie wykorzystywanych rolniczo, *Przegląd Przyrodniczy* **8**(1/2): 13–20.
- Mercik S., 1997: Wpływ odczynu gleby na plonowanie roślin i na efektywność nawożenia potasem, *Rocz. Gleb.* **38**(2): 111–123.
- Michalski R., 1992: Zatrucie gleb leśnych metalami ciężkimi, *Las Polski* (11): 15.
- MOŚ, 2002: ROZPORZĄDZENIE MINISTRA OCHRONY ŚRODOWISKA z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi. (Dz. U.02.165.1359 z dnia 4 października 2002 r.).
- Mocek A., Drzymała S., Maszner P., 2000: *Geneza, analiza i klasyfikacja gleb*, Wydawnictwo AR Poznań.
- Mucha W., 1961: *Kierunki rozwoju rolnictwa*, W: Barciński F., Krygowska B., Zajchowska S. [red.], Województwo Zielonogórskie, Monografia geograficzno–gospodarcza, Instytut Zachodni, Poznań, 109–131.
- Munsell, 1954: *Munsell Soil Color Charts*, Munsell Color Company, Inc. Baltimore. Md.
- Myśków W., Jaszczewska B., Stachyra A., Naglik E., 1986: Substancje organiczne gleby – ich rolnicze i ekologiczne znaczenie, *Rocz. Gleb.* **37**(2–3): 15–35.
- Niedźwiecki E., 1984: *Zmiany cech morfologicznych i właściwości gleb uprawnych na tle odpowiadających im gleb leśnych na Pomorzu Szczecińskim*, Wydawnictwo AR Szczecin.
- Niedźwiecki E., Meller E., Malinowski R., 1999: Właściwości chemiczne gleb odłogowanych przeznaczonych pod zalesienie na przykładzie prac zalesieniowych nadleśnictwa Dobrzany w woj. Szczecińskim, *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* **467**: 111–117.

- Obmiński Z., 1978: *Ekologia lasu*, PWN Warszawa.
- Operat glebowo-siedliskowy Nadleśnictwa Przytok*, 2000: RDLP w Zielonej Górze.
- Operat glebowo-siedliskowy Nadleśnictwa Zielona Góra*, 1999: RDLP w Zielonej Górze.
- Pokojska U., 1986: Rola próchnicy w kształtowaniu odczynu, właściwości buforowych i pojemności jonowwymiennej gleb leśnych, *Rocz. Gleb.* **37**(2–3): 249–263.
- Pondel H., Gałczyńska J., 1977: Wpływ poziomego nawożenia fosforowego na zawartość różnych form fosforu w glebie, *Rocz. Gleb.* **28**(2): 125–140.
- Prawdziej K., Koźmiński C. (red.), 1972: *Agroklimat województwa zielonogórskiego*, Redakcja poradnika gospodarczego w Poznaniu, Zielona Góra, Wojewódzki Rolniczy Zakład Doświadczalny w Kalsku k. Zielonej Góry.
- Prusinkiewicz Z., 1994: *Leksykon ekologiczno-gleboznawczy*, PWN Warszawa.
- Prusinkiewicz Z., Bednarek R., Pokojska U., 1980: Gleby bielicoziemne w Polsce, *Przegląd geograficzny* **52**(1): 103–112.
- Puchalski T., Prusinkiewicz Z., 1990: *Ekologiczne podstawy siedliskoznawstwa leśnego*, PWRiL Warszawa.
- Ratyńska H., 1993: Lasy dębowo-grabowe na wschodnim skraju Zielonej Góry, *Badania Fizjog. nad Polską Zach* **34**, **Seria B**: 193–197.
- Rola J., 1995: Ekologiczno-gospodarcze skutki ugorów i odłogów w Polsce, *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* **418**: 37–44.
- Ronse A., De Temmerman L., Guns M., De Borger R., 1988: Evolution of acidity, organic matter content, and CEC in uncultivated soils of North Belgium during the past 25 years, *Soil Science* **146**(6): 53–59.
- Rząsa S., 1985: Problemy produktywności gleb piaszczystych, *Podniesienie produktywności gleb lekkich: Ogólnopolska Konferencja Naukowa, Zielona Góra, 18–20 września 1985 / Polskie Towarzystwo Gleboznawcze. Oddział Zielonogórski. — Zielona Góra, cz. 2.*
- Schube T., 1906: *Waldbuch von Schlesien*, Breslau.
- Schwartz A., 1966: *Zmiany krajobrazu Krainy Zielonogórskiej na tle rozwoju osadnictwa od XI do XX wieku*, Wydawnictwo Poznańskie, Poznań.
- Sharpley A., 1995: Soil phosphorus dynamics: agronomic and environmental impacts, *Ecological Engineering* (5): 261–279.

- Sinha M. K., 1971: Organo-metalic phosphates I. Interaction of phosphorus compounds with humic substances, *Plant and Soil* **35**: 471–484.
- Siuta J., Adamczyk Z., Wieremiejczyk I., 1967: Badania współzależności pomiędzy składem mechanicznym, pH i próchnicznością gleby, a zawartością w niej P_2O_5 i K_2O według metody Egnera–Riehma, *Pamiętnik Puławski* **30**: 5–25.
- Siuta J., Kucharska A., 1997: *Wieloczynnikowa degradacja ziemi w Polsce*, Instytut Ochrony Środowiska.
- Skłodowski P., 1995: Charakterystyka niektórych właściwości chemicznych gleb oraz ich zdolności buforowych i przydatności rolniczej, *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* **422**: 31 – 41.
- Skłodowski P., Maciejewska A., 1986: Pierwiastki śladowe w glebach rdzawych wytworzonych z piaskowców triasowych, *Rocz. Gleb.* **37**(1): 67–78.
- Skłodowski P., Zarzycka H., 1997: Wpływ użytkowania gleb na zawartość i rozmieszczenie metali ciężkich, *Rocz. Gleb.* **48**(1/2): 5–13.
- Soil Map of the World, Revised Legend*, 1988: FAO–UNESCO, World Soil Resources Reports 60, Rome.
- Strączyńska S., 1993: Wpływ nawożenia na właściwości związków próchnicznych gleby piaszczystej, *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* **411**: 37–42.
- Strączyńska S., Strączyński S., 2000: Niektóre chemiczne właściwości gleb odłogowanych i użytkowanych rolniczo, *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* **471**: 543–547.
- Strączyński S., Wróbel S., 2000: Zawartość mikroelementów w glebach o zróżnicowanych kategoriach agronomicznych, *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* **471**: 549–554.
- Systematyka Gleb Polski*, 1989: Vol. 40(3/4), Polskie Towarzystwo Gleboznawcze, Rocz. Gleb.
- Szafer W., Zarzycki K., 1972: *Gleboznawstwo rolnicze*, Szata roślinna Polski.
- Szafranek A., 1989: Wpływ rzeźby terenu i skały macierzystej na kształtowanie się gleb z piaskowców dewońskich i triasowych regionu świętokrzyskiego, *Rocz. Gleb.* **40**(2): 59–81.
- Szafranek A., 1990: Wpływ rzeźby terenu i skały macierzystej na kształtowanie się gleb z piaskowców dewońskich i triasowych regionu świętokrzyskiego. Cz.II. Właściwości chemiczne, *Rocz. Gleb.* **41**(3/4): 157–177.

- Szafranek A., 2000: *Właściwości oraz przydatność rolnicza gleb płowych i rdzawych Wysockizny Katuszyńskiej*, Wydawnictwo SGGW Warszawa.
- Szafranek A., Skłodowski P., 1998a: Ocena gleb rdzawych pod kątem możliwości wprowadzenia rolnictwa zrównoważonego, *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* **460**: 99–112.
- Szafranek A., Skłodowski P., 1998b: Wpływ użytkowania rolniczego na właściwości fizykochemiczne gleb rdzawych, *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* **460**: 315–329.
- Szafranek A., Skłodowski P., 2004: Gospodarka glebami rdzawymi w świetle zrównoważonego rozwoju obszarów wiejskich, *Rocz. Gleb.* **40**(2): 419–425.
- Szerszeń L., Laskowski S., Roszykowska S., 1983: Oddziaływanie procesów typologicznych na zawartość mikroelementów w glebach wytworzonych z utworów polodowcowych Dolnego Śląska, *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* **242**: 31–42.
- Szymański S., 1992: Gospodarka sosną w zachodniej Polsce, *Las Polski* (18): 4–7.
- Trzecki S., 1976: Wyznaczanie niektórych charakterystycznych stanów uwilgotnienia profilu glebowego na podstawie składu mechanicznego i zawartości próchnicy, *Melioracja Rolna* **40**(4): 1–4: Biuletyn Informacyjny wydawany przez Branżowy Ośrodek Informacji Naukowo–Technicznej i Ekonomicznej Instytutu Melioracji i Użytków Zielonych w Falemach k. Warszawy oraz Międzyzakładowy Ośrodek Informacji Technicznej i Ekonomicznej Centralnego Biura Studiów i Projektów Wodnych Melioracji i Zaopatrzenia Rolnictwa w Wode „Bipromel” w Warszawie.
- Tujak A., Terelak H., Pietruch C., 2004: Ołów w poziomach orno–próchnicznych gleb rolniczych Polski, *Rocz. Gleb.* **55**(3): 213–219.
- Turski R., Słowińska–Jurkiewicz A., Hetman J., 1999: *Zarys gleboznawstwa*, Wydawnictwo AR w Lublinie.
- Turski R., Terelak H., Mocek A., 2004: Czynniki kształtowania oraz jakość i przydatność gleb Polski, *Rocz. Gleb.* **55**(1): 51–67.
- Ugła H., 1979: *Gleboznawstwo rolnicze*, PWN Warszawa.
- Ugła H., Ferczyńska–Ugła Z., Róg Z., Wójciak H., 1978: Z badań nad próchnicą leśną gleb bielicoziemnych w falistym mikrokrajobrazie Pojezierza Olsztyńskiego, *Rocz. Gleb.* **29**(2): 13–29.
- Ugła H., Roszko H., 1974: Wstępne badania gleb rdzawych w borach okolic szczytna, *Sylvan* (10): 25–35.

- Urbanowska A., 1961: *Kierunki rozwoju rolnictwa*, W: Województwo Zielonogórskie. Monografia geograficzno-gospodarcza, Barciński F., Krygowska B., Zajchowska S. [red.], Instytut Zachodni, Poznań, 293–309.
- Witczak J., 1961: *Kierunki rozwoju rolnictwa*, W: Województwo Zielonogórskie. Monografia geograficzno-gospodarcza, Barciński F., Krygowska B., Zajchowska S. [red.], Instytut Zachodni, Poznań, 403–414.
- Wojtasik M., 1989: Ocena gęstości gleb wytworzonych z glin zwałowych, *Rocz. Gleb.* **40**(2): 29–42.
- Wojtasik M., 1995: *Gęstość naturalna gleb mineralnych*, Wydawnictwo uczelniane WSP w Bydgoszczy.
- World Reference Base for Soil Resources*, 1998: 84 Word Soil Resources Reports, FAO, ISRIC and ISSS, Rome.
- Woś A., 1999: *Klimat Polski*, PWN Warszawa.
- Wróbel I., 1985: Geologiczne warunki rozwoju gleb w województwie zielonogórskim, *Podniesienie produktywności gleb lekkich: Ogólnopolska Konferencja Naukowa, Zielona Góra, 18-20 września 1985 / Polskie Towarzystwo Gleboznawcze. Oddział Zielonogórski. Zielona Góra* .
- Wróbel I., 1989: *Wody podziemne Środkowego Nadodrza i problemy ich ochrony*, Wydawnictwo WSI Zielona Góra.
- Wróbel I., 1997: Zagrożenia środowiska miejskiego Zielonej Góry, *Informacja o stanie środowiska na terenie województwa zielonogórskiego w latach 1995-1996*, PIOŚ Zielona Góra .
- Wróbel I., 2000: Wody podziemne / Stan Środowiska w Zielonej Górze w 1999 roku, *Biblioteka Monitoringu Środowiska WIOŚ w Zielonej Górze*, Zielona Góra .
- Żabko-Potopowicz A., 1965: *Okres Kapitalizmu. Kształtowanie się gospodarstwa leśnego*, W: Dzieje lasów, leśnictwa i drzewnictwa w Polsce, Żabko-Potopowicz, A. [przewodniczący komitetu redakcyjnego], Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa, 129–208.
- Zajchowska, 1951: Rozwój osadnictwa na Ziemi Lubuskiej, *Przegląd Zachodni* (11–12): 450–467.

-
- Zajączkowski J., 1997: Planowanie hodowlano-leśne w kształtowaniu i ochronie krajo-
brazu porolnego, *Przegląd Przyrodniczy* **8**(1/2): 93–98.
- Zaręba R., 1976: Zmiany w szacie leśnej Polski oraz w składzie botanicznym cenoz leśnych
wywołane procesami gospodarczymi, *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* **177**: 349–367.
- Zawadzki S., 1999: *Gleboznawstwo*, PWRiL Warszawa.
- Zonn S., 1957: *Wpływ lasów na glebę*, PWRiL Warszawa.