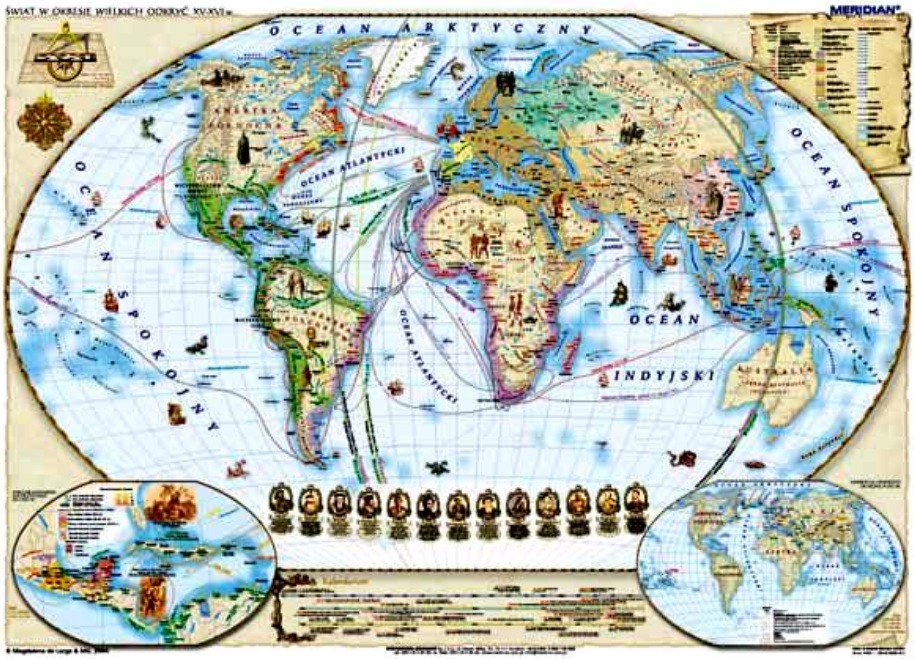


Lech Tołkacz

INFRASTRUKTURA TRANSPORTU WODNEGO

TOM II

INFRASTRUKTURA TRANSPORTU MORSKIEGO

Lech Tołkacz

INFRASTRUKTURA TRANSPORTU WODNEGO

TOM II

INFRASTRUKTURA TRANSPORTU MORSKIEGO

Szczecin 2011

Opiniował: dr hab. inż. W. Chądzyński, prof. PS

Treść książki za zgodą Dziekana dostępna jest pod adresem Wydziału Techniki Morskiej Zachodniopomorskiego Uniwersytetu Technologicznego w Szczecinie: www. wtm. zut. edu. pl

Okładka :Szlaki wodne odkrywców. Źródło: www. agawa.pl

WPROWADZENIE

Bazą tworzenia liniowych i punktowych obiektów infrastruktury transportu morskiego jest **Wszechocean** zwany także **Oceanem Światowym**. Stanowi on najbardziej znaczącą część hydrosfery pokrywającej kulę ziemską [10]. Powierzchnia jego obszaru wynosi około 361 mil. km² co odpowiada 70,7 % powierzchni Ziemi. Tworzą go wody potocznie zwane morskimi, w których skład wchodzą oceany (układy oceaniczne) i zawarte w nich mniejsze obszary takie jak: morza, zatoki, cieśniny i kanały.

Oceany stanowią największe części Wszechoceanu, które oddzielone są od siebie kontynentami lub grzbietami oceanicznymi. Charakteryzuje je również cyrkulacja mas wodnych a także zasolenie, temperatura, gęstość wody czy sezonowy rytm zachodzących zmian.

Ponad 70 % powierzchni oceanów zajmują **baseny oceaniczne** (oceany właściwe – przyp. autora), których głębokości sięgają od 3 tys. do 6 tys. metrów. Najczęściej przyjmują one kształt niecki ograniczonej stokami a dalej szelfem kontynentalnym lub grzbietem oceanicznym z ryftem[1] , ciągnącym się w ich osiowej części. Grzbiety te znajdują się z reguły od 2 tys. do 3 tys. metrów poniżej poziomu wody; wystając nad jej poziom tworzą wyspy oceaniczne. Grzbiety są wynikiem ruchów płyt litosfery (skorupy ziemskiej) i zjawiska zwanego spreadingiem[2]. Oznacza ono powstawanie zupełnie nowej skorupy ziemskiej w strefach grzbietów śródoceanicznych. Zjawisko to stanowi dowód teorii tektoniki płyt, wg której skorupa ziemska powstaje w takim samym tempie w jakim jest usuwana przy niezmiennej jej objętości. Powoduje to rozrastanie się jednych oceanów kosztem innych [29]. Na skutek subdukcji[3] powstają najgłębsze części oceanów zwane rowami, których głębokość sięga przeważnie kilku tysięcy metrów. Rowami o największych głębokościach są: Rów Mariański (11 022 m), Puerto Rico (9 219 m), Rów Jawajski (7729 m).

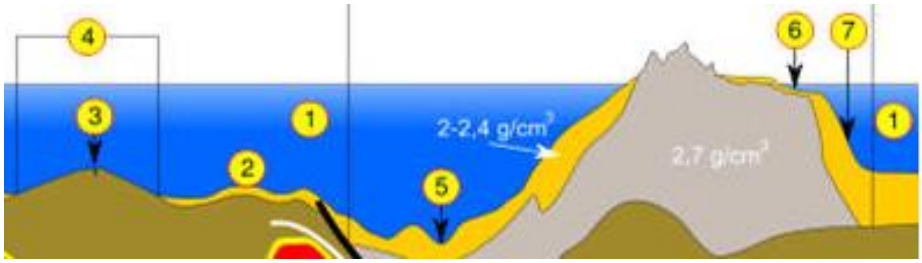
---

[1] Ryft – typ rowu tektonicznego o rozciągłości setek lub nawet tysięcy kilometrów, ograniczonego uskokami normalnymi. Źródło: www. wikipedia.pl

[2] Spreading - zjawiska rozrywania i przesuwania den oceanicznych. Źródło: www.wikipedia.pl

[3] Subdukcja- podsuwanie się jednej płyty litosfery pod drugą

Schemat form rzeźby basenu oceanicznego przedstawia rys. 1.



1.Wody oceanu 2. Dno basenu 3. Grzbiet śródoceaniczny 4. Ryft
5. Rów oceaniczny 6. Szelf 7. Stok

Rys.1. Formy rzeźby dna basenu oceanicznego
Źródło: www.geografia.dwgm.pl

Morza są wyodrębnionymi poprzez formy lądowe lub denne częściami oceanów. Formy te stanowią utrudnienie w wymianie wód pomiędzy morzem a oceanem, przyczyniając się tym samym do ich różnicowania hydrologicznego.

Ze względu na te fakty i ich stopień zróżnicowania, morza przyjmują charakter [3]:

-mórz śródziemnych, w tym: międzykontynentalnych i śródkontynentalnych,

- mórz przybrzeżnych , w tym: półzamkniętych i peryferyjnych,

- mórz międzywyspowych.

Morza międzykontynentalne otoczone są ze wszystkich stron lądami, przynależnymi do różnych kontynentów. Z reguły posiadają dużą głębokość a w ich dnie występują rowy oceaniczne. Z oceanami łączą je wąskie i płytkie cieśniny utrudniające wymianę wód.

Przykładem morza międzykontynentalnego jest morze Śródziemne (rys2).

Rys.2. Morze międzykontynentalne - Morze Śródziemne
Źródło:opracowanie własne na podstawie: www wikipedia

Morza śródkontynentalne leżące na płycie i otoczone lądem tego samego kontynentu, nazywane są często morzami szelfowymi. Są one stosunkowo płytkie. Z oceanami łączą je - tak jak w przypadku mórz międzykontynentalnych - płytkie i wąskie cieśniny.

Przykładem śródeuropejskiego morza śródkontynenalnego jest Morze Bałtyckie (rys.3).

Rys. 3. Śródeuropejskie morze śródkontynentalne – Morze Bałtyckie
Źródło: www.word.atlas.com

Morza przybrzeżne to morza częściowo ograniczone brzegami kontynentów, oddzielone od otwartego oceanu półwyspami, wyspami lub wyniesieniami dna.

Morza półzamknięte są morzami przybrzeżnymi głęboko wciętymi w ląd. Od oceanu odgradzają je półwyspy lub łańcuchy wysp. Wymianę ich wód z oceanem utrudniają progi tworzone pomiędzy wyspami.

Morzem półzamkniętym jest m.in. Morze Północne (rys. 4)

Rys. 4. Morze półzamknięte – Morze Północne
Źródło:www:pomocedydaktyczne.pl

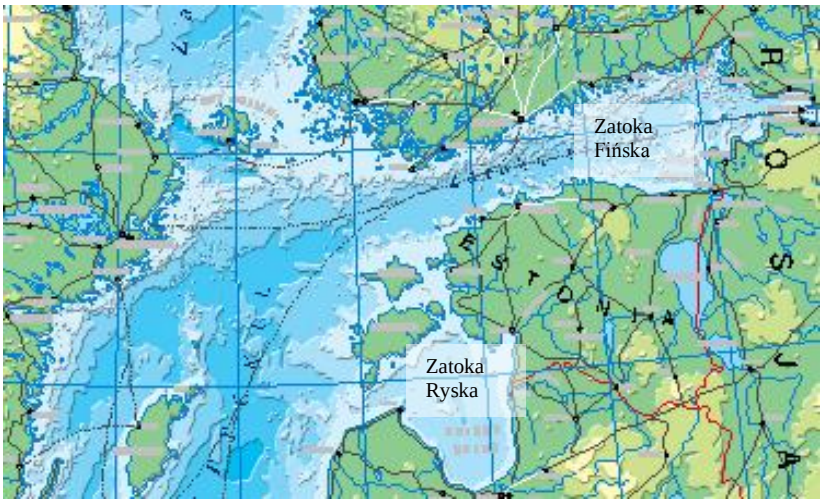
Morza peryferyjne, stanowiąc z reguły otwarte części oceanów, niezbyt głęboko wcinają się w ląd. Chociaż pomiędzy morzem peryferyjnym a oceanem znajdują się także półwyspy i wyspy, są one znacznie słabiej oddzielone od oceanów niż morza półzamknięte. Tym samym, wzajemna wymiana wód akwenów połączonych cieśninami – jest dosyć swobodna.

Morze międzywyspowe – to część oceanu, oddzielonego od niego wiankiem wysp. Pomiędzy wyspami występują progi, które tylko w niewielkim stopniu ograniczają wymianę wód między morzem a oceanem.

Z uwagi na cechy batymetryczne morza mogą być płytkowodne, jeżeli ich głębokość waha się w granicach od 200 do 500 m lub głębokowodne, o głębokościach wynoszących do kilku tysięcy metrów. Morza płytkowodne to przede wszystkim morza szelfowe; morza głębokowodne mogą obejmować nie tylko szelf ale także części stoków oceanicznych.

Jeżeli w miarę zbliżania się do lądu - głębokość części oceanu lub morza wcinającego się w ląd znacząco maleje, to akwen ten określany jest mianem **zatoki**. Granicą pomiędzy zatoką a morzem lub oceanem może stanowić np. izobata[4] albo inne wyróżniki geograficzne (np. wyspy, półwyspy, czy przylądki).

[4] Izobata – linia równej głębokości . Źródło: leksykon Naukowo – Techniczny. WNT. Warszawa 1989.



Rys.5. Zatoka Fińska i Ryska (Morze Bałtyckie)
Źródło: www pomocedydaktyczne.pl

Spośród zatok – ze względu na kształt i rozmiary – szczególnie wyróżniają się:

- fiordy, których długość jest wielokrotnie większa niż szerokość,
- estuaria – tzn. akweny stanowiące ujścia rzek znacząco rozszerzające się ku morzu,
- laguny, które oddzielone są od morza piaszczystymi barierami zwanymi: kosą, mierzeją, lido lub rafą koralową .
-

Rys. 5.1. Fiordy Norwegii (Morze Norweskie)
Źródło: www:droga.zut.edu.pl

Rys.5.2. Estuarium Odry (Zalew Szczeciński)
Źródło:http.bhmw.mw.mil.pl

Rys.5.3. Laguna Fidżi (Ocean Pacyficzny)
Źródło: opracowanie własne na podstawie www.famavin.org

Częściami oceanów i mórz są łączące różne akweny - **cieśniny**. W zależności od szerokości połączenia mogą one przyjmować również nazwę kanałów (jeżeli są relatywnie szerokie) lub przesmyków (jeżeli są relatywnie wąskie).

Ze względu na znaczenie geograficzne można wyróżnić:

- cieśniny łączące ze sobą oceany, morza oraz morza i oceany,
- cieśniny oddzielające wyspy (archipelagi) od kontynentów),
- cieśniny oddzielające archipelagi od wysp.

Rys.6.1. Cieśnina Gibraltarska (Ocean Atlantycki – Morze Śródziemne)
Źródło: www.portal.wiedzy.onet.pl

Rys.6.2. Cieśnina - Kanał La Manche, Kanał Angielski (Ocean Atlantycki – Morze Północne)
Źródło: www.szkolnictwo.pl

Rys. 6.3. Cieśnina - Przesmyk (przejście) Mały Bełt (Morze Północne – Morze Bałtyckie)
Źródło: opracowanie własne na podstawie www.worldatlas.com

Cieśniny mogą być praktycznie jedynym naturalnym akwenem, którego głębokość może ograniczyć ich żeglugowe wykorzystanie. Jeżeli występują takie sytuacje lub długości tras transportowych mogą być znacząco skrócone przez istnienie sztucznych połączeń wodnych, następuje ingerencja człowieka w strukturę wszechoceanu. Budowane są kanały łączące lub kanały skracające, bez stopni wodnych lub z tymi stopniami a w sprzyjających okolicznościach także z wykorzystaniem śródlądowych wód powierzchniowych.

1.WSZECHOCEAN

1.1. Geografia Wszechoceanu

Wszechocean w jego historii dzielono na trzy, cztery lub pięć oceanów [27]. Pierwszym nowożytnym podziałem zaproponowanym w roku 1650 przez Bernhardusa Vareniusa był podział na cztery części obejmujące: Ocean Północny Lodowaty (Mare Septentrionale), Ocean Atlantycki (Mare Atlanticum), Ocean Pacyficzny (Mare Pacificum), Ocean Południowy (Mare Austalis), Obejmujący także Morze Indyjskie (Mare Indicum).

Podział na pięć oceanów, w tym: ocean Arktyczny, Ocean Atlantycki, Ocean Spokojny (Pacyficzny), Ocean Indyjski i Ocean Antarktyczny został zaproponowany w roku 1845. Z kolei na przełomie XIX i XX wieku proponowany podział na trzy oceany wyróżniał trzy oceany tj. Atlantycki , Pacyficzny i Indyjski.

Wiek XX również zaowocował kilkoma decyzjami. Ustaleniem I Międzynarodowej Konferencji Hydrologicznej, która odbyła się w Londynie w roku 1919, były granice czterech oceanów: Arktycznego (Północnego Lodowatego), Atlantyckiego, Pacyficznego i Indyjskiego. II Międzynarodowy Kongres Oceanograficzny, który odbył się w Moskwie w roku 1966 zaproponował wprowadzenie do podziału Wszechoceanu piątego oceanu tj. Oceanu Południowego, co stanowiło powrót do koncepcji z roku 1845. Nazwa tego oceanu zatwierdzona została również przez polską Komisję Standaryzacji Nazw Geograficznych.
Podstawowe dane oceanów zawarte są w tabeli 1.1.

Tabela 1.1.

Dane morfometryczne oceanów

Nazwa oceanu	Powierzchnia [mln km²]	Objętość wód [mln km³]	Średnia głębokość [m]	Głębokość maksymalna [m]
Pacyficzny	178,68	707,1	3957	10.912
Atlantycki	91,66	330,1	3602	8.530
Indyjski	76,17	284,6	3736	7.725
Arktyczny	14,79	16,7	1131	5.441
Wszechocean, w tym	361,30	1338,5	3704	10.912
Oc.Południowy	20,33	91,5	4.500	7.235

Źródło: Saraev J.I., Siskina L.A. , Okieanologia Gidrometeoizdat, Leningrad 1980.

Z powyższej tabeli wynika, że niemal połowę powierzchni Wszechoceanu tworzy Ocean Pacyficzny zwany w skrócie Pacyfikiem a niekiedy Oceanem Spokojnym.

Rys. 1.1. Ocean Pacyficzny (Spokojny) i Głębia Challenger (Rów Mariańsk) o głębokości 10.912m
Źródło: www.wikipedia

Zachodnia granica tego oceanu przebiega wzdłuż wschodnich wybrzeży Azji, Cieśniną Malacca, wzdłuż wysp archipelagu Sunda, Timor, Tanibar i Nowej Gwinei po Cieśninę Toressa. Granicę południową – przy podziale na pięć oceanów – tworzy równoleżnik 60º półkuli południowej wg propozycji Kongresu Oceanograficznego z roku 2002. Jego północna granica przebiega Cieśniną Beringa a wschodnia - wzdłuż zachodnich wybrzeży Ameryki Północnej i Południowej do Cieśniny Drake'a.

Ocean ten posiadając największą głębokość średnią charakteryzuje się również największą objętością wód. Jego rozciągłość południkowa pomiędzy Morzem Beringa (Ocean Arktyczny) a Morzem Rossa (Ocean Południowy) wynosi 15.500 km . Największą rozciągłość równoleżnikową osiąga pomiędzy wybrzeżem Indonezji a wybrzeżami Kolumbii i Peru, która wynosi 19.800 km, co stanowi niemal połowę obwodu kuli ziemskiej.

Największymi morzami Oceanu Pacyficznego są: Morze Żółte, Morze Japońskie, Morze Fidżi, Morze Koralowe, Morze Salomona i Morze Bali.

Do najbardziej znanych zatok należą: Zatoka Alaska, Zatoka Tajlandzka, Zatoka Kalifornijska. Natomiast najbardziej znane cieśniny to: Cieśnina Cooca, Torresa, Cuszimska, Beringa, Magellana, Drake'a, które jednocześnie miały bardzo duże znaczenie w historii odkryć geograficznych.

Kolejnym pod względem wielkości powierzchni oceanem jest Ocean Atlantycki.

Rys. 1.2. Ocean Atlantycki.
Źródło: www.wikipedia

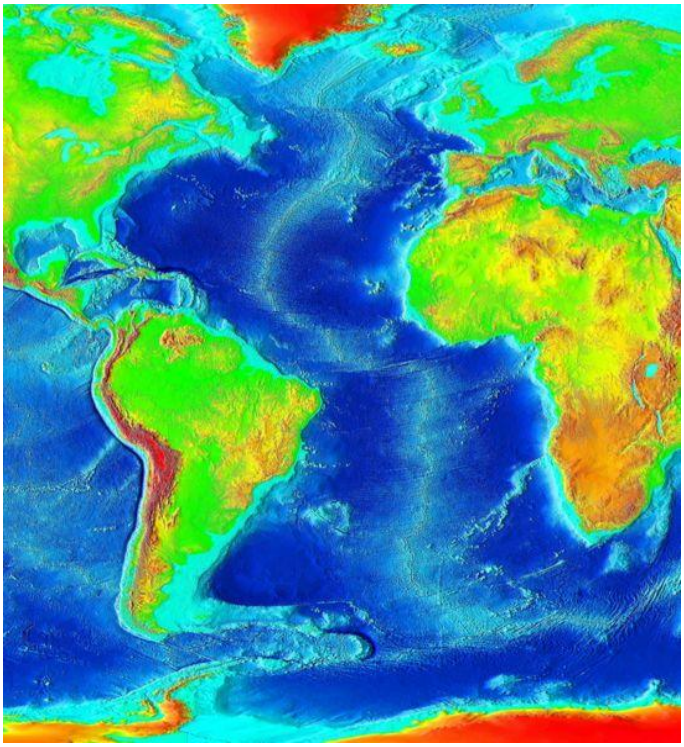
Jego nazwa wywodzi się z mitologii greckiej i oznacza „Morze Atlasa". Ocean Atlantycki położony jest pomiędzy Europą i Afryką (tworzących część granicy wschodniej) oraz Ameryką Północną i Południową – obramowującymi go od zachodu. Jego wschodnia granica wodna z Oceanem Indyjskim przebiega po śladzie południka 20º E; natomiast od Oceanu Pacyficznego oddziela go Cieśnina Drake'a. Od północy jest ograniczony wodami Oceanu Arktycznego a od południa – wodami Oceanu Południowego.

W skład tego oceanu wchodzą m.in. morza: Norweskie, Północne, Bałtyckie, Śródziemne, Czarne, Sargassowe, Karaibskie, co stanowi o jego dużym rozczłonkowaniu i tym samym, że jego największa rozciągłość równoleżnikowa pomiędzy wschodnim wybrzeżem Morza Czarnego a zachodnimi krańcami Morza

Karaibskiego (Zatoki Meksykańskiej) wynosi 13.500 km Rozciągłość południkowa Oceanu Atlantyckiego - podobnie jak Oceanu Pacyficznego – wynosi około 15.00 km

Najbardziej znanymi zatokami Atlantyku są: Zatoka św. Wawrzyńca, Zatoka Meksykańska, Zatoka Biskajska a cieśninami - Cieśnina Florydzka, La Manche, Gibraltarska czy Cieśniny Duńskie.

Charakterystyczną cechą Oceanu Atlantyckiego jest podwodne pasmo górskie zwane „Grzbietem Śródatlantyckim", widoczne na mapie batymetrycznej.



Rys. 1.3. Mapa batymetryczna Oceanu Atlantyckiego
Źródło: www.wikipedia

Jego szerokość miejscami sięga 1600 km co sprawia, że zajmuje 1/3 powierzchni dna oceanu. Wynurzające się nad powierzchnię wody jego grzbiety tworzą następujące wyspy: Jan Mayen, Islandię, Azory, Bermudy, Wyspy Świętego Piotra i Pawła , Wyspę Wniebowstąpienia, Tristian da Cunha, Gough i Wyspę Bouveta.

Najmłodszym z oceanów Ziemi jest Ocean Indyjski, tworzący pod względem wielkości trzeci zbiornik Wszechoceanu.

Rys. 1.4. Ocean Indyjski
Źródło: www. wikipedia

Północną jego granicę tworzy kontynent azjatycki; południową – Ocean Południowy (równoleżnik 60º S), wschodnią – Półwysep Malajski , Wyspy Sundajskie i kontynent australijski a dodatkowo południk 147º E, natomiast zachodnią – Afryka i południk 20º E.

Zwarty kształt tego oceanu podkreślają tożsame wartości rozciągłości równoleżnikowej i południkowej, wynoszące około 10.000 km .

Cechą charakterystyczną Oceanu Indyjskiego jest klimat kształtowany pod wpływem silnego wzajemnego oddziaływania lądu i wody. W jego wyniku tworzą się stałe wiatry zwane monsunami, które w okresie jesienno - zimowym wieją z kierunków północno - wschodnich a w okresie wiosenno - letnim – z kierunków południowo - wschodnich. Cecha ta była wykorzystywana w żegludze zarówno w zakresie budowy żaglowców (dżonki) jak również w sposobie prowadzenia nawigacji. Umożliwiała ona przewidywalność siły i kierunków wiatrów niezbędnych do odbywania regularnych rejsów handlowych.

Do najważniejszych mórz tego oceanu zaliczane są: Morze Czerwone i Morze Arabskie a do najważniejszych zatok – Zatoka Perska, Zatoka Adeńska i

Zatoka Bengalska. Liczne wyspy oddzielone są od stałych lądów cieśninami, w tym: Kanałem Mozambickim, Cieśniną Palk i Bossa. Pomiędzy lądami usytuowane są m.in. cieśniny: Bab al-Mandab i Ormuz .

Najmniejszym i najpłytszym spośród oceanów jest Ocean Arktyczny zwany także Oceanem Lodowatym Północnym.

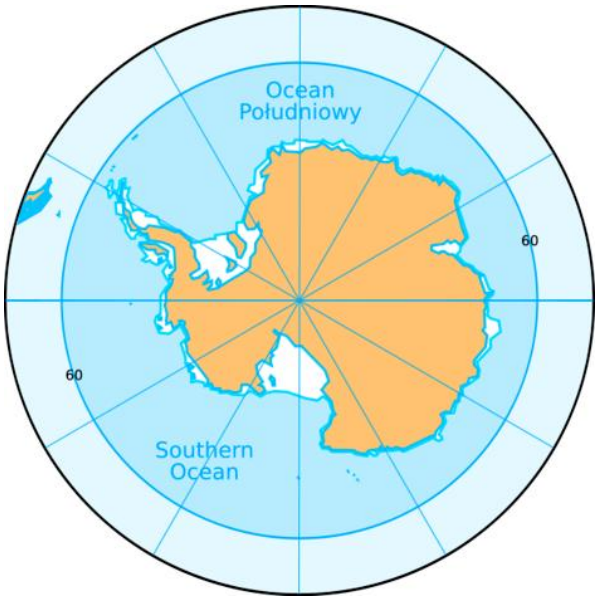
Rys. 1.5. Ocean Arktyczny (Ocean Lodowaty Północny)
Źródło: www. wikipedia

Otacza on biegun północny graniczą z kontynentami Europy, Azji i Ameryki Północnej. Granica między Oceanem Arktycznym a Oceanem Atlantyckim przebiega pomiędzy Ziemią Baffina i Grenlandią (przecinając Cieśninę Davisa) a następnie Islandią i Spitsbergenem do Przylądka Północnego. Z Oceanem Pacyficznym łączy go Cieśnina Beringa.

Do najważniejszych jego mórz należą: Morze Beauforta, Morze Baffina, Morze Grenlandzkie, Morze Barentsa, Morze Czukockie, Morze Wschodniosyberyjskie, Morze Łaptiewów a najbardziej znaną jego zatoką jest Zatoka Hudsona, do której prowadzi Cieśnina Hudsona.

Ze względu na okołobiegunowe położenie Ocean Arktyczny przez większą część roku jest skuty lodem. Potencjalne szlaki żeglugowe, które są dostępne - bez użycia lodołamaczy – tylko w okresie krótkiego lata, prowadzą pomiędzy wyspami kanadyjskiego Archipelagu Arktycznego (przejście północno – zachodnie) i wzdłuż wybrzeży Rosji (przejście północno – wschodnie).

Ocean Południowy, znany także jako Ocean Antarktyczny czy Południowy Ocean Lodowaty, od południa rozciąga się wokół Antarktydy sięgając na północ do równoleżnika 60º S a jego linia brzegowa - w tych granicach - ma około 18.000 km długości.



Rys. 1.6. Ocean Południowy (Ocean Antarktyczny)
Źródło: www. wikipedia

W Australii do Oceanu Południowego zaliczane są również obszary sięgające południowych wybrzeży Australii (a tym samym wybrzeży Tasmanii) i wybrzeży Nowej Zelandii.

Naturalną granicą obszaru wód wokół Antarktydy jest strefa konwergencji antarktycznej[1]. Tworzy ona barierę lodową dla żeglugi pomiędzy tym kontynentem a otwartymi wodami Oceanu. Tylko w niektórych punktach wybrzeża Antarktydy stałe wiatry wiejące od strony lądu, utrzymują linię brzegową wolną od lodu. Jednocześnie wiatry wiejące, wokół Antarktydy w paśmie od 40˚ do 50˚ S zwane „ryczącymi czterdziestkami" osiągają, największe na Ziemi prędkości i stanowią duże zagrożenie dla statków płynących wokół przylądka Horn.

[1] Konwergencja antarktyczna – granica pomiędzy wodami ciepłymi i zimnymi, nazywana także antarktycznym frontem polarnym; jej przebieg pomiędzy równoleżnikiem 47º S a 62º S zmienia się sezonowo . Źródło: www. wikipedia

1.2. Dynamika oceanów i mórz

1.2.1. Falowanie

Falowanie wiatrowe

Falowanie wyróżnia się szczególnym ukształtowaniem powierzchni wody powstającym pod wpływem energii zewnętrznej. Podstawowym źródłem tej energii jest Słońce, które emitując w kierunku Ziemi energię cieplną , powoduje powstawanie ruchów powietrza znanych jako wiatry.

Lekkie (o małej prędkości) powiewy wiatru wzbudzają na gładkiej powierzchni wody krótkie i niskie mikrofale zwane falami kapilarnymi[2]. Wraz ze wzrostem prędkości (siły) wiatru powstające z nich fale grawitacyjne[3] stają się coraz dłuższe i wyższe.

Rys. 1.7. Wysoka fala oceaniczna
Źródło: www. republika.pl

Gdy wiatr zmienia się w wichurę fale stają się strome a ich grzbiety łamią się tworząc tzw. bałwany. W czasie huraganu, na granicy pomiędzy wodą i powietrzem powstaje pył wodny (kipiel) ograniczając widzialność. Rosnącym falom towarzyszy rosnący hałas przechodząc od szumu do ryku.

[2] Fale kapilarne – fale kontrolowane przez napięcie powierzchniowe wody; najkrótsze z nich mają 2 cm długości. Źródło: [5]
[3] Fale grawitacyjne – fale kontrolowane przez pole grawitacyjne Ziemi. Źródło : przyp autora

Rys.1.8. Fala powstająca w czasie bardzo silnego sztormu (kipiel)
Źródło: www. foto-imagines.pl

Ustanie wiatru nie skutkuje gwałtownym wytłumieniem falowania. W wyniku tzw. rozkołysu morza pojawia się stopniowo zanikająca martwa fala.

Powyższe zjawiska kwantyfikuje Skala Beauforta, przypisując parametrowi zwanemu siłą wiatru, wartości jego prędkości i wartości stanu morza (tab. 1.2). Jej pierwsza wersja powstała w latach 1806 – 1808 a jej twórcą był Sir Francis Beaufort – z pochodzenia Irlandczyk. Oficjalne zatwierdzenie 12 stopniowego zapisu skali nastąpiło w roku 1935 w Warszawie.

Tabela 1.2

Skala Beauforta

Siła wiatru	Prędkość wiatru [m/s]	Opis siły	Stan morza	Opis stanu
0	0-0,5	Cisza	0	Tafla lustrzana
1	0,6-1,7	Powiew	1	Powierzchnia lekko zmarszczona
2	1,8-3,3	Słaby wiatr	2	Fale krótkie i wyraźne
3	3,4-5,2	Łagodny wiatr	3	Dłuższe fale; wierzchołki spienione
4	5,3-7,4	Umiarkowany wiatr		

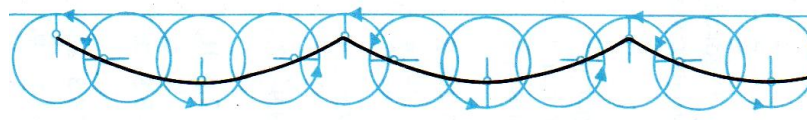
5	7,5-9,8	Świeży wiatr	4	Wyraźnie długie fale pokryte pianą
6	9,9-12,4	Silny wiatr	5	Duże fale; morze szumi
7	12,5-15,2	Bardzo silny wiatr	6	Fale strome; piana układa się w pasma
8	15,3-18,2	Gwałtowny wiatr	7	Fale coraz dłuższe i bardziej strome
9	18,3-21,5	Wichura (Sztorm)	8	Wysokie góry wodne; morze grzmi
10	21,6-25,1	Silna wichura (Silny sztorm)		
11	25,2-29,0	Gwałtowna wichura (Bardzo silny sztorm)	9	Ogromne fale; pył wodny ogranicza widzialność
12	29,1 i więcej	Huragan		Nie ma żadnej widzialności

Źródło: opracowanie własne na podstawie [21]

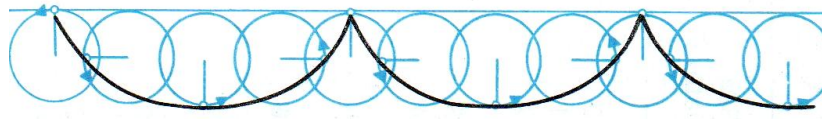
Sile wiatru i stanom morza w tej skali towarzyszą określenia opisowe.

Dla celów analitycznych dotyczących m.in. dynamiki obiektów pływających na akwenach sfalowanych (np. kołysań okrętu) przyjmuje się, że fale morskie są dwuwymiarowe i podporządkowane teorii fal grawitacyjnych (fal potencjalnych) a ich profil przyjmuje kształt cosinusoidy lub innych krzywych cyklicznych tj. trochoidy lub cykloidy (rys. 1.9).

a. cosinusoida



b. trochoida



c. cykloida

Rys. 1.9. Kształty profili fal
Źródło: [21]

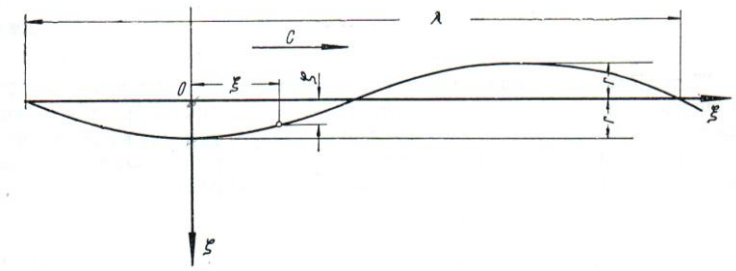
Każda z tych krzywych powstaje przez obrót koła, którego oś obrotu przesuwa się poziomo.

Cosinusoida powstaje w oparciu o rzut – na oś pionową - punktu, znajdującego się na obwodzie koła. Opisuje ona najlepiej niezbyt wysoką falę martwą pojawiającą się po sztormie.

Trochoida powstaje ze zbioru punktów – wyznaczających położenie punku pierwotnego nie leżącego na obwodzie toczącego się koła. Odzwierciedla ona fale adekwatne do stanu morza od 5 do 7.

Cykloida natomiast powstaje w oparciu o rzut - na oś pionową – punktu obwodu koła. Jej kształt dobrze oddaje falę sztormową odpowiadającą stanowi morza od 8 do 9.

W każdym z powyższych przypadków fala w swoim kształcie posiada grzbiet i dolinę .



Rys. 1.10. Parametry fali
Źródło: [19]

Wymiary fali określane są przez jej długość λ, amplitudę r, wysokość $2r$. Istotnym parametrem fali jest również jej okres T (okres drgań), prędkość rozchodzenia się fali c na którą wpływa prędkość wiatru u i pomiędzy którymi zachodzi związek [19]:

$$2r = (2\,\Pi\,/g)\;\; u^{\,2}\,(2r/\,\lambda)\,(c/u)^2 \qquad (1)$$

opisujący ich wpływ na wysokość fali.

Okres fali określany jest z zależności:

$$T = \lambda/c \qquad (2)$$

Długość fali z zależności:

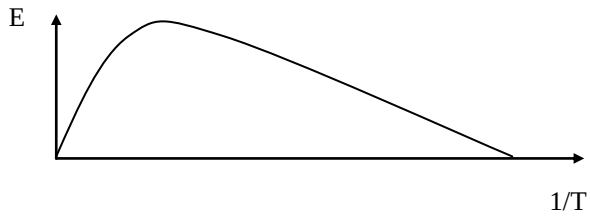
$$\lambda = 2\,\Pi\,c^2/g \qquad (3)$$

a prędkość rozchodzenia się fali:

$$c = \lambda/T \qquad (4)$$

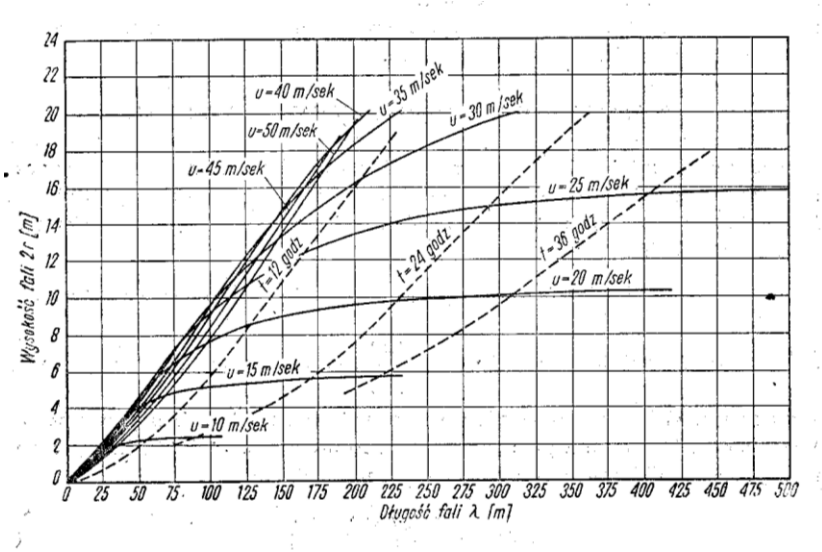
Zjawisko polegające na tym, że prędkość rozchodzenia się fali zależy od jej długości nazywane jest dyspersją.

Ze względu na fakt, że rzeczywisty obraz powierzchni morza jest zwykle mieszaniną różnych ciągów fal o rozmaitych wysokościach i długościach i kierunków ich rozchodzenia się, skumulowaną formą przedstawiania ich cech jest widmo energetyczne.



Rys.1.11. Widmo energetyczne falowania powierzchni oceanu
Źródło: opracowanie własne na podstawie[21]

Określa ono zależność pomiędzy energią fali *E* a jej okresem *T* i częstotliwością *1/T*. Energia fali wynika z jej długości i wysokości oraz prędkości rozchodzenia się a więc także z siły (prędkości) wiatru. Zależność długości i wysokości fali od prędkości wiatru w czasie jego działania przedstawia rysunek 1.12.



Rys.1.12. Zależność geometrycznych parametrów fali
Źródło: [19]

Natomiast zależności wysokości fal i ich okresów od wielkości akwenów zawarte są w tabeli 1.3.

Tabela 1.3

Zależność wartości parametrów fali od wielkości akwenu

Siła wiatru º B	Wysokość fali [m]			Okres fali [s]		
	Płn. Atlantyk	Morze Północne	Morze Bałtyckie	Płn. Atlantyk	Morze Północne	Morze Bałtyckie
3	1,70	1,00	0,45	6,3	4,6	2,9
4	1,95	1,40	0,60	6,5	4,9	3,4
5	2,40	2,00	0,85	6,9	5,4	3,8
6	3,10	3,00	1,20	7,4	6,1	4,4
7	4,00	4,00	1,60	8,0	6,8	4,8
8	5,25	5,60	1,95	8,5	7,7	5,3
9	6,45	6,60	2,50	9,1	8,4	5,8
10	7,45	7,20	3,15	9,6	9,0	6,0
11	8,40	7,50	3,80	10,1	9,6	6,3
12	9,20	7,70	4,30	10,6	10,3	6,5

Źródło: [materiały archiwalne]

Informacje zawarte w tej tabeli potwierdzają fakt zależności parametrów fali od siły wiatru i wskazują, że przy wietrze o takiej samej sile wysokości fal jak również ich okresy (a tym samym ich długości), są adekwatne do wielkości akwenów.

W dowolnej chwili w różnych obszarach Wszechoceanu wieją wiatry o rozmaitych prędkościach i kierunkach. Generowane przez nie falowanie rozprzestrzenia się na dużych obszarach akwenów. Część fal zamiera po przebyciu krótkiego dystansu. Wszystkie te fale pochodzące z różnych źródeł sumują się tworząc skomplikowany obraz powierzchni mórz i oceanów. W miarę wzrostu siły wiatru i stanu morza fale wiatrowe w coraz większym stopniu utrudniają ruch statków i zmniejszają bezpieczeństwo ich pływania.

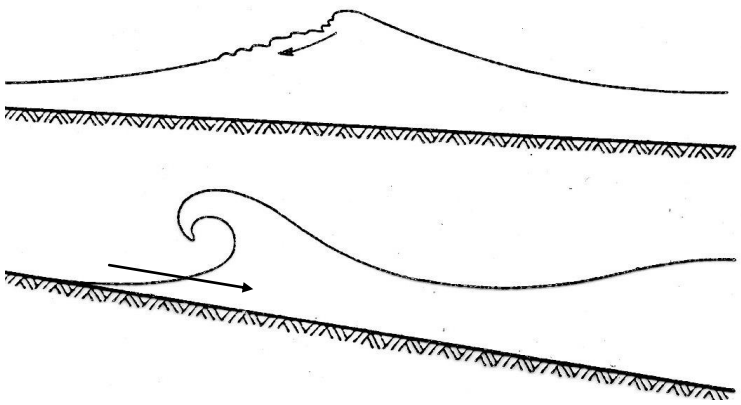
Fale przybojowe

Specyficzną falą wiatrową, która występuje w czasie aktywności wiatru jak również w okresie rozkołysu morza - jest fala przybojowa.

Powstaje ona na akwenach wypłyconych takich jak: rafy koralowe, mielizny czy płaskie brzegi morskie.

Rys. 1.13. Fala przybojowa na płaskim brzegu morskim
Źródło: www. imgw.pl

Cechą charakterystyczną fali przybojowej jest kształt jej profilu, w którym są widoczne zmiany długości i wysokości fali zaznaczające się tym wyraźniej im płytszy jest akwen.



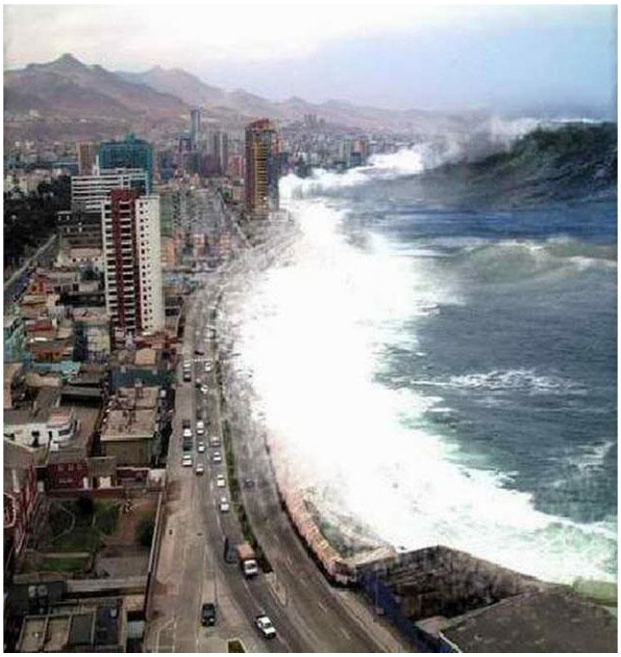
Rys. 1.14. Profile fal w różnych fazach przyboju
Źródło: [materiały archiwalne]

W końcowej fazie przyboju wysokość fali osiąga taką wartość, która powoduje jej grawitacyjne załamanie co skutkuje zjawiskiem „obmywania brzegu" przez spływającą po pochyłości wodę.

1.2.2. Fale tsunami

Nazwa fal, która pochodzi z języka japońskiego oznacza fale portowe.. W rzeczywistości jest to fala oceaniczna wywołana podwodnym trzęsieniem ziemi, wybuchem podwodnego wulkanu lub gwałtownym osunięciem się do wody masywów skalnych lub lodowych.

Fale te rozchodzą się z dużo większą prędkością niż fale wiatrowe, dochodzącą do 900 km/h .Na środku oceanu może być niezauważalna. Ale w strefie brzegowej może osiągać kilkadziesiąt metrów wysokości, stając się przyczyną zniszczeń przybrzeżnych obiektów lądowych a także portowych (skąd wywodzi się jej nazwa).

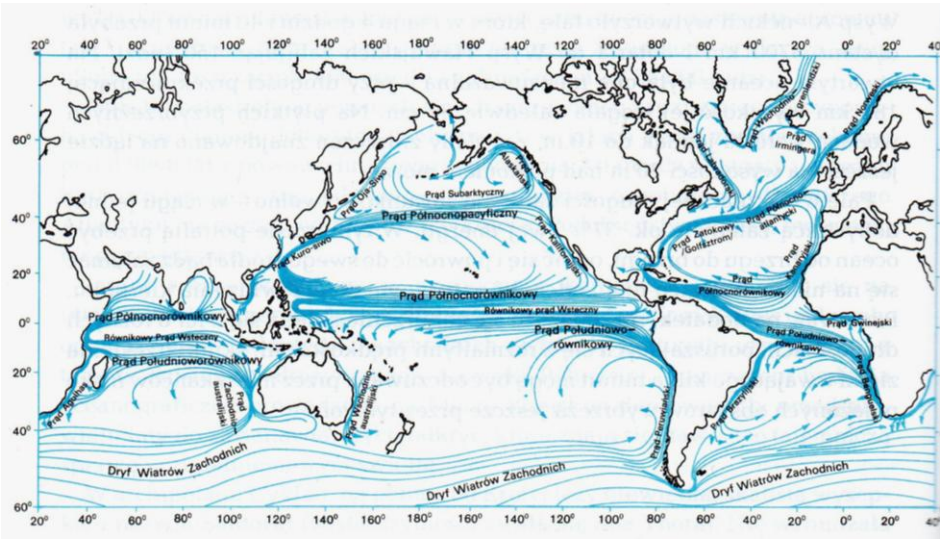


Rys. 1.13. Fala tsunami
Źródło: www. surfervillage.com

Tym samym stanowi ona zagrożenie dla żeglugi przybrzeżnej i statków stojących w porcie. Jej gwałtowność pojawiania się powoduje często zaskoczenie , co stanowi przyczynę dużych zniszczeń. Fale tsunami występują najczęściej w basenie Oceanu Pacyficznego, którego dno i obrzeża są bardzo aktywne sejsmicznie.

1.3. Prądy oceaniczne

Ruch wody wywołany działaniem wiatru objawia się nie tylko w postaci powierzchniowego falowania wiatrowego ale także w postaci powierzchniowych prądów oceanicznych zwanych także prądami geostroficznymi. Ich istotą jest poziome przemieszczanie się dużych mas wody w basenach oceanicznych. Ogranicznikiem zasięgu prądów są kontynenty co powoduje, że tworzą one zamknięte systemy cyrkulacji mające formy wirów. Wiry te na półkuli północnej mają z reguły kierunek prawoskrętny, natomiast na półkuli południowej – lewoskrętny.



Rys.1.14. System prądów oceanicznych
Źródło: [20]

Systemy te pokrywają się z systemami stałych wiatrów strefowych stanowiąc o ich cykliczności. Wiatru są najważniejszym ale nie jedynym czynnikiem generującym prądy oceaniczne.

Drugim z czynników jest ruch wirowy Ziemi powodujący działanie na masy wody siły Coriolisa (stycznej składowej siły dośrodkowej) Ma ona głównie wpływ na kierunek przepływu wody. Przepływ ten odbywa się ze zróżnicowaną prędkością i natężeniem w zależności od prądu. Do największych z nich należą: Prąd Zatokowy, czy Okołobiegunowy Prąd Antarktyczny, co ilustruje treść tabeli 1.4.

Tabela 1.4

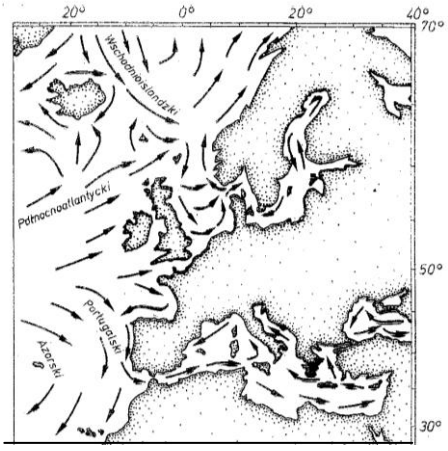
Wartości parametrów ważniejszych prądów oceanicznych

Nazwa prądu	Prędkość [km/h]	Natężenie przepływu [m³/s]
Prąd Zatokowy	7,20– 12,60	100*10^6
Północny Prąd Pacyficzny	0,72	45*10^^
Prąd Kuro – siwo	7,20	50*10^6
Równikowy Prąd Wsteczny	3,60– 5,40	40*10^6
Prąd Brazylijski	.	10*10^6
Okołobiegunowy Prąd Antarktyczny	.	100*10^6
Prąd Peruwiański	.	20*10^6

Źródło: opracowanie własne na podstawie [20]

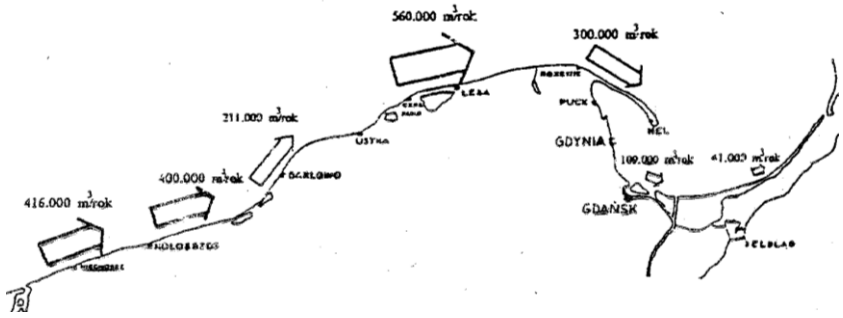
Poza zróżnicowanym natężeniem przepływu tabela ta wskazuje na duże zróżnicowanie prędkości przepływu świadczące wynikowo o dużym ich zróżnicowaniu energetycznym. Te najbardziej „energetyczne" wpływają nie tylko na zmiany klimatyczne ale także na prędkości ruchu statków, mających na swoich kursach styczność z tymi prądami.

Wpływ na ruch statku , oraz na ruch rumowiska dennego mają prądy lokalne generowane w ograniczonej przestrzeni. Ich przykładowe występowanie pokazane jest na rysunku 1.15.



Rys.1.15. Występowanie prądów lokalnych
Źródło: [materiały archiwalne]

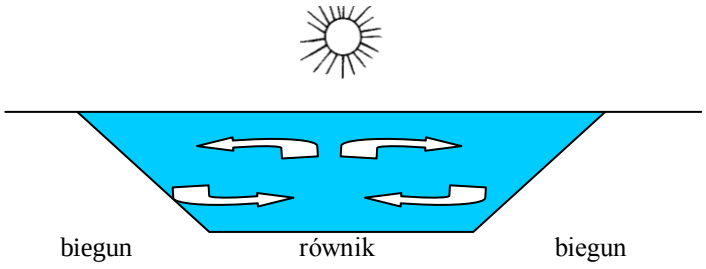
Obszarem ich występowania jest nie tylko Wschodni Atlantyk ale także Morze Śródziemne i Morze Bałtyckie. Często kształtują one brzegi morskie przenosząc duże ilości materiałów dennych w kierunku zgodnym z kierunkiem ich ruchu. Pracę prądów morskich występujących na Południowym Bałtyku ilustruje rysunek 1.13.



Rys. 1.16. Szacunkowa objętość przemieszczanego rumowiska w roku
Źródło: [materiały archiwalne]

Praca tych prądów zmienia warunki żeglugowe występujące na płytkich wodach przybrzeżnych a tym samym może być przyczyną utrudnień w dostępie do portów.

W ruchu mas wód oceanicznych odgrywa swoją rolę również Słońce, które nierównomiernie ogrzewa powierzchnię wody. Ciepłe, a tym samym lżejsze wody równikowe przemieszczają się ku biegunom, gdzie po ochłodzeniu opadają w głąb i powracają jako wody głębinowe.



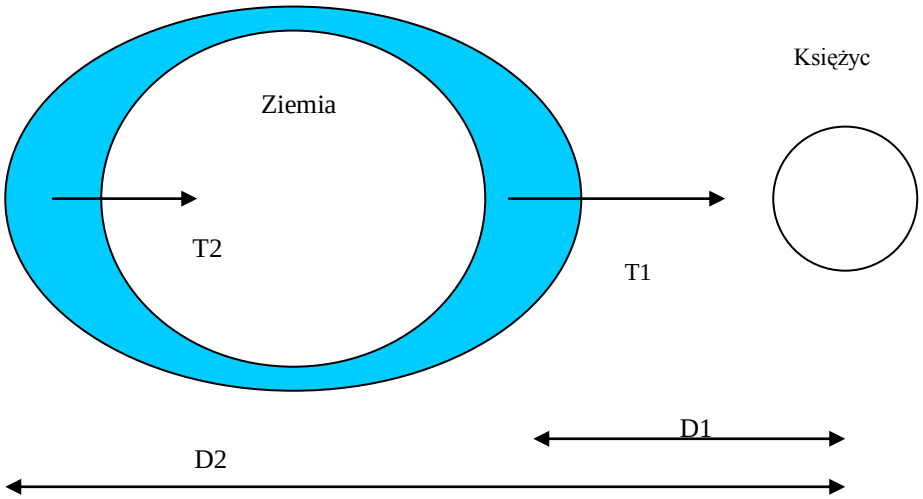
Rys.1.17.Idealny ruch konwekcyjny wód oceanów
Źródło: opracowanie własne na podstawie [20]

Idealny ich ruch zakłócany jest obecnością lądów a także różnym składem fizyko-chemicznym i biologicznym, tworzącym zróżnicowane warunki przepływów konwekcyjnych. Ich prędkości (mierzone w cm/dzień) w porównaniu do prędkości prądów oceanicznych są bardzo małe. Nie mają więc istotnego wpływu na uwarunkowania żeglugowe.

1.4. Pływy

Utrudnieniem żeglugowym a szczególnie utrudnieniem w eksploatacji portów są zjawiska zwane pływami. Skutkiem ich istnienia jest zmiana poziomów wody. Wzrost poziomu określany jest mianem przypływu; powrót do pierwotnego poziomu – określany jest mianem odpływu.

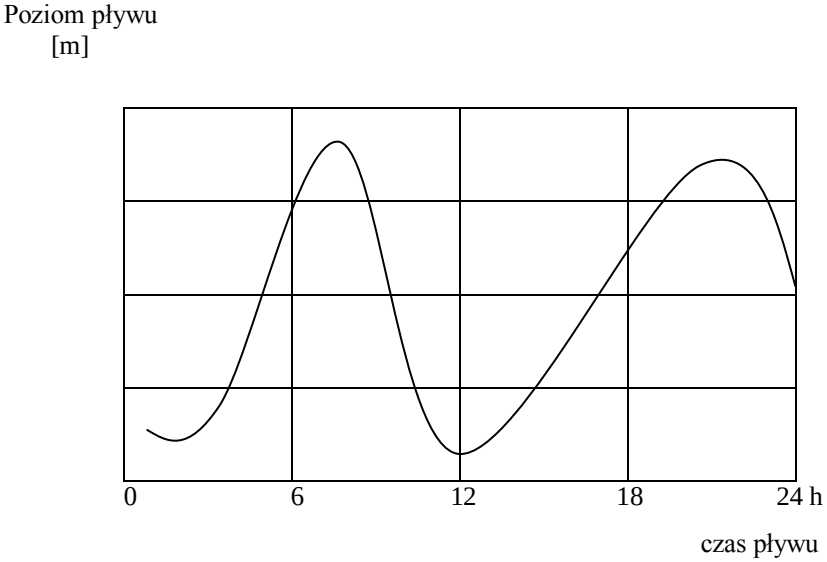
Przyczyną powstawania pływów są siły, które powstają na skutek wzajemnego przyciągania się dużych mas. Istotę tego zjawiska sformułował w roku 1687 Izaak Newton który stwierdził, że [21]: „ każde dwa ciała przyciągają się wzajemnie i wielkość tego przyciągania jest wprost proporcjonalna do ich mas, odwrotne zaś proporcjonalna do kwadratu odległości pomiędzy nimi". Z tej zasady wypływał wniosek, że istnieją siły przyciągania (grawitacyjne) pomiędzy Ziemią a jej Księżycem, a także Ziemią i Słońcem. Ze względu na zróżnicowane odległości tych ciał niebieskich od Ziemi bardziej znaczący wpływ na wartość tych sił ma Księżyc. Przyciąganiu podlega kula ziemska a w sposób szczególny jej płynna powierzchnia którą stanowią wody Wszechoceanu. W rezultacie działania sił przyciągania wody te spiętrzają się w sposób zilustrowany rysunkiem 1.18.



Rys.1.18. Istota mechanizmu powstawania pływów
Źródło: opracowanie własne na podstawie[21]

Ponieważ siła przyciągania księżyca maleje wraz ze wzrostem odległości wody leżące bliżej Księżyca pod wpływem siły T1 spiętrzają się bardziej niż te, leżące po przeciwnej stronie Ziemi, na które działa siła T2.

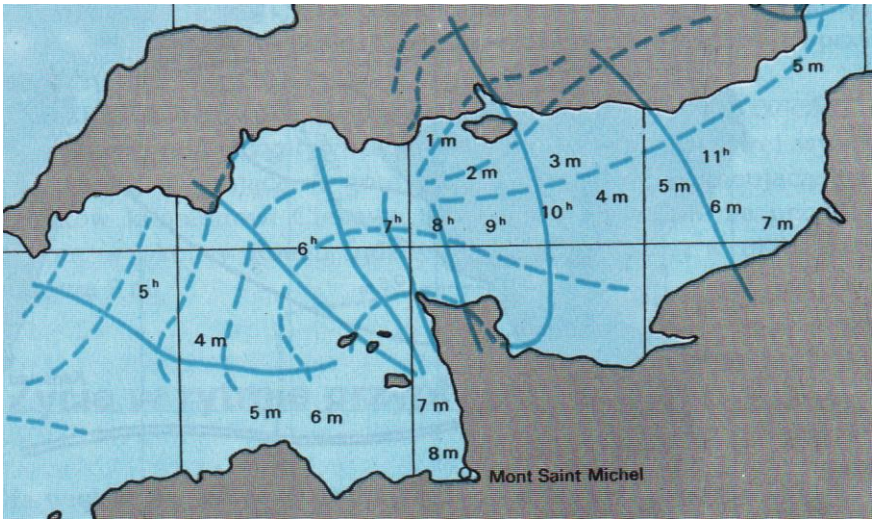
Ten statyczny obraz ulega zmianom, których przyczyną jest ruch księżyca wokół Ziemi. Wysoki poziom przypływów wody przemieszcza się wraz ze zmianą położenia Księżyca względem naszej planety. Ponieważ doba księżycowa trwająca 24 godziny i 50 minut jest dłuższa od doby ziemskiej, dwukrotne występowanie pływów w ciągu jej trwania ma nieregularny charakter czasowy .



Rys. 1.19. Krzywa pływu
Źródło: opracowanie własne

Zróżnicowanie poziomu pływów oraz czasu ich trwania zależy od ukształtowania dna akwenów , konfiguracji obszarów lądowych oraz ukształtowania ich brzegów. Zgodnie z teorią systemu amfidromicznego, który uwzględnia również wspomniane wcześniej siły Coriolisa oddziaływujące na ruch mas wody, wysoka wartość pływów wyraźnie zaznacza się wzdłuż wybrzeży, która maleje wraz z rosnącą - od nich – odległością.

Taki trend jest bardzo widoczny w Kanale La Manche, w którym przybrzeżny przypływ - w okolicy Mont Saint Michel - osiąga wartość 8 m.



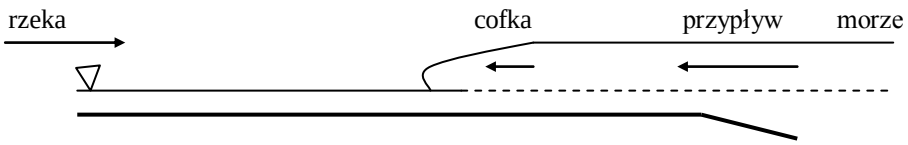
poziom przypływu

przepływ fali przypływu w czasie

Rys.1.20. Przypływy w Kanale La Manche
Źródło: [21]

W Zatoce Fundy, leżącej na granicy Kanady i Stanów Zjednoczonych Średnia wysokość przypływów wynosi 13,6 m .

Spiętrzenie wód mórz i oceanów powoduje wsteczny przepływ (cofkę) rzek uchodzących do tych akwenów.



Rys.1.21. Spiętrzona fala przypływu w ujściu rzeki
Źródło: opracowanie własne

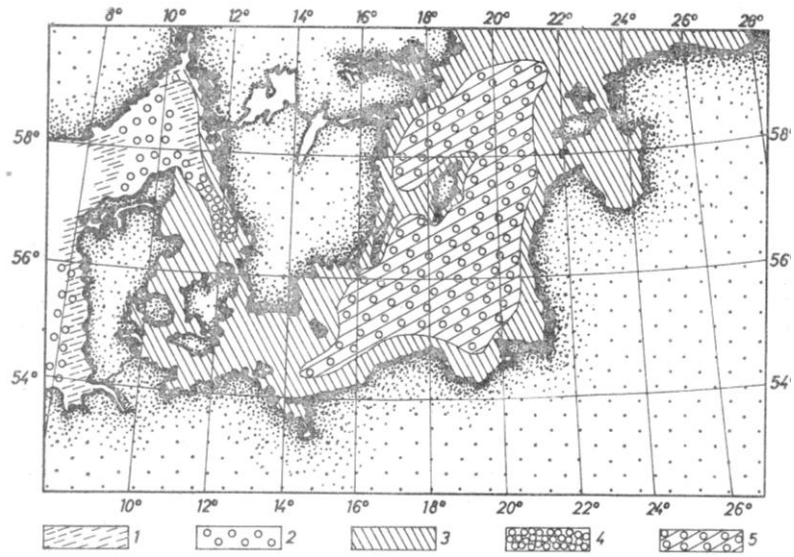
Skutki przypływu odczuwa – leżący nad Tamizą – port w Londynie czy port Rouen - leżący nad Sekwaną.

Natomiast Morza zamknięte takie jak Śródziemne czy Bałtyckie i porty nad nimi leżące praktyczne nie odczuwają ujemnych skutków kilkucentymetrowych pływów. Natomiast porty położone nad ujściowymi odcinkami rzek mogą odczuwać skutki cofki, powstającej w wyniku silnych wiatrów wiejących od morza w wzdłuż koryta tych rzek.

1.5. **Zjawiska lodowe**

Zjawiska lodowe występujące na morzach i oceanach przyjmują postać lodu morskiego lub lodu pochodzenia lądowego.

Czynnikami warunkującymi występowanie lodu morskiego są: warunki lokalne akwenu (m.in. obszar, głębokość, rozwinięcie linii brzegowej), prądy oraz dominujące w tym zbiorze - warunki klimatyczne. Decydują one o powstawaniu lodu oraz jego dryfu. Lód morski powstaje wtedy, gdy woda o określonym zasoleniu jest ochłodzona do temperatury zamarzania stanowiącej efekt bilansu cieplnego rejonu oceanu. Ponieważ w bilansie tym bierze udział promieniowanie słoneczne, temperatura prądów morskich, zmienia się on sezonowo w zależności od pory roku. Lód powstający w okres zimy a topniejący całkowicie w okresie lata stanowi o tzw. jednorocznym cyklu zalodzenia. Do akwenów o takim cyklu należy m.in. Morze Czarne i Morze Bałtyckie.



1- początkowe postacie lodu, 2 – luźna kra, 3 – lód brzegowy (przylepa), 4 – zwarta kra , 5 – bardzo zwarta kra

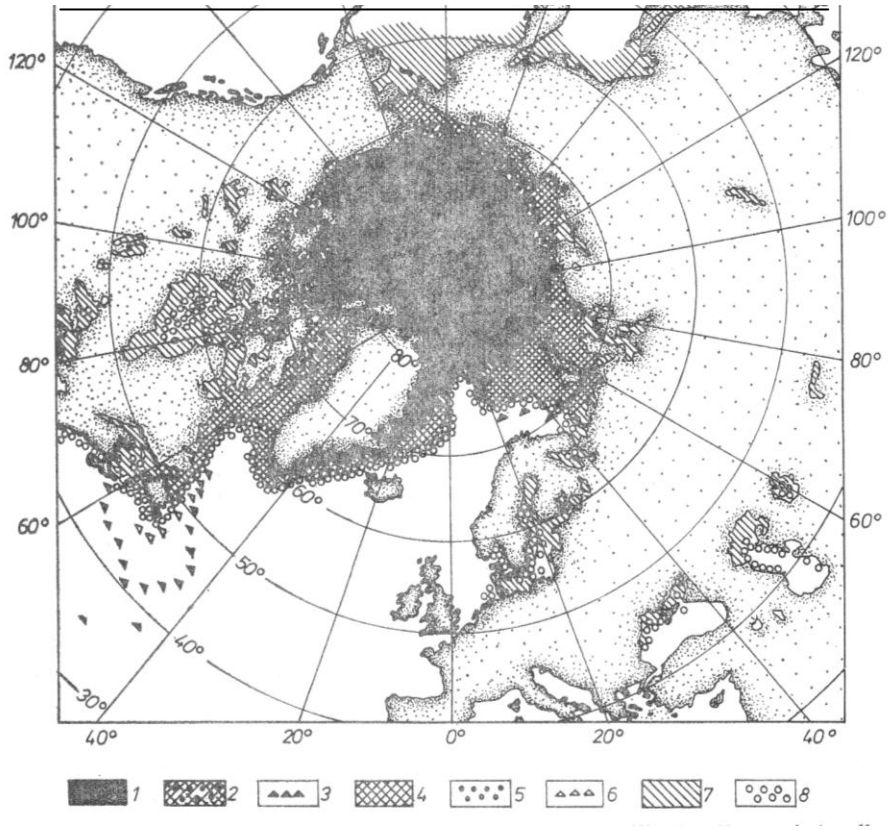
1.22. Charakterystyka zalodzenia Bałtyku Południowego
Źródło: [25]

W zalodzeniach lokalnych, najbardziej sprzyjające warunki powstawania lodu występują u wybrzeży, gdyż zasób ciepła płytkiej wody jest najmniejszy. Zasięg lodu brzegowego w sprzyjających warunkach temperaturowych powiększa się

stopniowo w stronę otwartego morza. W odwrotnej kolejności następuje zanikanie lodu. Jest to związane z faktem, że u wybrzeży a tym samym na podejściach do portów, przesmykach, cieśninach i kanałach, lód osiąga większą grubość. Raporty o zalodzeniu polskiej bałtyckiej strefy przybrzeżnej [25] podają przeciętną grubość lodu, która wynosi około 30 cm a miejscami może osiągać 50 cm .

Istnienie lodu o tej grubości wymaga użycia lodołamaczy do kruszenia pokrywy lodowej i usuwania jej z rynien torów żeglownych. Tworzenie się zwartych pokryw lodowych na całych powierzchniach akwenów lokalnych w umiarkowanej strefie klimatycznej jest zdarzeniem rzadkim i ustępującym w okresie wiosenno – letnim.

Zjawisko lodu powstającego zimą , który latem ulega tylko częściowemu stopieniu stanowi o tzw. wieloletnim cyklu zalodzenia. Do akwenów półkuli północnej o takim cyklu należy część Oceany Arktycznego oraz część Morza Grenlandzkiego co ilustruje poniższy rysunek.

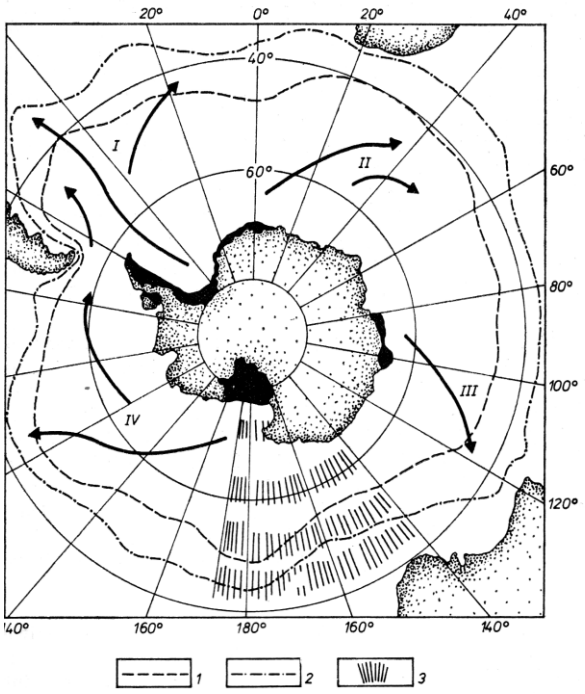


Rys. 1.23. Lody Arktyki
Źródło: [24]

Na rysunku 1.23. poza lodem wieloletnim (1, 2) zaznaczone są obszary, w których występuje lud dryfujący w zwartej (4, 6) lub luźniej (5, 7) postaci.

Lud wieloletni i zwarty o grubości kilku metrów stanowi przeszkodę nawigacyjną nawet dla lodołamaczy. Luźny lód dryfujący umożliwia realizację morskich podróży statkami posiadającymi wzmocnienia lodowe i tzw. klasę lodową.

Zjawisko luźnego lodu dryfującego występuje także na półkuli południowej.



1 – zasięg występowania lodu w listopadzie-grudniu, 2 – zasięg występowania lodu w maju-czerwcu, 3 – strefa najrzadszego występowania lodu

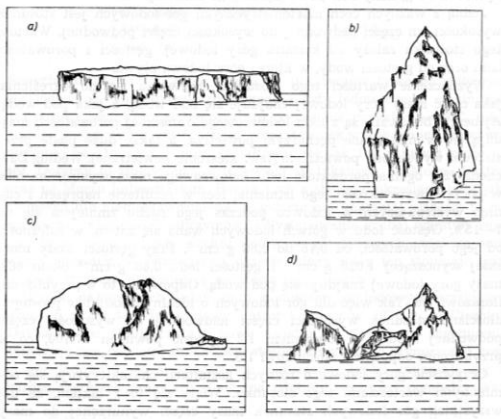
Rys. 1.24. Dryfujące lody Antarktyki
Źródło: [24]

Dzięki prądom morskim lód dryfujący jest o przemieszczany aż do równoleżnika 40º S. W tych obszarach Oceanu Południowego stanowi on również przeszkodę dla ruchu statków nie posiadających wzmocnień lodowych.

Dryfujące lody morskie przemieszczając się do stref ciepłych ulegają relatywnie szybkiemu roztopieniu. W tym kontekście najbardziej niebezpieczną dla żeglugi formą lodu dryfującego są góry lodowe. Powstają one szczególnie intensywnie na półkuli północnej na skutek odłamywania się masywów lodowych od lodowców Grenlandii, Ziemi Baffina czy Wyspy Ellesmere'a .

Rys. 1.25. Lodowce Zachodniej Grenlandii (⟵)
Źródło: [26]

Od wybrzeży Grenlandii odrywa się corocznie około 10.000 gór lodowych [6].Przyjmują one zróżnicowane kształty i wielkości. Cztery najbardziej typowe kształty gór lodowych prezentuje rysunek 1.26.



a. góra stołowa, b. góra piramidalna, c. góra kopulasta, d. Góra nieregularna

Rys. 1.26. Kształty gór lodowych
Źródło: [25]

Znana jest specyfika tych gór, które nad powierzchnią wody „ujawniają" tylko swoją część. W zależności od kształtu, relacje pomiędzy wysokością części nadwodnej i części podwodnej przyjmują wartości z zakresu : od 1 : 1; do 1 : 7. O rozpiętości wielkości tych gór a także ich mas całkowitych, świadczą dane zawarte w tabeli 1.5.

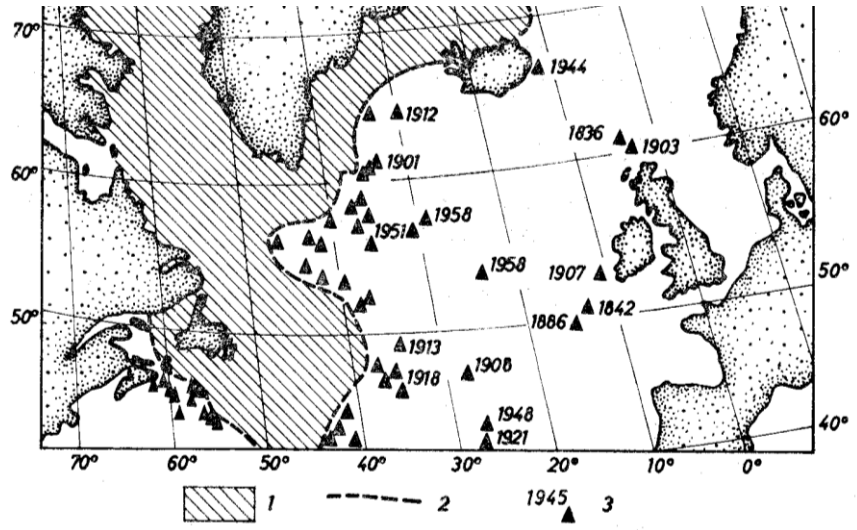
Tabela 1.5.

Klasyfikacja gór lodowych

Opis góry lodowej	Wysokość [m]	Szerokość [m]	Masa [Mt]
Glowler	< 1,5	< 5	0.001
Odłam góry lodowej	1,5 – 5	5 – 15	0,01
Mała góra lodowa	5 – 15	15 – 60	0,1
Średnia góra lodowa	15 – 50	60 – 120	2,0
Duża góra lodowa	50 – 100	120 – 220	10,0
Bardzo duża góra lodowa	> 100	>220	>10,0

Źródło: [25]

Prądy morskie poprzez cieśniny Baffina i Davisa wynoszą góry na otwarte wody Oceanu Atlantyckiego. Sporadyczny ich niezwykły zasięg - określa się jako anomalia.



1 - obszar częstego występowania gór lodowych, 2 – maksymalny zasięg gór lodowych
3 – Pozycja i rok nietypowego położenia góry lodowej

Rys. 1.27. Anomalie występowania gór lodowych na Północnym Atlantyku
Źródło: [25]

Te z gór, które osiągają - przez swoje przemieszczanie się z prądami – najmniejszą szerokość południową, są z reguły górami o największej masie początkowej a okres ich topnienia może trwać kilka lat. I nawet w dobie obserwacji nawigacji satelitarnej czy doskonalonych systemów radarowych, w planowaniu podróży przez Północny Atlantyk zawsze trzeba mieć na uwadze *casus* „Titanica”

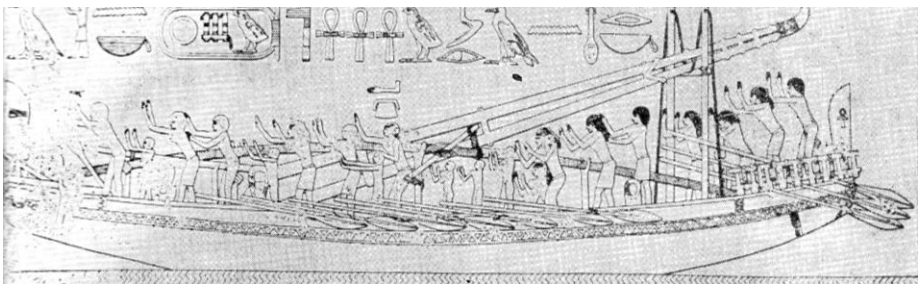
2. SZLAKI ŻEGLOWNE

2.1. Odkrycia geograficzne

Naturalne elementy infrastruktury transportu morskiego zostały ukształtowane przez ruchliwość ludzi, których do korzystania z dróg morskich zobligowały dwie podstawowe przyczyny: chęć osiągania zysku, w tym poprzez kolonizowanie nowych lądów a także potrzeba zaspokojenia ciekawości świat. Realizacja tych przedsięwzięć wspomagana była ewolucyjnym rozwojem nauki i techniki, które umożliwiały dokładniejszą nawigację i metodę odwzorowywania mórz i lądów (kartografię) jak również budowę coraz doskonalszych i pojemniejszych statków morskich.

Świat starożytny

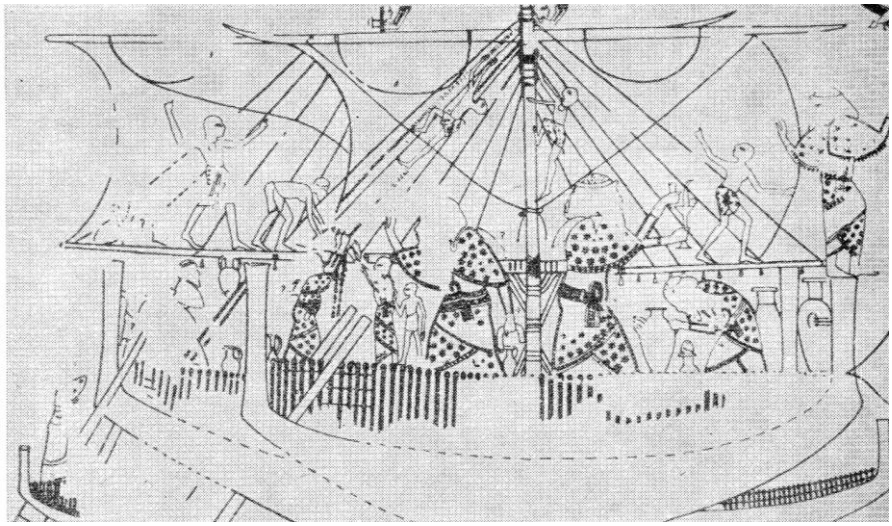
W świetle dostępnych materialnych dowodów żeglugi morskiej - a dotyczących świata starożytnego - można mówić o dwóch obszarach, których mieszkańcy wyruszali na bliższe i dalsze akweny Wszechoceanu. Do tych obszarów należał basen Morza Śródziemnego i Morza Czerwonego oraz Daleki Wschód . Żegluga morska tych obszarów była konsekwencją rozwoju żeglugi śródlądowej. Wśród mieszkańców basenu Morza Śródziemnego korzystających z doświadczeń śródlądowych byli przede wszystkim Egipcjanie. Wzmianki o ich wyprawach na morskich statkach zwanych *gublijami* [16] do Libanu, datują się już na 2550 r. p.n.e. za czasów panowania faraona Sahure.



Rys.2.1. Statki egipskie – gublije. Płaskorzeźba ze świątyni faraona Sahure.
Źródło: [7]

Późniejsza o 1000 lat wzmianka o wyprawach dokonanych na rozkaz królowej Egiptu Hatszepsut dotyczyła podróży do legendarnego Puntu (Etiopii i Erytrei). Materialne ślady tej wyprawy znajdują się w świątyni Deir el-Bahari. Za panowania tej władczyni głównymi parterami handlowymi Egiptu byli Kreteńczycy.

W roku 600 p.n.e. na polecenie faraona Necho II, flota fenicka opływa Afrykę ze wschodu na zachód. By taka podróż mogła się odbyć, statki były budowane w stoczniach leżących nad Morzem Czerwonym.



Rys. 2.2. Statek fenicki. Fresk z grobowca Kenamona
Źródło: [2]

Wyprawa trwała blisko trzy lata. W czasie podróży statki płynęły blisko brzegów, by załogi mogły spędzać noce na afrykańskim lądzie. Po drodze żeglarze minęli najbardziej wysunięty na południe przylądek Afryki nazwany dużo później Przylądkiem Dobrej Nadziei. Po dwóch latach żeglugi wpłynęli – pomiędzy Słupami Herkulesa (Cieśniną Gibraltarską) - na Morze Śródziemne by swoją podróż zakończyć w delcie Nilu.

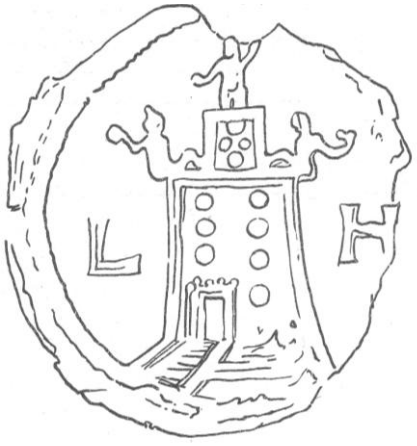
W późniejszym okresie p.n.e. - poza Egipcjanami – swoimi lokalnymi wyprawami morskimi mogli się poszczycić Grecy, Kreteńczycy, Mykeńczycy, Fenicjanie czy Kartagińczycy .

Grecy dokonują kolonizacji lądów przyległych do Morza Czarnego a także kolonizacji basenu Morza Śródziemnego m.in. Półwyspu Apenińskiego i Sycylii. W roku 540 na Korsyce fala kolonizacji greckiej zderzyła się z Kartagińczykami, którzy również próbowali podporządkować sobie nowe terytoria. W roku 480 p.n.e. ruszyła na zachód od Słupów Heraklesa wyprawa Kartagińczyków. Miała ona charakter

ekspedycji osiedleńczej prowadzącej aż do ujścia rzeki Senegal. Jej efekt stanowiły liczne faktorie (osady kupieckie) zakładane na zachodnim brzegu Afryki.

Była to kontynuacja egipsko – fenickich wypraw poza Morze Śródziemne. Według niektórych źródeł [7] w roku 330 p.n.e. poza ten akwen wypłynął także Grek Pyteasz z Massali (Marsylii), który przepłynął wzdłuż zachodnich brzegów Europy. by dotrzeć do Wyspy Cynowej (Brytanii), Wyspy Thule (Islandii), zachodniej Jutlandii , Skandii i również wpłynąć na Bałtyk.

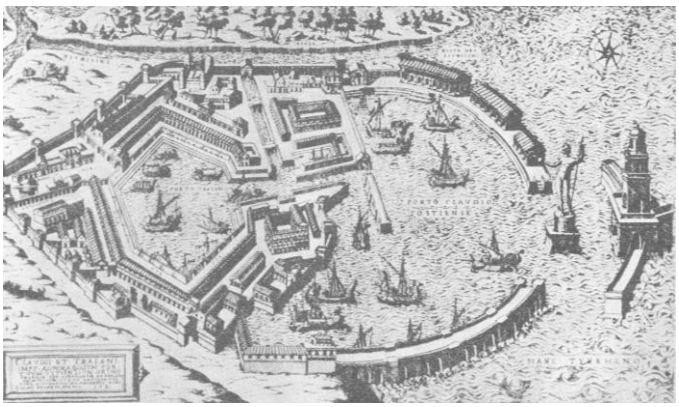
W tym samym czasie Aleksander Wielki (Aleksander Macedoński) stworzył imperium składające się z ziem Fenicji, Egiptu, Persji, Iranu i Pendżabu obejmujących wschodnie wybrzeża Morza Śródziemnego. Tym samym przyczyniał się do rozwoju handlu morskiego. Zgodnie z jego przewidywaniami centrum ówczesnego świata stała się Aleksandria. Była ona największym i najsłynniejszym portem starożytnego świata, którego budowa datowana jest na rok 280 p.n.e. Rozsławiła go także latarnia morska o wysokości 120 m, stanowiąca jeden z siedmiu cudów świata.



Rys.2.3. Moneta z aleksandryjską latarnią morską zbudowaną na wyspie Faros
Źródło: [15]

Latarnia przetrwała 16 wieków aż do roku 1330 n.e., w którym zniszczyło ją trzęsienie ziemi. Do portu w Aleksandrii wpływały statki z Morza Śródziemnego a poprzez Kanał Dariusza [27] – również statki z Morza Czerwonego. Największe znaczenie w tym czasie miał handel pszenicą, oliwą i piwem a także towary Wschodu, do których m.in. należały pieprz, imbir czy chińskie jedwabie.

Począwszy od II wieku p.n.e. prym w basenie Morza Śródziemnego zaczął dzierżyć Rzym. Morze Śródziemne było określane przez Rzymian nazwą *Mare nostrum,* co oznaczało - nasze morze. Początek ostatecznej dominacja Rzymian w tym regionie przypada na rok 31 n.e., w którym został podbity Egipt. Morską potęgę Rzymu podkreślał port w Ostii, dorównujący swoją wielkością Aleksandrii.



Rys. 2.4. Port w Ostii. Rekonstrukcja z roku 1581
Źródło: [7]

Ta „morska" świetność trwała przez 300 lat do roku 330 n.e., w którym upadek Cesarstwa Rzymskiego zamknął rozdział dziejów żeglugi na Morzu Śródziemnym a także wzdłuż afrykańskich i europejskich wybrzeży Oceanu Atlantyckiego.

Średniowiecze

Nim nastąpił upadek Rzymu , na przełomie ery starożytnej i średniowiecza swoich pierwszych wypraw morskich dokonują Chińczycy pod egidą dynastii Han. Ich statki morskie były budowane w oparciu o doświadczenie nabyte w żegludze śródlądowej. W rejsy morskie wypływały z ujścia rzeki Jangcy do Indii i Afryki Wschodniej. W roku 166 posłowie rzymskiego cesarza Marka Aureliusza wręczyli cesarzowi Chin – Huan Ti dary, przewiezione tymi „chińskimi" szlakami morskimi.

Chińczycy w IV i V wieku wykorzystywali szlaki morskie także do przewozu pielgrzymów do świętych miejsc buddyjskich m.in. Indii, Korei, Japonii czy Indonezji. Linie handlowe sięgały również Arabii. Ich funkcjonowanie uzupełniały porty, z których największy mieścił się w Kantonie.

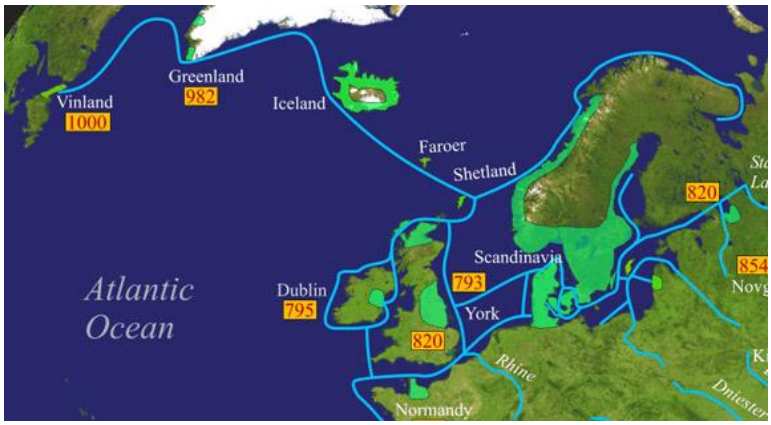
Poza intensyfikacją żeglugi morskiej Chińczycy wnieśli olbrzymi wkład do rozwoju nawigacji. Podparcie igły magnetycznej w jej osi obrotu dokonane w V wieku przez matematyka Tsu Czung-Czy, zwiększało dokładność i bezpieczeństwo żeglugi. Specjalne chińskie instytucje sporządzały mapy i locje zawierające opisy brzegów. Na mapach zaznaczane były także budowle pozwalające na identyfikację docelowych miejsc na lądzie. Pomysłem Chińczyków był także „kroplowy" kształt wodnicy pływania ich okrętów. Pomimo tych udoskonaleń ekspansja chińska na morzach malała na skutek słabości wewnętrznej tego państwa i zewnętrznych zagrożeń w postaci najazdów Mongołów. Jeszcze w połowie XV wieku nastąpiło odrodzenie handlu morskiego m.in. dzięki wyprawom Czeng Ho do Indii, Persji, Arabii i Afryki Wschodniej, które przyczyniły się także do wzbogacenia materiałów kartograficznych i nawigacyjnych Oceanu Indyjskiego. Jednak ten „boom" żeglugowy – ze względu na postępującą wewnętrzną izolację Chin - trwał tylko do końca XVI wieku.

Ocean Indyjski przemierzały także statki arabskie. Szczególna ich ekspansja miała miejsce po śmierci Proroka Mahometa w roku 632. W rękach Arabów znalazły się : Bizancjum, Syria Persja jak również Egipt co spowodowało ich pojawienie się również na Morzu Śródziemny. Żeglarze i kupcy Arabscy byli także krzewicielami Islamu. Jego wyznawcy wraz z faktoriami pojawiali się w Indiach, Somalii, Zanzibarze, Afryce Wschodniej , na Madagaskarze i w Chinach. Głównymi portami arabskimi był Aden i Ajbat (Morze Czerwone), Maskat , Hormuz i Basra (Zatoka Perska)oraz Dajhul u ujścia Indusu (Ocean Indyjski). Ich ilość i wielkość świadczą o intensywności handlu arabskiego. W XIV wieku – po klęsce Arabów w starciach z Mongołami – ostateczny cios arabskiemu panowaniu na morzach Bliskiego Wschodu i Oceanie Indyjskim zadali Portugalczycy. Oni też - poza Mongołami – przyczynili do wyparcie Chińczyków ze szlaków Dalekiego Wschodu. Ale dzięki tym dwóm nacjom tj. chińskiej i arabskiej Ocean Indyjski i jego pogranicze z Oceanem Pacyficznym nie były już tajemniczymi akwenami. Znana była większość ich szlaków żeglownych i portów. Na wytyczenie czekały nowe szlaki prowadzące z Europy na Zachód.

Renesans

Protoplastami odkrywców epoki Renesansu - szlaków prowadzących przez Atlantyk na Zachód - byli Wikingowie. We wczesnym średniowieczu ze

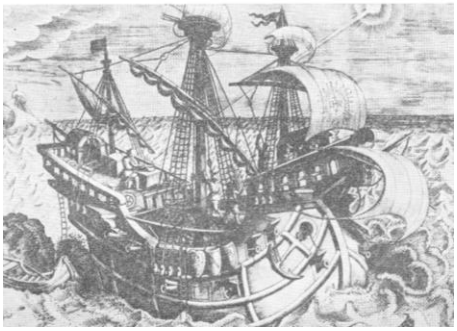
Skandynawii wyruszali na morza Ludzie Północy. Ich łupem padały nabrzeżne osady i miasta zachodnich brzegów Europy. W roku 810 opanowali Fryzję (północna Holandia) a następnie Frankonię (południowe Niemcy) i część Anglii. Nie tylko grabili te tereny ale także prowadzili z ich ludnością korzystny handel. W roku 874 zajęli Islandię, na której osiedliło się kilkadziesiąt tysięcy Norwegów i siłą rzeczy z tą wyspą był utrzymywany także stały kontakt handlowy. W roku 900 Gunnbjoern Ultson odkrył Grenlandię [8].



Rys.2.5. Podboje i odkrycia Wikingów
Źródło: www. historycznebitwy.info

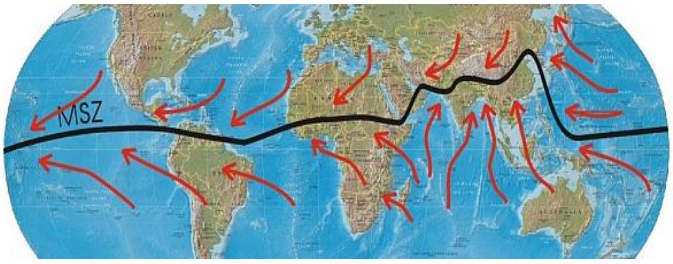
Według innych źródeł zrobił to Eryk Rudy Thorwaldsen w roku 982. Również nie udokumentowane odkrycie Ameryki Północnej (Vinlandii - Labradoru)) w roku 1000 przypisywane jest jarlowi (kapitanowi) Björnowi Leifowi – synowi Eryka Rudego.

Listę udokumentowanych odkryć Renesansu związanych z penetracją Zachodu otwiera Krzysztof Kolumb (Cristobal Kolon). Podstawowym zadaniem jakie stawiał przed sobą ten żeglarz było znalezienie – na kulistej Ziemi - nowej drogi do Indii i Chin krótszej od tej, która prowadziła wokół Afryki. Genueńczyk Kolumb poparcie dla swoich idei znalazł na dworze hiszpańskich władców – Ferdynanda i Izabeli. Za ich przyczyną otrzymał do dyspozycji dwie małe karawele (50 – 100 t) o nazwach Nina i Pinta a za sprawą kupca Pinzona – karakę Santa Maria o długości 26 m i ładowności rzędu 200 ton.



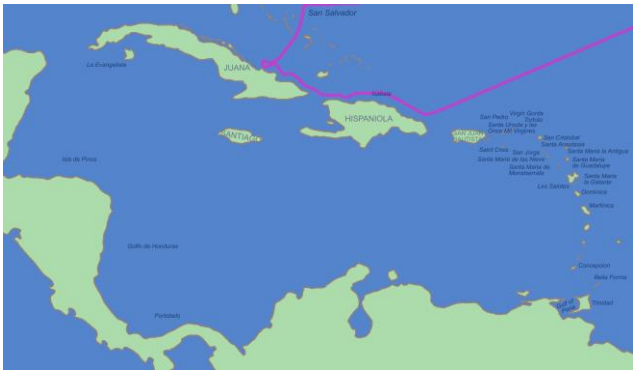
Rys. 2.6. Karaka z okresu Krzysztofa Kolumba
Źródło: [3]

Ze swoją armadą Krzysztof Kolumb ruszył na Zachód we wrześniu 1492 roku. Żeglował w międzyzwrotnikowej strefie pasatów letnich.



Rys. 2.7.Kierunki pasatów strefy międzyzwrotnikowej w okresie letnim
Źródło: www. wiking.edu

Dzięki nim pierwszy ląd na swojej drodze napotkał 12 października 1492 po 34 dniach żeglugi. Była to jedna z wysp archipelagu Bahama. W tej wyprawie odkrywa także wyspę Kubę i Haiti.



Rys. 2.8. Lądy odkryte w czasie pierwszej wyprawy Kolumba
Źródło: www. wiikipedia

Odkrycie tych wysp okupione zostało stratą największego z okrętów. Drogę powrotną Kolumb odbywał wspomagany Prądem Zatokowym. Z jego pomocą do brzegów Europy dotarł w marcu 1493 roku.

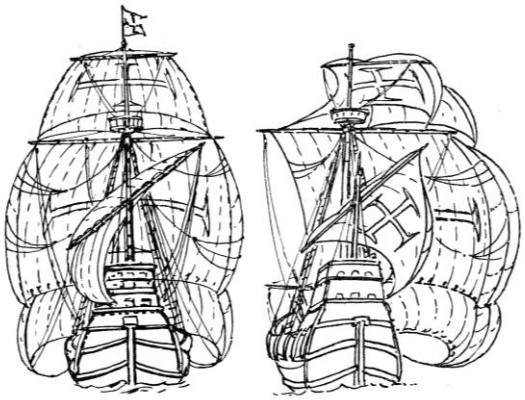
W kolejnych swoich wyprawach K. Kolumb odkrył Puerto Rico i Jamajkę (1494 – 96) oraz Trinidad i ujście Orinoko (1498 – 1502) a więc również wybrzeże Ameryki Południowej.

Rys. 2.9. Lądy odkryte w czasie trzeciej wyprawy Kolumba
Źródło: www. wiikipedia

W czwartej i ostatniej wyprawie na Zachód (1502 – 1504) dotarł do wybrzeży Hondurasu i do zatoki Darien.

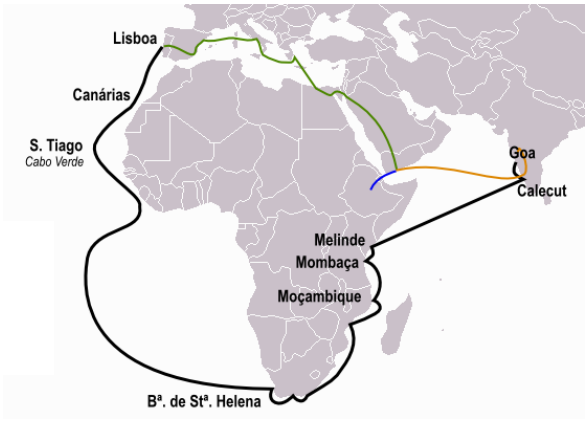
Do końca swojego życia tj. do roku 1506 Krzysztof Kolumb sądził, że odkrył zachodnią drogę prowadzącą do Indii. Pomimo oczywistego błędu popełnianego w tym poglądzie, jego pionierskie wyprawy miały charakter przełomowy dając początek integracji Starego i Nowego Świata.

W czasie zachodnich podróży Kolumba, wschodniej drogi do Indii poszukiwał Vasco da Gama. W swoją pierwszą podróż do Indii wypłynął z Lizbony w lipcu 1497 roku na czele armady liczącej cztery okręty w tym: „Sao Gabriel" i „Sao Rafael" porównywalnych z karaką „Santa Maria".



Rys.2.10. Statki Vasco da Gamy
Źródło: [16]

Trasa wyprawy (rys.2.11) prowadziła znanymi już wodami wzdłuż zachodnich brzegów Afryki aż do przylądka Dobrej Nadziei. W styczniu 1498 roku wyprawa osiągnęła wybrzeże dzisiejszego Mozambiku na wschodnim wybrzeżu Afryki, ograniczającym od zachodu basen Oceanu Indyjskiego. W maju tego roku Vasco da Gama dotarł do miejscowości Kalikat (Kalkuty) leżącej na południowo – zachodnim wybrzeżu Indii. Była to pierwsza po tysiącu latach (od czasów Cesarstwa Rzymskiego) wyprawa z Europy na ten subkontynent wiodąca drogą morską.



Rys. 2.11. Trasy wypraw Vasco da Gamy do Indii ; ——— trasa pierwszej jego wyprawy morskiej , ——— trasy innych wypraw
Źródło: www. wikipedia

Drogę powrotną odbył tą samą trasą by u wybrzeży Portugalii znaleźć się we wrześniu roku 1499. Rok później nowo odkrytą trasą do Indii wyruszyła typowo

kupiecka armada złożona z 20 okrętów pod dowództwem Franciszka Almeidy. Wśród załóg tych okrętów znajdował się nikomu nieznany Ferdynand Magellan.

W tym samym czasie na zachód od Europy częste podróże odbywał Amerigo Vespuci. W latach 1407 – 1504 odbył on cztery wyprawy do Ameryki Południowej. Dotarł w nich m.in. do Venezueli (Małej Wenecji). Brał także udział w odkryciu ujścia Amazonki; natomiast samodzielnie zbadał wybrzeże Brazylii. Opisał zatokę Rio de Janeiro i rzekę Rio de la Plata a także wybrzeże Patagonii. Amerigo Vespuci jako pierwszy uznał zbadane lądy za nowy kontynent, który w roku 1503 nazwano od jego imienia – Ameryką.

Dokończenie dzieła K. Kolumba, Vasco da Gamy i Amerigo Vespuci przypadło w udziale Ferdynandowi Magellanowi – żołnierzowi z wspomnianej wcześniej wyprawy Almeidy.

10 lipca 1519 roku Ferdynand Magellan wyruszył w podróż dookoła świata na czele pięciu karak, wypływając z Sewilli na Zachód. Płynąc na południe wzdłuż wybrzeży Ameryki Południowej znalazł przejście wodne w jej lądowej barierze. Miało ono 372 mile morskie długości i zostało nazwane przez Magellana Cieśniną Wszystkich Świętych. Z czasem przydano jej nazwę Cieśniny Magellana.

Rys.2.12. Cieśnina Magellana na starej mapie. Przebieg cieśniny
Źródło: www. zgapa.pl

28 listopada 1520 roku już tylko trzy statki armady wpłynęły z tej cieśniny na wody, które Magellan nazwał Il Pacifico (Spokojne).Dopiero po 100 dniach podróży tymi wodami pomniejszona o następny okręt już niewielka flota osiągnęła

Wyspy Mariańskie a 16 marca 1521 roku – Filipiny. Tam też w walkach z miejscowym radżą Magellan poniósł śmierć. Drogą wiodącą przez Ocean Indyjski i Atlantycki do Portugalii we wrześniu 1522 roku z całej jego floty powróciła tylko „Vittoria" wraz z nieliczną - 18 osobową - załogą.

Poza podróżą Magellana dookoła świata w ciągu XVI wieku dokonano wielu odkryć, mających przede wszystkim na celu kolonizację nowych ziem. W latach 1519 – 1521 Hernan Cortes podbił Meksyk. W latach 1531 – 1535 Francisco Pizarro podbił Peru a w roku 1543 Fernao Mendes Pinto jako pierwszy Europejczyk dotarł do Japonii.

Pomiędzy Europą a Nowym Światem żeglowały głownie statki hiszpańskie i portugalskie. Za zgodą królowej Anglii przeciwko ich hegemonii na morzu w roku 1577 rozpoczął swoją wyprawę żeglarz i korsarz - Francis Drake. Wyprawa ta z czasem przekształciła się w angielską (drugą po Magellanie) podróż dookoła świata. Po przepłynięciu Atlantyku i Cieśniny Magellana płynąc na północ wzdłuż wybrzeży Ameryki Południowej i Środkowej, Francis Drake dociera do wybrzeży Kalifornii. Nie znalazłszy północnego przejścia na Atlantyk wyruszył przez Pacyfik na zachód by dotrzeć do Wysp Korzennych (Moluków). Następnie płynąc przez Ocean Indyjski i opływając Afrykę przypłynął do Anglii we wrześniu 1580 roku. Po burzliwym życiu zmarł na morzu w roku 1596. Jego imieniem została nazwana cieśnina oddzielająca Amerykę Południową od Antarktydy., stanowiąca odcinek tzw. przejścia południowego.

Rys.2.13. Cieśnina Drake'a
Źródło: www. wikipedia

Do poszukiwaczy przejść północnych dołączył w latach 1594 - 1585 holenderski żeglarz – Willem Barents. Z Amsterdamu trzykrotnie wyruszał na północny wschód sądząc, że tam znajdzie przejście umożliwiające przepłynięcie z Morza Północnego i Morza Norweskiego do północnych brzegów Azji. Efektem jego ekspedycji było odkrycie Wysp Niedźwiedzich, Spitsbergenu i Nowej Ziemi.

Rys. 2.14. Obszary penetrowane przez W. Barentsa. Morze Barentsa
Źródło: www.wikipedia.org

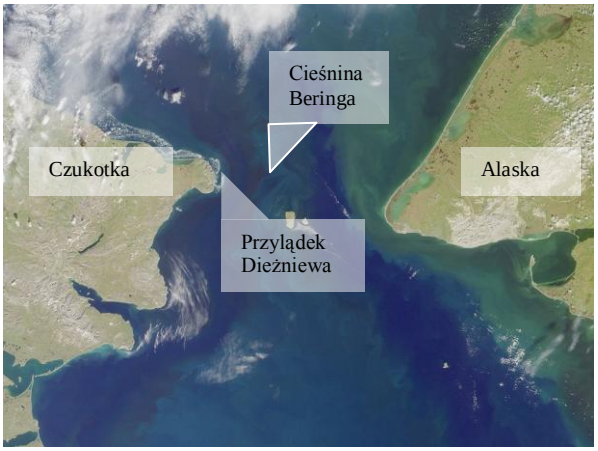
Dotarcie do wyznaczonego celu uniemożliwiły mu lody Oceanu Arktycznego. Od nazwiska eksploratora pochodzi nazwa morza (Morza Barentsa) stanowiącego część tego Oceanu.

Okres Renesansu obfitował w najbardziej znaczące odkrycia geograficzne, które umożliwiły opracowanie mapy świata (rys.215).

Rys.2.15. Mapa świata Merkatora z roku 1587
Źrodło: www. wikipedia

Wiek XVII - XX

Na początku XVII wieku (w roku 1606) swoją nazwę uzyskała cieśnina oddzielająca Nową Gwineę od kontynentu Australijskiego. Nazwa ta jest związana z jej odkrywcą, którym był Luis Vaez de Torres. Odkrywcą innej cieśniny nazwanej później (w roku 1741) Cieśniną Beringa był Rosjanin (Kozak) Siemion Iwanowicz Dieżniew. W roku 1648 w czasie penetracji Syberii, z nastaniem lata wypłynął z ujścia rzeki Kołymy na Ocean Lodowaty. Płynąc na Wschód ominął (od południa) Wyspę Wrangla, opłynął Półwysep Czukocki i dotarł (poprzez Cieśninę Beringa) do rzeki Anadyr, uchodzącej do basenu Oceanu Pacyficznego).



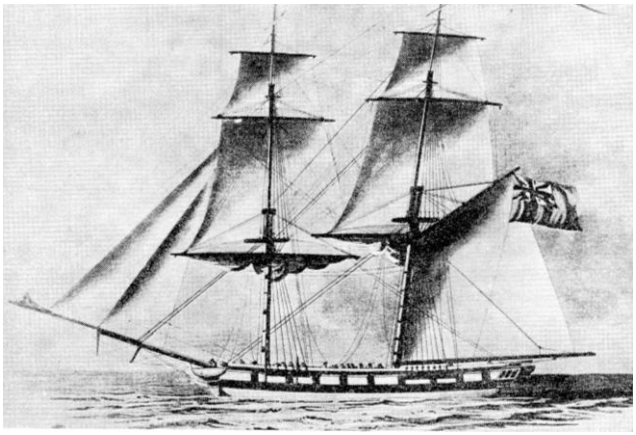
Rys. 2.16. Cieśnina Beringa
Źródło: opracowanie własne na podstawie www. wikipedia

Imieniem odkrywcy tej cieśniny nazwano najdalej wysunięty na wschód przylądek Czukotki i tym samym Azji kontynentalnej.

Najsławniejszym odkrywcą XVIII wieku był James Cook, który naokoło świata przepłynął trzy razy. Pierwsza jego podróż trwająca od roku 1768 do roku 1771 miała na celu znalezienie na półkuli południowej domniemanego kontynentu określanego jako „Terra Australis Incognito". Ekspedycja Cooka po przepłynięciu Atlantyku i opłynięciu przylądka Horn znalazła się w 1769 roku na Tahiti. Kontynuując swają podróż, Cook skierował się na zachód i dopłynął do Nowej Zelandii (którą w roku 1642 – podobnie jak Wyspę Tasmanię – odkrył Holender Tasman). W dalszej części podróży dotarł do Tasmanii , skąd płynąc na północ

20kwietnia 1770 roku osiągnął południowo - wschodnie brzegi Australii. Utrzymywany północny kierunek żeglugi umożliwił ekspedycji Cooka natknięcie się na Wielką Rafę Koralową a także penetrowanie wschodnich wybrzeży Australii. Po dopłynięciu do Cieśniny Torresa, flota skierowała się na zachód by zamknąć krąg żeglugowy.

Druga podróż J. Cook trwała również cztery lata, od roku 1772 do 11775. Jej celem było ponowna penetracja „Terra Australia". Flotę tej ekspedycji tworzyły korwety „ Adventure" i „ Resolution".



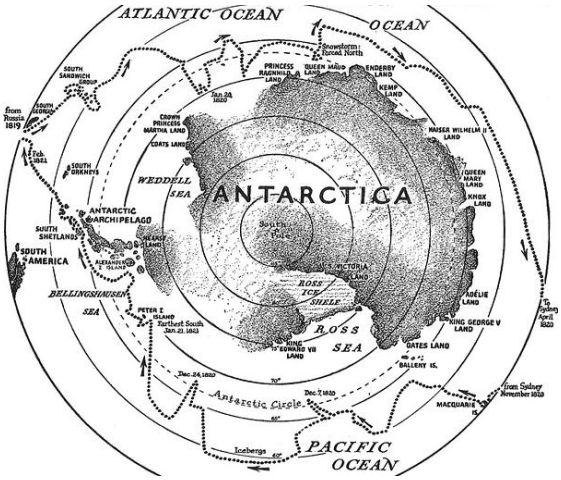
Rys. 2.17. Korweta z okresu wypraw James'a Cooka
Źródło: [156

Korwety były małymi lecz szybkimi i zwrotnymi statkami, co miało istotne znaczenie podczas pływania w pobliżu nieznanych brzegów. Trasa drugiej wyprawy była podobna do tej z lat 1968 – 71. W styczniu 1773 roku ekspedycja docierając do 71º szerokości geograficznej południowej osiągnęła koło podbiegunowe. Cook badając Antarktykę zmagał się z pogodą i otaczającymi go lodami. Niekorzystne warunki żeglugowe w konsekwencji doprowadziły do decyzji o powrocie do Anglii.

W swoją trzecią podróż Cook wypłynął ponownie na statkach „Discovery" i „Resolution". Celem tej podróży było odnalezienie północno – wschodniego przejścia z Pacyfiku Na Atlantyk. Po minięciu znanych lądów Nowej Zelandii i Tahiti wyprawa dotarła do nieznanych wysp nazwanych przez jej odkrywców Wyspami Sandwich (obecnie Hawaje). W następnym etapie podróży ekspedycja badała zachodnie wybrzeża Ameryki Północnej docierając do wybrzeży Alaski. Po jej

opłynięciu i przepłynięciu Cieśniny Beringa, stwierdzono, że dalszą podróż na wschód wzdłuż północnych wybrzeży Ameryki uniemożliwiają bariery lodowe. Cook był więc zmuszony zawrócić na południe i ponownie dotrzeć do Hawajów, gdzie - w wyniku zatargu z tubylcami w roku 1778 - poniósł śmierć. Natomiast okręty jego floty powróciły do Anglii w roku 1780. W spadku James Cook pozostawił mapy Pacyfiku, które były w użyciu jeszcze przez dziesiątki lat.

W swojej drugiej wyprawie J. Cook badając Antarktykę nie zdołał dotrzeć do ostatniego z nieznanych lądów – do Antarktydy. Dokonał tego dopiero rosyjski badacz niemieckiego pochodzenia Faddiej Bellingshausen. Na zorganizowanie ekspedycji prowadzącej z koła podbiegunowego bieguna południowego uzyskał on pozwolenie cara Aleksandra I w roku 1819. We wrześniu tego roku F. Bellingshausen wyruszył z Potsmouth (Anglia) na czele floty złożonej z dwóch statków: „Wostok" i „Mirnyj". 26 stycznia 1820 roku wyprawa - po raz drugi w historii odkryć – przekroczyła równoleżnik 71° S. W dwa dni później dotarła do dużego pola lodowego połączonego ze stałym lądem.



Rys: 2.18. Trasa antarktycznej wyprawy Bellingshausena
Źródło: www. wikipedia

Jeden z półwyspów Antarktydy został przez odkrywcę nazwany Ziemią (Wybrzeżem) Aleksandra a jedna z wysp, którą mijał po drodze – Wyspą Piotra I. Do Kronsztadu (twierdzy na Zatoce Fińskiej w pobliżu Petersburga - przyp. autora)

wrócił 4 sierpnia 1821 roku. Na jego cześć jedno z mórz Oceanu Południowego zostało nazwane Morzem Belligshausena.

Niemal sto lat później Norweg Roald Amundsen, który swoje doświadczenia polarne zdobywał m. in. w belgijskiej wyprawie antarktycznej w latach 1897 – 1899 - penetrował drugi kraniec Ziemi. W latach 1903 – 1906 poszukiwał on północno – zachodniego przejścia pomiędzy Oceanem Atlantyckim a Oceanem Pacyficznym, prowadzącego wzdłuż północnych brzegów Kanady. Jego wysiłki zostały uwieńczone sukcesem.

Rys. 2.19. Trasa wyprawy R. Amundsena
Źródło: www. byerly.org

Na południowy kraniec Ziemi Amundsen powrócił w roku 1911., w którym jako pierwszy dotarł do bieguna południowego. Po kilkunastu latach ponownie znalazł się w Arktyce gdzie zaginął w roku 1928. Jego nazwisko nosi część Oceanu Południowego (Morze Amundsena) a także lodowiec i stacja badawcza na Antarktydzie.

Roalda Amundsena można uważać za ostatniego z wielkich romantyków i pasjonatów odkryć geograficznych. Zarówno on jak i wymienieni wcześniej odkrywcy zostawili po sobie spuściznę w postaci map i opisów mórz i oceanów a także brzegów, zatok i przesmyków morskich. Część z ich dokonań ilustruje rys. 2.20.

Rys. 2.20. Szlaki wodne odkrywców nowej ery
Źródło: www. agawa.pl

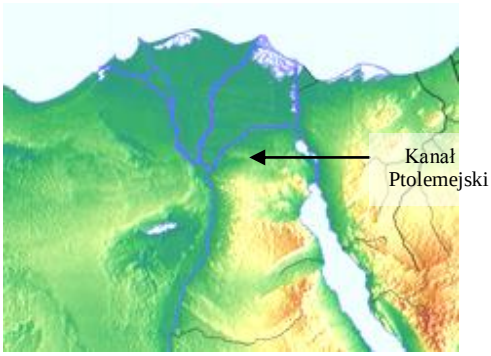
Przez długie lata szlaki te stanowiły bazę wyznaczania przebiegu naturalnych liniowych elementów infrastruktury transportu morskiego. Przebiegi te ulegały stopniowej modyfikacji wraz z budową sztucznych elementów liniowych tej infrastruktury tj. kanałów morskich.

2.2. Kanały morskie

Kanały morskie wzbogacając infrastrukturę transportu morskiego zasadniczo zmieniły przebieg niektórych tras żeglugowych wytyczonych przez Wielkich Odkrywców. Pomysły sztucznych połączeń pomiędzy naturalnymi akwenami morskimi powstawały już w głębokiej starożytności . Są pewne dane [13], które świadczą otym, że pierwsze próby budowy kanału w Egipcie łączącego Morze Śródziemne z Morzem Czerwonym były podejmowane w XIV wieku p.n.e. przez faraona Setiego. Udokumentowanie tego rodzaju działań ma miejsce w odniesieniu do okresu późniejszego tj. VI wieku p.n.e., w którym władcą Egiptu był Necho.

Kanał Sueski

W latach 610 – 599 Faraon Necho rozpoczął budowę Kanału Nilowego [8] przebiegającego pomiędzy wschodnią odnogą delty Nilu a Wielkim Jeziorem Gorzkim i dalej – do Morza Erytrejskiego (obecnie Czerwonego). Projekt ten jako Kanał Dariusza [12] dokończył Dariusz I (król Persji) a ponownie do stanu używalności doprowadził faraon Ptolemeusz II żyjący w latach 285- 246 p.n.e. Stąd kanał ten nosił również nazwę Kanału Ptolemejskiego.

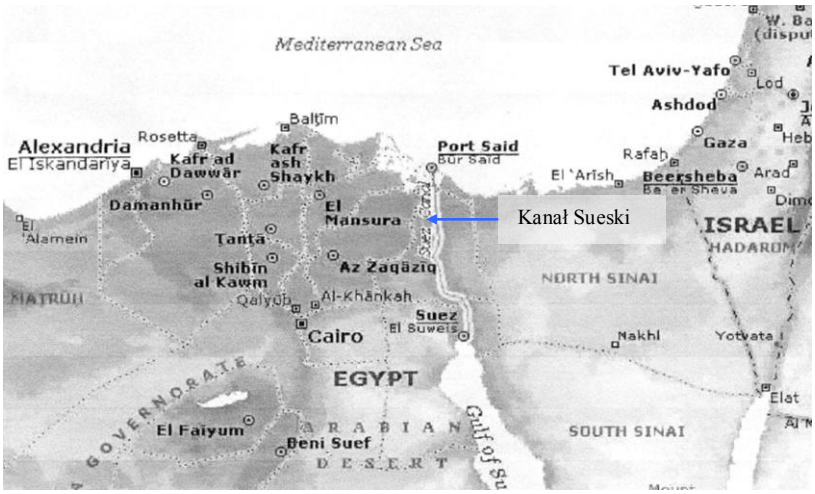


Rys. 2.21. Delta Nilu. Prawdopodobny przebieg Kanału Ptolemejskiego
Źródło:opracowanie własne

Miał on około 150 km długości, około 30 m szerokości i 2 – 3 m głębokości. Ze względu na małą głębokość można nim było żeglować tylko w okresie wezbrań Nilu. Kanał Ptolemejski zintensyfikował rozwój Egiptu. Po jego inwazji dokonanej przez Rzym, to najeźdźcy korzystali z krótszej drogi prowadzącej z Półwyspu Apenińskiego do Indii i Chin. W roku 98 niezbędne prace renowacyjne zarządził rzymski cesarz Trajan, od którego imienia kanał przybrał miano Rzeki Trajana. Ponieważ kanał był permanentnie zagrożony przez piaski pustyni, nieustannie ulegał wypłyceniu. Jeszcze w roku 644 podjął prace mające na celu jego odtworzenie kalif Omar; w roku 775 został zasypany na rozkaz kalifa Masura, kończąc ponad 1000 letnią historię spełniania funkcji sztucznej drogi wodnej.

Ale istotne korzyści z istnienia kanału pomiędzy Morzem Śródziemnym i Morzem Czerwonym skłoniły w roku 1854 Europejczyków (Francuzów i Anglików) do podjęcia działań zmierzających do budowy nowego kanału przebiegającego pomiędzy Port Saidem i Suezem (rys. 2.21). Budowę kanału rozpoczęto w roku 1859

by po dziesięciu latach 17.XI.1869 r0ku dokonać jego otwarcia jako Kanału Sueskiego.



Rys. 2.22. Usytuowanie Kanału Sueskiego
Źródło: Microsoft Encarta Encyklopedia 2002

Długość kanału w roku 1869 wynosiła 161 km , szerokość 150 m i głębokość – powyżej 8 m.

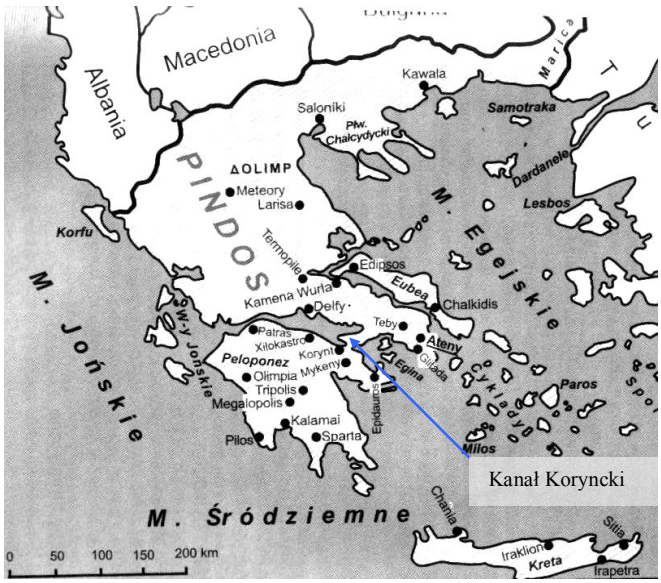
Obecnie kanał ma 160 – 200 m szerokości i 19,5 m głębokości co pozwala przemieszczać się tym kanałem statkom o zanurzeniu 11,5 m i ładowności 250 tys. t . Kanał jest jednokierunkowy; co 10 km znajdują się na nim mijanki. Ponieważ różnica pomiędzy poziomami wód Morza Śródziemnego i Morza Czerwonego jest nieznacząca, kanał nie posiada stopni wodnych. Korzystanie z tego kanału daje możliwość skrócenia trasy żeglownej prowadzącej z Oceanu Indyjskiego na morza europejskie o około 7,5 tys. km . Ponieważ nie wszystkie statki przewożące ropę naftową mieszczą się w gabarytach kanału, wzdłuż kanału przebiega rurociąg służący przeładunkom ropy ze statków znajdujących się na Morzu Czerwonym na statki znajdujące się na Morzu Śródziemnym.

Kanał Koryncki

Drugim kanałem morskim sięgającym swoim rodowodem do czasów starożytnych jest Kanał Koryncki. Pierwsze plany powstania kanału sięgają VI wieku p.n.e. Miał on łączyć Zatokę Sarońską Morza Egejskiego z Zatoką Koryncką Morza

Jońskiego odcinając Półwysep Peloponeski od Półwyspu Bałkańskiego. Skaliste podłoże trasy budowy kanału doprowadziło do zaniechania tego przedsięwzięcia podobnie jak w późniejszych latach za czasów rzymskich cesarzy Nerona i Galba tj. latach 66 – 67.

Budowę tego kanału podjęto dopiero w roku 1891 a zakończono w roku 1893. Od czasu zakończenia budowy kanał ma 6,3 km długości, około 25 m szerokości na powierzchni wody i 21 m szerokości w dnie, znajdującym się na głębokości 8 m . Skraca on okrężną drogę wokół Peloponezu o 400 km.



Rys. 2.23.Usytuowanie Kanału Korynckiego
Źródło: www. servis. tarnow.cc

Kanał Koryncki nie posiada stopni wodnych i służy żegludze turystycznej i lokalnej żegludze towarowej. Dla europejskiej żeglugi bliskiego zasięgu jego znaczenie jest minimalne.

Kanał Kiloński

Dla żeglugi europejskiej dużo większe znaczenie ma Kanał Kiloński. Łączy on basen Morza Północnego z basenem Morza Bałtyckiego przecinając u nasady Półwysep Jutlandzki.

Dzisiejsza trasa Kanału Kilońskiego rozpoczyna się w Brunbütel a kończy w Kielu przechodząc na całej długości przez terytorium Niemiec.

Rys. 2.24. Usytuowanie Kanału Kilońskiego.
Źródło: Microsoft Encarta Encyklopedia 2002

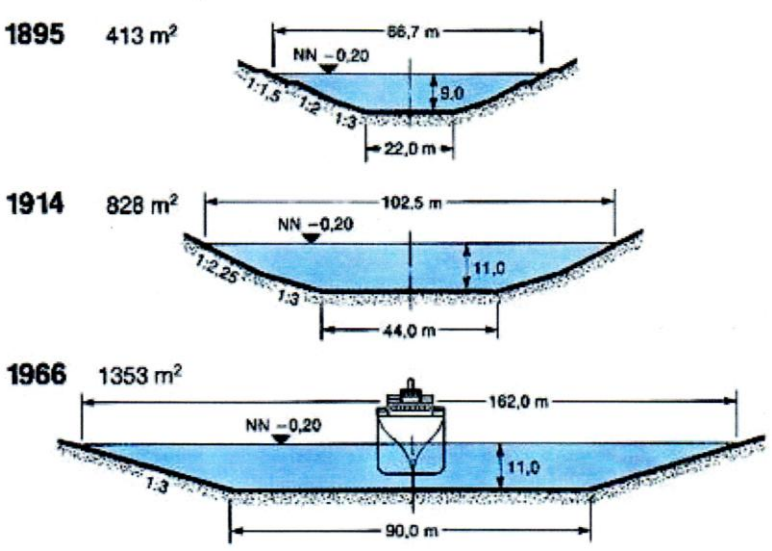
Trasa ta jest jednym z 16 wariantów przekopu, które pojawiły się w ciągu ostatnich 600 lat. Najwcześniejszym z nich był Kanał Szteknicki zbudowany w latach 1391 – 1398. W latach 1774 – 1784 z inicjatywy króla Danii Christiana VII został wybudowany kanał Szlezwig – Holsztyn. Miał on 80,6 km długości, 29 m szerokości w lustrze wody i 18 m szerokości w dnie oraz 3,5 m głębokości. Ze względu na te wymiary nie był dostępny dla ówczesnych i późniejszych dużych pełnomorskich jednostek.

O budowie perspektywicznego kanału skracającego drogę z Morza Północnego na Bałtyk o około 700 km zdecydowały w końcu względy natury strategicznej. Polegały one na alternatywnym wyborze budowy jednej lub dwóch flot wojennych Cesarstwa Prus. Przeważył wariant jednej floty, która mogła by operować przemiennie na Morzu Północnym i Morzu Bałtyckim przemieszczając się pomiędzy tymi akwenami nowym kanałem.

Jego budowę rozpoczęto w roku 1887 a zakończono w 1895. Kanał o długości 100 km nosił nazwę Kaiser – Wilhelm Kanal. Dla zniwelowania różnic poziomów wody - wynikających z pływów na akwenach, które kanał łączył – na obu jego końcach zbudowano po dwie pary śluz komorowych. Mogły one śluzować statki

o długości do 125 m i szerokości 22 m. Szerokość kanału wynosiła 67 m na poziomie lustra wody i 22 m – w jego dnie; natomiast głębokość osiągała 9 m.

Wartości parametrów kanału nie uwzględniły trendów rozwojowych statków morskich. Już w 1907 roku była konieczna jego przebudowa. Nowe śluzy (przy zachowaniu starych śluz) uzyskały 310 m długości i 42 m szerokości. Zmienione zostały również wymiary kanału, które zostały zwiększone również po raz trzeci w latach 1963 – 66. Następujące po sobie zmiany profilu kanału ilustruje rysunek 2.24.



Rys. 2.25. Okresowe zmiany profilu Kanału Kilońskiego.
Źródło: Microsoft Encarta Encyklopedia 2002

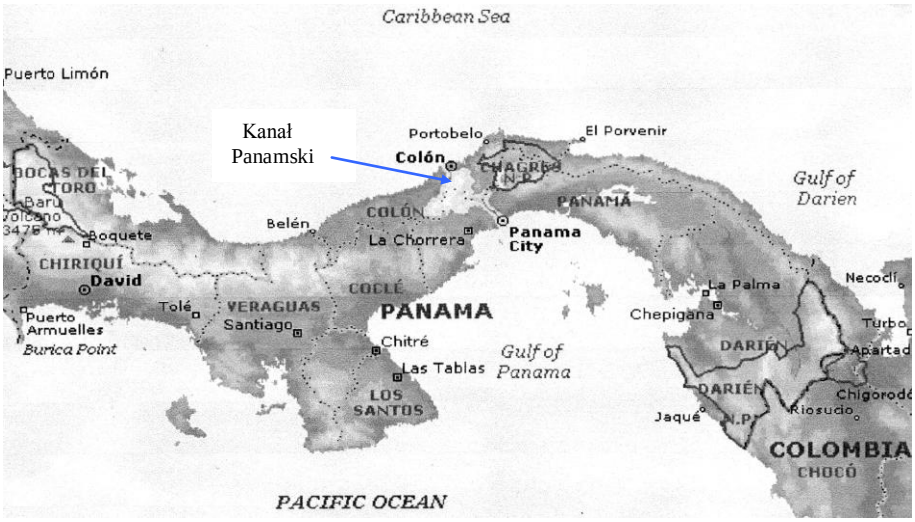
Obecnie Kanałem Kilońskim (nazwa kanału nadana w roku 1948 to Nord - Ostsee Kanal) mogą przepływać statki o długości 160 m, szerokości 27 m i zanurzeniu 9,5 m lub statki o długości 235 m , szerokości 32,5 m i zanurzeniu 7 m. Podobnie jak Kanał Sueski, Kanał Kiloński jest kanałem jednokierunkowym, dysponującym dwunastoma mijankami usytuowanymi w odległościach od 5 do 13 km.

Odgrywa on istotną rolę w europejskiej żegludze lokalnej a także w relacjach pomiędzy portami bałtyckimi pełniącymi funkcję portów zaplecza (feeder ports) dla europejskich portów dalekomorskich (hub ports).

Kanał Panamski

Kanałem o zasadniczym znaczeniu dla żeglugi globalnej (światowej) jest Kanał Panamski łączący ocean Atlantycki z Oceanem Pacyficznym i skracający drogę pomiędzy wschodnim i zachodnim wybrzeżem Ameryki Północnej o około 12 tys. km .

Zainteresowanie jego budową w roku 1534 – tj. kilkadziesiąt lat po odkryciach K. Kolumba – wykazał Król Hiszpanii Karol V. Jednak do realizacji tego zamysłu doszło dopiero w XIX wieku. Powstał on jako dzieło zapoczątkowane przez Francuzów w latach 1881- 1899, które zostało dokończone przez Amerykanów w latach 1904 – 1914. Kanał Panamski przecina Amerykę Środkową w jej najwęższym miejscu zwanym Przesmykiem Panamskim.



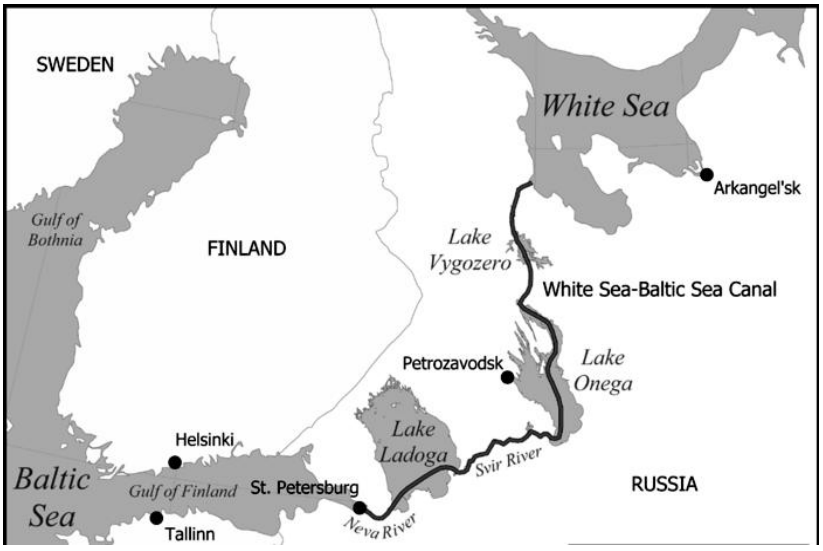
Rys. 2.26. Usytuowanie Kanału Panamskiego
Źródło: Microsoft Encarta Encyklopedia 2002

Trasa kanału liczy 82 km długości z której część przebiega przez akweny jezior. Na tej długości znajdują się trzy pary śluz o łącznym spadzie wynoszącym 26 m , niwelującym różnice pomiędzy poziomami obu oceanów. Pojedyncze śluzy mają długości osiągające 320 m, szerokości wynoszące 42 m i głębokości 14,2 m . Pozwalają one na śluzowanie statków o długości do 300 m , szerokości 32 m i zanurzeniu 12 m. Statki w czasie śluzowania przeciągane są na cumach ciągniętych przez pojazdy szynowe. Szerokość kanału waha się od 192 do 300 m. Maksymalna ładowność statków, które mogą przepłynąć tym kanałem osiąga 80 tys. ton; są one nazywane „panamaxami". Większe statki muszą opływać Ameryką Południową

Cieśniną Magellana lub Cieśniną Davisa wokół przylądka Horn a więc na szerokości południowego koła podbiegunowego.

Kanał Białomorski

Na nieco mniejszej - niż wyżej wymienione cieśniny – szerokości geograficznej północnej rozpoczyna swój bieg Kanał Białomorski. Jest on najmłodszym kanałem łączącym dwa morza, zbudowanym w latach 1931 – 1933. Kanał ten łączy Morze Białe z Zatoką Fińską Morza Bałtyckiego, stąd czasami nazywany jest Kanałem Białomorsko – Bałtyckim. Jego długość wynosi 300 km. Trasa kanału przebiega odcinkami sztucznymi i naturalnymi . Te ostatnie tworzone są przez jezioro Wygoziero, Onega, rzekę Świr , jezioro Ładoga i rzekę Newę.



Rys. 2.27. Przebieg Kanału Białomorskiego
Źródło: www. wikipedia

Na kanale tym znajduje się 19 stopni wodnych a jego głębokość nie przekracza 4 m. Z powodu małej głębokości nie mógł spełnić oczekiwanej przez inicjatora jego budowy (J. Stalina) funkcji komunikacyjnej dla rosyjskiej wojennej floty morskiej mającej się przemieszczać pomiędzy Bałtykiem a Morzem Białym, Oceanem Północnym i dalej – Oceanem Pacyficznym.

Obecnie Kanał Białomorski obsługuje przewozy towarowe realizowane statkami rzeczno – morskimi o ładowności do 5 tys. ton. Jego znaczenie ponosi fakt

bezpośredniego połączenia z Wołżańskim Systemem Wodnym a tym samym pośredniego połączenia z Morzem Czarnym i Morzem Kaspijskim.

Natomiast inne kanały morskie a szczególnie Kanał Sueski i Kanał Panamski zmieniły obraz przebiegu głównych szlaków żeglownych we współczesnym świecie.

2.3. Światowe morskie szlaki żeglowne

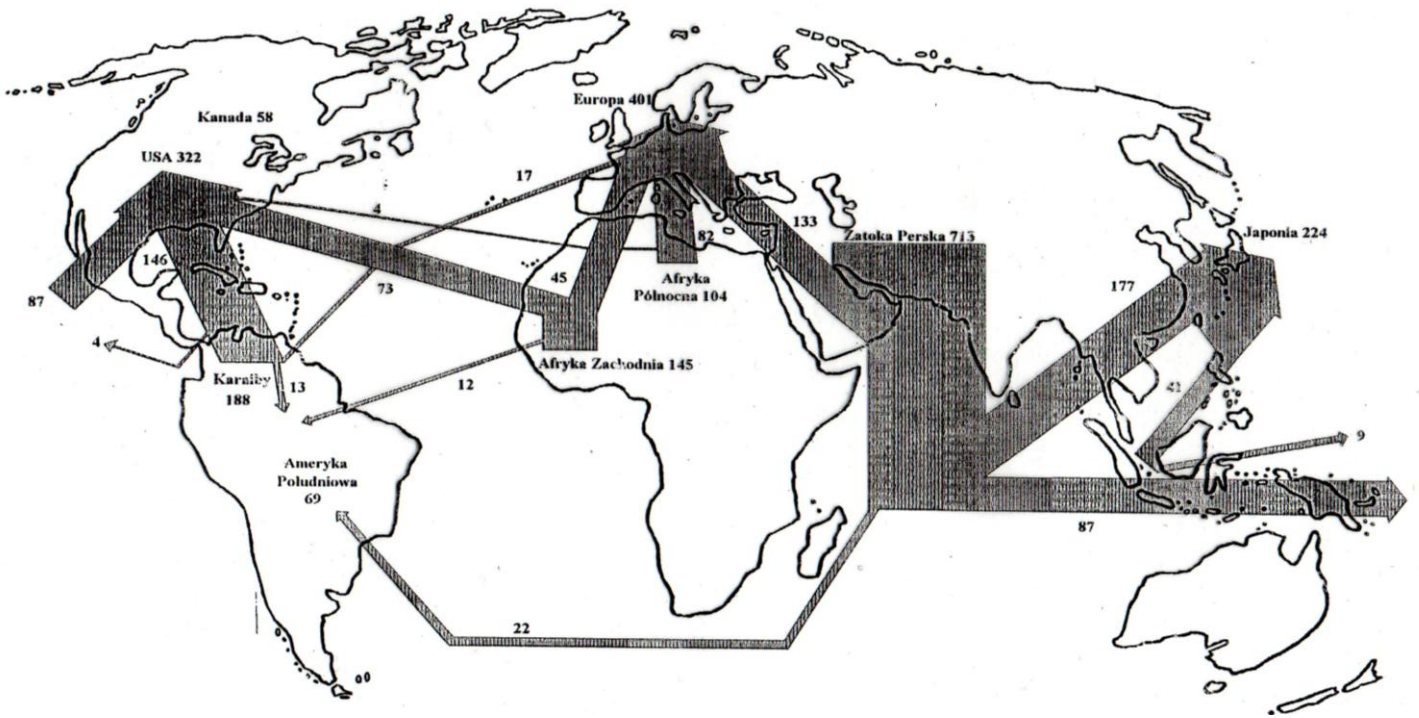
Współczesne morskie szlaki żeglowne są wynikiem istnienia naturalnych dróg i sztucznych wodnych , lokalizacji zasobów surowcowych świata, lokalizacji globalnych centrów gospodarczych oraz położenia i chłonności (popytu) rynków konsumenckich.

W ciągle rozwijającej się gospodarce światowej zasadniczą rolę odgrywają naturalne surowce energetyczne takie jak: ropa naftowa, gaz ziemny i jeszcze bardzo ważny węgiel kamienny. Są one – obok innych surowców naturalnych - także podstawowym surowcem dla przemysłu chemicznego. Do strategicznych surowców należą również rudy metali, w tym: żelaza i aluminium (boksyty), które w sposób niemalejący są wykorzystywane m.in. w przemyśle elektromaszynowym, budowie infrastruktury transportowej czy budowie środków transportu. Strategicznym i bardzo pożądanym dobrem jest także żywność w tym przede wszystkim zboża.

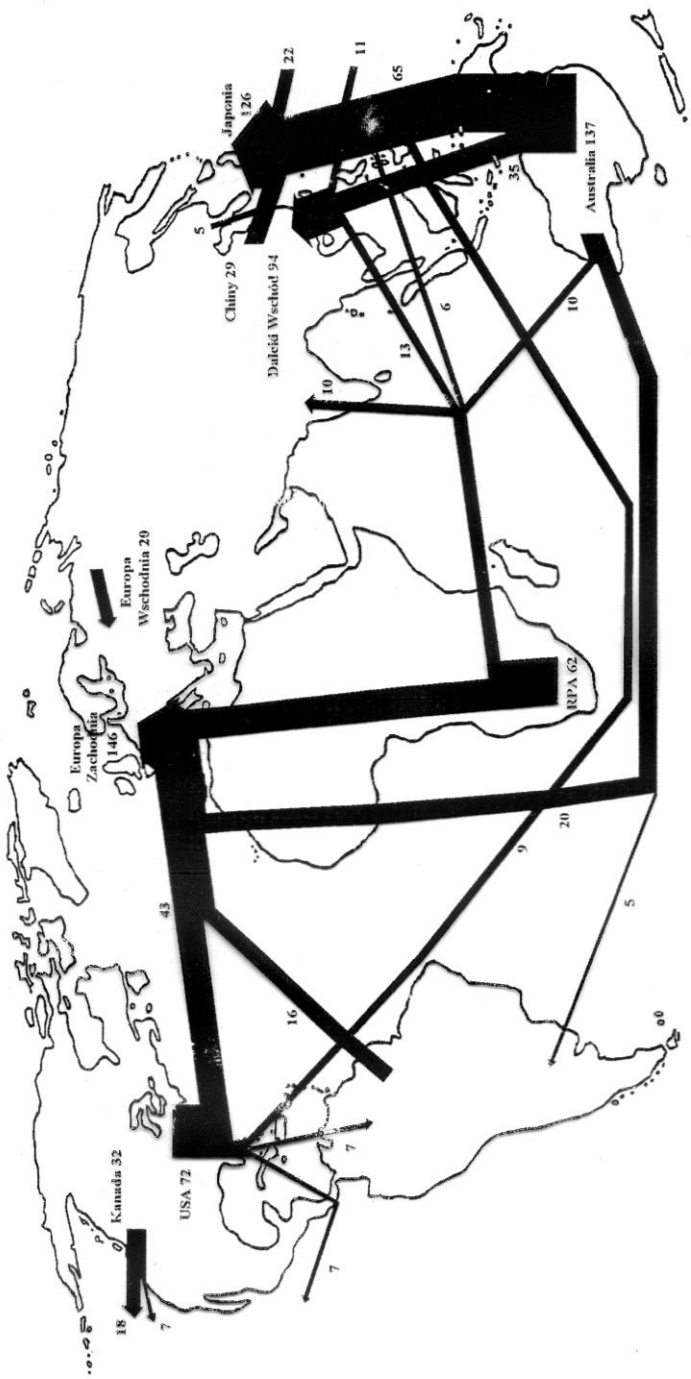
Wszystkie te surowce i produkty rolne stanowią potencjalny ładunek masowy, przemieszczany z miejsc dystrybucji do miejsc konsumpcji. Trasy transportu tych ładunków masowych z reguły mają charakter stały.

Przykładowy przebieg szlaków żeglownych w końcu XX wieku uwzględniający w/w aspekty prezentują rysunki 2.28 – 2.33.

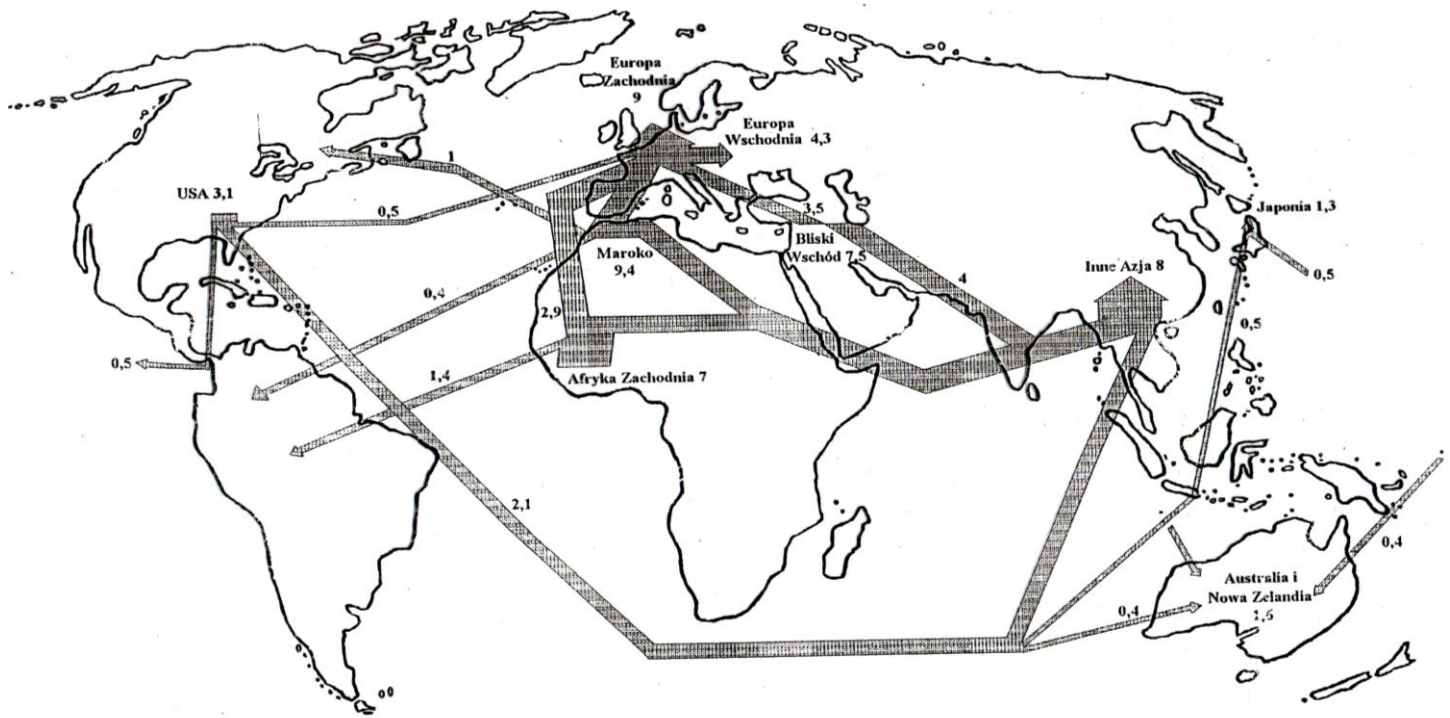
Ich przebieg wskazuje na fakt wykorzystywania dokonań Wielkich Odkrywców na akwenach Wszechoceanu a także na intensywne wykorzystywania sztucznych kanałów morskich. Zmiany tras mogą występować w wyniku przemieszczania się obszarów ich konsumpcji a także wyczerpywania zasobów surowców naturalnych. Również ze względu na systematyczny wzrost wymiarów i ładowności morskich jednostek transportowych te z kanałów morskich, których techniczne możliwości rozbudowy są ograniczone, mogą być wykorzystywane w coraz mniejszym stopniu a duże statki wrócą na trasy wytyczone w okresie odkryć geograficznych.



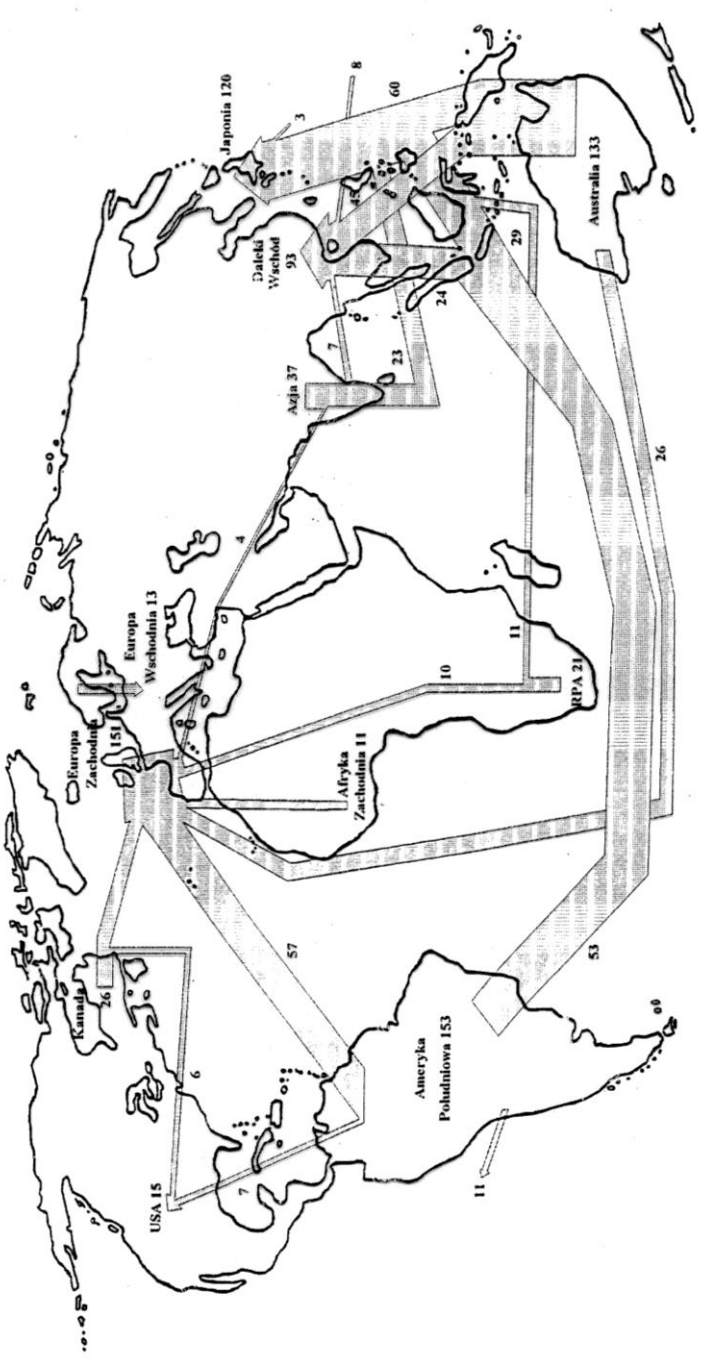
Rys. 2.28. Szlaki transportu ropy naftowej
Źródło: [25]



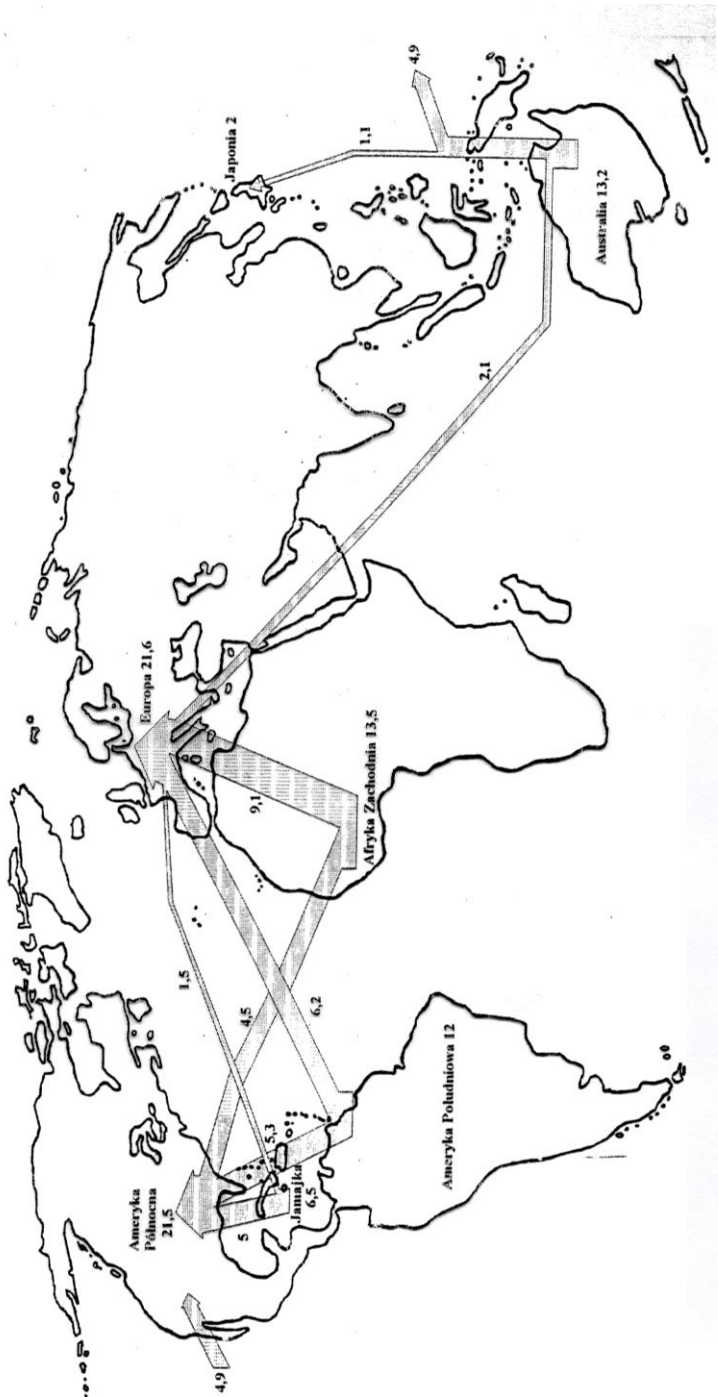
Rys. 2.29. Szlaki transportu węgla kamiennego
Źródło: [25]



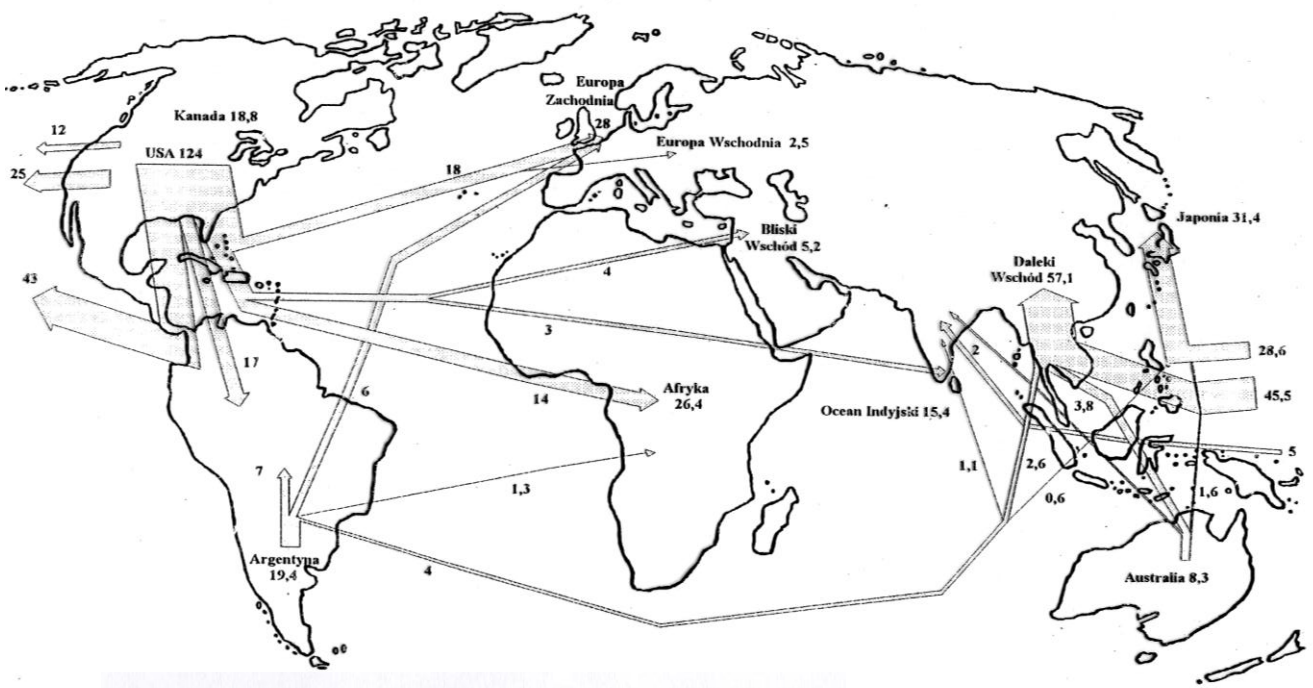
Rys. 2.30. Szlaki transportu fosforytów i apatytów
Źródło: [25]



Rys. 2.31. Szlaki transportu rudy żelaza
Źródło: [25]



Rys. 2.32. Szlaki transportu boksytu i aluminium
Źródło: [25]



Rys. 2.33. Szlaki transportu ziarna
Źródło: [25]

Poza ładunkami masowymi w przewozach morskich znaczącą rolę odgrywają ładunki drobnicowe. Odpowiadające im trasy charakteryzują się większą zmiennością przebiegu w porównaniu do przebiegu tras przewozów ładunków masowych.

Z uwagi na zróżnicowany stopień zagospodarowania kontynentów występują także różnice w stopniu wykorzystania morskich dróg wodnych. Najwięcej tras transportowych przecina Ocean Atlantycki. Jest to wynikiem rozwinięcia gospodarczego przylegających do niego obszarów lądowych i łatwość dostępu do brzegów tego akwenu jako konsekwencji jego długiej linii brzegowej. Przez Atlantyk prowadzona jest intensywna wymiana handlowa pomiędzy Krajami Europy i krajami Ameryki Północnej (USA i Kanady). Atlantyckie porty USA są silnie powiązane żeglugowo z portami Ameryki Południowej.

Szlaki Południowego Atlantyku - wokół Przylądka Dobrej Nadziei - prowadzą do basenu Oceanu Indyjskiego.

Na Atlantyku koncentruje się około 65% światowych przewozów morskich.; na oceanie Indyjskim i Oceanie Pacyficznym – około 17 – 18 %. Ocean Indyjski – jak dotąd – pełni przede wszystkim funkcje akwenu tranzytowego. Na Oceanie Pacyficznym można wyróżnić – niezbyt intensywnie wykorzystywane - trzy grupy tras:

- północną – pomiędzy portami Ameryki Północnej i portami Dalekiego Wschodu,
- środkową - z USA na Hawaje,
- południową – do Australii i Nowej Zelandii a także wysp Oceanii.

Jednak znaczenie transportowe zarówno Oceanu Indyjskiego jak i Oceanu Pacyficznego zacznie wzrastać wraz z rozwojem gospodarczym Indii i Chin.

Natomiast dążenie do skracania odległości transportowych pomiędzy Europą i Dalekim Wschodem może zwiększyć zainteresowanie Północną Drogą Morską prowadzącą z Archangielska wzdłuż północnych brzegów Rosji do Cieśniny Beringa i dalej na Pacyfik.

3. EUROPEJSKIE SZLAKI ŻEGLOWNE

3.1. Żegluga bliskiego zasięgu

3.1.1. Morska żegluga bliskiego zasięgu

Oprócz światowych szlaków żeglownych o charakterze globalnym , szlaki żeglowne powstają również w obszarach o charakterze lokalnym. Do takich obszarów należą niewątpliwie wody europejskie , dla których zostały sformułowane przez Unię Europejską definicje i zasady ich użytkowania. Żeglugę w tych obszarach obejmujących morza określa się mianem Morskiej Żeglugi Bliskiego Zasięgu (mzbs). Została ona zdefiniowana jako „przewóz ładunków i pasażerów drogą morską pomiędzy portami położonymi w geograficznych granicach Europy lub pomiędzy portami nie leżącymi w Europie ale w krajach mających linię brzegową na morzach zamkniętych lub graniczących z Europą”[1]. W raporcie sporządzonym przez Europejski Komitet Ministrów Transportu (EKTM) krajów Unii Europejskiej Morska Żegluga Bliskiego Zasięgu – to transport morski pomiędzy europejskimi portami obejmujący przewozy w ruchu kabotażowym pomiędzy europejskimi portami i europejski odcinek przewozów oceanicznych. EKTM rozszerzyła zakres *mzbs* o wody wewnętrzne Europy i odcinki europejskie Oceanu Atlantyckiego. Termin Short Sea Shipping (sss) oznacza więc - w ujęciu Unii Europejskiej - rozszerzenie pojęcia żeglugi bliskiego zasięgu dotychczas kojarzonej z żeglugą przybrzeżną. Definicja UE obejmuje swoją treścią Morze Bałtyckie, Morze Północne, Morze Norweskie, Kanał La Manche, atlantyckie wybrzeże Europy sięgające po Cieśninę Gibraltarską, Morze Śródziemne, Morze Czarne a także szlaki żeglowne łączące Europę z Islandią.

Do najbardziej intensywne żeglugowo wykorzystywanych akwenów należą: Morze Bałtyckie, Morze Północne i Kanał La Manche oraz Morze Śródziemne.

Morze Bałtyckie

Morze Bałtyckie jest relatywnie płytkim morzem śródlądowym zlokalizowanym na szelfie kontynentalnym Europy Północnej. Średnia głębokość tego morza wynosi 52,3 m natomiast maksymalna - 459 m ; tworzy ją Głębia Landsort nazywana także Głębią Gotlandzką. Głębią położoną najbliżej polskich brzegów jest Głębia Gdańska licząca 118 m.

[1] www. short sea. pl

Rozciągłość równoleżnikowa Bałtyku – poprzez Zatokę Fińską – wynosi 600 km; rozciągłość południkowa - dzięki Zatoce Botnickiej - osiąga 1500 km. Powierzchnia Bałtyku - to 385 tys. km². W kontekście rozciągłości , niewielka wartość powierzchni świadczy o rynnowym charakterze tego morza i długiej linii brzegowej.

Ta rozciągłość również sprawia, że Bałtyk jest morzem burzliwym . Typowa wysokość jego fali wynosi 5 m a w czasie sztormów może sięgać aż 10 m. Fale są nie tylko wysokie ale również strome; stąd akwen ten uchodzi za umiarkowanie niebezpieczny dla żeglugi.

Morze Bałtyckie połączone jest z Morzem Północnym poprzez cieśniny Duńskie: Sund, Mały Bełt i Wielki Bełt (przez które przebiega zachodnia granica pomiędzy tymi morzami) oraz poprzez cieśniny Kattegat i Skagerrak. Cieśniny te powodują ograniczoną wymianę wód Bałtyku z Morzem Północnym i tym samym z Oceanem Atlantyckim. Stąd całkowita wymiana wód pomiędzy tymi akwenami występuje średnio raz na 42 lata. Cieśniny mają również wpływ na nieduże różnicowanie poziomu wody między Morzem Północnym i Morzem Bałtyckim,które wynosi od kilkunastu do kilkudziesięciu centymetrów. Ale przede wszystkim Cieśniny, w tym przede wszystkim Cieśniny Duńskie mają ograniczoną głębokość determinującą zanurzenia statków wpływających na Bałtyk i z niego wypływających . Wartości parametrów Cieśnin Duńskich przedstawia tabela 3.1.

Tabela 3.1.

Wartości parametrów Cieśnin Duńskich

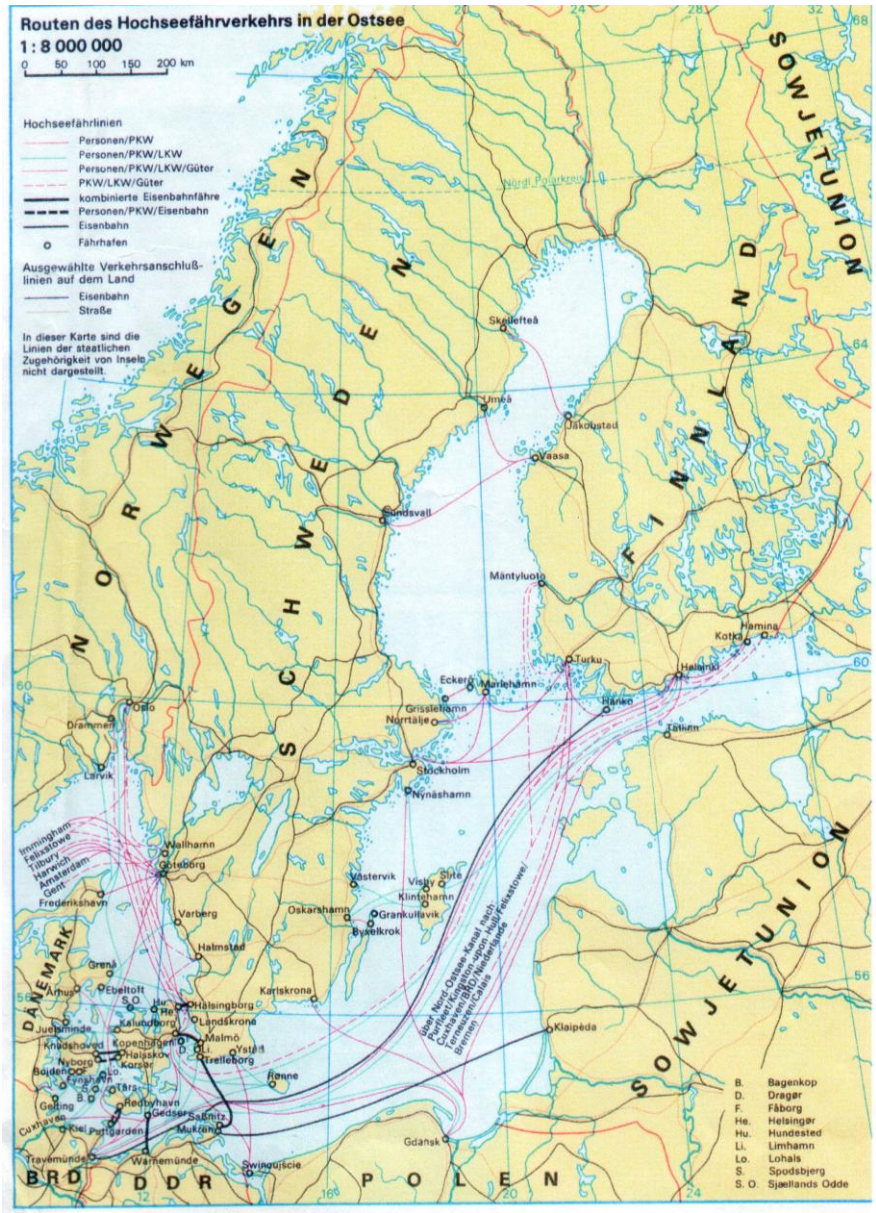
Nazwa cieśniny	Długość [km]	Szerokość [km]	Głębokość minimalna [m]
Sund	.	4,4 – 49,0	7,0
Wielki Bełt	110	10	15,0
Mały Bełt	50	0,8 – 28,0	10

Źródło: www. wikipedia

Głębokość cieśnin ograniczana jest przez progi skalne. W przypadku cieśniny Sund przez próg Drogen a w przypadku cieśniny Wielki Bełt – przez próg Darssen.

Przy ograniczonym zanurzeniu do 13,5 m maksymalna ładowność statków wpływających na Bałtyk może osiągać 150 tys. ton. Pomimo tych ograniczeń

intensywność ruchu zewnętrznego jak również ruchu wewnętrznego na tym akwenie należy do najwyższych w świecie. Świadczą o tym m.in. szlaki żeglowne przebiegające tym morzem zaprezentowane na rysunku 3.1.



Rys. 3 1. Szlaki żeglowne Morza Bałtyckiego
Źródło: [materiały archiwalne]

Szczególnie dużą gęstością szlaków charakteryzuje się Bałtyk Południowo-Zachodni, gdzie skupiają się drogi ruchu zewnętrznego prowadzącego przez Cieśniny Duńskie i przez opisany w Rozdziale II Kanał Kiloński.

Morze Północne i Kanał La Manche

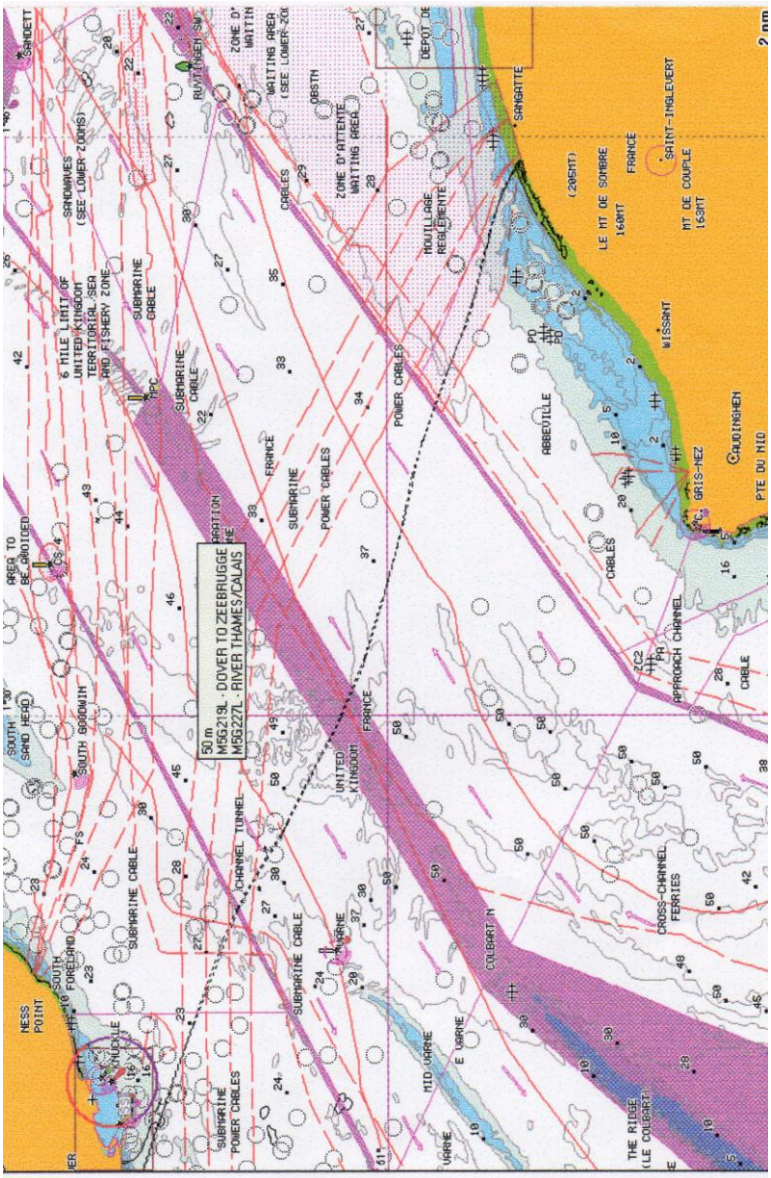
Morze Północne jest morzem otwartym o powierzchni 565 tys. km². Rozpiętość południkowa tego morza wynosi około 1000 km a rozpiętość równoleżnikowa – około 600 km . Morze Północne stawi zwarty obszar wodny o relatywnie krótkiej linii brzegowej **.** Jego średnia głębokość wynosi 87 m a maksymalna - występująca w Cieśninie Skagerrak - 809 m. Wiatry na tym akwenie wieją ze średnią prędkością od 10 – 12 m/s zimą i od 6 – 7 m/s latem. Podczas sztormów rozwija się silne falowanie dochodzące przy brzegach brytyjskich do przeciętnej wysokości 8,0 m. Notowana tam maksymalna wysokość falowania wynosiła 11 m . Wiatry sztormowe powodują także podnoszenie się poziomu wody o 1,5 – 2,5 m. Drugim czynnikiem znaczącej zmiany poziomu wody tego morza są pływy. Ich wysokość jest zróżnicowana: przy północnych brzegach brytyjskich osiągają one wartości od 3 do 4,5 m a przy wschodnich – od 4 do 7 m. Dzięki wpływom ciepłych wód atlantyckich na Morzu Północnym prawie nie występują zjawiska lodowe, pomimo że sięga ono swoim obszarem 60º stopnia szerokości geograficznej północnej.

Morze Północne poprzez Cieśninę Kaletańską (Cieśninę Dover) łączy się z Kanałem La Manche o długości 350 km . Maksymalna szerokość kanału wynosi 100 km a minimalna 20 km. Jego średnie głębokości wahają się od 40 m (w Cieśninie Kaletańskiej) do 100 m w części zachodniej. Ukształtowanie brzegów kanału jest zróżnicowane co jest przyczyną m.in. nierówności wysokości pływów. Większe pływy mają miejsce w pobliżu bardziej urozmaiconych brzegów francuskich. Nieregularności tych brzegów oraz nieregularności w budowie dna powodują, że powstają odbite fale pływowe. Maksymalne skoki pływów dochodzą do 13 m.

Morze Północne i Kanał La Manche tworzą jeden powiązany ze sobą akwen, przez który przebiegają ciągłe szlaki żeglowne. Prowadzące do portów Irlandii Wielkiej Brytanii , Norwegii, Szwecji, Danii, Niemiec , Holandii Belgii, Francji a poprzez Cieśniny Duńskie i Kanał Kiloński do krajów basenu Morza Bałtyckiego. (rys. 3.2.)

Rys. 3.2. Szlaki żeglowne Morza Północnego i Kanału La Manche
Źródło: [materiały archiwalne]

Ze względu na fakt, że brzegi francuskie ze względów nawigacyjnych tworzą mniej bezpieczny akwen tor wodny i system rozgraniczania ruchu Kanału La Manche znajduje się w pobliżu brzegów brytyjskich (rys. 3.3).



Rys. 3.3. Tor wodny i system rozgraniczania ruchu na Kanale La Manche
Źródło: [materiały archiwalne]

Z rysunku 3.3. można wnioskować, że w Kanale La Manche trasy ruchu statków nie tylko biegną równolegle ale także się krzyżują, co tworzy duże (potwierdzone rejestrowanymi zdarzeniami) prawdopodobieństwo kolizji jednostek pływających.

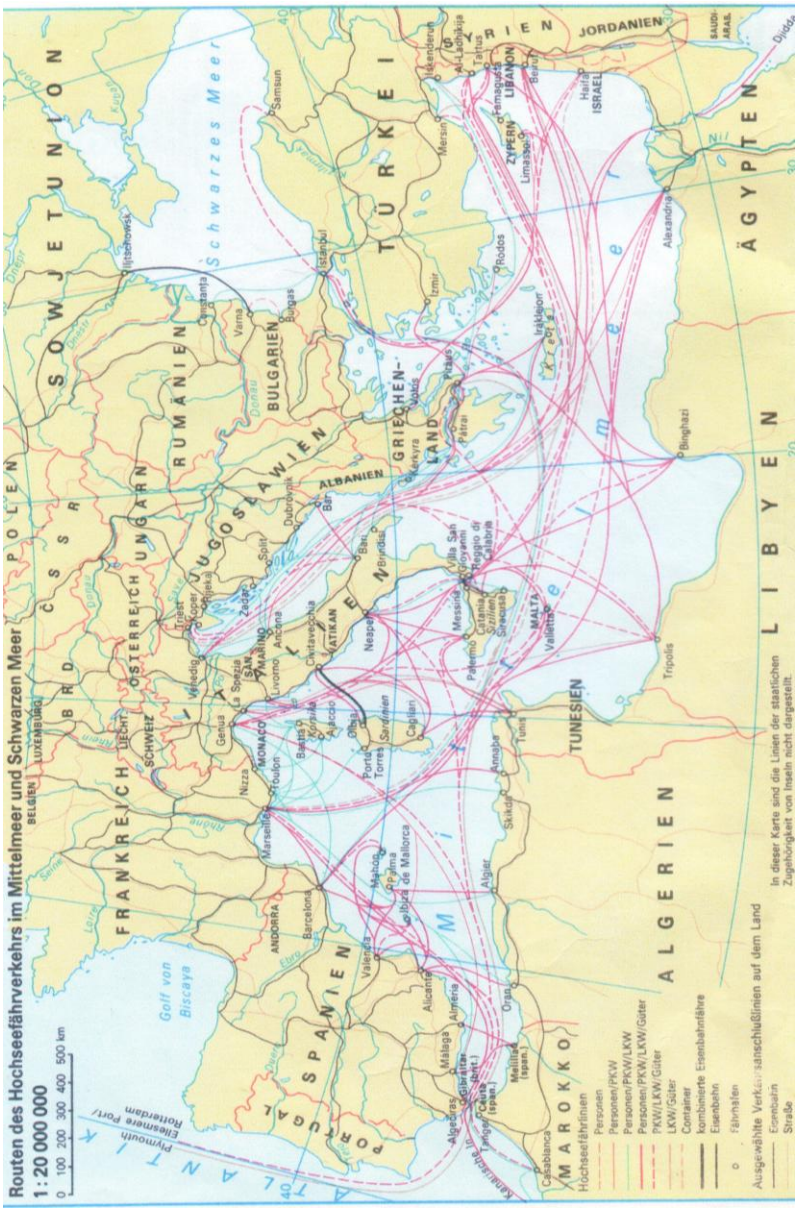
Morze Śródziemne

Morze Śródziemne jest morzem międzykontynentalnym położonym pomiędzy Europą, Afryką i Azją. Jest ono także morzem zamkniętym łączącym się z Oceanem Atlantyckim tylko poprzez Cieśninę Gibraltarską. Natomiast poprzez cieśninę Bosfor, Morze Marmara i Cieśninę Dardanele łączy się również z zamkniętym Morzem Czarnym. Z Morzem Czerwonym a dalej z Oceanem Indyjskim łączy je sztuczna droga morska jaką jest Kanał Sueski.

Morze Śródziemne ma 2,5 mln km² co stanowi, że jest ono wielokrotnie większe od pozostałych mórz europejskich. Jego maksymalna rozciągłość południkowa wynosi około 1300 km a równoleżnikowa – niemal 4 000 km ; jest więc morzem o kształcie rynnowym. Dzięki licznym półwyspom na północnym brzegu takim jak : Półwysep Pirenejski, Apeniński, Bałkański czy Azji Mniejszej oraz licznym zatokom, linia brzegowa tego morza jest bardzo rozwinięta a szacunkowa jej długość sięga 20 000 km. Dodatkowo długość tej linii powiększają brzegi licznych wysp. Do największych a także najbardziej znanych należą: Baleary, Sardynia, Korsyka, Sycylia, Malta, Kreta, Rodos i Cypr.

Skutkiem występowania wielu form lądowych, akwen Morza Śródziemnego podzielony został na liczne morza.
W Basenie Zachodnim jest to: Morze Alborańskie, Morze Balearskie, Morze Liguryjskie, Morze Tyreńskie. Natomiast w Basenie Wschodnim jest to: Morze Adriatyckie, Morze Egejskie.

Morze Śródziemne jest akwenem o dużym znaczeniu dla żeglugi europejskiej i światowej. Tędy przebiegają szlaki żeglowne łączące Północną i Zachodnią Europę z Europą Południową, szlaki łączące Europę z Północną Afryką , Azją Zachodnią a poprzez Morze Czarne także z Europą Wschodnią.



Rys. 3.4. Szlaki żeglowne Morza Śródziemnego
Źródło: [materiały archiwalne]

Przez ten akwen prowadzą również – poprzez Kanał Sueski - szlaki żeglowne łączące Europę z portami Oceanu Indyjskiego i Dalekiego Wschodu

Liczne szlaki żeglugi towarowej przeplatają się ze szlakami pasażerskiej żeglugi turystycznej. Jest ona znacząca szczególnie w Basenie Wschodnim, w którym mają miejsca urozmaicone brzegi (Morze Adriatyckie), liczne wyspy (Morze Egejskie) oraz materialne zabytki Włoch, Grecji i Egiptu.

W zakresie bezpieczeństwa żeglugi znaczącą uwagę należy zwracać na Cieśninę Gibraltarska. To kilkudziesięciokilometrowej szerokości połączenie z Oceanem Atlantyckim odgrywa podobną rolę w żegludze śródziemnomorskiej jak Kanał La Manche i Cieśnina Kaletańska w Europie Zachodniej i Północnej.

3.1.2. Żegluga bliskiego zasięgu na akwenach śródlądowych

Pojęcie Żeglugi Bliskiego Zasięgu (żbs) obejmuje - obok Morskiej Żeglugi Bliskiego Zasięgu – także żeglugę na wybranych drogach śródlądowych Europy. Drogi te m.in. mają status dróg morsko – śródlądowych, jeżeli mogą się nimi przemieszczać statki posiadające dzielność morską.

Wyszczególnienie znaczących europejskich dróg morsko – śródlądowych zawiera tabela 3.2.

Tabela 3.2

Morsko – śródlądowe drogi wodne Europy

Ujściowy ocean / morze	Nazwa drogi wodnej	Porty morsko - rzeczne pośrednie i końcowe	Odległość portu od brzegu oceanu/morza [km]	Minimalna głębokość drogi wodnej [m]	Uwagi
Ocean Atlantycki	Rzeka Garonna	Bordeaux	100		Estuarium Garonny
	Rzeka Loara	Nantes	60		Estuarium Loary
Morze Północne	Rzeka Tamiza	Londyn	50	15,0	
	Rzeka Ren	Rotterdam	25 ↓		
		Duisburg	190	11,3	

	Rzeka Łaba	Hamburg	110	16,5	
Morze Bałtyckie	Rzeka Göta Kanał Tröllhattän Jezioro Wener	Karlstad	200	5,5	
	Kanał Saimaa Jeziora Fińskie	Kuopio	420	4,5	
		Joessu	420	4,5	
	Cieśnina Świna Zalew Szczeciński Rzeka Odra	Szczecin	60	10,5	Estuarium Odry
	Kanał Odra- Hawela	Berlin	200	(3,5)	W trakcie zwiększania parametrów
	Rzeka Newa Jezioro Ładoga (kanał lateralny) Rzeka Świr Jezioro Onega (kanał lateralny) Rzeka Wytiegry Kanał Maryjski Rzeka Kowla Wołżański System Wodny	Rybińsk	1100	3,6	Północna część Systemu
Morze Czarne	Wołżański System Wodny Rzeka Don	Rybińsk	3300	3,6	Południowa część Systemu

	Delta rzeki Dunaj (Sulina) Rzeka Dunaj ↓ Kanał Dunaj - Morze Czarne Rzeka Dunaj ↓	Braiła Budapeszt	130 1650	 4,0	
Morze Kaspijskie	Wołżański System Wodny Rzeka Wołga ↑	Rybińsk	3200	3,6	

Źródło: opracowanie własne

Większość wymienionych w tabeli 3.2. dróg wodnych ma charakter naturalny. Jedynie Kanał Tröllhättan, Kanał Saimaa, Kanał Dunaj – Morze Czarne oraz odcinki Wołżańskiego Systemu Wodnego wraz z kanałami lateralnymi jezior Ładoga i Onega oraz rzeką Świr – są drogami sztucznymi. Posiadają one zabudowę kanalizacyjną ze śluzami komorowymi, które ograniczają wymiary poziome statków. Wymiary śluz na tych drogach zawiera tabela 3.3.

Tabela 3.3

Wymiary poziome śluz

Nazwa drogi wodnej	Minimalne wymiary śluz	
	Długość [m]	Szerokość [m]
Kanał Tröllhättan	90	13,7
Kanał Saimaa	85	13,2
Kanał Dunaj – Morze Czarne		22
Rzeka Świr Wołżański System Wodny – część północna Wołżański System Wodny – część południowa	140 240 250	20 20 20

Źródło: opracowanie własne

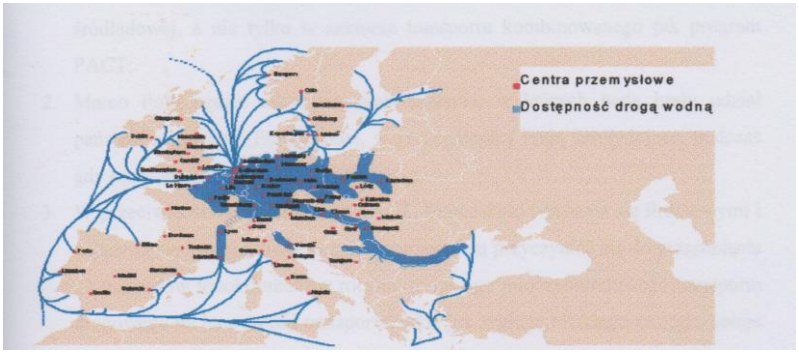
Wymiary poziome śluz Kanału Tröllhättan i Kanału Saimaa umożliwiają żeglugę statkom o ładowności do 3 tys. ton a Kanału Dunaj – Morze Czarne i Wołżańskiego Systemu Wodnego - do 6 tys. ton .

3.2. Europejskie autostrady wodne

Duża intensywność wykorzystania szlaków żeglownych morskiej żeglugi bliskiego zasięgu wygenerowała pojęcie morskich autostrad. Zostały one uwidocznione na mapach w roku 1992. Ich przebieg ma charakter przybrzeżny . Można je więc identyfikować przede wszystkim z drogami wodnymi wykorzystywanymi w żegludze kabotażowej.

Zgodnie z konwencją AGN do zbioru autostrad wodnych zostały włączone również europejskie drogi śródlądowe, w tym: odcinki wykorzystywane w żegludze morsko – śródlądowej a także drogi wodne klasy międzynarodowej zarówno istniejące jak i planowane. Zgodnie z klasyfikacją śródlądowych dróg wodnych , międzynarodowy status mają drogi wodne klasy IV i klas wyższych [21].

Dzięki tak przyjętej strategii zintegrowanego wykorzystywania dróg wodnych zwiększa się dostępność obszarów europejskich do korzystania z transportu wodnego (rys. 3.6) i z preferencji tworzonych w Europie dla żeglugi bliskiego zasięgu.

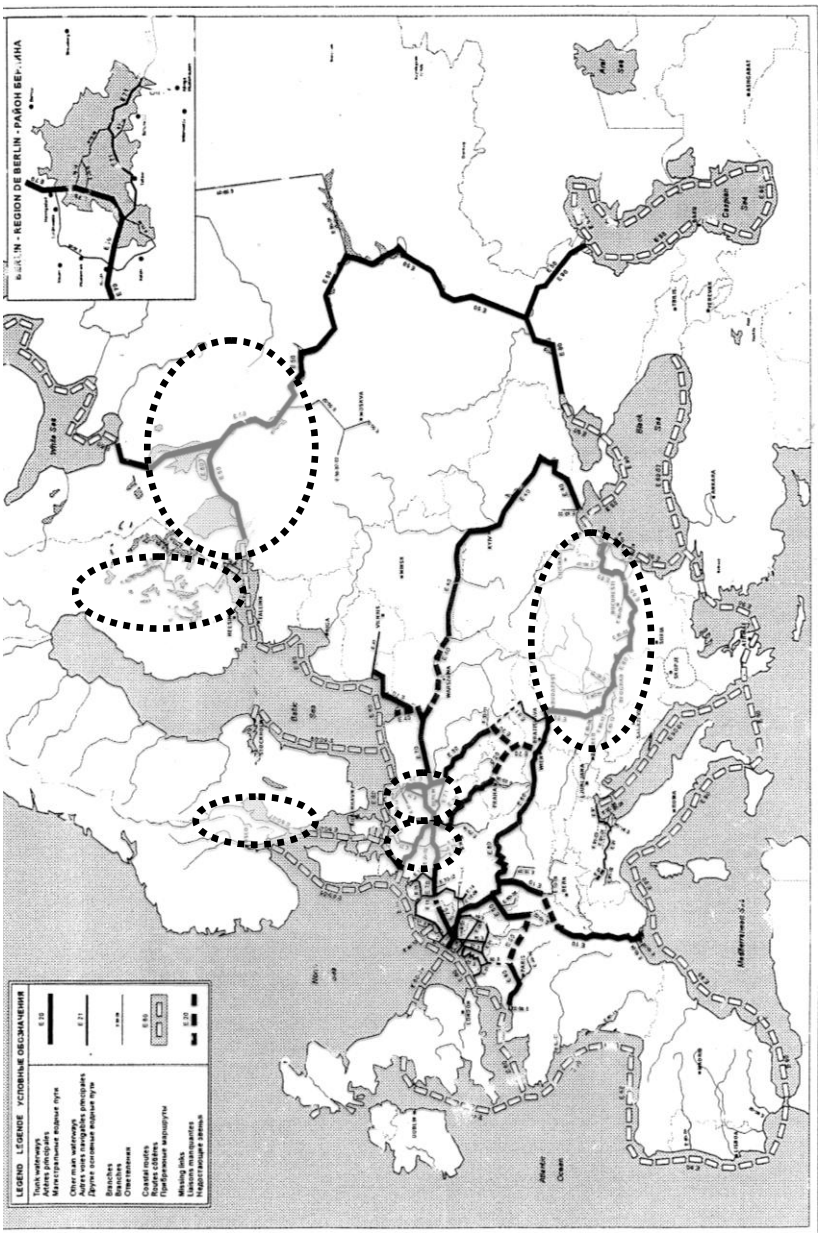


Rys. 3.6. Dostępność obszarów Europy dla transportu wodnego
Źródło: [Inland Navigation Europe 2003]

Symbolika autostrad wodnych – podobnie jak autostrad lądowych jest alfanumeryczna. Zawiera ona literę *E* oraz jeden (dla przebiegów głównych i głównych odgałęzień) lub dwa (dla odgałęzień drugiego rzędu) dwuznakowe człony

cyfrowe. Drogom głównym przypisane zostały numery dziesiątkowe; ich odgałęzienia – mają wartości narastające począwszy od wartości *01*.

Przebieg autostrad wodnych Europy przedstawia rysunek 3.7.



Rys. 3.7. Europejskie autostrady wodne; (-.-.-) - odcinki morsko – śródlądowe
Źródło: opracowanie własne na podstawie dokumentów Europejskiej Komisji Gospodarczej ONZ

Zbiór najważniejszych wodnych autostrad Europy tworzą:

- E10-prowadząca od wybrzeży Morza Północnego Renem, modernizowanym kanałem Ren –Rodan, rzeką Doubs, Saoną i Rodanem aż do Morza Śródziemnego (do trasy E 90),
- E20 - prowadząca od Kanału Kilońskiego, Łabą w Niemczech i Czechach, dalej projektowanym kanałem łączącym Łabę w Chvaleticach z projektowanym kanałem Odra – Dunaj, do spotkania z trasą E 80,
- E30 - prowadząca od południowego Bałtyku do Świnoujścia, Zalewem Szczecińskim i Odrą, projektowanym kanałem Odra - Dunaj do E 80 koło Bratysławy ,

  E31 – stanowi Friedrichstrasse Kanal

  E30-01- to Kanał Gliwicki,
- E40 - prowadząca od Zatoki Gdańskiej, Wisłą Dolną, dotychczas nieustalonym przejściem na Bug, Kanałem Muchawiec, Kanałem Królewskim, rzeką Prypeć , Rzeką Dniepr do Morza Czarnego (do trasy E 90),
- E50 - rozpoczynająca się od Zatoki Fińskiej i rzeki Newy , prowadzi poprzez jezioro Ładoga, rzekę Świr, Jezioro Onega, do Kanału Wołga-Don Wołżańskiego Systemu Wodnego (do styku z trasą E 90),
- E60 - rozpoczynająca się na Morzu Białym, prowadzi poprzez Kanał Białomorski do Jeziora Onega, rzekę Świr, jezioro Ładoga, rzekę Newę, Zatokę Fińską, wzdłuż południowych wybrzeży Bałtyku, Kanał Kiloński wzdłuż południowych wybrzeży Morza Północnego i Kanału La Manche, wzdłuż zachodnich brzegów Atlantyku i Zatoki Biskajskiej do Cieśniny Gibraltarskiej (do styku z trasą E 90),

  E60-01 – prowadzi od Półwyspu Bretońskiego wzdłuż zachodniego krańca Kanału La Manche, Kanałem Świętego Jerzego, wzdłuż zachodnich wybrzeży Wielkiej Brytanii (Morzem Irlandzkim) do Zatoki Liverpoolskiej,

  E60-02 - rozpoczyna się u ujścia Renu do Morza Północnego, przecina wschodni kraniec Kanału La Manche i przez Morze Północne prowadzi do środkowo wschodnich wybrzeży Wielkiej Brytanii,

  E60-03 - obejmuje żeglowny odcinek rzeki Garonna,

E60-05- rozpoczyna się przy zachodnim krańcu Kanału Kilońskiego i prowadzi wzdłuż zachodnich wybrzeży Jutlandii, poprzez Cieśninę Skagerrak do Fiordu Oslo, rzeką Göta Kanałem Trölhättan, do jeziora Wener,

E 60-06 – to żeglowny odcinek Loary

E60-07 - rozpoczyna się przy wschodnim krańcu Kanału Kilońskiego i prowadzi przez Cieśniny Bełt, wzdłuż Cieśniny Kattegat do fiordów Sztokholmu,

E60-11-prowadzi od Zatoki Fińskiej poprzez Kanał Saimaa na Jeziora Fińskie,

- E70 - prowadząca od Rotterdamu Renem, Kanałem Śródlądowym (Mitteland Kanal), Kanałem Odra – Hawela, Odrą, Notecią, Kanałem Bydgoskim, Brdą, Wisłą, Nogatem, Zalewem Wiślanym do Niemna (E 71),

  E 70-01 - to Kanał Odra- Sprewa,

- E 80 - mająca początek u ujścia Sekwany do Atlantyku, prowadzi Sekwaną, Marną, modernizowanym Kanałem Marna-Ren, Mozelą, Renem, Menem, Kanałem Ren – Men – Dunaj, Dunajem do Morza Czarnego (do połączenia z E 90),

  E 81 - stanowi rzeka Wag

- E 90 - prowadząca od Cieśniny Gibraltarskiej , wzdłuż północnych brzegów Morza Śródziemnego, wzdłuż zachodnich wybrzeży Półwyspu Apenińskiego, Kanał Koryncki, Morze Egejskie, Cieśninę Bosfor, Morze Marmara, Cieśninę Dardanele, wzdłuż północnych brzegów Morza Czarnego, Morzem Azowskim, rzeką Don (do kanału Wołga - Don), rzeką Wołgą do Morza Kaspijskiego i wzdłuż wybrzeży tego morza,

  E90-01 - prowadzi od Kanału Korynckiego poprzez Morze Jońskie i wzdłuż północnych brzegów Morza Adriatyckiego do ujścia rzeki Pad,

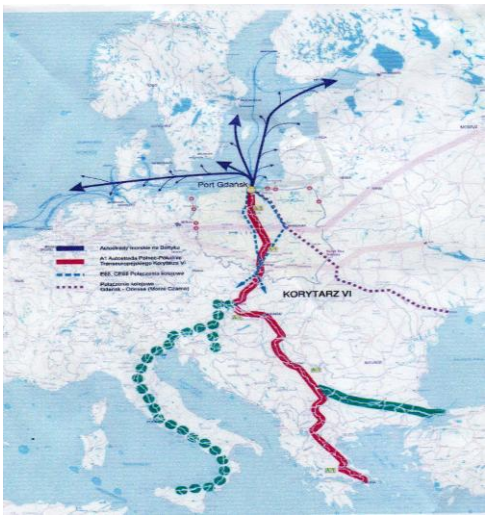
  E90-02 - prowadzi od Cieśniny Dardanele wzdłuż południowego brzegu Morza Czarnego.

Zbiór ten obejmuje wszystkie autostrady główne oraz niektóre z ich odgałęzień.

Europejskie autostrady morskie i śródlądowe są wodnymi odpowiednikami Pan-europejskich korytarzy transportowych. Ich sieć (TINA - Transport Infrastructure Needs Assessment) opiera się na dziesięciu ciągach komunikacyjnych o

międzynarodowym znaczeniu, zawierających minimum dwie różne drogi transportowe o określonych parametrach technicznych. Obejmuje ona przede wszystkim drogi kołowe i kolejowe. W jej skład wchodzą również lotniska, a także 13 portów morskich i 49 portów śródlądowych. Z udziałem tych portów realizowane są lądowo – wodne łańcuchy transportowe. Udział w tych łańcuchach mają takie porty morskie jak: Tallin (I korytarz), Triest i Rijeka (V korytarz), Gdańsk i Bolonia (VI korytarz), Burgas i Warna (VIII korytarz), Helsinki, Petersburg, Kłajpeda, Kaliningrad, Odessa (IX korytarz) oraz Saloniki (X korytarz). Ponieważ VII korytarz tworzy droga wodna Dunaju, wszystkie porty śródlądowe tej drogi mogą być aktywne w realizacji wodno – lądowych łańcuchów transportowych.

Pomimo, że Pan-europejskie korytarze transportowe mogą stanowić ogniwa transportu lądowo – wodnego, to są także konkurencją dla żeglugi bliskiego zasięgu. Przykładem takiej potencjalnej konkurencji może być korytarz VI, prowadzący z Gdańska przez Triest do Bolonii z odgałęzieniem na Saloniki.



Rys. 3.8. Przebieg VI Pan-europejskiego korytarza transportowego
Źródło: [Nadmorski Przegląd Gospodarczy BIP, 2009. nr 5]

Niewątpliwie skraca on długość drogi transportu ładunku pomiędzy Morzem Bałtyckim i Morzem Adriatyckim i może tym samym ograniczać wykorzystanie autostrady morskiej E 60.

Jednak bardziej znaczącą konkurencję dla żeglugi bliskiego zasięgu stanowią inne infrastrukturalne inwestycje transportu lądowego.

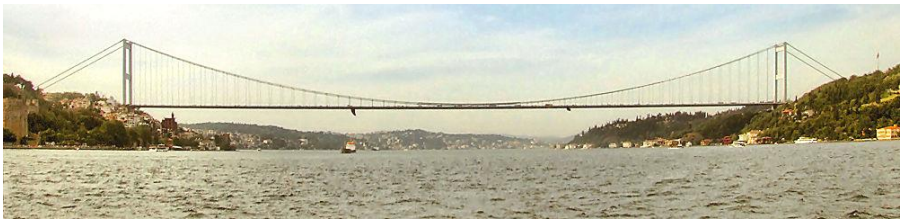
3.3. Konkurencyjne inwestycje transportu lądowego

Funkcjonujące na morskich akwenach europejskie trasy transportowe o niewielkiej długości a jednocześnie charakteryzujące się znaczącą intensywnością przewozów pasażerskich i towarowych stały się przedmiotem działań inwestycyjnych na rzecz konkurencyjnych drogowych i kolejowych przewozów lądowych.

Pierwszymi inwestycjami tego typu mającymi na celu przejęcie części rynku przewozów wodnych były mosty nad Cieśniną Bosfor oddzielającej nie tylko Europę od Azji ale także dzielącej miasto Stambuł na dwie części.

Rys. 3.9. Cieśnina Bosfor
Źródło: [zdjęcie satelitarne NASA]

Pierwszy z mostów Zwany Mostem Bosforskim ukończono w roku 1973. Ma on 1074 m i służy przede wszystkim transportowi drogowemu.



Rys. 3.10. Most Bosforski
Źródło:[user:roweromaniak]

Ze względu na małą – w stosunku do rosnących potrzeb - przepustowość ruchu tego mostu, w roku 1988 oddano do użytku drugi most – Most Mehmeda Zdobywcy. Wysokości prześwitów pod obydwoma mostami (64 m) pozwala na swobodny ruch statków pomiędzy Morzem Śródziemnym i Morzem Czarnym.

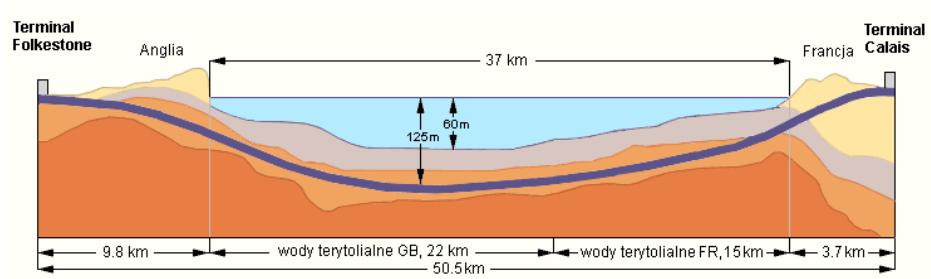
Również bardzo dużą intensywnością przewozów pasażerskich i towarowych charakteryzuje się akwen Kanału La Manche, przez który przebiegają trasy promowe łączące Wielką Brytanię z Francją, Belgią i Holandią. Inwestycją mającą na celu m.in. konkurencyjne przejęcie części rynku tych przewozów był tunel pod Kanałem La Manche.

Historia tunelu sięga roku 1802, w którym A. Mathieu zaprojektował podmorskie połączenie dla pojazdów konnych. Rozwój kolei parowych spowodował w roku 1830 ponowne zainteresowanie budową tunelu pod dnem morza. Pięćdziesiąt lat później rozpoczęto nawet drążenie tunelu równocześnie z brzegu brytyjskiego i francuskiego. Jednak projekty połączenia brzegów Kanału La Manche mające szanse realizacji powstały dopiero w roku 1973.

Cztery warianty połączeń obejmowały:

- most wiszący (Europont),
- most i tunel (Euroroute),
- podziemne połączenie drogowe i kolejowe,
- dwa tunele kolejowe i tunel serwisowy o długości ok. 50 km (Eurotunel).

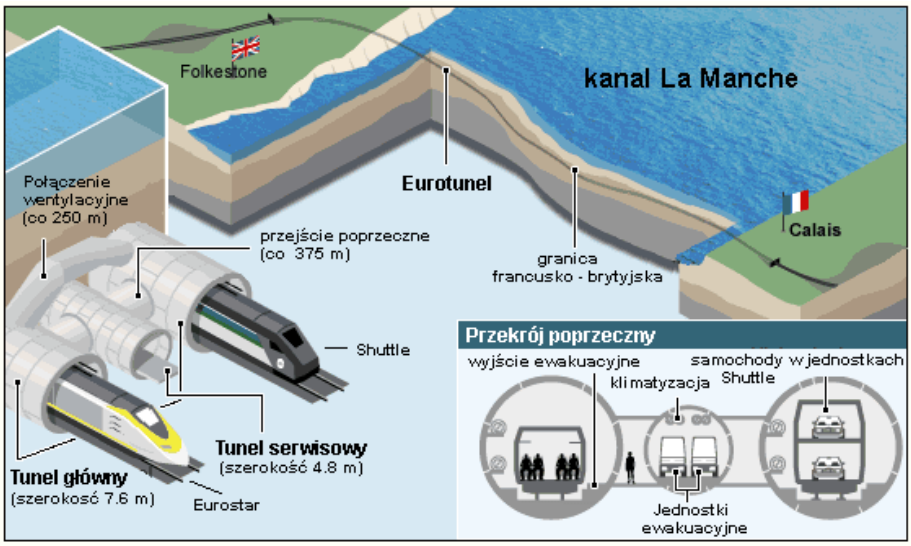
Do realizacji został wybrany ten czwarty; jego budowę rozpoczęto 1 grudnia 1987 roku a drążenie zakończono 1 grudnia 1990 roku. Oficjalne otwarcie Eurotunelu nastąpiło 6 maja 1994 roku. Tunel połączył dwa terminale usytuowane w miejscowościach: Falkestone w Wielkiej Brytanii i Calais we Francji.



Rys. 3.11. Przekrój poprzeczny Kanału La Manche w miejscu przebiegu tunelu
Źródło: [natijorge.blogspot.com]

Długość całkowita tunelu wynosi 50,34 km w tym pod dnem Kanału La Manche - 37 km. Odległość tunelu od dna morskiego jest zróżnicowana; jej wartość minimalna wynosi 40 m a maksymalna 80 m.

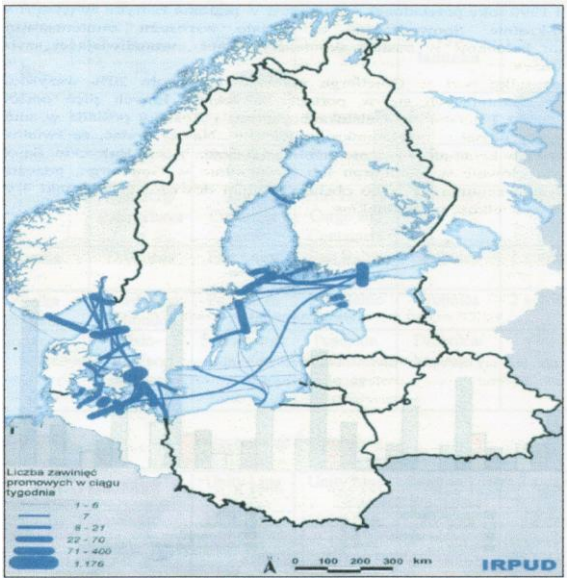
Eurotunel zgodnie z założeniami projektowymi tworzą trzy rury: dwie główne - przewozowe - o średnicach 7,6 m i jedna - serwisowa - o średnicy 4,8 m.



Rys. 3.12. Przekroje poprzeczne tunelu
Źródło:[oportodograciosa.blogs.com]

Rury (nitki) przewozowe przystosowane są do wymogów transportu kolejowego. Jednak wagony kolejowe mogą przewozić nie tylko pasażerów i ładunki ale także samochody osobowe i ciężarowe. Teoretyczna przepustowość każdej nitki tunelu wynosi pięć pociągów pasażerskich i 10 pociągów towarowych na godzinę. Czas przejazdu każdego pociągu pomiędzy terminalami poruszającego się z prędkością 160 km/h – wynosi około 35 minut. Ze względu na swoją przepustowość Eurotunel stanowi znaczącą konkurencję dla pasażerskich i towarowych przewozów wodnych realizowanych na trasach pomiędzy portami Wielkiej Brytanii i Francji a także Belgii i Holandii.

Kolejnym akwenem o dużej kumulacji przewozów na niewielkie odległości są przewozy promowe na Morzu Bałtyckim.



Rys. 3.13. Przewozy promowe na Morzu Bałtyckim
Źródło: [Ferryguide 2000]

Ich duża intensywność charakteryzuje szczególnie północno-zachodnią część tego morza, Zatokę Fińską oraz „nasadę" - w tym Wyspy Alandzkie - Zatoki Botnickiej. Największa częstotliwość połączeń promowych w ciągu tygodnia ma miejsce pomiędzy portami Niemiec i Danii, Niemiec i Szwecji, Danii i Norwegii, Danii i Szwecji, Finlandii i Estonii oraz Szwecji i Finlandii. Również wszystkie główne wyspy Morza Bałtyckiego takie jak Bornholm, Olandia czy Gotlandia mają częste połączenia promowe z lądem stałym.

Najbardziej spektakularnym połączeniem lądowym w zachodniej części Bałtyku jest tzw. Projekt TEN 11 (Trans European Network), zwany Oresund Bridge łączący Kopenhagę leżąca na duńskiej wyspie Zeland ze szwedzkim miastem Malmö leżącym w południowej części Szwecji – Scanii. Obydwa wymienione miasta znajdują się na przeciwległych brzegach Cieśniny Sund. Pierwsze plany ich lądowego połączenia opracowano jeszcze w roku 1886. Jednak dopiero projekt przeprawy mostowo-tunelowej z początku lat dziewięćdziesiątych XX wieku przeszedł do fazy realizacji. Przeprawę oddano do użytku 1 lipca 2000 roku.

Jej całkowita długość osiąga 16 km, na którą składa się:

- 3739 m wschodniego mostu dojazdowego,

- 1092 m mostu podwieszanego, zawierającego przęsło żeglugowe o długości 490m i wysokości prześwitu wynoszącego 57 m,
- 3014 m zachodniego mostu dojazdowego,
- 4005 m trasy przebiegającej po sztucznej wyspie Peberholm,
- 3510 m tworzone przez podwodny tunel.

Rys. 3.14. Konfiguracja Oresund Bridge – zdjęcie lotnicze
Źródło: [upload.wikimedia. pl]

W powyższej przeprawie znajduje się wiele unikatowych rozwiązań technicznych. Należy do nich dwupoziomowa konstrukcja mostu drogowo-szynowego przechodząca (na sztucznej wyspie) w bezkolizyjne rozwiązanie jednopoziomowe, które obowiązuje w tunelu.

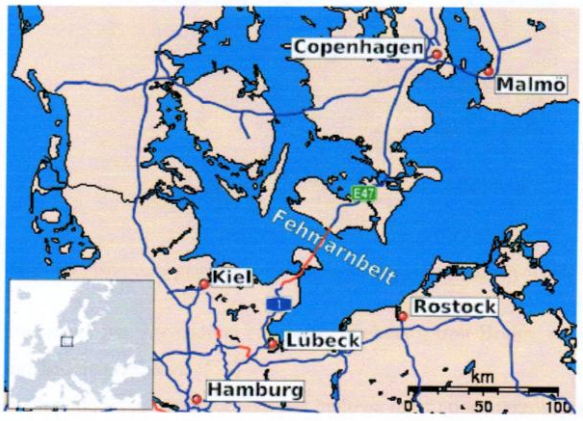
Dzienna przepustowość przeprawy wynosi: 9500 samochodów osobowych i 15.000 pasażerów przewozów kolejowych. Warto również zauważyć, że dla transportów ładunków niebezpiecznych przeprawa jest otwarta w godzinach nocnych.

Realne wykorzystywanie przepustowości minimalizuje popyt na przewozy promowe i sprowadza je do korzystania tylko z jednego promu spacerowego kursującego na trasie Kopenhaga-Malmö. Opisane powyżej przedsięwzięcie nie było pierwszym z zakresu przepraw, realizowanych w celu stałego połączenia rozproszonych na Morzu Bałtyckim terytoriów Danii. Przeprawy te obejmują:

- tunel kolejowy (rok 1997) i most drogowy (rok 1998) łączące wyspy Zeland i Fionię,
- most kolejowy (rok 1935) i drogowy (rok 1970) łączący wyspę Fionię z Półwyspem Jutlandzkim,
- most kolejowy i most drogowy łączące wyspę Zeland z wyspą Falster,
- most kolejowy i most drogowy prowadzące z Falster na wyspą Lolland.

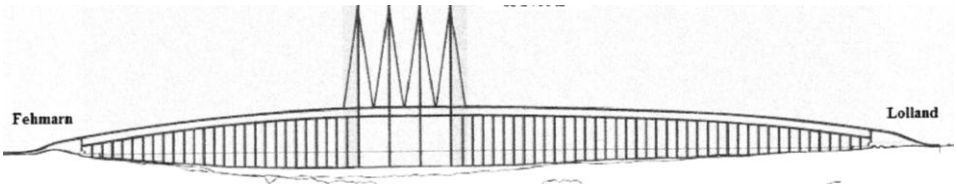
Rys. 3.15. Stałe połączenia pomiędzy terytoriami Danii
Źródło: [visitdenmark.com]

Eliminacja przepraw promowych nastąpi również na trasach wodnych łączących niemiecką wyspę Fehmarn (połączoną z lądem stałym) z duńską wyspą Lolland w pobliżu miejscowości Roedbyhavn.



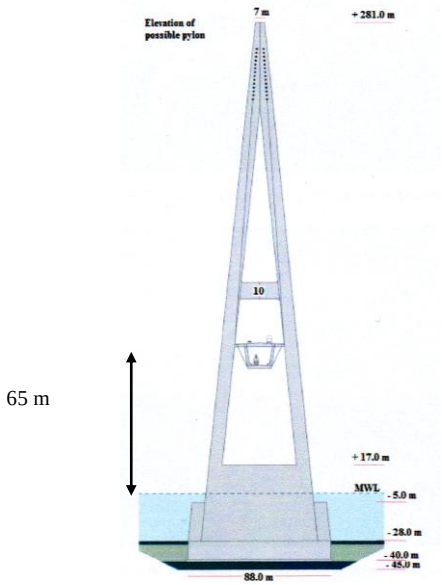
Rys. 3.16. Przebieg lądowej trasy pomiędzy wyspami Fehmarn i Lolland
Źródło:[www. sophico.blog.onet.pl]

Inwestycja ta zintensyfikuje ruch pomiędzy Niemcami i Danią a także ze Szwecją poprzez istniejącą już przeprawę Oresund Bridge. Nowe połączenie o długości około 20 km będzie realizowane w postaci mostu częściowo wiszącego lub – co bardziej prawdopodobne – podwodnego tunelu. Ogólny widok mostu z zaznaczonymi przęsłami żeglownymi przedstawia rys. 3.16.



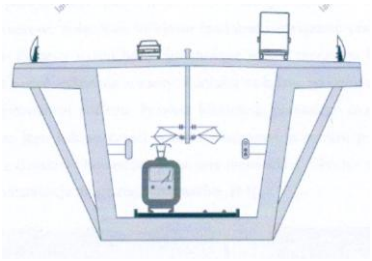
Rys. 3.17. Ogólny widok mostu
Źródło: [www. fehmarn.com]

Część przeprawy tworząca trzy przęsła żeglugowe (każde o szerokości 724m) byłaby podwieszona na czterech pylonach o wysokości rzędu 280 m.



Rys. 3.18. Przekrój poprzeczny pylonu projektowanego mostu
Źródło: [www. fehmarn.com]

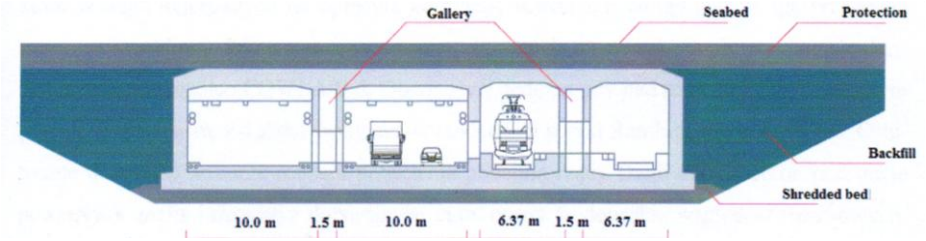
Wysokość prześwitów przęseł żeglugowych zawieszonych na pylonach ma wynosić 65 m. Na wzór przeprawy Oresund Bridge konstrukcja projektowanego mostu ma być dwupoziomowa.



Rys.3.19. Przekrój poprzeczny projektowanego mostu
Źródło: [www. fehmarn.com]

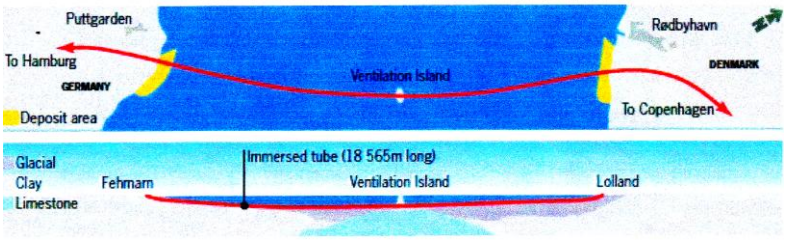
Górny poziom przeznaczony byłby dla transportu kołowego a dolny dla szynowego.

Natomiast tunel składałby się z czterech odrębnych nitek, z których dwie przeznaczone byłyby dla pojazdów kołowych a w dwóch pozostałych zainstalowano by trakcje elektryczne i tory kolejowe.



Rys.3.20. Przekrój poprzeczny tunelu
Źródło: [www. fehmarn.com]

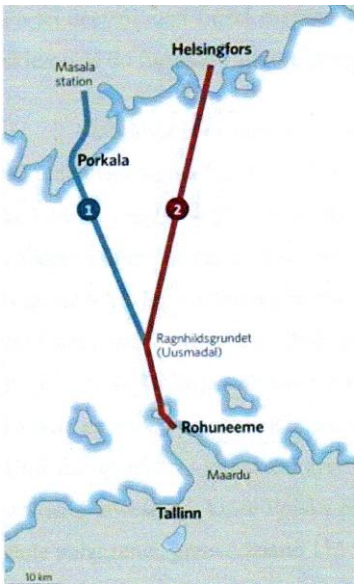
Szerokość projektowanego tunelu wynosiłaby 41 m a wysokość – 10 m. Budowa tunelu wiązałaby się z wydobyciem z dna Cieśniny Fehmarnbelt około 20 mln m³ materiału. Tunel byłby budowany „metodą odkrywkową" bez potrzeby drążenia otworów na dużej głębokości.



Rys. 3.21. Przebieg tunelu drogowo szynowego
Źródło: [www. nce.co.uk]

Jego eksploatacja wymagałaby również uwidocznionej na powyższym rysunku budowy sztucznej platformy, przeznaczonej do procesów wentylacyjnych.

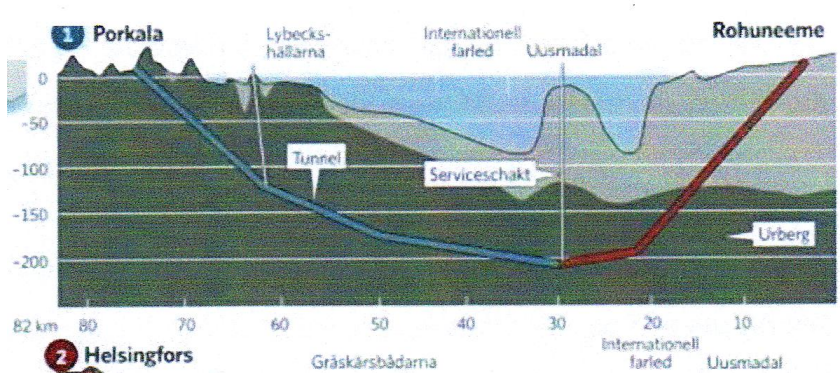
Intensywne przewozy promowe maja również miejsce w Zatoce Fińskiej pomiędzy Helsinkami i Tallinem. Odległość dzieląca obydwa miasta wynosi 80 km. Przeprawę lądową , do której zmierzają Finlandia i Estonia charakteryzowała by więc największa na świecie długość. Preferowanym rozwiązaniem tej przeprawy jest tunel. Dwie najbardziej prawdopodobne opcje jego przebiegu prezentuje rysunek 3.22.



Rys. 3.22. Opcje przebiegu tunelu
Źródło: [www. skyscrapercity.com]

Podobne jak w przypadku Eurotunelu, tunel Helsinki – Tallin (Hellinnunneli) byłby tunelem kolejowym.

Profil wzdłużny tego tunelu (rys. 3.22) świadczy również o tym, że nie tylko jego wymiar długości byłby rekordowy.



Rys. 3.23. Profil wzdłużny tunelu
Źródło: [www. skyscrapercity.com]

Jego największa odległość od powierzchni wody wynosiłaby około 200 a odległość od dna Zatoki Fińskiej – 100m . Musiałby więc być tunelem budowanym w oparciu o technologię drążenia otworów, podobną do technologii zastosowanej przy budowie Eurotunelu.

Przeprawa tunelowa ma również zastąpić miejskie przeprawy promowe w Świnoujściu. Według wstępnych projektów jednego z wariantów ten tunel rozpoczynałby się na wyspie Wolin (w okolicy bazy promów morskich) a kończył na wyspie Uznam w pobliżu bazy paliw.

Jego długość wynosiłaby 1800 m z czego 1200 m przebiegałoby pod dnem Cieśniny Świny. Tunel posiadałby dwie nitki o średnicach 9,5 m, w których znajdowałyby się dwupasmowe drogi jednokierunkowe lub posiadałby jedną nitkę z jednopasmowymi jezdniami prowadzącymi w dwóch kierunkach. Przewiduje się również, że tunel może być budowany z elementów prefabrykowanych na lądzie i lokowanych na dnie wykopu wykonanym w dnie akwenu.

Przykłady projektowanych przepraw lądowych Świnoujścia , jak również innych projektów a także przepraw już eksploatowanych świadczy o ekspansji transportu lądowego na obszarach dotychczas zmonopolizowanych przez transport wodny. Takim samym procesom podlegają przeprawy promowe łączące wyspy Japonii.

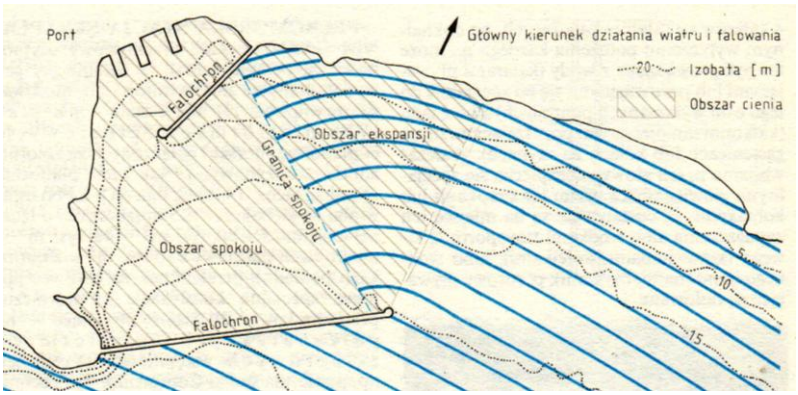
Można więc stwierdzić, że proces który został zapoczątkowany przez budowę pierwszych mostów nad rzekami ma trend rosnący wraz z rosnącym rozwojem technicznym i cywilizacyjnym.

4. PORTY I REMONTOWE STOCZNIE MORSKIE

4.1. Porty morskie

4.1.1. Konfiguracja portów

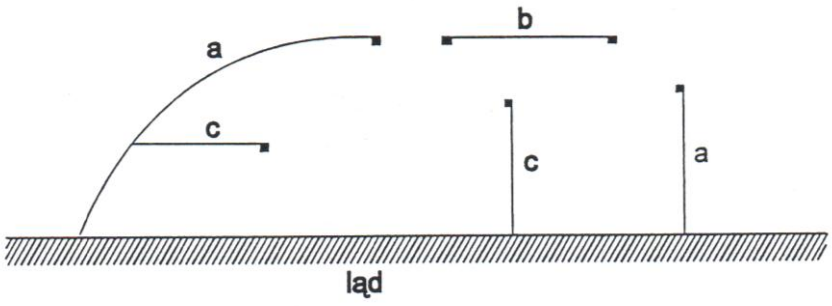
Podstawowymi punktowymi elementami infrastruktury transportu morskiego są porty morskie. Służą one przede wszystkim realizacji przeładunków pomiędzy transportem morskim i lądowym. Są więc lokalizowane w dogodnym miejscu styku dróg transportowych lądowych i wodnych. Ich sytuowanie wynika także z naturalnych warunków takich jak: ukształtowanie brzegów akwenu i jego głębokość. Stąd porty pojawiają się najczęściej w ujściach rzek a także w zatokach i cieśninach. Te konfiguracje terenowe dają częściową osłonę przed wpływem falowania na akwatorium portowe. Jest ono dominującym czynnikiem dynamiki morza, który wprowadza zakłócenia podczas manewrowania statku i utrudnia wykonywanie czynności przeładunkowych. Jednak naturalne osłony tworzone przez brzegi rzek czy zatok nie mają zdolności wystarczającego tłumienia falowania szczególnie w przypadkach akwatoriów przeznaczonych dla obsługi dużych statków. W celu „uspokojenia" sfalowanej powierzchni, większość akwatoriów portowych osłonięta jest falochronami. Celem określenia miejsc geometrycznych usytuowania falochronów niezbędne jest wykonanie planu falowania. Polega to na wyznaczeniu charakterystyk falowania dochodzącego do potencjalnego akwatorium portowego. Obejmuje ono wszystkie możliwe zmiany jakim nadbiegająca fala może podlegać. Zmiany te zależą od konfiguracji dna (wyznaczonej izobatami tj. liniami łączących punkty o stałej głębokości), od przebiegu linii brzegowej(w tym istniejącej zabudowy brzegu) oraz od dominującego kierunku falowania morskiego.



Rys. 4.1. Plan falowania
Źródło: [14]

Wprowadzenie do sfalowanego akwenu przeszkód jakimi są falochrony skutkuje powstaniem dwóch obszarów: obszaru spokoju i obszaru ekspansji Obszar ekspansji powstaje w wyniku „ugięcia" fali na przeszkodzie jaką jest falochron; obszar spokoju – to obszar wolny od falowania. Przeznaczony do sytuowania w nim nabrzeży i basenów portowych.

Ze względu na funkcje falochrony portowe podzielone są na zewnętrze i wewnętrzne; ze względu na konfigurację - na falochrony półwyspowe i wyspowe.

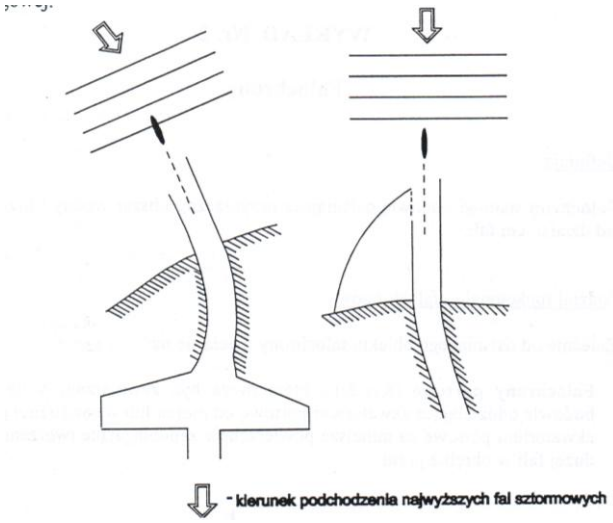


a – falochron zewnętrzny półwyspowy; b - falochron zewnętrzny wyspowy
c – falochron wewnętrzny

4.2. Układy falochronów
Źródło: [15]

Falochrony zewnętrzne oddzielają akwatoria portowe od morza; falochrony wewnętrzne dzielą akwatoria portowe na mniejsze powierzchnie zapobiegając tworzeniu się zbyt dużej fali w obrębie portu. Falochrony zewnętrzne mogą występować jako półwyspowe - gdy połączone są z brzegiem lub wyspowe – gdy są od niego oddalone. Natomiast falochrony wewnętrzne mogą być połączone z półwyspowym falochronem zewnętrznym lub z brzegiem.

Zewnętrznymi falochronami portowymi mogą być również tzw. falochrony kierujące. Są to falochrony umieszczane w ujściach rzek zasłaniając je przed wpływem falowania i jednocześnie chroniąc te ujścia przed zapiaszczeniem , poprzez ułatwienie wynoszenia w morze rumowiska. Stąd porty leżące w ujściach rzek będą posiadały falochrony tego typu.



Rys. 4.3. Falochrony kierujące
Źródło: [15]

Kanał portowy w takich przypadkach będzie posiadał kierunek zgodny z najczęściej występującym - na tym akwenie – kierunkiem podchodzenia najwyższych fal sztormowych.

Przykład falochronu kierującego prezentuje zdjęcie zamieszczone na rysunku 4.4.

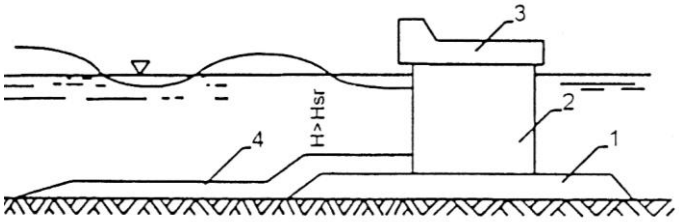
Rys. 4.4. Zdjęcie falochronu kierującego (Dziwnów)
Źródło: [www. dom.pcm. dziwnow.pl]

Na końcach tego falochronu zwanych główkami widoczne są oznakowania nawigacyjne wejścia do portu.

Spośród zróżnicowanych konstrukcyjnie rozwiązań falochronów praktyczne znaczenie mają przede wszystkim falochrony zwarte. Cechą charakterystyczną tych falochronów jest ciągłość ich zabudowy zarówno w części nawodnej jak i podwodnej. Ze względu na kształt, materiał konstrukcyjny a także sposób przejmowania uderzeń od fali falochrony zwarte dzielą się na :

- falochrony o ścianach stromych,
- falochrony o ścianach pochyłych,
- falochrony mieszane.

W falochronach o ścianach stromych ściana odmorska (od strony otwartego morza) jest najczęściej pionowa lub pochylona do poziomu pod kątem większym niż 45º.



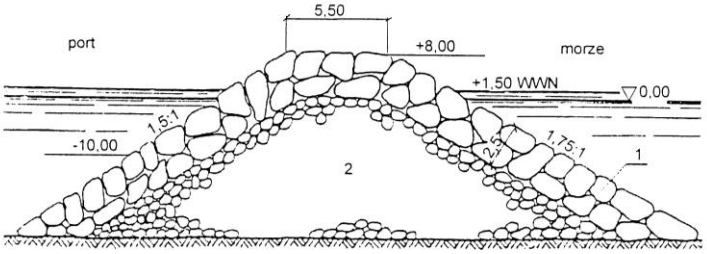
1 – podsypka, 2- zasadnicza część konstrukcji (fundament),
3 – nadbudowa, 4 – umocnienie dna (narzut ochronny)

Rys. 4.5. Falochron zwarty - masywny o ścianie stromej
Źródło: [15]

Falochrony te przeciwstawiają się siłom zewnętrznym (pochodzącym od fali) głównie poprzez masę swojej konstrukcji.

Rys.4.6. Uderzenie fali w falochron
Źródło: [http/onephoto.net]

Falochrony o ścianach pochyłych mają zwykle charakter narzutów kamiennych o skarpach wzmacnianych blokami lub okładzinami żelbetowymi.

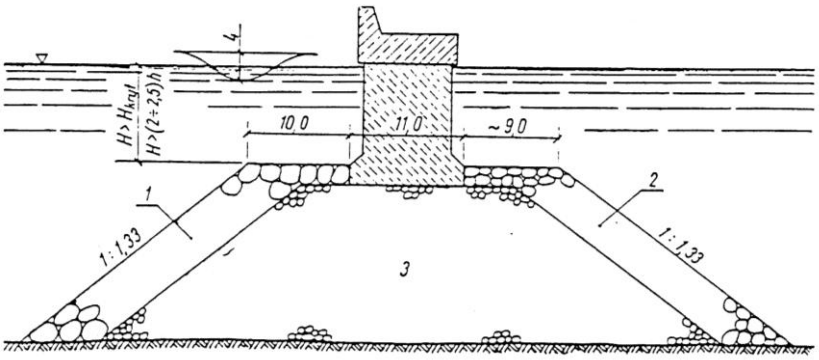


1- bloki okładzinowe kamienne, 2 – kamień łamany

Rys 4.7. Przekrój falochronu narzutowego o ścianach skośnych
Źródło: [15]

Falochrony o ścianach pochyłych nie odbijają fali lecz łamią jeą na swoich skarpach.

Falochrony mieszane tworzą konfigurację składającą się z masywnej budowli o ścianach pionowych usadowionej na narzucie kamiennym.

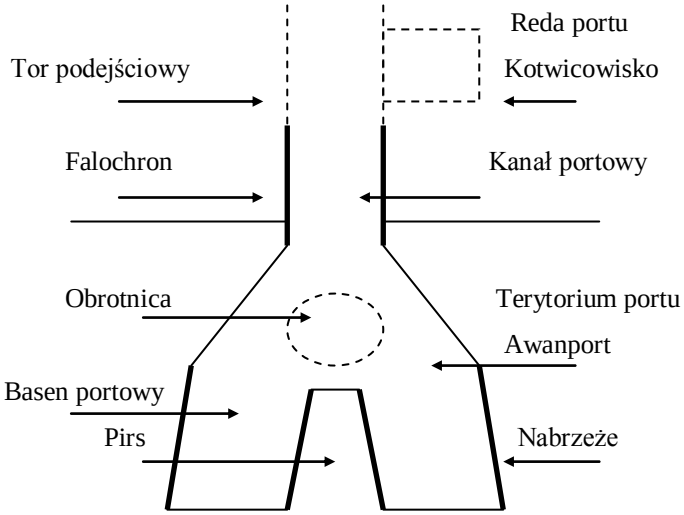


Rys. 4.8. Falochron typu mieszanego
Źródło: [15]

Podobnie jak falochrony zwarte przeciwstawiają się one - złagodzonym przez skarpę – uderzeniom fal swoją masą.

Obszar wodny znajdujący się na zewnątrz portu (na przedpolu falochronu) nazywany jest redą, na której wyznaczone są kotwicowiska dla statków oczekujących na wejście do portu. Przez ten obszar lub na styku z tym obszarem przechodzi tor podejściowy do portu. Koniec toru podejściowego wyznaczają główki falochronu, od których zaczyna się również obszar wewnętrzny portu tj. jego akwatorium.

Część akwatorium znajdująca się m.in. pomiędzy falochronami - to kanał wejściowy, który prowadzi do basenów portowych. Pomiędzy kanałem portowym a basenami (w tzw. awanporcie) znajduje się obrotnica, która jest powierzchnią geometryczną akwatorium o średnicy umożliwiającej obrót o 360º – statkom znajdującym się w porcie. Konfigurację akwenu portowego wraz z jego przedpolem pokazuje rysunek 4.9



Rys. 4.9. Konfiguracja akwatorium portu i jego przedpola
Źródło: [opracowanie własne]

Zasadniczą część akwatorium stanowią baseny portowe. Są one obramowane nabrzeżami służącymi procesom cumowania statków i ich przeładunków. Nabrzeża na całej swojej długości połączone są z terytorium portu lub tworzą tzw. pirsy okolone z trzech stron wodami portowymi .

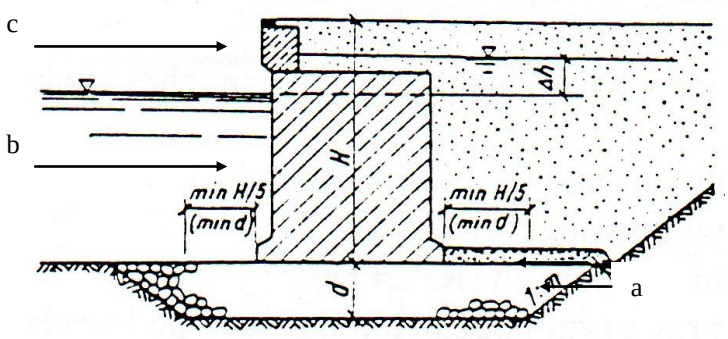
Nabrzeża nie tylko oddzielaj akwatorium portu od jego terytorium ale przede wszystkim są konstrukcjami przenoszącymi obciążenia wynikające z ruchów poprzecznych statku mającym kontakt z nabrzeżem w procesach manewrowych i przeładunkowych a także wynikające z mas urządzeń przeładunkowych, mas przemieszczanych ładunków i ewentualnie mas środków transportu lądowego.

Dodatkowo nabrzeża mogą przenosić obciążenia wynikające z parcia wody i parcia gruntu.

Nabrzeża przenoszące obciążenia od parcia gruntu nazywane są nabrzeżami oporowymi. Dzielą się one na pięć grup konstrukcyjnych ,do których należą{16]:

- nabrzeża masywne,
- nabrzeża kątowe (tarczowe),
- nabrzeża oczepowe, nabrzeża na palach (płytowe),
- nabrzeża powłokowo – gruntowe.

Spośród w/w grup nabrzeży najbardziej wytrzymałymi na obciążenia są nabrzeża oporowe masywne.

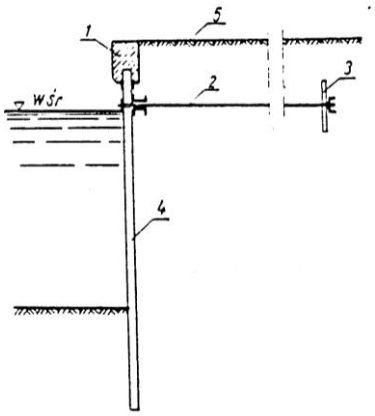


Rys. 4.10 Nabrzeże oporowe masywne
Źródło: [15]

Składają się one z podsypki kamiennej (a), konstrukcji części podwodnej (b) i części nawodnej (c). Konstrukcja podwodna tego nabrzeża może być wykonana z pełnych bloków lub żelbetowych skrzyń pływających.

Nabrzeża kątowe są nabrzeżami typu lekkiego, stosowanymi np. w przystaniach rybackich czy jachtowych.

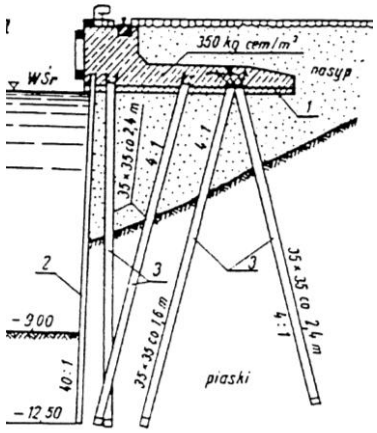
Pozostałe trzy grupy konstrukcyjne nabrzeży stosuje się w przypadkach małego zagęszczenia gruntów pozwalających na wbicie szczelnej ścianki (nabrzeże oczepowe) lub wbicie ścianki szczelnej i pali (nabrzeże na palach). Zadaniem ścianek szczelnych tych nabrzeży jest odgraniczenie terenów lądowych od wody; zadaniem pali – zwiększenie możliwości przenoszenia większego obciążenia przez nabrzeże.



1 – oczep, 2 – ściąg, 3 – płyta kotwiąca, 4 – ścianka szczelna, 5 – naziom

Rys. 4.11. Nabrzeże oczepowe zakotwione
Źródło: [15]

Oczepy ścianek szczelnych mogą być drewniane, żelbetowe lub stalowe. Zakotwienia, które składają się ze ściągu i kotwy przeciwdziałającym odchylaniu się ścianki w stronę wody , mogą być zakładane na jednym lub kilku poziomach.



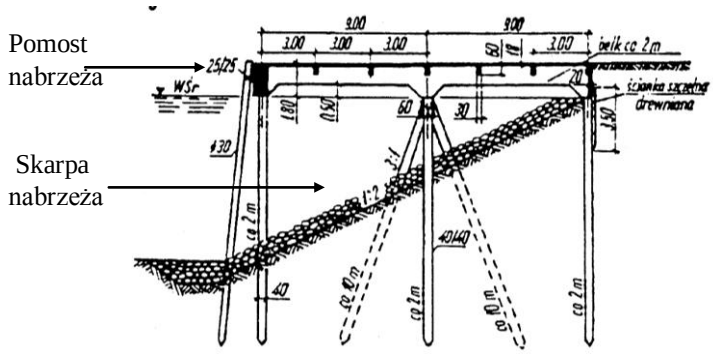
1 – ściąg lub główne uzbrojenie płyty, 2- ścianka szczelna, 3 – pale żelbetowe

Rys. 4.12. Nabrzeże płytowe na palach
Źródło: [15]

Pale nabrzeża płytowego mają za zadanie nie tylko przenosić obciążenie pionowe na głębsze warstwy nośne ale także współpracować w przenoszeniu działających na nabrzeże - sił poziomych.

Inny typ nabrzeży określanych jako pomostowe może być stosowany w przypadkach, w których obciążenia pionowe pochodzą od urządzeń przeładunkowych i ładunków natomiast środki transportu lądowego usytuowane są poza nabrzeżami i nie obciążają ich konstrukcji.

Podobne ograniczenia dotyczą także nabrzeży pomostowych, których podpory są wykonane z rusztu palowego lub szeroko rozstawionych filarów.



Rys. 4.13. Przekrój poprzeczny żelbetowego nabrzeża pomostowego na palach
Źródło: [15]

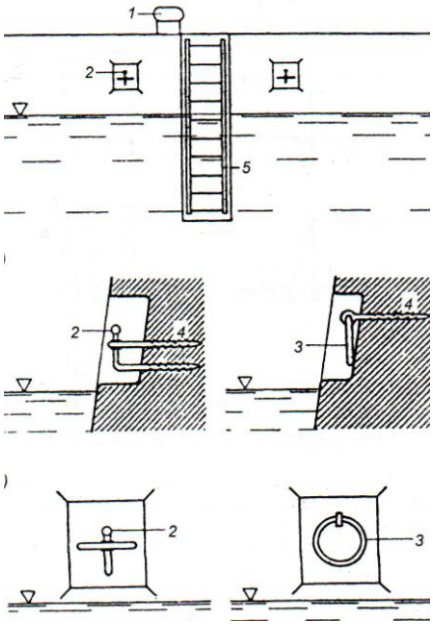
Ze względu na brak ciągłej osłony skarpy w postaci ścianki szczelnej nabrzeża pomostowe można stosować na tych akwenach, na których występuje ograniczony ruch wody w postaci fali, pływu czy prądu poziomego mogący powodować wypłukiwanie materiału skarpy.

Wszystkie elementy akwatorium portu i nabrzeży muszą spełniać określone wymagania geometryczne (wymiarowe). Pierwszym wymaganiem na drodze ruchu statku zmierzającego do portu jest głębokość toru podejściowego a następnie głębokość kanału portowego i basenów portowych przy poszczególnych nabrzeżach. Kolejne wymagania dotyczą szerokości basenów portowych, szerokości i wartości promieni łuków zakrętów na trasach liniowych oraz średnicy obrotnicy. Natomiast długość nabrzeży a tym samym długość linii cumowniczych determinuje liczbę statków obsługiwanych przy określonych nabrzeżach.

Głębokości poszczególnych części akwatorium limitują zanurzenie statków, które mogą być w porcie obsługiwane. Ze względu na falowanie, głębokość kanału portowego powinna być większa o wartość dochodzącą do 25% - od statycznego zanurzenia statku a głębokość basenów – większa o 10% tego zanurzenia [1].

Szerokość kanału portowego powinna się zawierać w granicach od 5 – 8 szerokości statków a szerokość basenów portowych w praktyce przyjmują wartości od 100 do 400 m przy długościach sięgających 2000 m.

Nabrzeża przenoszą dopuszczalne obciążenia określane w kN/m. Najcięższe z nich mogą przenosić 40 - 90 kN/m kw. W celu umożliwienia bezpiecznej stabilizacji pozycji statku, nabrzeża uzbrojone są w urządzenia odbojowe (odbojnice) które chronią statek i nabrzeże przed wzajemnymi uszkodzeniami. Do wyposażenia nabrzeży należą również urządzenia cumownicze - w postaci pachołków cumowniczych umieszczonych na poziomej płaszczyźnie nabrzeża - oraz haki i pierścienie cumownicze , znajdujące się w niszach pionowej ściany nabrzeża.



1- pachoł cumowniczy, 2 – hak cumowniczy, 3 – pierścień cumowniczy

Rys. 4. 14. Urządzenia cumownicze nabrzeża
Źródło: [1]

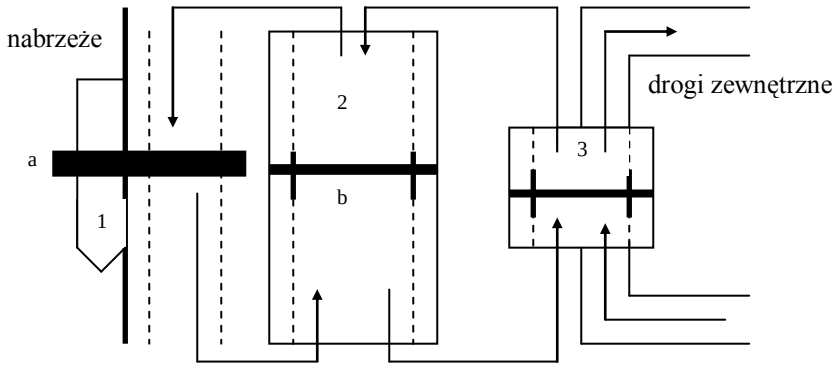
Wykorzystując urządzenia cumownicze statek wiąże się z nabrzeżem przy pomocy lin, pełniących rolę cum i szpringów.

Na nabrzeżach sytuowane są także urządzenia przeładunkowe (żurawie portowe, suwnice) oraz inne środki techniczne przemieszczania ładunków tworzące wraz z krytymi magazynami i placami składowymi tzw. suprastrukturę portową. Poza tym każdy port dysponuje wewnętrzną infrastrukturą transportową w postaci

dróg kołowych i kolejowych a w niektórych przypadkach również dróg śródlądowych , przy pomocy których przemieszcza ładunek wewnątrz obszaru portu a także łączy się z jego zewnętrznym zapleczem lądowym.

Nabrzeża portowe, ich urządzenia przeładunkowe a także terytorialne otoczenie mogą tworzyć specjalistyczne kompleksowe bazy przeładunkowe zwane terminalami. Najczęściej występującymi kompleksami tego typu są: terminale kontenerowe, terminale promowe i terminale paliwowe.

Terminale kontenerowe wyposażone są w charakterystyczne urządzenia, którymi są suwnice nabrzeżne zdolne do przeładunku od kilku do kilkudziesięciu kontenerów na godzinę a także place składowo – odstawcze . Wymagają one bardzo dużych powierzchni do prowadzenia czynności manipulacyjnych i czynności składowych. Pomiędzy placami a nabrzeżem kontenery przemieszczane są najczęściej pomocniczymi urządzeniami samojezdnymi. Tymi samymi urządzeniami skonteneryzowany ładunek może być przewożony pomiędzy placami a miejscem obsługi środków transportu zewnętrznego (kolejowych i samochodowych) wyposażonego najczęściej w suwnice bramowe.

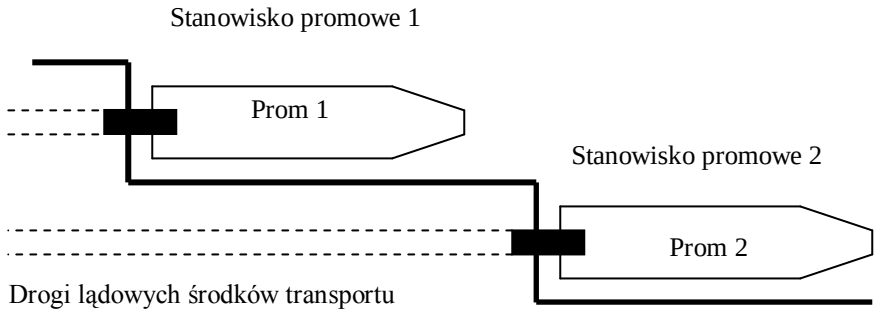


1 – statek, 2 – plac składowo odstawczy, 3 – plac obsługi środków transportu zewnętrznego
a – suwnica nabrzeżna, b – suwnice bramowe ,
kierunki przemieszczania kontenerów

Rys. 4.15. Podstawowe elementy składowe terminalu kontenerowego
Źródło: opracowanie własne

Wyżej opisana procedura dotyczy tzw. przeładunku pośredniego. Ładunek może być przemieszczany także w relacji statek – środek transportu zewnętrznego bez korzystania z placu składowo – odstawczego. Procedura taka nosi miano przeładunku bezpośredniego. Terminale kontenerowe często wchodzą w skład centrów logistycznych oferujących kompleksowe usługi przeładunkowo – składowe.

Terminale promowe powstały w wyniku intensywnego wzrostu przewozów pasażerskich i obrotów towarowych w obszarze morskiej żeglugi bliskiego zasięgu. Z reguły są one przewozami pasażersko towarowymi a specyficznym ładunkiem promów są lądowe środki transportu przemieszczane pomiędzy statkiem a bazą lądową techniką toczną (ro-ro). Technika ta wymaga specjalistycznego nabrzeża, umożliwiającego cumowanie statku rufą, w której znajduję się furta wjazdowa.

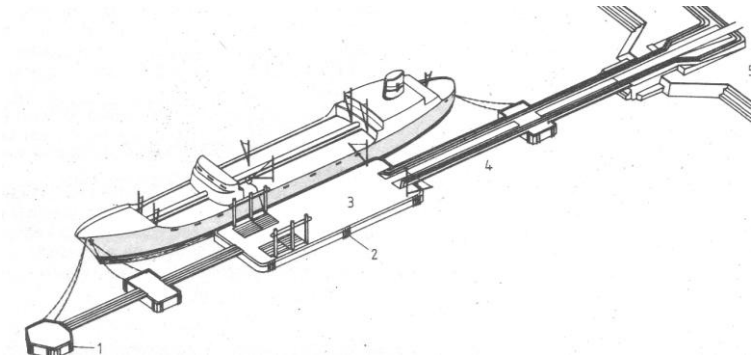


Rys. 4.14. Elementy terminalu promowego
Źródło: opracowanie własne

Otwarta furta rufowa statku umożliwiająca dostęp do jego pokładów ładunkowych połączona jest z nabrzeżem ruchomą rampą załadunkową, po której przemieszczają się pojazdy kołowe i kolejowe. Ich przeładunek wymaga także specyficznej lądowej infrastruktury dowozowo – odwozowej, umożliwiającej obsługę każdego stanowiska promowego.

Poza urządzeniami służącymi przeładunkom towarów w terminalach obsługujących również pasażerów, dworzec pasażerski jest połączony z promami tzw. ruchomymi rękawami przeznaczonymi do bezpiecznego i bezkolizyjnego przemieszczania się pasażerów.

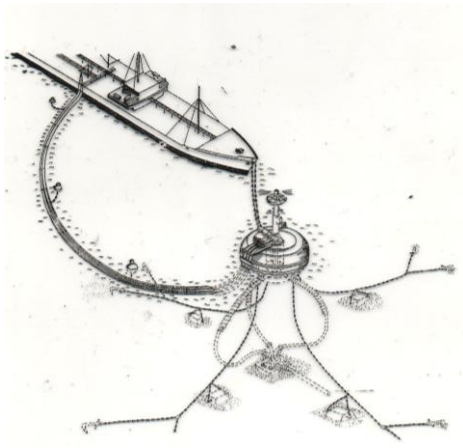
Terminale paliwowe, ze względu na ładunek którym operują są oddalone od innych baz przeładunkowych. W przypadku niewielkich przeładunków (np. bunkru dla statków) mogą one być częścią portu wewnętrznego. Jednak z reguły są lokalizowane poza zamkniętym akwatorium portu, stanowiąc terminale tzw. portu zewnętrznego lub portu otwartego morza.



Rys. 4.15. Elementy terminalu paliwowego portu zewnętrznego
Źródło: [14]

Terminal paliwowy portu może składać się z wysepki cumowniczej (1) oraz pomostów: przeładunkowego (2) - wyposażonego w odbojnicę (3) i pomostu komunikacyjnego (4). Wzdłuż tych pomostów biegną rurociągi przeładunkowe prowadzące do zbiorników paliwowych znajdujących się na terytorium terminalu.

Rolę terminalu paliwowego pełnią również pławy cumowniczo – przeładunkowe połączone z bazą lądową rurociągiem podwodnym. Przeładunek z ma miejsce po przycumowaniu statku do pławy i podłączeniu elastycznego rurociągu statku z końcówka rurociągu podwodnego.

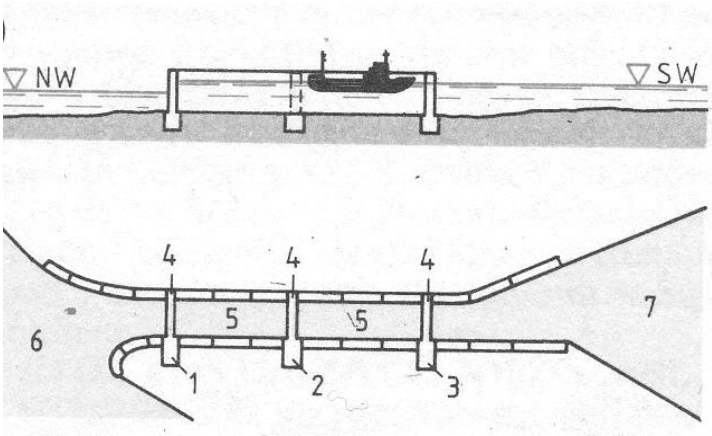


Rys. 4.16. Pława przeładunkowo – cumownicza
Źródło: [16]

Ta technika – realizowana z daleka od lądu - zwiększa bezpieczeństwo otoczenia w czasie przeładunku paliw. Może być także stosowana w przypadku obsługi statków o bardzo dużym zanurzeniu bez potrzeby korzystania z głębokowodnego toru podejściowego.

Porty, w których odczuwalne są skutki zmiany stanu wody wynikające ze zjawiska pływów, wprowadzają do swojej infrastruktury dodatkowe urządzenia. By utrzymać poziom wody zapewniający pływalność statków na akwatoriach portowych muszą być one wyposażone w bramy zamykające baseny portowe lub w śluzy usytuowane na kanałach portowych .

Wyposażenie basenów, zespołów basenów lub kanału portowego w śluzy, umożliwia utrzymanie wysokich stanów wody w częściach lub całości akwatorium portu niezależnie od poziomu pływów. Jeżeli tor podejściowy jest wystarczająco głęboki, statki mogą opuszczać port lub do niego wchodzić nie tylko w czasie przypływu ale również – przechodząc przez proces śluzowania – w czasie odpływu.



1 – głowa dolna, 2 – głowa pośrednia, 3 – głowa górna, 4 – bramy śluzy,
5 – komora śluzy, 6 – awanport zewnętrzny, 7 – awanport wewnętrzny

Rys. 4.17. Śluza portowa
Źródło: [14]

Natomiast bramy zamykające pojedyncze baseny portowe lub ich zespoły z reguły otwierane są przy stanach wysokiej wody. W tym czasie statki mogą wpływać do basenów portowych lub opuszczać port. Przed rozpoczęciem intensywnej fazy odpływu, bramy basenów portowych – w których znajdują się statki - są zamykane aż do momentu nastąpienia kolejnego przypływu.

Zamykane bramami baseny często nazywane są dokami, ponieważ zasady ich funkcjonowania są podobne do stoczniowych doków suchych.

4.1.2. Porty Świata i Europy

Poza specyfiką portów wynikającą z istnienia specjalistycznych terminali czy specjalistycznych budowli hydrotechnicznych, wyróżniającymi je cechami jest masa przeładowywanych w ciągu roku ładunków.

O palmę pierwszeństwa w świecie w dekadzie lat 2001 – 2010 rywalizowały trzy porty: Singapur, Rotterdam i Szanghaj , co wskazuje na dominacje portów Dalekiego Wschodu. Roczne obroty towarowe każdego z tych portów oscylowały wokół wartości 400 mil. ton. Hierarchizację pozostałych portów świata zawiera tabela 4.1.

Tabela 4.1

Porty świata o największych obrotach ładunkowych

Rok 2005

Lp	Port	Kraj	Obroty ładunkowe [mil. ton]
1	Singapur	Singapur	423,2
2	Rotterdam	Holandia	370,2
3	Szanghaj	Chiny	443,0
4	Luizjana Południowa	Stany Zjednoczone	220,4
5	Hongkong	Chiny	230,1
6	Chiba	Japonia	1565,7
7	Houston	Stany Zjednoczone	195,4
8	Nagoya	Japonia	187,1
9	Kwangyang	Republika Korei	177,5
10	Ningbo	Chiny	272,4
11	Ulsan	Repoblika Korei	103,5
12	Inchon	Republika Korei	123,5
13	Busan	Republika Korei	217,2
14	Guangzhou	Chiny	241,7
15	Antwerpia	Belgia	160,1
16	Kaohsiung	Tajwan	137,9
17	Los Ageles	Stany zjednoczone	169,0
18	Los Beach	Stany Zjednoczone	160,1
19	Quinhuangdao	Chiny	167,5
20	Quingdao	Chiny	184,3
21	Jokohama	Japonia	133,3

22	Dalian	Chiny	176,8
23	Shenzhen	Chiny	153,9
24	Hamburg	Niemcy	125,7
25	Marsylia	Francja	96,6
26	Dampier	Australia	110,1
27	Osaka	Japonia	93,1
28	Kitakyshu	Japonia	101,7
29	Tokio	Japonia	92,0
30	Port Kelang	Malezja	109,7
31	Port Hedland	Australia	110,6
32	Richards Bay	Republika Poł. Afryki	86,6
33	Kobe	Japonia	91,2
34	Newcastle	Australia	85,6
35	Tubarao	Brazylia	92,7
36	Hay Point	Ausralia	81,6
37	Corpus Christi	StanyZjednoczone	78,7
38	Dubaj	Zjedn.Emiraty Arabskie	92,5
39	Amsterdam	Holandia	74,9
40	New Jesey	Stany Zjednoczone	84,8
41	La Havre	Francja	75,0
42	Itaqui	Brazylia	85,9
43	Vancouver	Kanada	76,5
44	Gladstone	Australia	67,2
45	Algerciras	Hiszpania	63,5
46	Sepetiba	Brazylia	67,1
47	Santos	Brazylia	71,9
48	Grimsby	Wielka Brytania	60,7

Źródło: [Rocznik Statystyczny. Główny Urząd Statystyczny. Gospodarka Morska]

Informacje zawarte w tabeli 4.1. potwierdzają, że morski handel światowy obsługiwany jest w znakomitej części przez porty krajów azjatyckich, w tym: Chin, Republiki Korei, Japonii a dopiero w następnej kolejności przez porty Ameryki Północnej, Ameryki Południowej i Australii. Wśród 48 największych portów świata

Europę reprezentuje wymieniony wcześniej Rotterdam a także Hamburg, Marsylia , Amsterdam, Antwerpia, Algerciras i Le Havre.

Rys. 4.18. Terminal kontenerowy Portu Rotterdam
Źródło: [www. wikipedia]

Te porty zajmują także czołowe pozycje w rankingu portów Unii Europejskiej (tab. 4.2).

Tabela 4.2.

Porty morskie Unii Europejskiej o największych obrotach ładunkowych

Rok 2005

Lp	Port	Kraj	Obroty ładunkowe [mil. ton]
1	Rotterdam	Holandia	345,8
2	Antwerpia	Belgia	145,8
3	Hamburg	Niemcy	108,2
4	Marsylia	Francja	93,3
5	Le Havre	Francja	70,8
6	Grimsby	Wielka Brytania	60,7
7	Tees	Wielka Brytania	55,8
8	Londyn	Wielka Brytania	53,8
9	Algerciras	Hiszpania	53,2
10	Genua	Włochy	42,6

11	Dunkierka	Francja	48,5
12	Triest	Włochy	43,3
13	Amsterdam	Holandia	47,1
14	Wilhelmshaven	Niemcy	45,9
15	Forth	Wielka Brytania	34,2
16	Southampton	Wielka Brytania	39,9
17	Taranto	Włochy	47,9
18	Milford Haven	Wielka Brytania	37,5
19	Geteborg	Szwecja	36,5
20	Augusta	Włochy	33,0
21	Liverpool	Wielka Brytania	33,8
22	Walencja	Hiszpania	35,0
23	Nantes	Francja	34,0
24	Barcelona	Hiszpania	37,0
25	Bremerhaven	Niemcy	33,7
26	Tarragona	Hiszpania	31,0
27	Wenecja	Włochy	30,5
28	Bilbao	Hiszpania	32,2
29	Sullom Voe	Wielka Brytania	20,5
30	Porto Foxi	Włochy	22,7

Źródło: [Rocznik Statystyczny. Główny Urząd Statystyczny. Gospodarka Morska]

Według powyższej tabeli w Europie generalnie dominują porty Holandii, Francji, Wielkiej Brytanii, Niemiec i Włoch a więc porty zlokalizowane na atlantyckim wybrzeżu kontynentu a także na europejskich brzegach zachodniej części Morza Śródziemnego. Świadczy to o udziale tych portów w żegludze oceanicznej i koncentracji w nich przeładunków Europa – Świat. Ten stan potwierdza fakt istnienia wśród największych portów Europy tzw. Hub – portów (europejskich portów zewnętrznych), które w imporcie i eksporcie obsługują ładunki serwisowe (np. feeder service) mniejszych portów europejskich o znaczeniu lokalnym. O prymacie portów zachodnioeuropejskich w obsłudze przeładunków świadczą również liczby tych portów wykazane w tabeli 4.3.

Tabela 4.3.

Liczba portów morskich w krajach Unii Europejskiej . Rok 2005

Kraj	Liczba portów		
	Ogółem	Porty główne	Pozostałe porty
Belgia	7	4	3
Bułgaria	17	2	15
Cypr	5	3	2
Dania	134	49	85
Estonia	6	5	1
Finlandia	60	20	40
Francja	68	24	44
Grecja	171	69	102
Hiszpania	50	26	24
Holandia	96	10	16
Irlandia	22	6	86
Litwa	2	2	0
Łotwa	3	3	0
Malta	2	2	0
Niemcy	96	35	61
Polska	13	5	8
Portugalia	24	8	16
Rumunia	10	3	7
Słowenia	3	1	2
Szwecja	126	37	89
Wielka Brytania	144	46	98
Włochy	135	69	66

Źródło: [Rocznik Statystyczny. Główny Urząd Statystyczny. Gospodarka Morska]

Duża liczba portów charakteryzuje także Grecją i Danię, co związane jest ze znaczącym ich sumarycznymi rocznymi przeładunkami wynoszącymi dla Grecji 160 mil. ton a dla Danii 100 mil. ton. Ta wielkość obrotów wynika z udziału tych portów w lokalnych przewozach na Morzu Śródziemnym (Grecja) i na Morzu Bałtyckim i Północnym (Dania). Na tle informacji dotyczącej światowych i europejskich portów można stwierdzić, że polskie porty nie tworzą dużego udziału ani pod względem ich liczby ani pod względem znaczenia dla europejskiej gospodarki morskiej.

4.2. Morskie stocznie remontowe

4.2.1. Obiekty techniczne stoczni remontowych

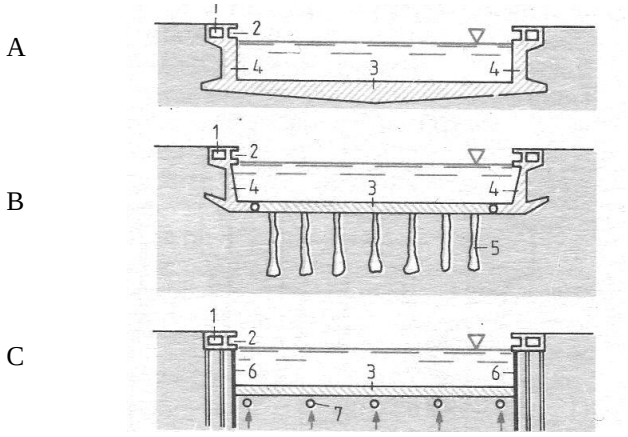
Morskie stocznie remontowe są przedsiębiorstwami, w których remontowane są statki i inne obiekty pływające. Proces technologiczny remontu wymaga istnienia warsztatów , nabrzeży oraz stoczniowych urządzeń hydrotechnicznych.

Warsztaty remontowe z reguły podzielone są na warsztaty remontowe kadłubowe i warsztaty remontowe wyposażeniowe. Warsztaty te służą wspomaganiu napraw realizowanych na statkach zacumowanych przy nabrzeżach remontowych lub posadowionych na urządzeniach hydrotechnicznych.

Przy nabrzeżach remontowych można dokonywać napraw maszyn i urządzeń okrętowych, pokładów i nadbudowy kadłuba statku a także jego burt powyżej linii wodnej (wodnicy pływania). Natomiast naprawy i konserwacja zanurzonej części poszycia kadłuba, wymaga jego wynurzenia nad powierzchnię wody. Tym celom remontowym dużych statków morskich służą doki suche i doki pływające.

Doki suche

Dok suchy jest prostopadłościenną budowlą, której dno położone jest poniżej lustra wody akwenu stoczniowego. Od wód tego akwenu komora jest oddzielona bramą. Dno komory może mieć charakter grawitacyjny, zakotwiczony lub drenażowy.

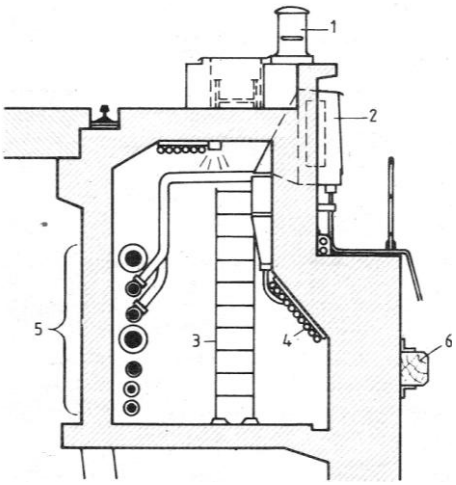


A – dno grawitacyjne, B – dno kotwiczone (palowane), C – dno drenażowe

Rys. 4.19. Dno suchego doku (przekrój poprzeczny)
Źródło: [15]

Musi ono przenosić obciążenia wynikające z masy wody znajdującej się w komorze doku a jednocześnie przeciwdziałać sile wyporu doku opróżnionego z wody.

Odległość pomiędzy dnem doku a poziomem wody limituje zanurzenie statku wprowadzanego i wyprowadzanego z doku. Wprowadzanie statku odbywa się po uprzednim napełnieniu komory doku wodą i otwarciu bramy. Po wprowadzeniu statku do przestrzeni komory dokowej brama jest zamykana a woda z doku – wypompowywana. W wyniku tych operacji statek osiada na tzw. kilblokach położonych na dnie doku odsłaniając całe zwilżone poszycie zewnętrzne kadłuba. Po dokonaniu remontu i po napełnieniu doku wodą i otwarciu bramy statek jest wyprowadzany z doku. Suchy dok jest konstrukcją technicznie złożoną o czym świadczą m.in. kanały instalacyjne.

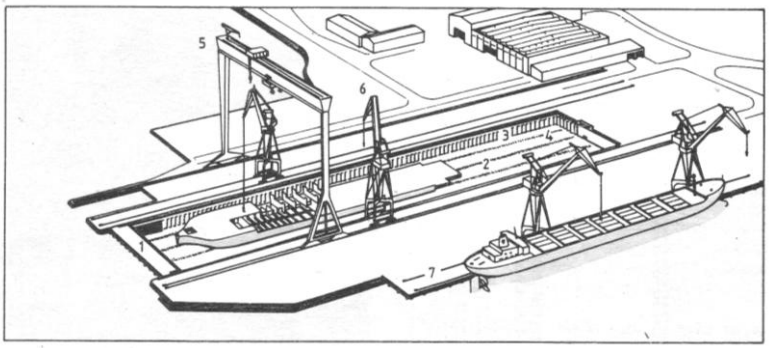


1 – pachoł cumowniczy, 2 – tablica rozdzielcza, 3 – drabina, 4 – kable elektryczne, 5 – rurociągi, 6 - odbojnica

Rys. 4.20. Przekrój przez kanał instalacyjny suchego doku
Źródło: [134

Przebiegają w nich instalacje kablowe i rurociągowe służące obsłudze doku i procesu remontowego.

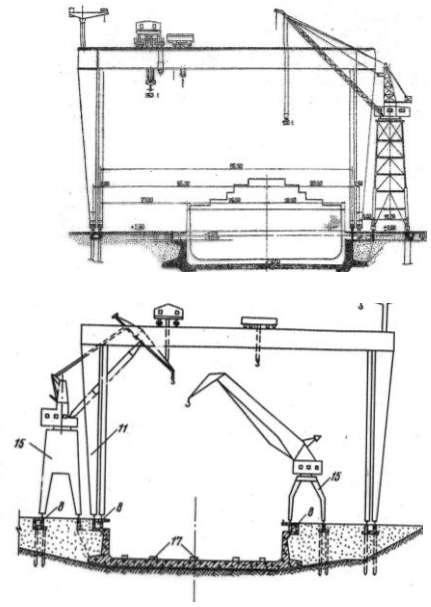
Poza procesami remontowymi w dokach suchych można również prowadzić budowę nowych statków lub przebudowę (skracanie, wydłużanie) statków już eksploatowanych.



1 – brama doku, 2 – dno doku, 3 – ściana doku , 4 – kilbloki, 5 – suwnica bramowa, 6 – żuraw, 7 - nabrzeże

Rys. 4.21. Schemat stoczni produkcyjno – remontowej wyposażonej w dok suchy
Źródło: [18]

Procesy technologiczne realizowane w dokach suchych wspomagane są urządzeniami podnośnymi, w tym: żurawiami i bramownicami. Przykłady ich usytuowania w stosunku do komory doku zawarte są na rysunku 4.22.



Rys. 4.22. Przykłady usytuowanie urządzeń podnośnych
Źródło: [14]

Wykazują one że doki suche są wyposażane w urządzenia podnośne tworzące zróżnicowane konfiguracje.

W coraz częściej stosowanych rozwiązaniach doki suche obudowywane są ścianami i osłaniane dachami, zwiększającymi komfort i jakość wykonywanych prac. Jednak taka zabudowa eliminuje z instalowanych urządzeń podnośnych żurawie, które wymagają bardzo wysokiego położenia dachu i tym samym bardzo wysokich jego ścian wspornych.

Pierwsze wzmianki o dokach suchych pochodzą z czasów starożytnych. Były to doki ziemne, o ścianach budowanych z gliny wzmacnianej faszyną. Stosowali je Egipcjanie, Fenicjanie i Grecy. W XV wieku budulec ścian stanowiło drewno a dna- kamienie i cegły. Dzisiaj w tych konstrukcjach „króluje" żelbeton.

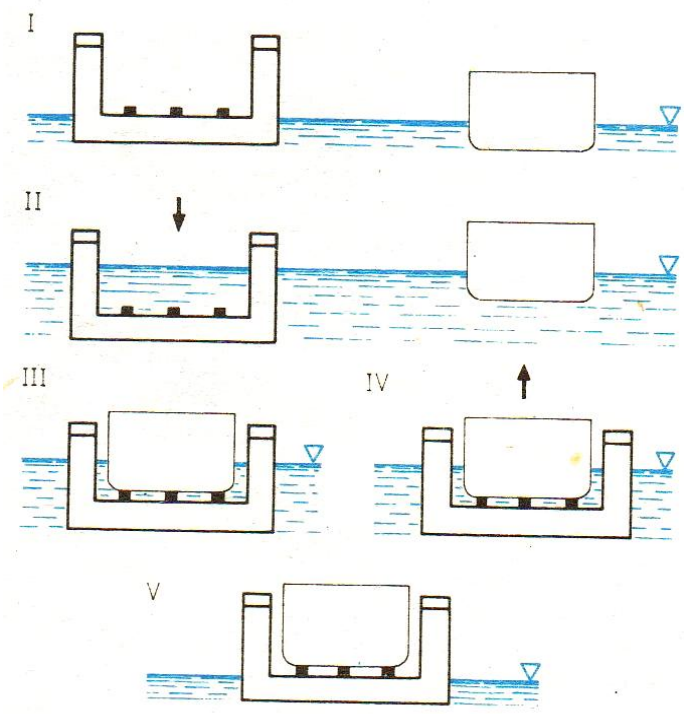
Doki suche pozwalają na budowę i remonty największych statków świata. Najdłuższy z doków (znajdujący się w Nagasaki) ma 990 m. Głębokość największych doków dochodzi do 20 m [17].

Doki pływające

Doki pływające podobnie jak doki suche umożliwiają usytuowanie kadłuba statku ponad powierzchnią roboczą - tworzoną przez dno doku – a także ponad powierzchnią wody. Konstrukcja doku pozwala na odpowiedne podniesienie statku a następnie jego zwodowanie.

Dok pływający składa się z pontonu o poziomym pokładzie oraz ustawionych na nim dwuściennych konstrukcji zwanych basztami doku. W basztach mieszczą się pompy i urządzenia sterownicze pozwalające na wypełnienie wodą przestrzeni balastowych doku znajdujących się w pontonie i basztach. Wypełnienie wodą tych przestrzeni powoduje zanurzenie pokładu pontonu pod powierzchnię wody i wprowadzenie statku w przestrzeń roboczą doku tworzoną przez pokład pontonu i wewnętrzne ściany baszt. Wypompowanie wody z przestrzeni balastowych skutkuje wynurzeniem się pokładu pontonu i statku(osadzonego na kilblokach pontonu) ponad powierzchnię wody. Wodowanie (wyprowadzanie statku z doku) odbywa się w odwrotnej kolejności.

Ruch pionowy doku musi odbywać się w sposób kontrolowany. W tym celu najczęściej stosuje się obejmy przymocowane do baszt, które - jak po prowadnicach - przesuwają się po walcowych dalbach wbitych w dno akwenu. Głębokość akwenu dokowego zwana głębią dokową powinna mieć wartość umożliwiającą takie zanurzenie doku by w procesie dokowania statek mógł wpłynąć nad jego pokład.



Rys. 4.23. Fazy dokowania i wydokowywania statku
Źródło: [134

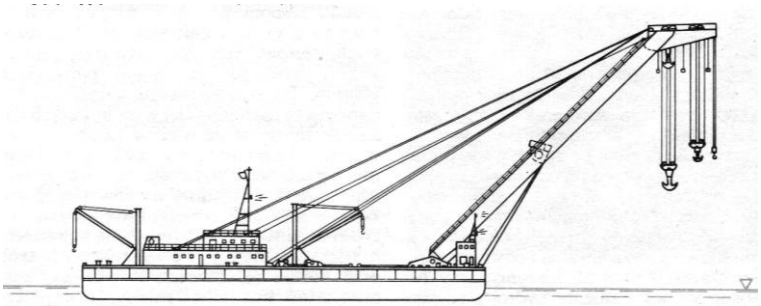
Z dokami pływającymi mogą współpracować pontony dokowe przeznaczone do obsługi małych statków. Korzystają one z pomp doku pływającego.

Proces remontowy prowadzony na doku pływającym wspomagany jest urządzeniami podnośnymi, którymi są żurawie dokowe i dźwigi pływające. Ze względu na fakt, że żurawie dokowe posadawiane są na basztach doku - posiadają one ograniczony udźwig.

Przy montażu czy demontażu elementów kadłuba lub wyposażenia o dużej masie, wykorzystywane są możliwości dźwigów pływających.

Dźwigi pływające

Dźwigi pływające składają się z reguły z urządzenia podnośnego umieszczonego na pontonie o stosunkowo małym zanurzeniu, wyposażonym we własny napęd lub nie posiadającym napędu.



Rys. 4.24. Dźwig pływający
Źródło: [14]

Najważniejszym ich parametrem jest nośność, która może osiągać od kilkuset do kilkunastu tysięcy ton wielokrotne przewyższając nośność lądowych urządzeń podnośnych. Są one realizowane w dwóch wariantach.

Jako dźwig wyposażony w żuraw z ramieniem obrotowym, które może się obracać o 360º; takie dźwigi mają zwykle pokład ładunkowy, na którym mogą transportować ładunki.

Rys. 4.25. Dźwig pływający z żurawiem obrotowym
Źródło: [www. wikipedia]

Jako dźwig z ramieniem wychylnym, które jest zbudowane w kształcie litery ***A*** i której dolne końce zamocowane są przegubowo do pokładu pontonu; umożliwia to wychylanie ramienia do przodu i do tyłu, co pozwalające na podnoszenie i opuszczanie ładunku wspomagane podnoszeniem i opuszczaniem haka. Aby podnieść ładunek, ten rodzaj dźwigu musi zacumować dokładnie przed ładunkiem a przemieszczanie ładunku w bok odbywa się poprzez ruch pontonu.

Rys. 4.26. Dźwig pływający z ramieniem wychylnym
Źródło: [www. wikipedia]

Podnośnym urządzeniem pływającym o jednej z największych na świecie nośności jest dźwig o nazwie SSCV Thialf. Jest on wyposażony w dwa żurawie posiadających możliwość podnoszenia masy łącznej 14.200 t. Stabilizację jego pozycji zapewnoia system DSP (system dynamicznej stabilizacji pozycji) i system cięgnowy oparty na dwunastu kotwicach o masie 22,5 t każda. Platforma , na której znajdują się żurawie posadowiona jest za pomocą podpór na dwóch pływających kadłubach. W czasie przemarszu jej zanurzenie wynosi 12 m ; balastowanie umożliwia jej zanurzenie do głębokości 26,6 m.

Rys. 4.27. Dźwig pływający Thialf
Źródło: [www. wikipedia]

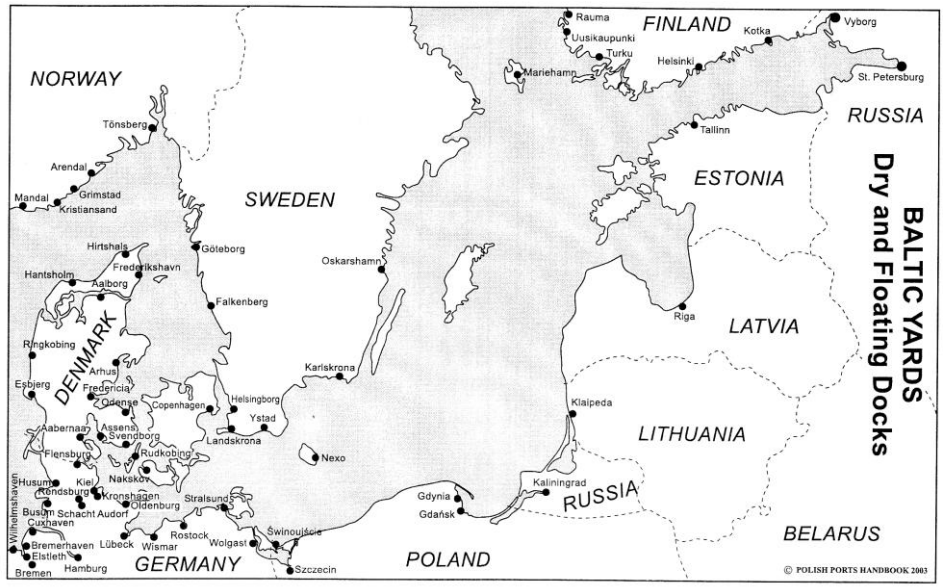
O monumentalności tego dźwigu świadczy również fakt, że posiada on pomieszczenia załogowe dla 742 osób.

Dźwigi pływające z racji swoich możliwości obsługują także przeładunki ładunków ciężkich i ponadgabarytowych.

4.2.2. Lokalizacja morskich stoczni remontowych

Statki, które muszą dokonać remontu a jednocześnie mają bliski dostęp do stoczni remontowych nie tracą czasu na działania polegające na pokonywaniu dużych odległości do miejsc prowadzenia napraw i przynoszące straty finansowe . Morskie stocznie remontowe, podobne jak warsztaty naprawcze innych rodzajów środków transportu muszą być zlokalizowane w pobliżu szlaków żeglownych oraz baz przeładunkowych. Remonty statków morskich prowadzone są w wyniku awarii lub ze względu na wymogi formalne takie jak planowe remonty klasowe realizowane w celu odnowienia klasy statku. O popycie na usługi remontowe świadczy gęstość lokalizacji stoczni remontowych.

W obszarze Bałtyku jest ich co najmniej kilkadziesiąt co obrazuje rysunek 4.28.



Rys. 4.28. Lokalizacja w basenie Morza Bałtyckiego stoczni posiadających doki suche i pływające
Źródło: [18]

Pomiędzy Zachodnią częścią Bałtyku a jego częścią Środkową i Wschodnią zaznacza się wyraźna różnica gęstość położenia stoczni mogących oferować usługi remontowe.

O wyborze miejsca realizacji usług remontowych poza odległością i możliwościami technicznymi stoczni decyduje także cena, czas i jakość wykonanych prac.

5. POLSKIE PORTY I STOCZNIE REMONTOWE

5.1. Polskie porty morskie

Morskie porty polskie w porównaniu do największych portów świata i Europy należą do portów małych. Ich łączne przeładunki w roku 2009 wyniosły około 45 mil ton. Największy udział w tych obrotach w relacjach międzynarodowych polskie porty notują z krajami europejskimi w tym z krajami Unii Europejskiej. Udział w obrotach z tymi ostatnimi w roku 2009 wyniósł 67%. Stan ten potwierdza fakt, że porty polskie pełnią przede wszystkim funkcję portów kabotażowych i portów serwisowych Europy.

Do portów o dużym znaczeniu dla polskiej gospodarki morskiej należą:

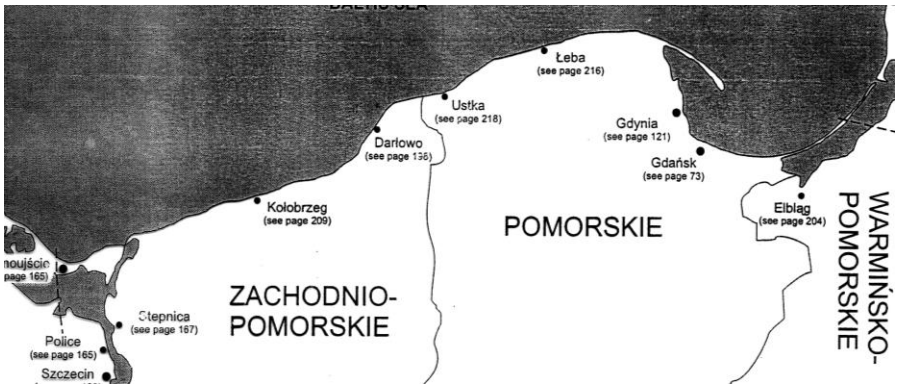
- Port Gdańsk, którego udział w łącznych obrotach przeładunkowych w roku 2009 wyniósł 46,1 %,
- Port Gdynia – o dziale w analogicznych obrotach wynoszącym 25,2 %,
- Port Szczecin i Port Świnoujście – o porównywalnych obrotach wynoszących po 15,5 %,
- Port Police, którego udział w łącznych obrotach w roku 2009 wyniósł 1,8 %.

Udziały w obrotach poszczególnych portów są zmienne ale gradacja portów może się istotnie zmienić po wybudowaniu portu gazowego (LNG) w Świnoujściu.

Udział pozostałych polskich portów w przeładunkach jest praktycznie marginalny. Spośród nich, portami wymienianymi w informatorach gospodarki morskiej figurują przede wszystkim:

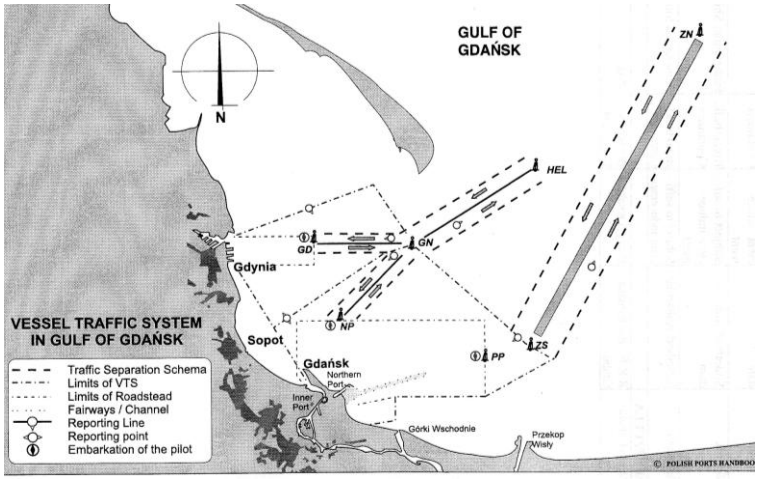
- Port Stepnica,
- Port Kołobrzeg,
- Port Darłowo,
- Port Ustka,
- Port Łeba,
- Port Elbląg.

Poza Stepnicą i Elblągiem, są to porty polskiego Wybrzeża Środkowego. Ich położenie a także położenie portów Wybrzeża Wschodniego i Zachodniego przedstawia rysunek 5.1.



Rys. 5.1. Położenie polskich portów morskich
Źródło: [18]

Dwa największe porty Wybrzeża Wschodniego tj. Port Gdańsk i Port Gdynia położone są nad Zatoką Gdańską. Do portów tych prowadzą dwa tory podejściowe.

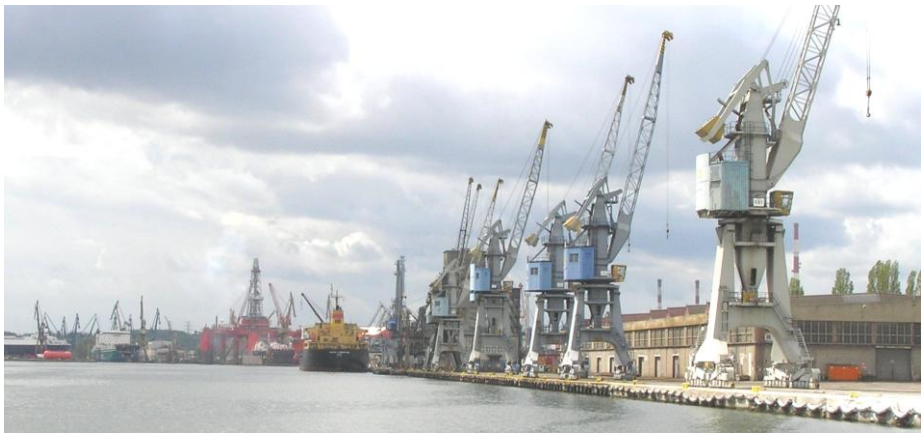


Rys. 5.2. Tory podejściowe Portów Gdańsk i Gdynia
Źródło: [18]

Jeden wspólny tor a następnie po rozgałęzieniu prowadzi do Portu Gdyni I portu wewnętrznego Portu Gdańsk zwanego Nowym Portem; drugi do gdańskiego portu zewnętrznego tj. do Portu Północnego. Ze względu na dużą głębokość Zatoki Gdańskiej (dochodzącą do 100 m), tory te nie wymagają pogłębiania. Ich naturalne głębokości są wystarczające, by mogły stanowić drogę wodną dla największych statków zawijających do Gdyni i Gdańska.

Port Gdańsk

Nowy Port (Inner Port) portu gdańskiego leży nad ujściowym odcinkiem Martwej Wisły do Zatoki Gdańskiej.



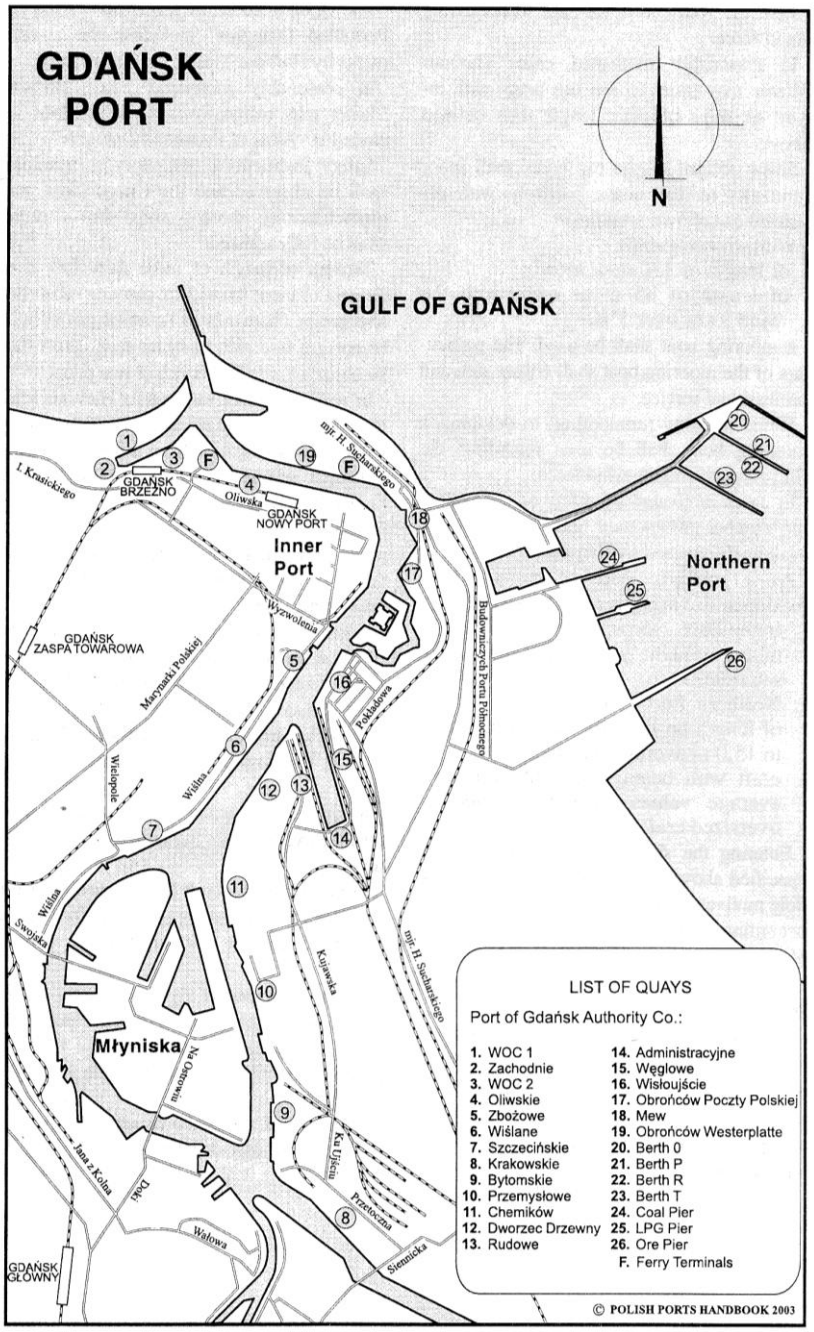
Rys. 5.3. Nabrzeża portu usytuowane w korycie Martwej Wisły
Źródło: [wikipedia}

Jego powierzchnię tworzy 653 ha terytorium i 412 ha akwatorium. Do tego portu mogą wpływać statki o długości do 225 m i zanurzeniu 10,2 m. Tym statkom służy obrotnica o średnicy 303 m. Na podstawie specjalnego zezwolenia Kapitanatu Portu długość statków obsługiwanych przez port może osiągać 280 m.

W Porcie Północnym - mogą być obsługiwane statki o długości do 330 m i zanurzeniu 15 m na co zezwalają nabrzeża usytuowane na pirsach otwartego morza.

Rys. 5.4. Pirsy Portu Północnego
Źródło: [wikipedia]

Ogólny plan Portu Gdańsk przedstawia rysunek 5.5.



Rys. 5.5. Plan Portu Gdańsk

Źródło: [18]

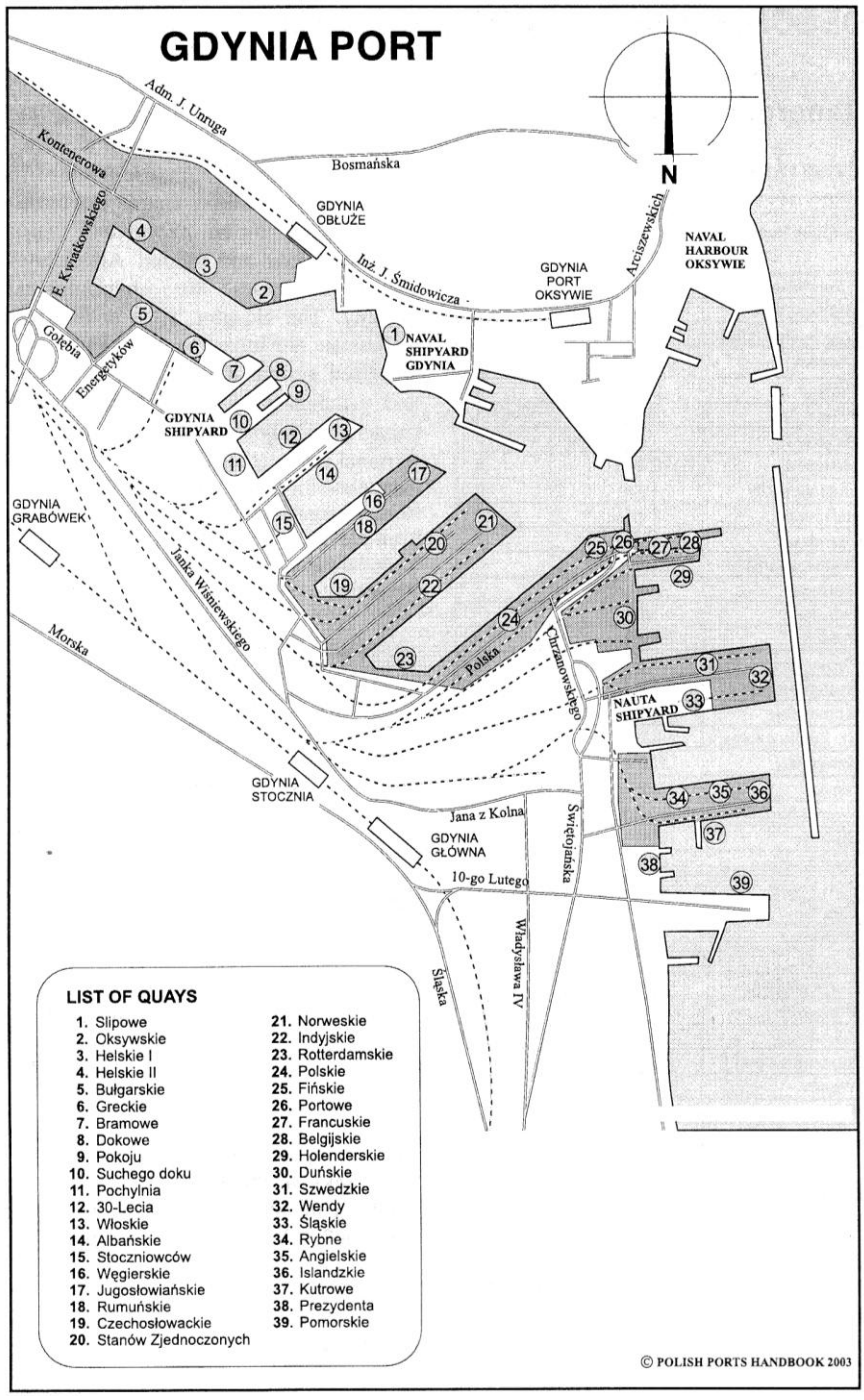
Port Gdynia

Port w Gdyni jest portem otwartego morza usytuowanym na zachodnim brzegu Zatoki Gdańskiej. Całkowita jego powierzchnia wynosi 755 ha z czego 492 ha stanowi terytorium portu. Nabrzeża przeładunkowe tego portu rozciągają się na długości około 10 000 m.

Rys. 5.6. Widok na falochron. Panorama portu
Źródło: [wikipedia]

Głębokość przy nabrzeżach przeładunkowych waha się od 6,5 do 13,0 m. Stąd statki wpływające do tego portu mogą mieć maksymalne zanurzenie nie przekraczające 12,5 m. Ich długość nie powinna przekraczać 300 m.

Port gdyński jest jedynym portem morskim w Polsce, który nie leży w ujściu rzecznym. Jego akwatorium jest oddzielone od wód Zatoki Gdańskiej specyficznymi falochronami wyspowymi. Wynika to z faktu, że falowanie wiatrowe a szczególnie fale sztormowe nie pojawiają się zbyt często z kierunku wschodniego.
W akwatorium oddzielonym od morza falochronem znajdują się inni jego użytkownicy. Swoje obiekty hydrotechniczne na tym obszarze wodnym posiada Stocznia Gdynia. Są to dwa suche doki a także nabrzeża wyposażeniowe. Również Stocznia Remontowa „Nauta" jest użytkownikiem akwatorium z tytułu posiadania doków pływających i nabrzeży remontowych. Mieści się tam również baza Polskiej Marynarki Wojennej , która jest użytkownikiem basenów i nabrzeży Portu Oksywie.



Rys. 5.7. Konfiguracja akwatorium Portu Gdynia
Źródło: [178

Wspólną cechą pierwszych dwóch portów Wybrzeża Środkowego tj. Łeby i Ustki jest fakt ich położenia na terytorium regionu Pomorskiego.

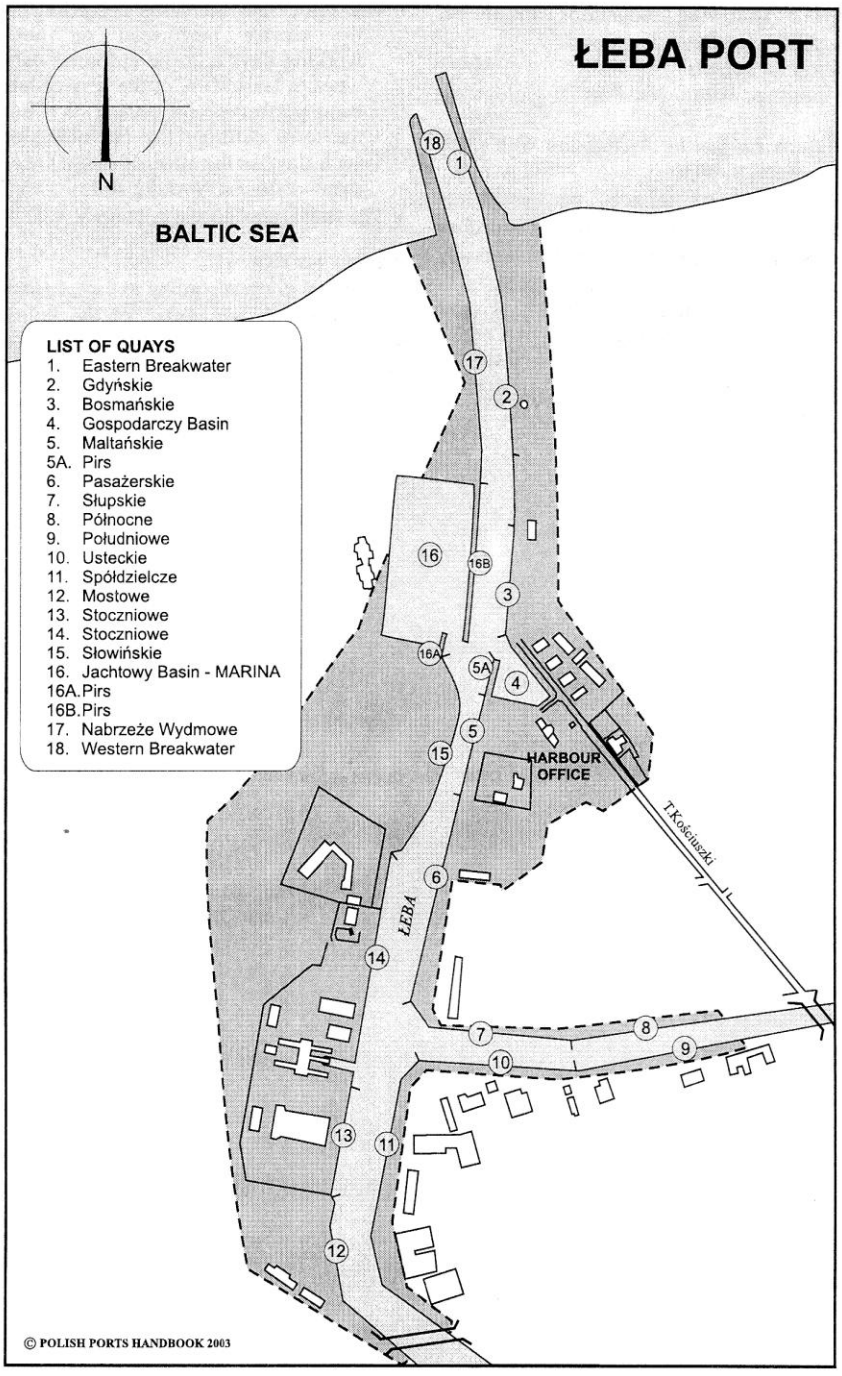
Port Łeba

Port Łeba, tak jak wszystkie pozostałe porty , usytuowany jest w ujściowym odcinku pomorskiej rzeki Łeby. Rzeka ta nie tworzy dobrych naturalnych warunków akwatorium portowego, którego głębokość wynosi 4 m. Ogranicza ona zanurzenie obsługiwanych w tym porcie statków do wartości 2,5 m. Natomiast ich długość nie może przekraczać 50 m. Wejście do portu większych statków musi być każdorazowo uzgadniane z Kapitanatem Portu.

Ze względu na ograniczenia wymiarowe statków mogących wchodzić do Łeby, są w tym porcie obsługiwane przede wszystkim statki rybackie i turystyczne.

Rys. 5.8. Statki przy nabrzeżu Portu Łeba
Źródło: [wikipedia]

Stąd występuje specjalizacja basenów , w tym basenu jachtowego oraz nabrzeży, które usytuowane są wzdłuż brzegów rzeki Łeby na 1300 metrach jej długości od ujścia. Obrazuje to plan portu zamieszczony na rysunku 5.9.

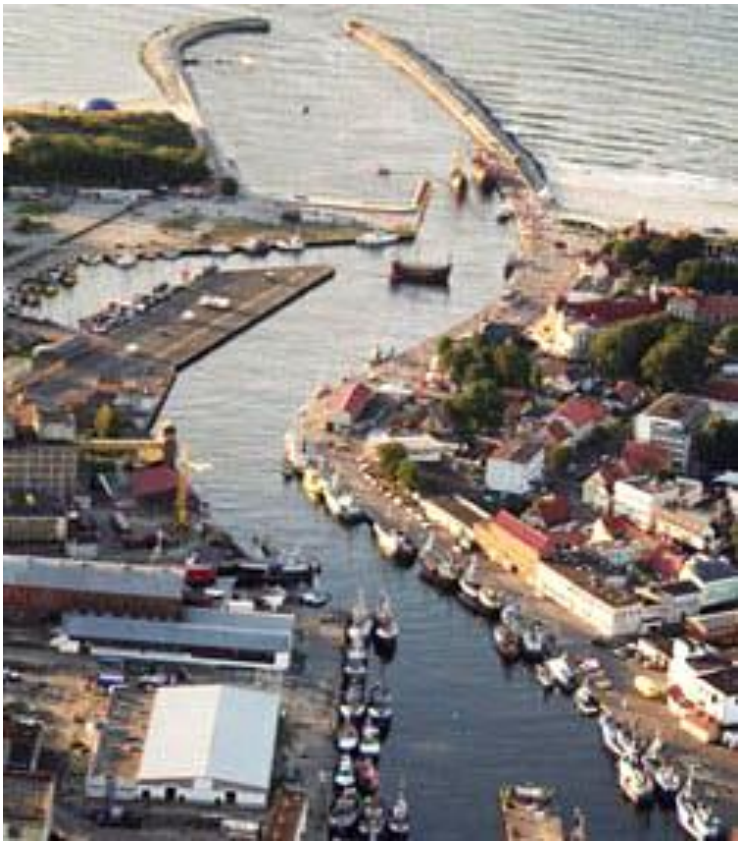


Rys. 5.9. Plan Portu Łeba
Źródło: [18]

Port Ustka.

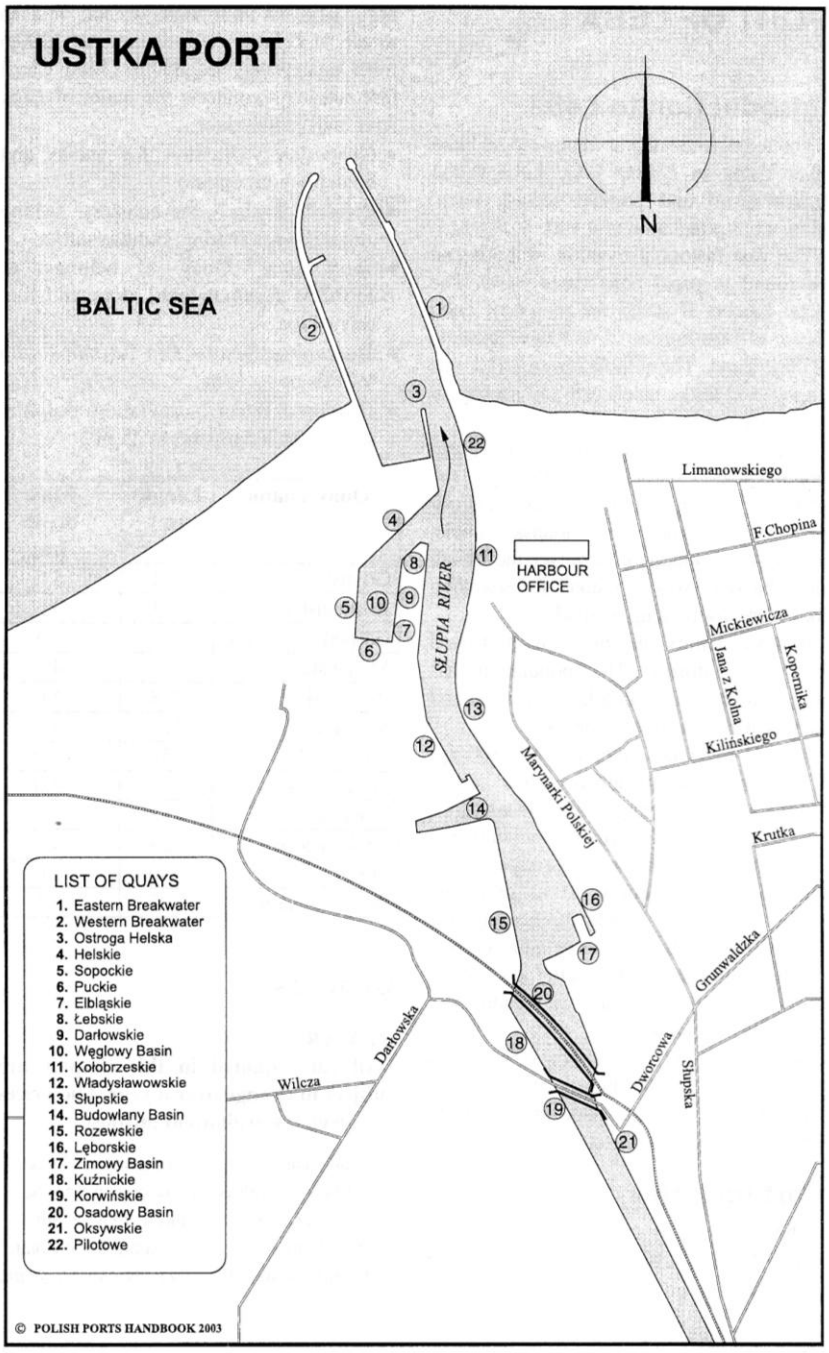
Port Ustka leży nad ujściowym odcinkiem rzeki Słupia. Ten port obsługuje nie tylko statki rybackie i turystyczne ale także statki towarowe. Rzeka Słupia , która jest jedną z większych rzek Pomorza, sprawia, że głębokość portu sięga 6 m. Umożliwia ona wchodzenie do tego portu statkom o zanurzeniu 4,5 m. Ich długość może osiągać 58 m a szerokość 11,5 m przy szerokości akwatorium wynoszącej 28 m.

Port Ustka posiada 822 m nabrzeży z czego 586 m pełni funkcję nabrzeży przeładunkowych.



Rys. 5.10. Widok na akwatorium Portu Ustka
Źródło: [www. project. gorzów.pl]

Konfiguracja portu obejmuje również dwa baseny: Budowlany i Węglowy. Długość akwatorium portu jest ograniczona przez mosty uwidocznione na planie portu (rys. 5.11).



Rys. 5.11. Plan Portu Ustka
Źródło: [18]

Kolejne dwa porty Wybrzeża Środkowego znajdują się już w regionie Zachodniopomorskim. Są nimi: Port Darłowo i Port Kołobrzeg.

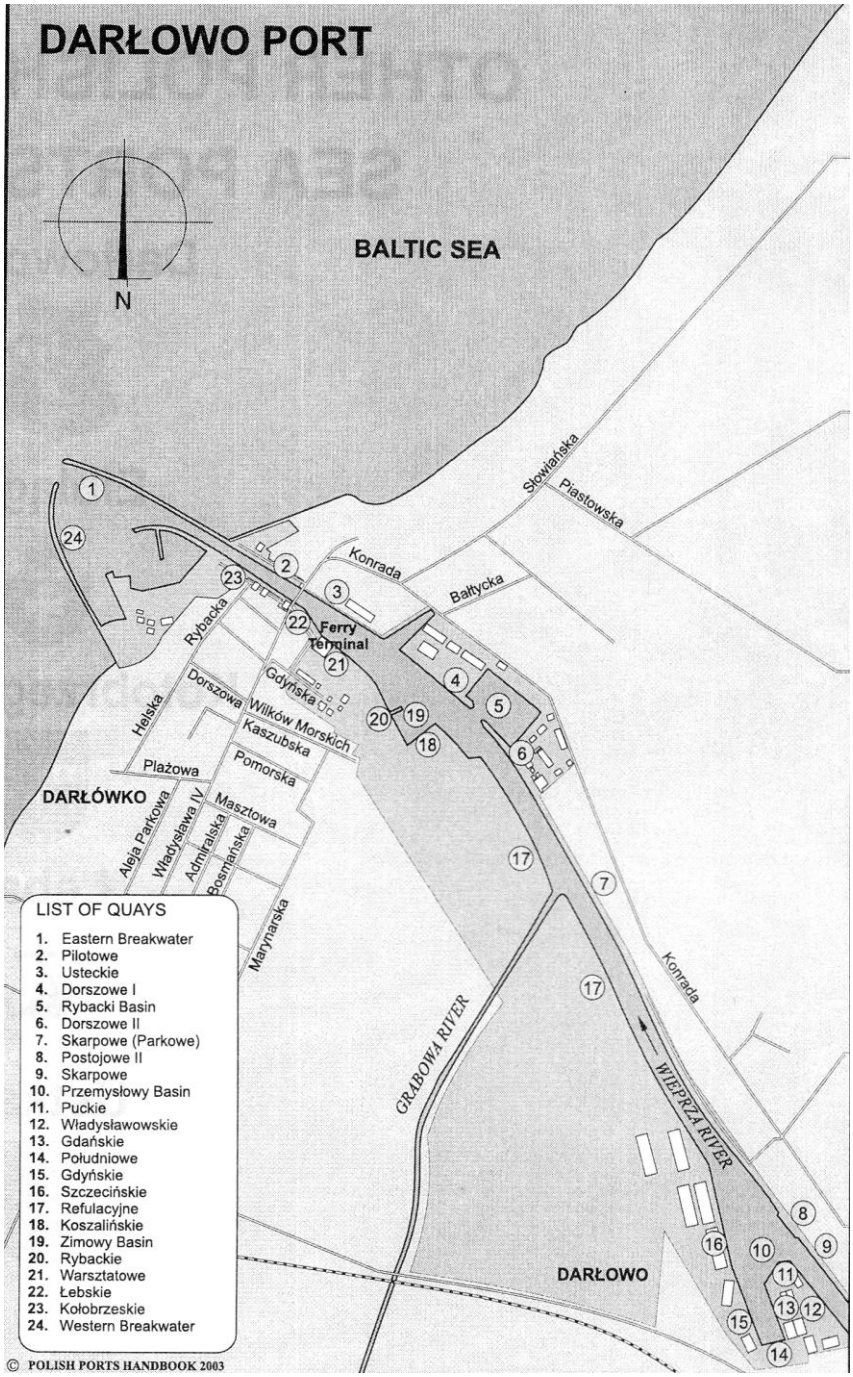
Port Darłowo

Port Darłowo leży w ujściowym odcinku rzeki Wieprzy. Warunki hydrologiczne tej rzeki są podobne jak warunki rzeki Słupi przepływającej przez Ustkę. Głębokość akwatorium portowego w Darłowie wynosi od 4 do 5 m. Nieco głębszy, bo osiągający 7 m jest tor podejściowy tego portu. Szerokość akwatorium portowego waha się od 38 m (w główkach falochronu) do 23 m – w głębi portu.

Długość zawijających tu jednostek może osiągać 75 m , szerokość - do 12 m a zanurzenie - do 4 m. Dobijają one do nabrzeży, które są usytuowane w dwóch obszarach: Darłówka , zlokalizowanego w bezpośredniej bliskości falochronu i oddalonego od wejścia portowego o 2,3 km – Darłowa.

Rys. 5.12. Widok na Darłówko
Źródło: [www. darlowko.pl]

Akwatorium Darłówka jest przedzielone przesuwną kładką dla pieszych łączących oba brzegi w odległości 600 m od wejścia do portu. W Darłówku obsługiwane są przede wszystkim statki rybackie; w Darłowie – statki turystyczne i towarowe. Obroty towarowe Darłowa - podobne do tych w Ustce – sięgają od kilku do kilkudziesięciu tys. ton rocznie. Przeładunków dokonuje się w południowej części portu, która jest powiązana z dowozowo – odwozową infrastrukturą drogową i kolejową zaznaczoną na planie Portu.



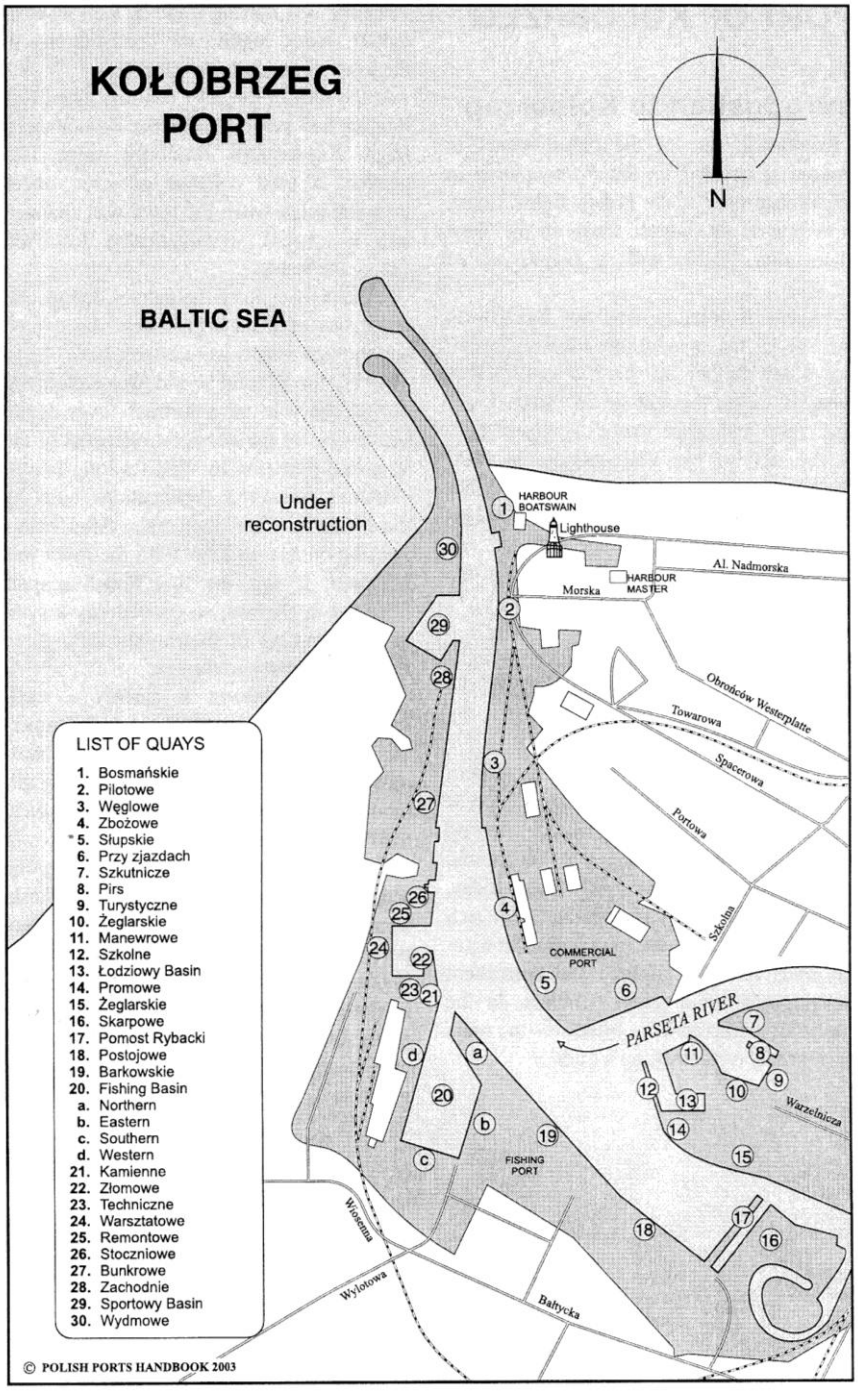
Rys. 5.13. Plan Portu Darłowo
Źródło: [18]

Port Kołobrzeg

Kołobrzeski port jest największym spośród portów Wybrzeża Środkowego. Jego akwatorium tworzy rzeka Parsęta determinująca głębokość tego akwenu a tym samym ograniczająca zanurzenie statków do wartości 4,5 m. Statki wpływające do Kołobrzegu mogą mieć długość do 75 m. Są nimi z reguły statki towarowe o ładowności sięgającej 1500 t. Oprócz statków towarowych w Kołobrzegu są obsługiwane statki rybackie, turystyczne a także okręty Marynarki Wojennej RP i Straży Granicznej.

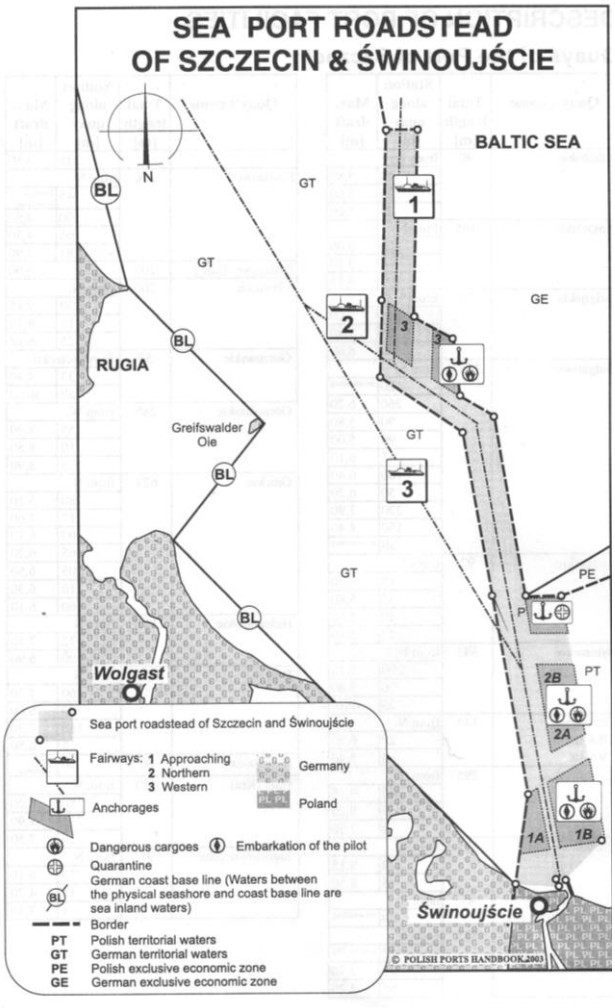
Rys. 5.14. Widok na nabrzeża Portu Kołobrzeg
Źródło: [www. wikipedia}

Port Kołobrzeg posiada pięć basenów, z których największy – Basen Rybacki – ma powierzchnię wynosząca 15 tys. m². Pozostałe baseny noszą nazwy: Sportowego, Jachtowego, Remontowego i Łodziowego. Nabrzeża portu mają łącznie 786 m długości z czego część - na prawym brzegu - przeznaczona jest do obsługi pasażerów i ładunków. Masa przeładowywanych ładunków w Porcie Kołobrzeg wynosi od 100 do 200 tys. ton rocznie. Jest ona dowożona i wywożona z portu transportem drogowym i kolejowym. Przebieg portowych bocznic kolejowych widoczny jest na Planie Portu.



Rys. 5.15. Plan Portu Kołobrzeg
Źródło: [18]

Pozostałe porty regionu Zachodniopomorskiego tj. Port Świnoujście, Stepnica, Police i Szczecin cechują się tym, że ich wspólną drogę wodną tworzy tor podejściowy przebiegający przez Zatokę Pomorską a ich akwatoria są tworzone przez estuarium Odry.

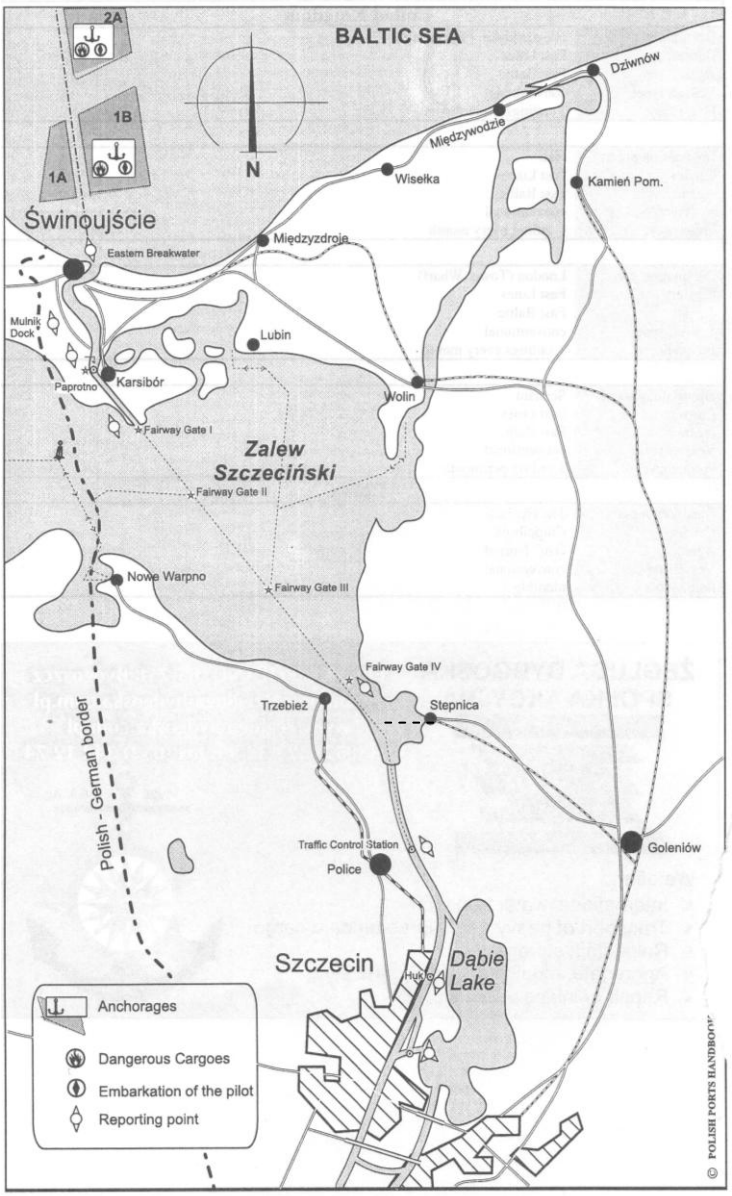


Rys. 5.16. Tor podejściowy na Zatoce Pomorskiej.
Źródło: [18]

Wzdłuż toru podejściowego usytuowane są kotwicowiska przeznaczone dla statków zmierzających do wszystkich wyżej wymienionych portów.

Dla Portu Świnoujście ten tor jest torem podejściowym bezpośrednim łączącym się z jego akwatorium . Do pozostałych portów tory podejściowe prowadzą

przez wody mające status morskich wód wewnętrznych, do których należą: Cieśnina Świny, Kanał Mieliński, Kanał Piastowski , Zalew Szczeciński)na którym znajduje się tor podejściowy do Stepnicy), Roztoka Odrzańska i Odra tworząca tor podejściowy do Polic i Szczecina.



Rys. 5.17. Obszar wód morskich wewnętrznych
Źródło: [18]

Port Świnoujście

Port Świnoujście usytuowany jest w północnym obszarze Cieśniny Świny tworzącej jego akwatorium. Terytorium portu znajduje się na wyspie Wolin i wyspie Uznam. Z akwatorium portu handlowego na rzecz Marynarki Wojennej RP został wyłączony Basen Węglowy i Basen Zimowy a na rzecz baz NATO – Basen Południowy.

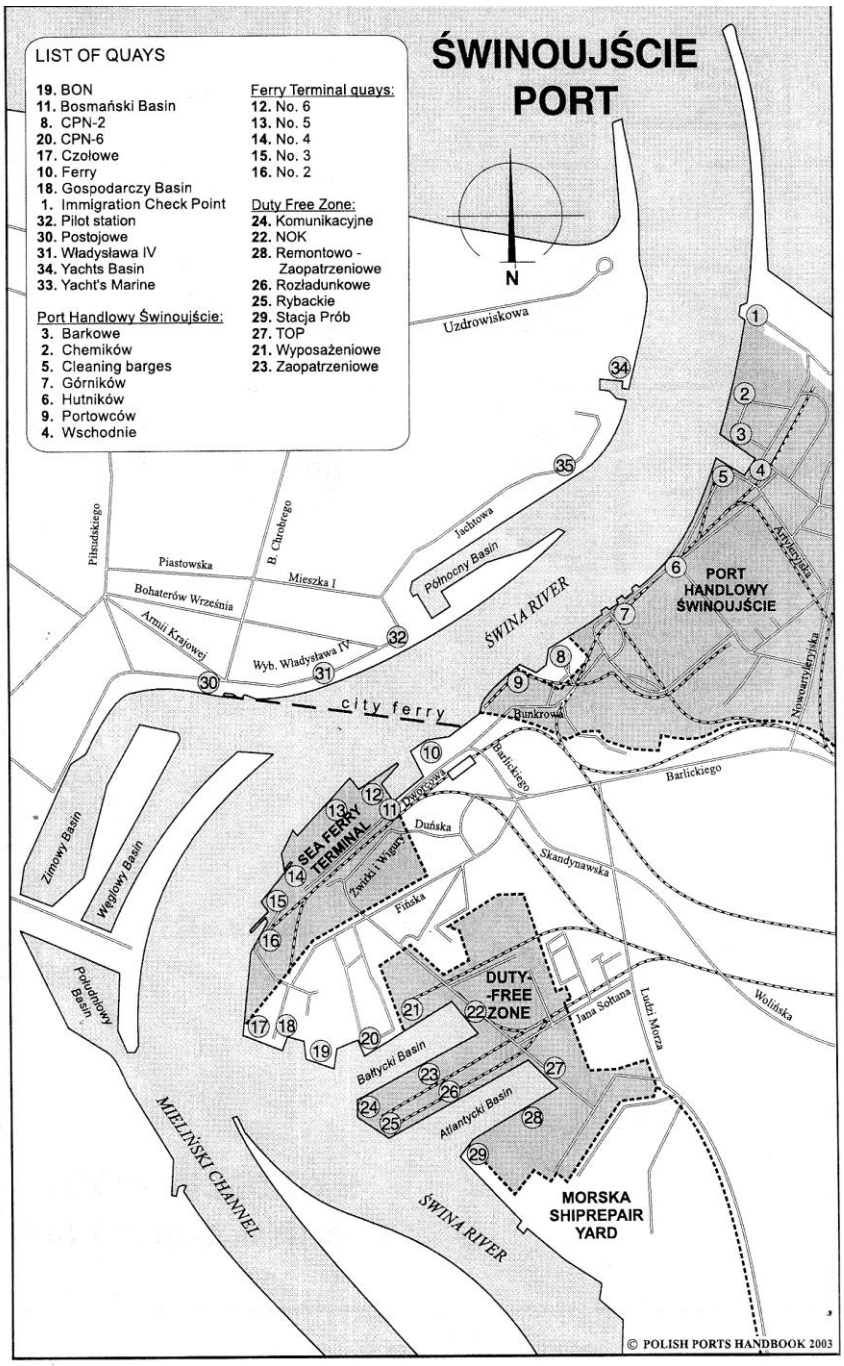
Do portu mogą zawijać statki o maksymalnej długości 270 m, maksymalnej szerokości 42, m oraz maksymalnym zanurzeniu wynoszącym 13,2 m. W porcie znajdują się nabrzeża przeładunkowe o łącznej długości 5.000 m wyspecjalizowane w przeładunku ładunków masowych – w tym węgla i ładunków chemicznych , terminal kontenerowy i pasażersko – towarowy terminal promowy. Ma tutaj miejsce także przystań rybacka i przystań jachtowa.

Rys. 5.18. Widok na nabrzeża przeładunków masowych.
Źródło: [www. wikipedia]

Masa ładunków obsługiwanych przez ten port waha się od 8 – 10 mil. ton w skali rocznej. Istotne dla portu są także przewozy promowe. Ładunki znajdujące się na naczepach samochodowych lub na platformach kolejowych przemieszczane są technika toczną.

Utrudnieniem w ruchu statków zawijających do Świnoujścia i pozostałych portów tego obszaru jest miejski ruch promowy, realizowany pomiędzy lewym i prawym brzegiem Świny.

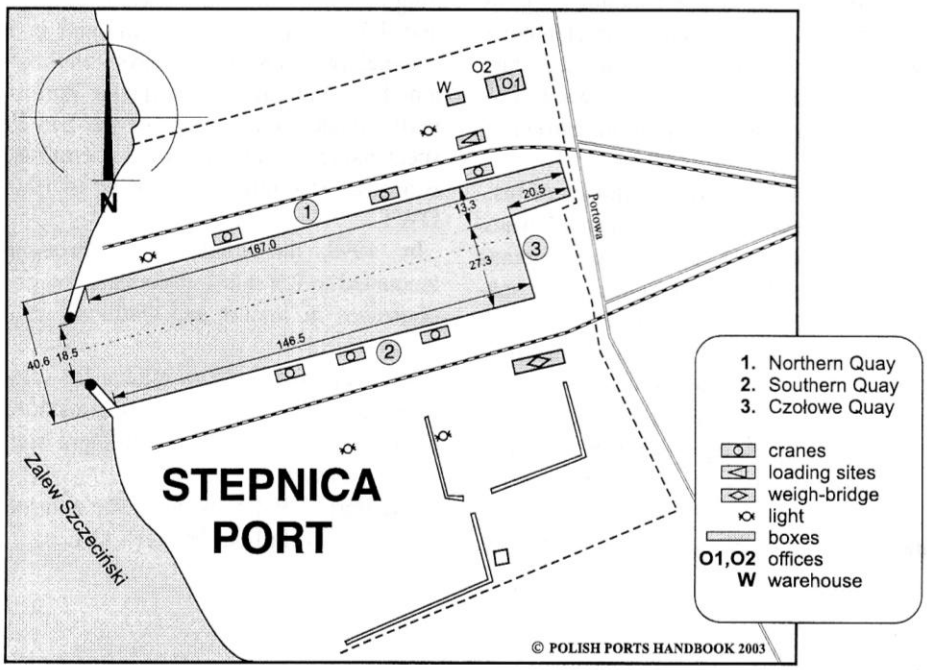
Powstający (i nie wykazany na planie portu) terminal LNG, zlokalizowany jest na prawym brzegu Świny. Podobnie jak Port Północny w Gdańsku, będzie on portem zewnętrznym Świnoujścia a statki do niego zawijające będą mogły być zanurzone do głębokości 13,5 m, osiągając tym samym ładowność rzędu 150 tys. ton.



Rys. 5.19. Plan Portu Świnoujście
Źródło: [18]

Port Stepnica

Port Stepnica jest portem jedno - basenowym, którego akwatorium tworzą wody Zalewu Szczecińskiego. Do tego portu prowadzi tor podejściowy, stanowiący odgałęzienie głównego toru Świnoujście – Police – Szczecin. Nabrzeża przeładunkowe basenu portowego mają 160 i 146 m długości a szerokość basenu wynosi 40 m. Nabrzeże czołowe o długości 27 m przeznaczone jest do cumowania jednostek technicznych. Głębokość basenu przy nabrzeżach ma około 3,5 m . Do Portu Stepnica mogą zawijać statki o długości 75 m i szerokości 13 m. Port obsługuje głównie statki towarowe, a jego przeładunki roczne osiągają wartości kilkudziesięciu tysięcy ton (30 tys. t w roku 2008) w dużej części stanowiące produkty rolne. Z lądową infrastrukturą transportową port jest powiązany drogami kołowymi oraz nieużywaną linią kolei wąskotorowej., łączącej ten port z węzłem kolejowym Goleniowa. Plan portu przedstawia rysunek 5.20.



Rys. 5.20. Plan Portu Stepnica
Źródło: [18]

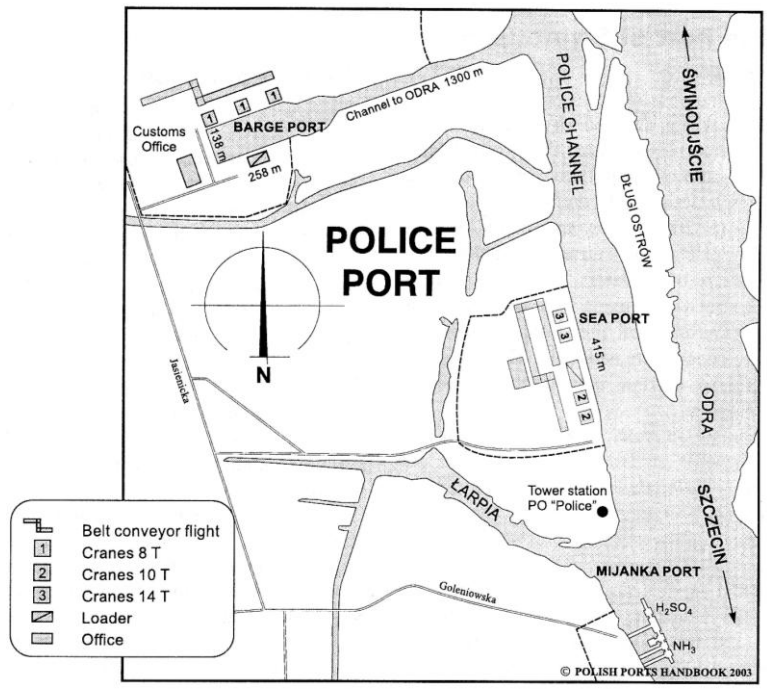
Port Police

Akwatorium Portu Police tworzone jest przez rzekę Odrę (Domiążę). Port tworzą dwa obszary: Port Morski i Port Mijanka. Roczne przeładunki portu osiągają wartość od 2 – 3 mil ton..

Nabrzeże załadunkowo - wyładunkowe Portu Morskiego ma 415 m długości i 12,5 m głębokości. Może ono obsługiwać statki o długości 200 m i zanurzeniu 9,15 m.

Nabrzeże Portu Mijanka - przeznaczone do przeładunków ładunków płynnych (amoniaku, kwasu siarkowego) – ma długość 200 m a jego głębokość eksploatacyjna wynosi 8,4 m. Przy tym nabrzeżu mogą być obsługiwane statki o długości do 140 m i zanurzeniu 7 – 7,5 m.

W granicach Portu Police znajduje się także Port Barkowy. Odcinkowa długość nabrzeży jego basenu wynosi 258m i 138m a głębokość przy nich sięga 4,5m Chociaż jest przeznaczony przede wszystkim do obsługi taboru śródlądowego może również obsługiwać statki morskiej żeglugi bliskiego zasięgu.



Rys. 5.21. Plan Portu Police
Źródło: [18]

Port Szczecin

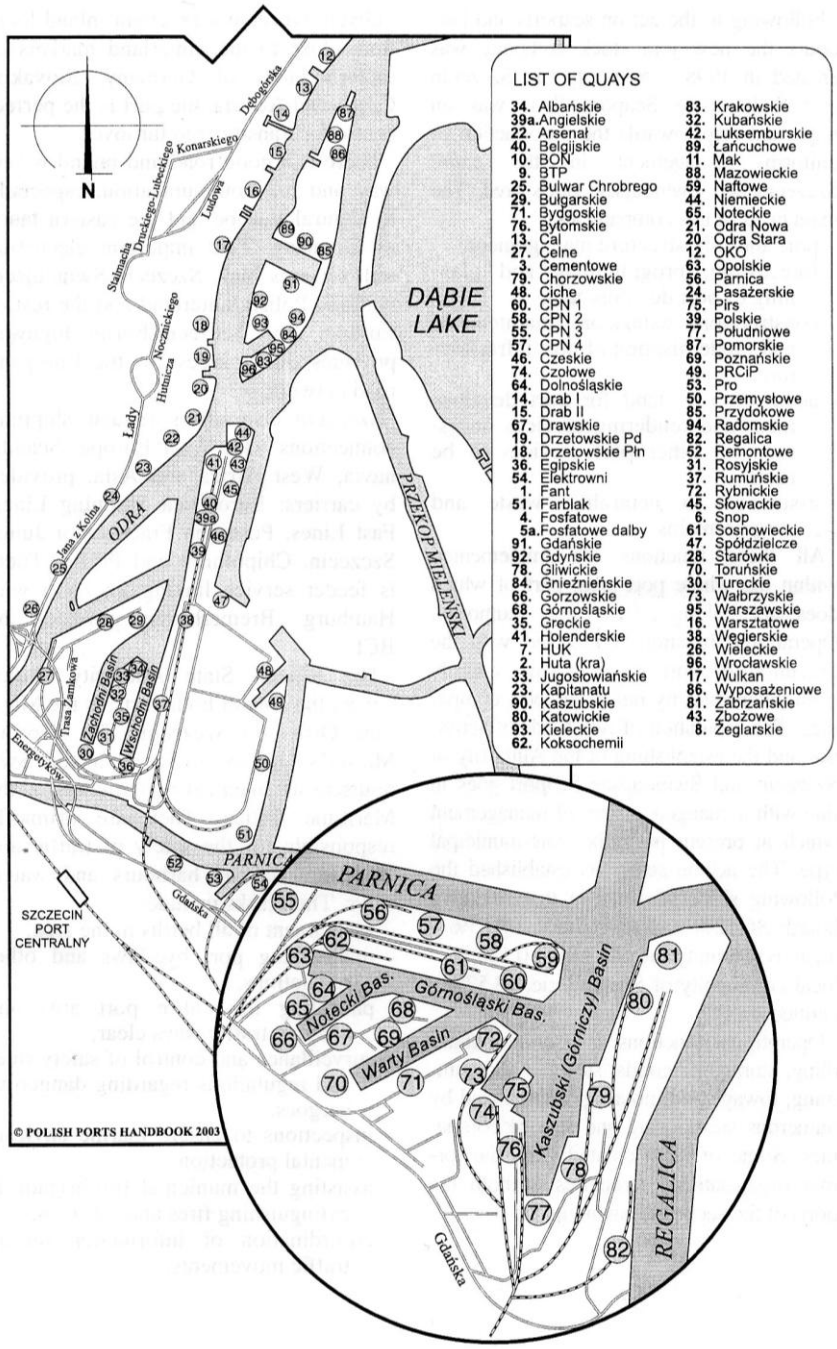
Port Szczecin znajdujący się w odległości 65 km na południe od Zatoki Pomorskiej rozlokowany jest na Międzyodrzu pomiędzy dwoma odnogami Odry: Odrą Zachodnią i Regalicą. Jego akwatorium tworzy Odra Zachodnia, Regalica a także liczne kanały, m.in. Przekop Mieleński, Kanał Grabowski, Duńczyca, Kanał Wrocławski, Parnica, Kanał Dębicki i Kanał Grodzki. Wody te – podobnie jak wody Zalewu Szczecińskiego – mają status wód morskich wewnętrznych, których południowa granica przebiega na wysokości odrzańskiego mostu Trasy Zamkowej oraz przez ujściowe cieśniny jeziora Dąbie. Dodatkowo akwatoria portu tworzą liczne baseny w tym: Basen Kaszubski (Górniczy), Basen Warty, Basen Notecki, Górnośląski, Zachodni i Wschodni. Łączna długość nabrzeży przeładunkowych portu zlokalizowanych wzdłuż kanałów i basenów wynosi 15.000 m a głębokość przy nabrzeżach waha się od 4,6 do 10,5 m. Specyficznymi terminalami Portu Szczecin są: terminal zbożowy z elewatorem Ewa, terminal kontenerowy, terminal paliw płynnych czy terminal węglowy. Masa ładunków przeładowywanych rocznie w tym porcie wynosi od 8 do 10 mil t.

Rys. 5.22. Panorama Portu Szczecin
Źródło: [www. wikipedia]

Do Szczecina mogą zawijać statki o długości do 215 m i szerokości 31 m, Jeżeli zanurzenie statków osiąga wartość maksymalną dla tego portu tj. 9,15 m to ich długość nie powinna przekraczać 160 m. Ładowność największych statków zawijających do Szczecina osiąga 30 tys. ton.

Ze względu na skomplikowana konfigurację portu (rys. 4.40) w porcie tym znajduje się aż 9 obrotnic o średnicach od 120 do 300 m.

Port jest dobrze skomunikowany z transportowym zapleczem lądowym poprzez drogi kołowe i kolejowe a także poprzez Odrzańską Drogę Wodną.



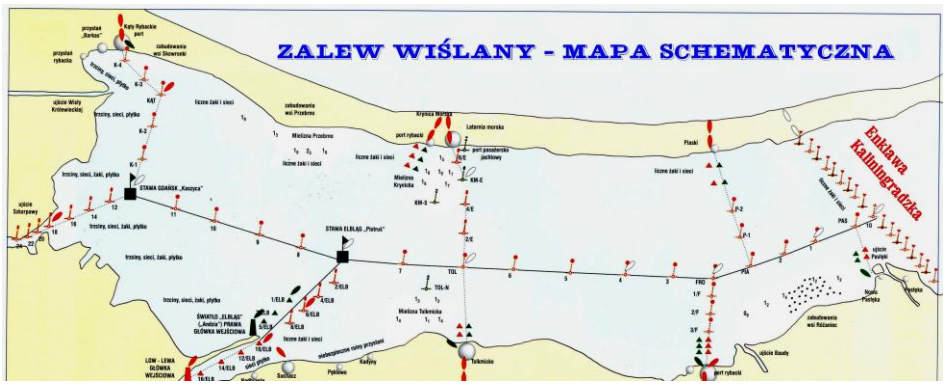
Rys. 5.23. Plan Portu Szczecin
Źródło: [18]

Port Elbląg

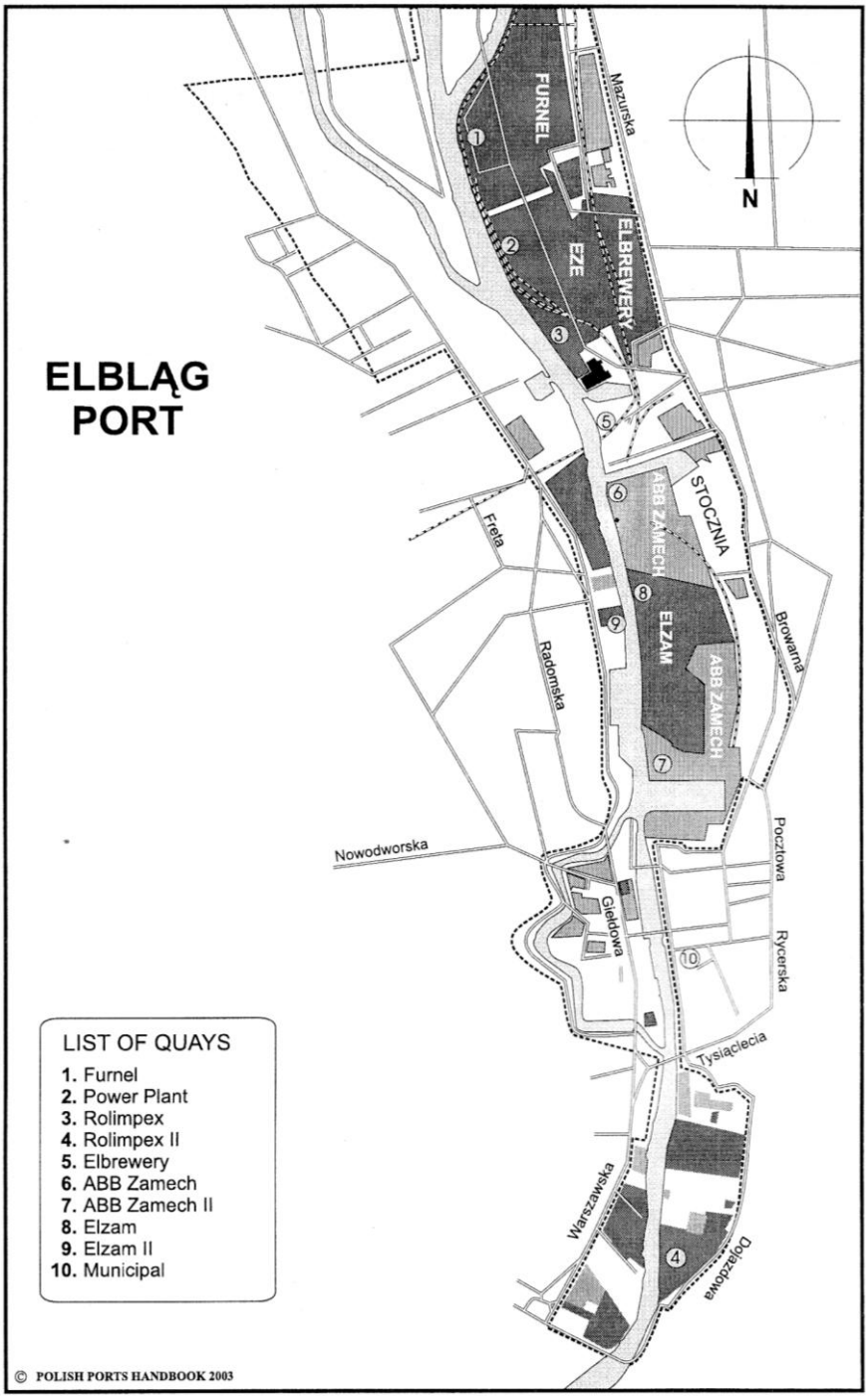
Port Elbląg jest jeszcze jednym portem Wybrzeża Wschodniego położonym w regionie Warmińsko – Mazurskim nad Zalewem Wiślanym. Jego niewielkie znaczenie dla gospodarki wynika z ograniczeń tworzonych przez uwarunkowania batymetryczne Zalewu Wiślanego (mającego status wód morskich wewnętrznych) oraz z ograniczeń dostępu zewnętrznego do tego portu z akwenu Zatoki Gdańskiej. Jest on utrudniony poprzez konieczność pokonywania rosyjskich wód terytorialnych w tym Cieśniny Pilawskiej.

Port Elbląg leży nad rzeką Elbląg 6 km od jej ujścia do Zalewu Wiślanego. Nabrzeża przeładunkowe rozlokowane wzdłuż tej rzeki mają 2500 m. Przy tych nabrzeżach mogą cumować statki rybackie turystyczne i towarowe. Teoretycznie mogą się one charakteryzować długością sięgającą 90 m i szerokością do 16 m . Ale niewielka bo wynosząca 2 – 2,5 m głębokość akwatorium tego portu ogranicza znakomicie ich zanurzenie (do 2,2 m) a tym samym ich ładowność. Stąd przeładunki Portu Elbląg pod koniec pierwszej dekady XXI wieku wynosiły rocznie po kilka tysięcy ton.

Należy jednak zauważyć, że Elbląg jest jedynym portem morskim, którego akwatorium łączy się bezpośrednio z basenami przeładowni wielu znaczących zakładów przemysłowych. Jeżeli uwarunkowania nawigacyjne Zalewu Wiślanego ulegną poprawie a także powstanie kanał łączący Zalew z Zatoką Gdańska (przecinający Mierzeje Wiślaną) , to sytuacja Portu Elbląg ulegnie zdecydowanej poprawie.



Rys. 5.24. Mapa szlaków żeglownych Zalewu Wiślanego
Źródło: [ze zbiorów Jerzego Kulliskiego]



Rys. 5.25. Plan Portu Elbląg
Źródło: [18]

5.2. Morskie stocznie remontowe

Remonty kadłubów statków i ich wyposażenia prowadzone są przez kilkanaście polskich przedsiębiorstw. Lecz tych, które są wyposażone w duże urządzenia spustowo podnośne (tj. doki pływające) są tylko cztery.

Należy do nich:

- Gdańska Stoczni „Remontowa" S.A.,
- „Nauta" Stocznia Remontowa S.a.,
- Morska Stocznia Remontowa S.A.,
- Stocznia Remontowa „Gryfia" S.a.

Gdańska Stocznia „Remontowa" S.A.

Gdańska Stocznia Remontowa postrzegana jest jako największa polska stocznia remontowa. Podstawowy zakres jej działalności obejmuje remonty statków. Ale prowadzi ona również przebudowy statków i budowy nowych jednostek pływających a także obiektów offshore.

W skład podstawowych remontowych obiektów technologicznych tej stoczni wchodzą:

- doki pływające,
- ponton dokowy o nośności 800 t,
- żuraw pływający REM – 220 o nośności 220 t,

a także nabrzeża remontowe uzbrojone w żurawie.

Charakterystykę doków pływających Stoczni Gdańskiej zawiera tabela 5.1.

Tabela 5.1

Charakterystyka eksploatacyjna doków pływających w/g stanu na rok 2010

Numer	Nośność doku [t]	Długość doku [m]	Nośność statku [DWT]
1	6.400	136,0	8.000
2	9.000	164,0	18.000
3	15.000	189,4	50.000
4	25.000	225,0	85.000
5	33.000	255,0	135.000

Źródło: [www. meritime.com]

Poza w/w urządzeniami hydrotechnicznymi stocznia dysponuje także pochylnią o długości 160 m i szerokości 33 m wykorzystywaną do budowy nowych jednostek.

„NAUTA" S.A. Stocznia Remontowa

Stocznia „Nauta" swoją działalność prowadzi w Gdyni w oparciu o akwatorium portu gdyńskiego. Stocznia oferuje remonty a także przebudowy statków. W jej dyspozycji znajdują się - scharakteryzowane w tabeli 5.2 - doki pływające i nabrzeża uzbrojone w żurawie.

Tabela 5.2

Charakterystyka eksploatacyjna doków pływających w/g stanu na rok 2010

Nr doku	Nośność doku [t]	Długość doku [m]	Szerokość doku [m]
1	1.200	76,0	13,0
2	3.500	120,0	18,0
3	4.500	135,0	21,0
Ponton dokowy	600	60,0	12,4

Źródło: [www. meritime.com]

Liczne nabrzeża remontowe osiągają łączną długość ponad 1000 m; najdłuższe z nabrzeży ma 225 m. Umożliwiają one prowadzenie równoczesnych remontów na kilku jednostkach z wykorzystaniem żurawi o nośności od 1,5 do 20ton.

Morska Stocznia Remontowa S.A.

Morska Stocznia Remontowa – w skrócie określana jako MSR – swoją siedzibę ma w Świnoujściu. W zakres działalności tej stoczni wchodzą: remonty statków, przebudowa statków oraz wykonawstwo konstrukcji offshore. Dla realizacji swoich czynności MSR dysponuje dwoma dokami pływającymi (tabela 5.3).

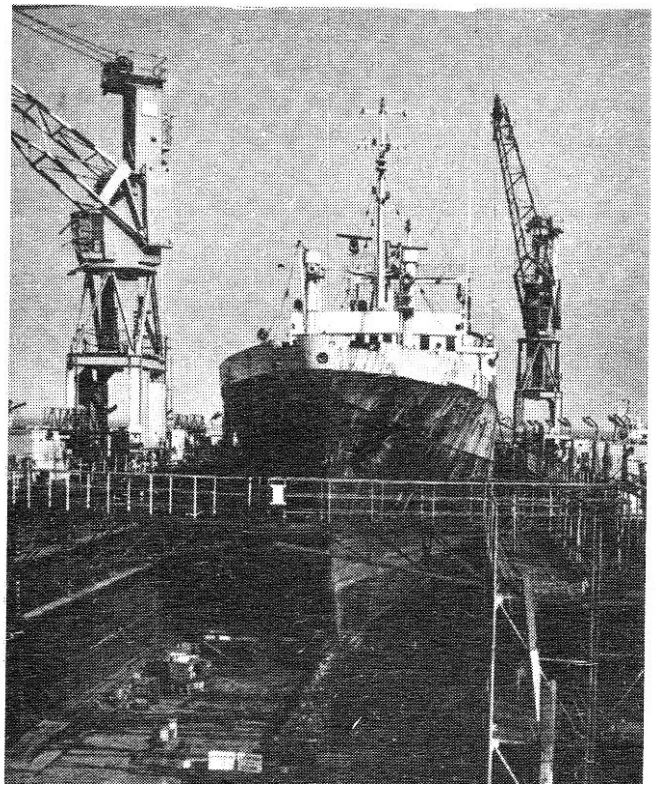
Tabela 5.3

Charakterystyka eksploatacyjna doków pływających w/g stanu na rok 2010

Nr doku	Nośność doku [t]	Długość doku [m]	Szerokość doku [m]
1	3.500	110,0	18,5
2	4.500	118,0	19,8

Źródło: [www. meritime.com]

Każdy z doków pływających wyposażony jest w dwa żurawie o nośności po 5,0 t i po 6,3 t. Stocznia dysponuje również nabrzeżem remontowym o łącznej długości 700 m uzbrojonym w żurawie o nośności od 8 – 20 t.



Rys. 5.26. Żuraw na baszcie doku pływającego
Źródło: [13]

Szczecińska Stocznia Remontowa „Gryfia" S.A.

Szczecińska „Gryfia" oferuje pełny zakres remontów wszystkich rodzajów statkówo długości do 225 m. Dorównuje więc pod tym względem Gdańskiej Stoczni Remontowe. Oferta stoczni szczecińskiej zawiera także budowę nowych statków o długości do 100 m i przebudowy statków. Stocznia dysponuje czterema dokami pływającymi i trzema pontonami dokowymi. Ich charakterystykę zawiera tabela 5.4.

Tabela 5.4

Charakterystyka eksploatacyjna doków pływających
w/g stanu na rok 2010

Rodzaj urządzenia	Numer urządzenia	Nośność [t]	Długość [m]
Dok pływający	1	7.200	156,5
	2	520	46,3
	3	5.500	137,0
	5	17.000	216,3
Ponton dokowy	1	1.450	91
	2	1.450	91
	3	1.450	91

Źródło: [www. meritime.com]

W skład obiektów remontowych stoczni "Gryfia" wchodzą również nabrzeża remontowe o `łącznej długości 2500 m wyposażone w żurawie o nośności od 5 do 50 ton. W gestii stoczni jest także dźwig pływający o nośności 30 ton.

Poza tymi czterema stoczniami pojedynczymi urządzeniami spustowo – podnośnymi dysponuje także:

- Stocznia Marynarki Wojennej w Gdyni, w której posiadaniu znajduje się dok pływający o nośności 8.000 ton, długości 150 m,i szerokości 27 m,
- DOK. Kołobrzeska Stocznia Remontowa, mająca możliwość dokowania statków o długości 28 m i masie 200 ton.

Dużo większe możliwości dokowania statków posiada produkcyjna Stocznia Gdyńska, która dysponuje dwoma suchymi dokami, mogącymi mieć zastosowanie w procesach remontowych.

Natomiast przydatnymi w tych procesach - dźwigami pływającymi – (poza wymienionymi wcześniej dwoma stoczniami remontowymi) dysponuje także:

- Polskie Ratownictwo Okrętowe, które jest właścicielem największego polskiego dźwigu o nazwie „Maja" o nośności 300 t,
- Zakład Usług Żeglugowych Sp. z o.o., posiadająca dźwig „Gucio" o nośności 200 t,
- WUZ Port and Maritime Service Sp. z o.o., posiadająca dźwig o nośności 63 ton.

6. SYSTEMY NAWIGACYJNE I BEZPIECZEŃSTWA RUCHU

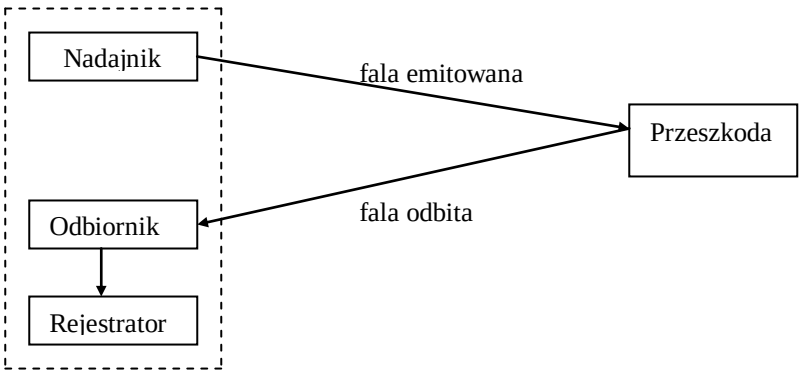
6.1. Systemy identyfikacji pozycji obiektów

6.1.1. System radarowy

Radar nawigacyjny jest niezbędnym urządzeniem nawigacyjnym stosowanym na statkach morskich a także śródlądowych. Ułatwia on odnajdywanie oznakowanej drogi wodnej identyfikację położenia innych obiektów pływajacych lub obiektów stacjonarnych. Radar odgrywa również istotną rolę w kontroli ruchu statku w wodnej infrastrukturze okołoportowej i portowej. Stanowi więc pasywny i aktywny element infrastruktury transportu wodnego.

Celem działania systemu radarowego jest wykrywanie obiektów w otoczeniu nadawczo odbiorczego centrum tego systemu, określanie ich położenia oraz prędkości ruchu. Istotą systemu radarowego jest emitowanie fal elektromagnetycznych oraz odbiór i rejestracja ich odbicia (echa) od przeszkód znajdujących się na drodze przemieszczania się tych fal.

Podstawową zasadę działania systemu radarowego przedstawia rysunek 6.1.



Centrum nadawczo – odbiorcze (CN-O)

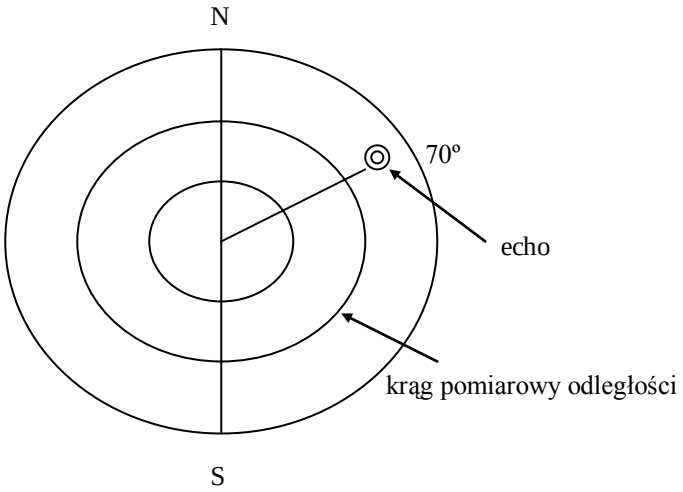
Rys. 6.1. Schemat działania systemu radarowego
Źródło: [opracowanie własne]

Przy znanej prędkości rozchodzenia się fali elektromagnetycznej (300 tys. km/s), pomiar czasu upływającego pomiędzy emisją fali i odbiorem jej echa pozwala na wyznaczenie odległości pomiędzy CN-O a przeszkodą. Jeżeli przeszkoda jest w ruchu, powtórna identyfikacja jej położenia pozwala na określenie prędkości z jaką się porusza.

Morskie systemy radarowe , stosowane zarówno na jednostkach pływających jak i na brzegach akwenów charakteryzują się tym, że podsystem nadawczo-

odbiorczy wyposażony jest w antenę o pionowej osi obrotu . Jej obrót o 360º pozwala spenetrować przestrzeń wokół CN-O.

Odbiornik tego centrum podłączony jest do rejestrującego echo monitora . Monitor wyposażony jest w ekran o kształcie koła. Środek ekranu identyfikuje położenie CN-O, a jego oś pionowa – kierunek N-S lub kurs statku.



Rys. 6.2. Ekran monitora systemu radarowego.
Źródło: [opracowanie własne]

Pojawiające się na ekranie jasne plamki (rozbłyski ekranu) oznaczają znalezione przeszkody (obiekty), którym można przypisać kąt położenia a także odległość, adekwatnie do współśrodkowych okręgów pomiarowych określonego zasięgu działania radaru.

Radary stosowane w nawigacji morskiej wykorzystują generatory fal o częstotliwości 3 GHz, 10 GHz, i 36 GHz, co odpowiada ich kilkucentymetrowej długości. Zaletą tak krótkich fal jest to, że prawie nie ulegają ugięciu oraz dobrze odbijają się od napotkanych przeszkód. Posiadają także dużą zdolność rozdzielczą istotną w przypadku małych gabarytów przeszkód.

Po raz pierwszy system radarowy został zastosowany w roku 1937 na okręcie USS „Leary". Jego szybki rozwój, który nastąpił w czasie II Wojny Światowej - pozwalała na wykrywanie obiektów wroga ze znaczącej odległości i w ograniczonych warunkach widzialności..

6.1.2. Systemy nawigacji satelitarnej

Nawigacja satelitarna pozwala na określenie położenia obiektów , które znajdują się w dowolnym miejscu kuli ziemskiej niezależnie od pogody i czasu dnia i nocy. Opiera się ona na pomiarze drogi przebytej przez sygnał (falę elektromagnetyczną) pomiędzy satelitą poruszającym się po ściśle zdefiniowanej orbicie a anteną odbiornika systemu. Kiedy odbiornik odbierze sygnał z co najmniej trzech satelitów , zostaje wyznaczona jego pozycja podawana we współrzędnych geograficznych.

Pierwszym z systemów nawigacji satelitarnej był system TRASSIT stworzony i rozwijany w latach 1958 – 1962. Dokładność wyznaczania pozycji w tym systemie wynosiła od 900 m w roku 1962 do 36 m w roku 1971.

Od roku 1996 najbardziej popularnym systemem nawigacji satelitarnej stał się amerykański GPS (Global Positioning System) NAVSTAR. W skład GPS wchodzą trzy główne segmenty (rys. 6.3):

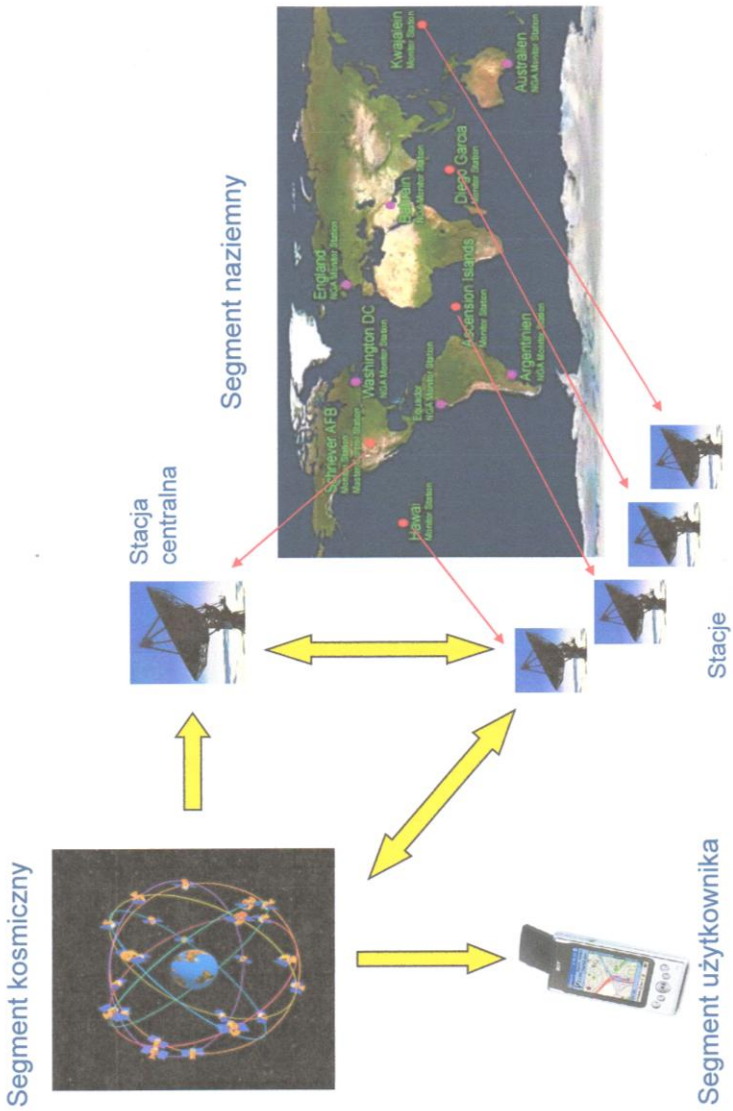
- kosmiczny,
- nadzoru,
- użytkownika.

Segment kosmiczny składa się z 24 satelitów rozmieszczonych na sześciu orbitach (po cztery na każdej z nich). Satelity rozmieszczone są tak, by z każdego punktu Ziemi było widocznych co najmniej pięć z nich. W skład segmentu kosmicznego wchodzą również satelity zapasowe, wprowadzane na określone orbity z chwilą uszkodzenia ich satelity operacyjnego.

Segment nadzoru składa się z Głównej Stacji Nadzoru znajdującej się w Colorado Springs na terytorium kontynentalnym USA oraz stacji monitorujących ulokowanych na Hawajach, w Diego Garcia, Ascesion i w Kwajalejn.

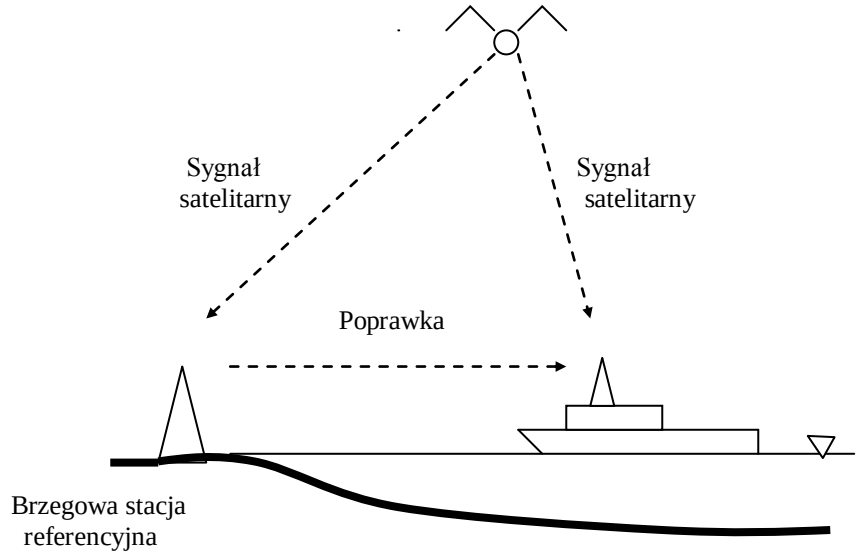
Segment użytkownika składa się z różnorodnych odbiorników wojskowych i cywilnych.

Udostępnienie GPS użytkownikom cywilnym spowodowało, że uzyskuje się w nim dwa różne stopnie dokładności określania pozycji: Standard Positioning Service – dostępny dla wszystkich użytkowników oraz Precision Positioning Service – zarezerwowany do wykonywania zadań specjalnych. Dokładność wyznaczania pozycji w systemie powszechnego użytkowania zależna m. in. od klasy dokładności odbiornika i może wynosić w płaszczyźnie poziomej od 10 do 20 m.



Rys. 6.3. Struktura systemu GPS
Źródło: [23]

Zwiększenie dokładności identyfikacji pozycji w strefach przybrzeżnych wymagających precyzyjnego nawigowania - umożliwia system DGPS (Different GPS). W systemie tym segment naziemny znajdujący się w obszarze objętym użytkowaniem wyposaża się w brzegowa stację referencyjną (różnicową), emitującą poprawki do odbieranego – przez znajdujące się w jej zasięgu jednostki pływające- bezpośredniego sygnału z segmentu kosmicznego.



Rys. 6.4. Schemat działania brzegowej stacji referencyjnej.
Źródło: [opracowanie własne]

Poprawka jest obliczana w oparciu o dokładną – określoną poprzez badania statystyczne - wartość współrzędnych położenia brzegowej stacji referencyjnej.

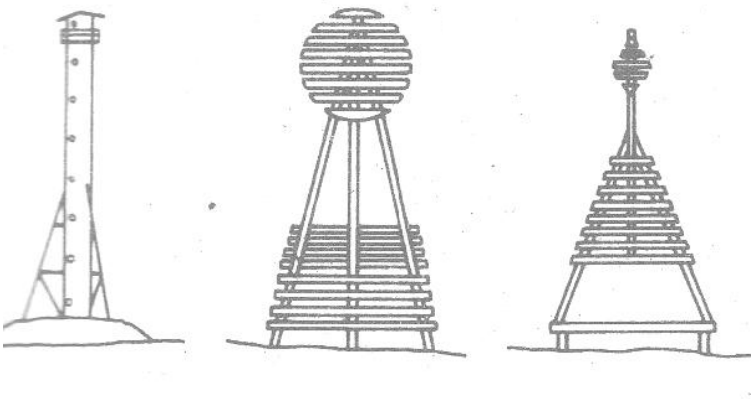
Pod koniec lat osiemdziesiątych XX wieku powstał pomysł realizacji europejskiego systemu nawigacji satelitarnej pod nazwa GALLILEO. Jego struktura będzie podobna do systemu GPS przy czym segment kosmiczny ma tworzyć 30 satelitów operacyjnych i 3 satelity zapasowe. Ma on być oddawany do użytku sukcesywnie począwszy od roku 2013. W odbiornikach tego systemu może nastąpić integracja z innymi systemami nawigacji satelitarnej takimi jak: GPS, GLONASS czy EGNOS.

6.2.Morskie znaki nawigacyjne

Podstawowym zadaniem morskich znaków nawigacyjnych jest umożliwienie prowadzenia bezpiecznej żeglugi z na morskich obszarach przybrzeżnych, przez które przebiegają tory podejściowe prowadzące do portów, obszary o szczególnej gęstości i natężeniu ruchu , obszary wydzielone spod prawa swobodnej żeglugi a także obszary i miejsca o szczególnie uciążliwych i niebezpiecznych warunkach nawigacyjnych.

Morskie znaki nawigacyjne występują w dwóch odmianach: jako znaki stałe lub pływające.

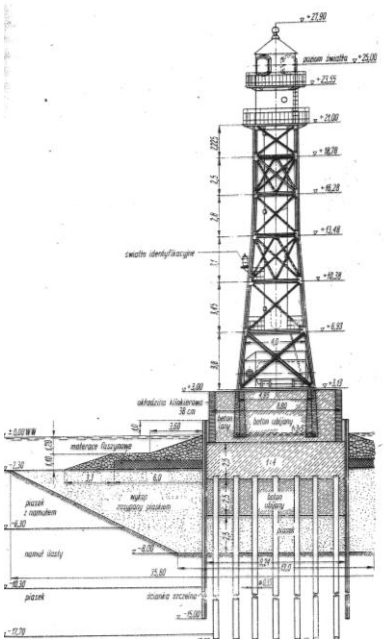
Znaki stałe do których należą stawy i latarnie morskie z reguły posadawiane na dnie płytkich akwenów lub na lądzie. Stawy – poprzez swoją charakterystyczną konfigurację tworzoną z konstrukcji ażurowych lub stanowiąc wieże cylindryczne mają przede wszystkim cechy znaków pory dziennej.



Rys. 6.5. Kształty staw
Źródło: [14]

Jeżeli mają odpowiednio identyfikowane oświetlenie pełnią również funkcję znaków pory nocnej. Stawy służą do całorocznego (niezależnie od stanu zalodzenia) oznakowania torów wodnych. Przykładem takiego ich zastosowania są tzw. bramy torowe usytuowane na torze wodnym przebiegającym przez Zalew Szczeciński.

Bramy te tworzone są przez pary staw o konstrukcji przedstawionej na rysunku 6.6.



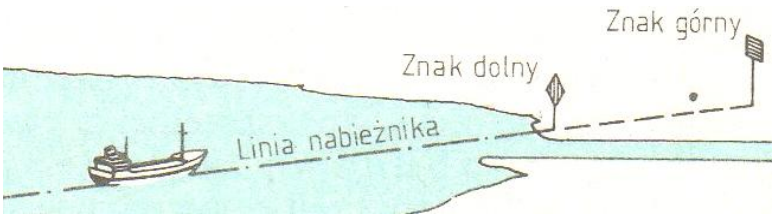
Rys. 6.5. Stawa bramy torowej
Źródło: [materiały archiwalne]

Stawy posadowione są na dnie akwenu Zalewu Szczecińskiego na palach i podsypkach kamiennych.

Odległość pomiędzy bramami wynosi około 10 km. Są one wyposażone także w oznakowanie świetlne stanowiące istotne uzupełnienie oznakowania nawigacyjnego dla pory nocnej. Sylwetki oraz wymiary staw umożliwiają ich identyfikację również w warunkach ograniczonej widzialności (np. mgły, śnieżyc) przy pomocy systemów radarowych.

Stawy służą również do oznakowania stałych przeszkód nawigacyjnych (np. wysp, skalistego dna) znajdujących się w pobliżu oznakowanych i nie oznakowanych szlaków żeglownych. Wspomagają także proces kierowania statkiem - poruszającym się po krzywoliniowych torach wodnych – tworząc układ nabieżników.

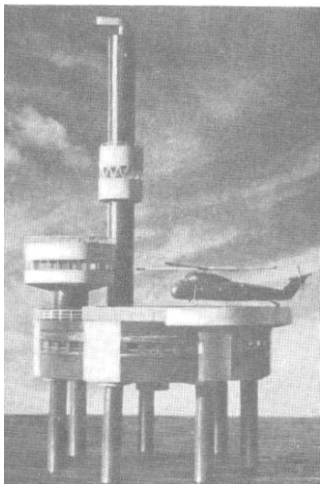
Stawy te ustawiane są w taki sposób, że linia łącząca znaki (linia nabieżnika) wyznacza dla statku bezpieczny kurs na torze podejściowym do portu lub na kanale portowym.



Rys. 6.7. Znaki i linie nabieżnika
Źródło: [14]

Wyższy znak nabieżnika z reguły znajdujący się dalej od brzegu określany jest mianem znaku górnego; znak niższy i bliższy brzegu – określany jest jako znak dolny. Optyczne pokrycie się obydwu znaków przy określonym kursie statku oznacza jego wejście na kurs nabieżnika (linię nabieżnika). Stawy nabieżników pełnią również funkcję znaków nocnych. Ich pozycja oraz charakterystyka świateł zaznaczana jest na mapach nawigacyjnych określonego obszaru wodnego.

Stawy mogą również pełnić funkcje ratunkowe na obszarach objętych pływami. Służą one ratowaniu ludzi zaskoczonych przez przypływ. Tym samym mogą być wyposażone w lądowiska dla helikopterów. Podobną funkcję mogą pełnić latarnie morskie, które są specyficznymi stałymi budowlami nawigacyjnymi . Mogą być one ustawiane na brzegu morskim, na jego dnie lub na wyspach.



Rys. 6.8. Latarnia morska wyposażona w lądowisko dla helikopterów
Źródło: [14]

Latarnie morskie składają się z dwóch zasadniczych części: wieży z fundamentem oraz tzw. laterny tj. oszklonej kopułki usytuowanej na szczycie wieży. W laternie zainstalowane jest źródło światła, elementy optyczne formujące wiązkę światła oraz tzw. urządzenia charakteryzujące, umożliwiające modulowanie wiązki światła.

Podstawowym zadaniem latarni morskich jest emitowanie informacji świetlnej umożliwiającej statkom identyfikację położenia w bezpiecznej odległości od brzegu. By sygnał świetlny latarni był widoczny z dużej odległości, są one umieszczane na wyniesieniu terenowym. Jednocześnie ich konstrukcja , na szczycie której znajduje się źródło światła – osiąga do kilkudziesięciu metrów wysokości., co czyni je widoczne z odległości 20 – 30 mil morskich.

Drugą – poza zasięgiem widoczności – cechą światła emitowanego przez latarnie morskie jest częstotliwość i czas trwania błysków światła oraz przerw w jego emisji. Każda latarnia ma swoją charakterystykę świecenia, na podstawie której jest identyfikowana. Charakterystyka latarni uwidoczniona na mapach nawigacyjnych umożliwia określenie jej położenia i tym samym określenia pozycji statku.

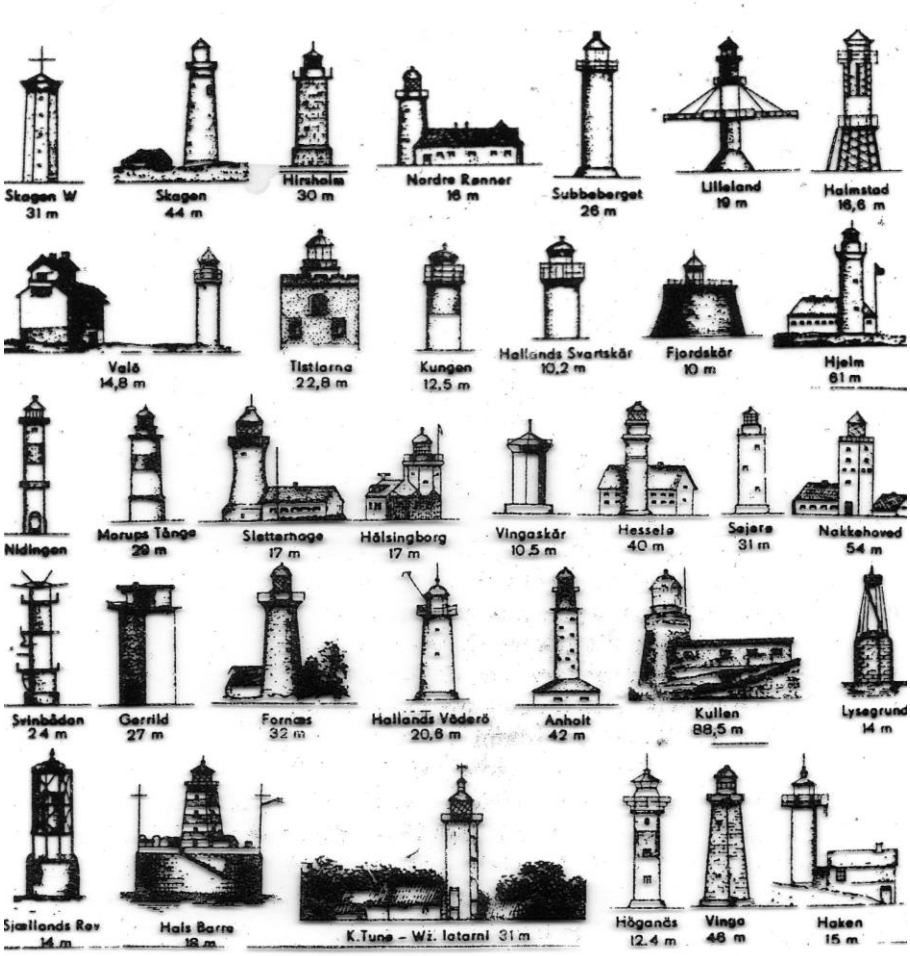
Najsławniejszą latarnią polskiego wybrzeża jest latarnia z przylądka Rozewie.

Rys. 6.9. Latarnia Rozewie
Źródło: [www. wikipedia]

Latarnia Rozewie zbudowana została na wyniesieniu terenowym 50 m nad poziomem morza i dzięki ponad 30 m wysokości konstrukcji - jej światło

usytuowane na wysokości 83 m n. p. m widoczne jest z odległości ponad 20 mil morskich.

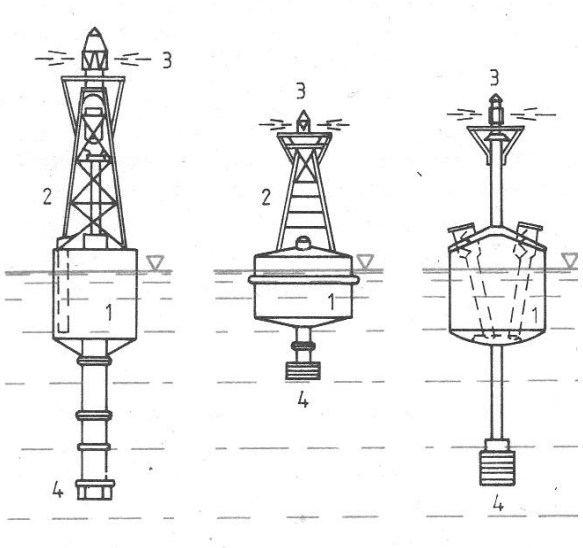
W porze dziennej, latarnie można również zidentyfikować dzięki ich niepowtarzalnym kształtom uwidocznionych na rysunku 6.10.



Rys. 6.10. Kształty latarni morskich
Źródło: [materiały archiwalne]

W dobie nawigacji satelitarnej znaczenie nawigacyjne latarni maleje. Ich użyteczna historia rozpoczęta w roku 660 p.n.e. w Sigeum (Turcja), w której źródło światła stanowiło ognisko ; w wieku XXI latarnie zmierzają do historii techniki.

Pływające znaki nawigacyjne zwane pławami są konstrukcjami, które w swojej podstawowej konfiguracji składają się z pływaków, wieżyczek, źródeł światła i przeciwwag.

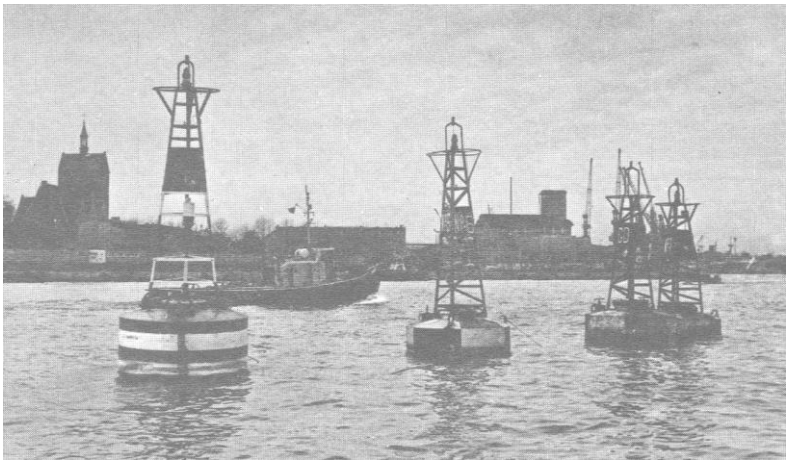


1- pływak, 2 – wieżyczka, 3 – lampa, 4 - przeciwwaga

Rys. 6.11. Konfiguracje pław nawigacyjnych.
Źródło: [14]

Pływaki stanowiące element wypornościowy utrzymujący pławę na powierzchni wody mogą przyjmować kształty cylindryczne, stożkowe, kuliste czy beczkowe. Wyróżnikiem pław jest również ich barwa. Dla najczęściej występujących pław torowych , barwa zielona jest przypisana pławom prawej stronie toru żeglownego (orientowanego w kierunku portu); barwa czerwona – lewej stronie tego toru. Pławy innego przeznaczenia noszą barwy żółte lub mieszane.

W górnej części pływaka umieszczona jest wieżyczka, na której usytuowane jest źródło światła użytkowane w nawigacji nocnej o barwach adekwatnych do stron szlaku żeglownego. Źródło to czerpie energię z zasobników gazowych lub akumulatorów, wymienianych w określonych okresach lub ładowanych przy pomocy fotowoltaicznych baterii słonecznych. Pławy są z reguły obiektami mniejszymi niż stawy. Z tego powodu na ich wieżyczkach pojawiają się reflektory radarowe, zwiększające możliwość identyfikacji ich istnienia i położenia na ekranach urządzeń radarowych. Wysokość wieżyczki decyduje więc o widoczności emitowanego światła.



Rys.12. Pławy na torze wodnym
Źródło: [14]

Podwodna część pływaka pławy połączona jest z przeciwwagą, która zmniejsza amplitudę jej kołysań.

Poza kołysaniem, pława – jak każdy obiekt pływający na fali – podlega nurzaniu tj. oscylacyjnym liniowym ruchom pionowym. To zjawisko powoduje konieczność doboru wartości określonych parametrów geometrycznych pławy odpowiednich do charakterystyki falowania akwenu.

Nieprawidłowość relacji pomiędzy wymiarami pławy a wartością parametrów fali o największej częstotliwości występowania na określonym akwenie może powodować nadmierne nurzanie się pławy. Konsekwencją tego zjawiska jest ograniczanie widzialności pławy co umniejsza jej funkcję jako znaku nawigacyjnego. Uniknięcie takiego zjawiska wymaga przede wszystkim wyznaczenia okresu kołysań własnych konstruowanej pławy. W sposób przybliżony można go wyznaczyć z zależności [19]:

$$T = 2{,}4\sqrt{T_p}$$

w, której: T – okres pławy,

T_p – zanurzenie pławy.

Jeżeli jest znany okres fal τ akwenu na którym posadowiona jest pława, to relacja:

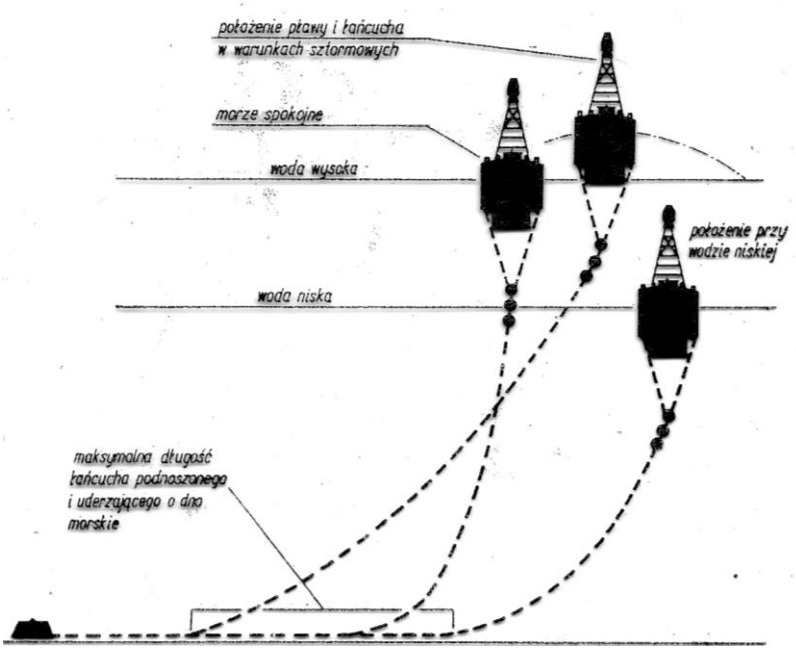
$$T/\tau$$

określana mianem współczynnika zestrojenia o symbolu Λ. Powinna ona przyjmować wartości spoza przedziału :

$$0,7 < \Lambda < 1,3$$

który jest przedziałem wartości rezonansowych, skutkujących maksymalnymi wartościami nurzania pławy.

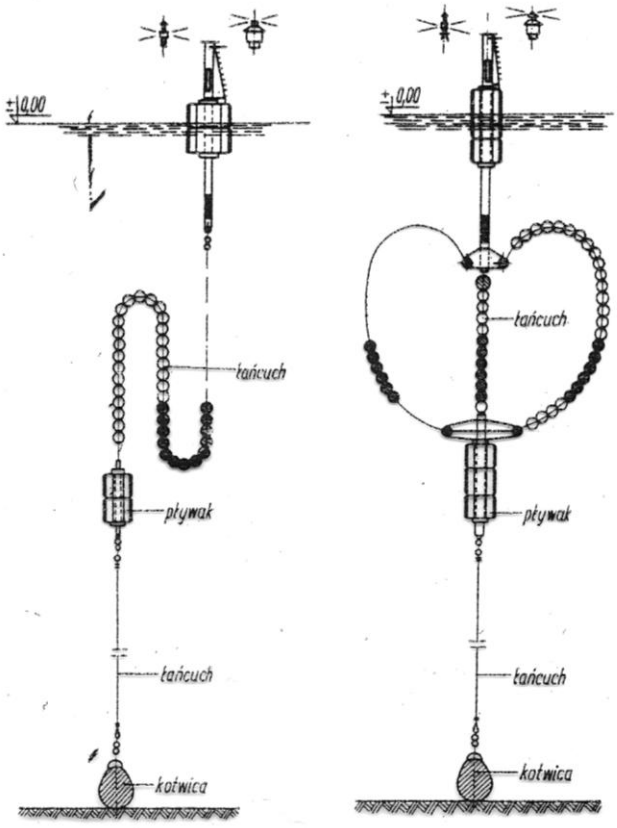
Na założonej pozycji identyfikowanej współrzędnymi geograficznymi, pławy są utrzymywane nad dnem akwenu za pomocą cięgien kotwicznych i martwych kotwic. Ze względu na ruchy tego znaku nawigacyjnego na fali, długość cięgna (w zależności od głębokości akwenu) powinna odpowiadać 2 lub 3 wartościom głębokości morza.



Rys 6.13. Cięgnowy system stabilizacji pozycji pławy
Źródło: [materiały archiwalne]

Takie rozwiązanie powoduje niedokładności wskazań pławy, wynikające z jej przemieszczania się w kierunku poziomym pod wpływem wiatru i przy różnych stanach wody. Ponadto, cięgno permanentnie =uderzające o dno może z czasem ulec uszkodzeniu i stracić swoją ciągłość a tym samym spowodować dryf pławy.

Rozwiązaniem niwelującym te mankamenty może być tzw. cięgno sprężynujące pokazane na rysunku 6.14.

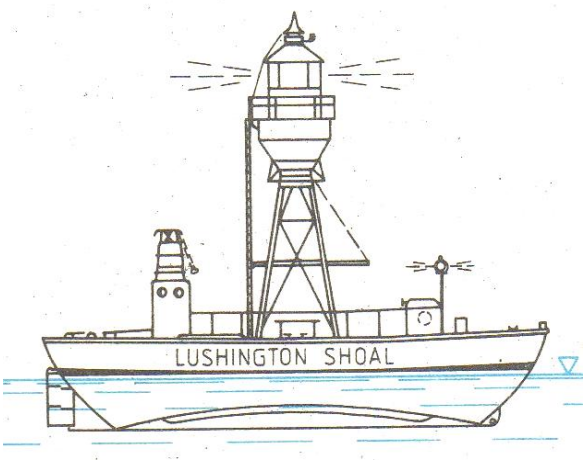


Rys. 6.14. System stabilizacji pozycji pławy z cięgnem sprężynującym.
Źródło: [materiały archiwalne]

W cięgnie tym, układ pływaków i obciążników powoduje „wybieranie luzu cięgna" co zmniejsza tendencje do ruchów poziomych pławy. Jest to istotne ze względu na fakt sytuowania pław jako znaków nawigacyjnych na akwenach o relatywnie dużych (do ponad dwudziestu metrów) głębokościach. Pławy podobne jak stawy sygnalizują położenie skrajni torów wodnych lub miejsc tworzących zagrożenie dla nawigacji na potencjalnych szlakach żeglownych.

W przypadku konieczności umieszczenia pływającego znaku nawigacyjnego na dużych głębokościach , wymagających długiego i ciężkiego cięgna kotwicznego, funkcję takiego znaku pełni statek latarniowy zwany również latarniowcem. Jest to

statek o specjalnej konstrukcji informujący o istnieniu przeszkody nawigacyjnej, której nazwa umieszczona jest na jego burcie.



Rys. 6.15. Statek latarniowy
Źródło: [18]

Podstawowym wyposażeniem statku latarniowego jest wieża z posadowioną na niej latarnią o charakterystyce właściwej dla latarni morskiej a także zespół kotwiczny, składający się z windy kotwicznej, łańcuchów i kotwic czynnych umożliwiających utrzymanie jego pozycji.

Latarniowiec posiada również system napędowy umożliwiający mu zejście (odpłynięcie) z pozycji w przypadku uszkodzenia, potrzeby realizacji planowanych remontów lub zalodzenia akwenu.

Zalodzenie akwenów jest również przyczyną usuwania pław nawigacyjnych na czas trwania pokrywy lodowej i pochodu lodów. W tym okresie większość morskich torów wodnych a także basenów portowych ulegających zalodzeniu podlega procesom lodołamania. Umożliwia to dostępność do tych portów przez cały rok. Wyjątek z pewnością stanowią zamarzające porty, w których niskie temperatury eliminują skuteczność lodołamania. Problem ten może dotyczyć przede wszystkim portów Oceanu Lodowatego ale także portów położonych dalej na południe od tego oceanu np. portów Zatoki Botnickiej Morza Bałtyckiego.

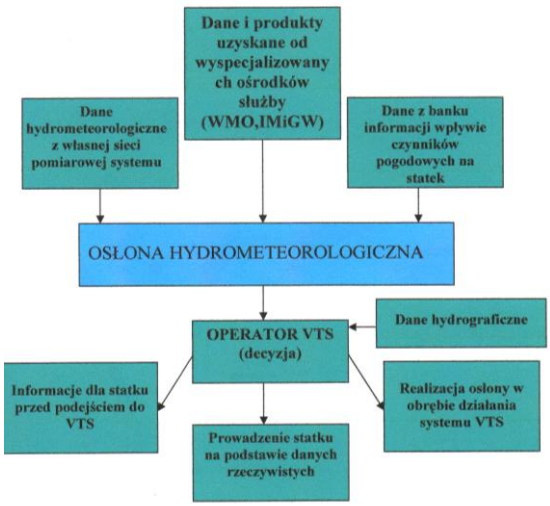
6.3. Systemy monitoringu akwenów żeglownych

Istotnym czynnikiem bezpieczeństwa żeglugi a także ochrony środowiska są systemy kontroli ruchu statków VTS (Vessel Traffic System). Zostały one usankcjonowane rezolucją Międzynarodowej Organizacji Morza (IMO) w roku 1968. Termin VTS dotyczył zasad śledzenia i regulacji ruchu statków w określonych rejonach nie dotyczy ł natomiast działania mającego na celu zarządzanie ruchem. Wraz z rozwojem techniki łączności oraz doskonalenia jej procedur na linii statek – operator VTS, system ten wzbogacił się o nowy człon M - oznaczający menagment (zarządzanie). Operator systemu VTMS podejmuje decyzje - w stosunku do statku - obejmujące przestrzegania przepisów bezpieczeństwa żeglugi i ochrony środowiska, rutynowej regulacji ruchu czy manewrów unikania zderzeń. Podstawowym zadaniem tego operatora jest takie planowanie ruchów statków by nie tworzyły one sytuacji niebezpiecznych.

W skład podstawowych elementów systemu VTS wchodzą między innymi:

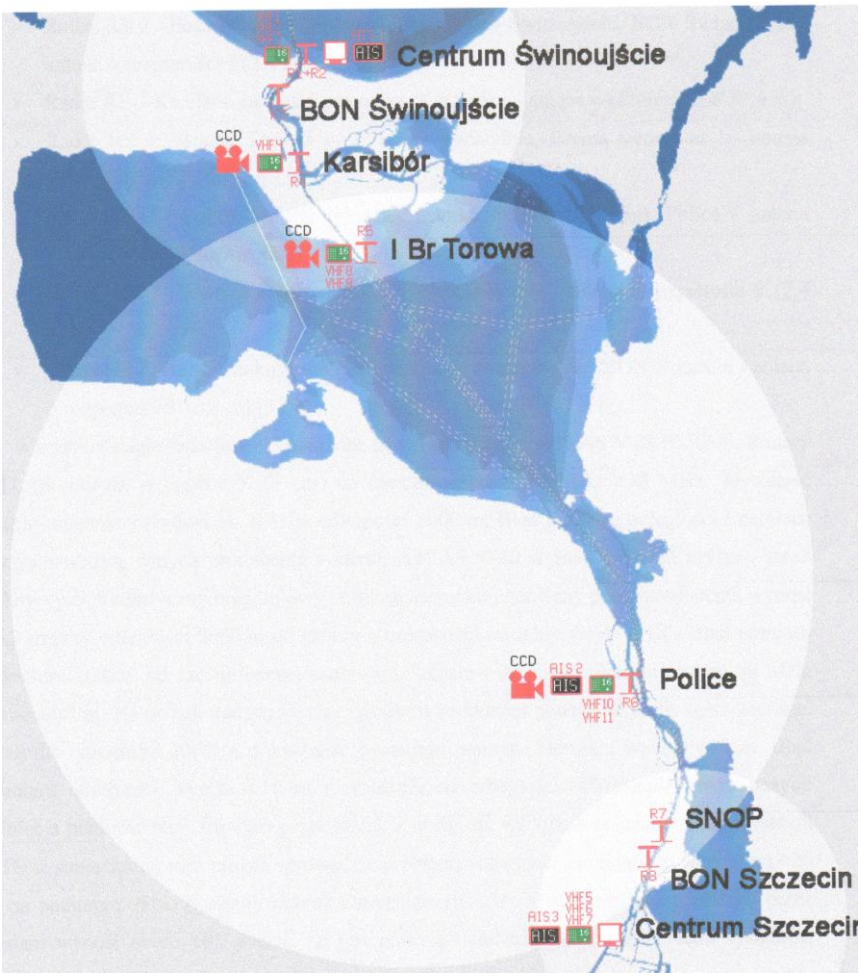
- system radarowy,
- system telewizji użytkowej,
- radiostacje UKF służące przekazywaniu informacji pomiędzy operatorem VTMS a statkiem,
- osłona hydrometeorologiczna rejonów objętych nadzorem.

Strukturę tej osłony prezentuje schemat zamieszczony na rysunku 6.16.



Rys. 6.16. Struktura osłony hydrometeorologicznej w systemie VTS
Źródło: [24]

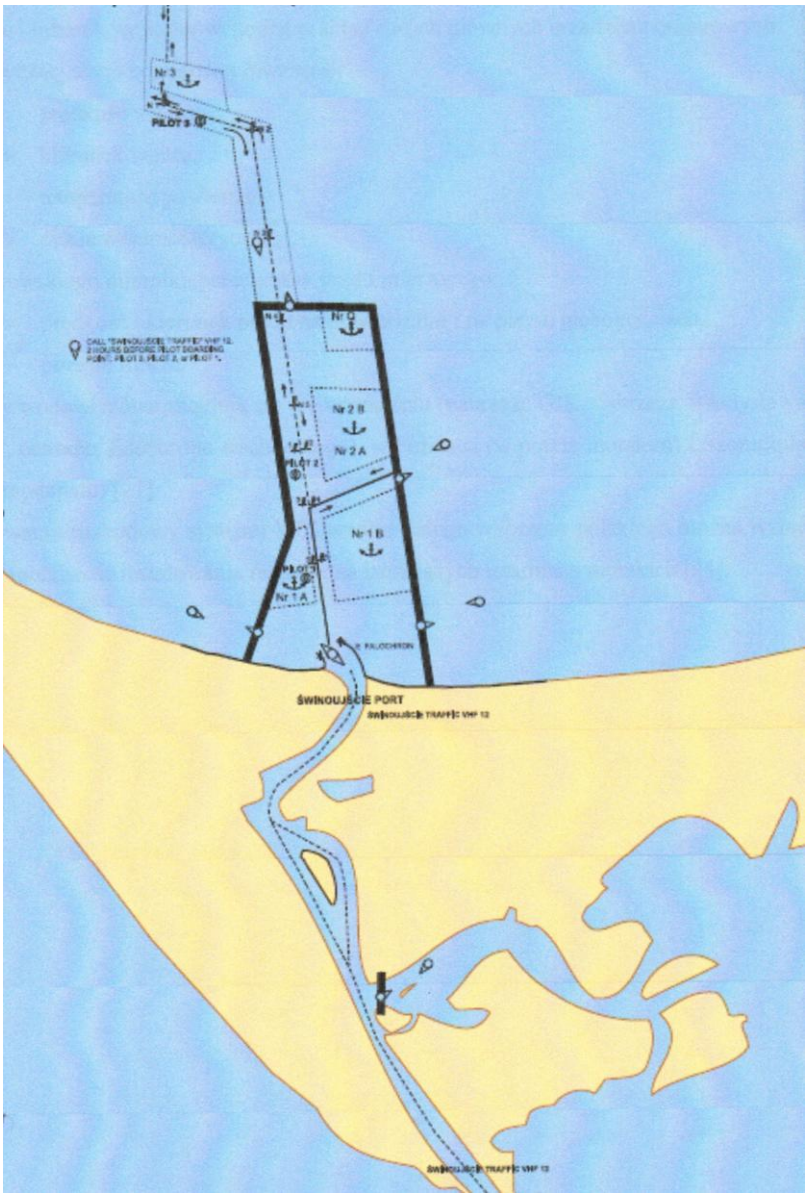
System VTS oparty przede wszystkim na „obserwacji” ruchu statku poprzez radary, uzupełnionej informacjami uzyskiwanymi poprzez kamery telewizyjne jest zainstalowany na drodze ruchu statków z portu Świnoujście do portu Szczecin (rys. 6. 17).



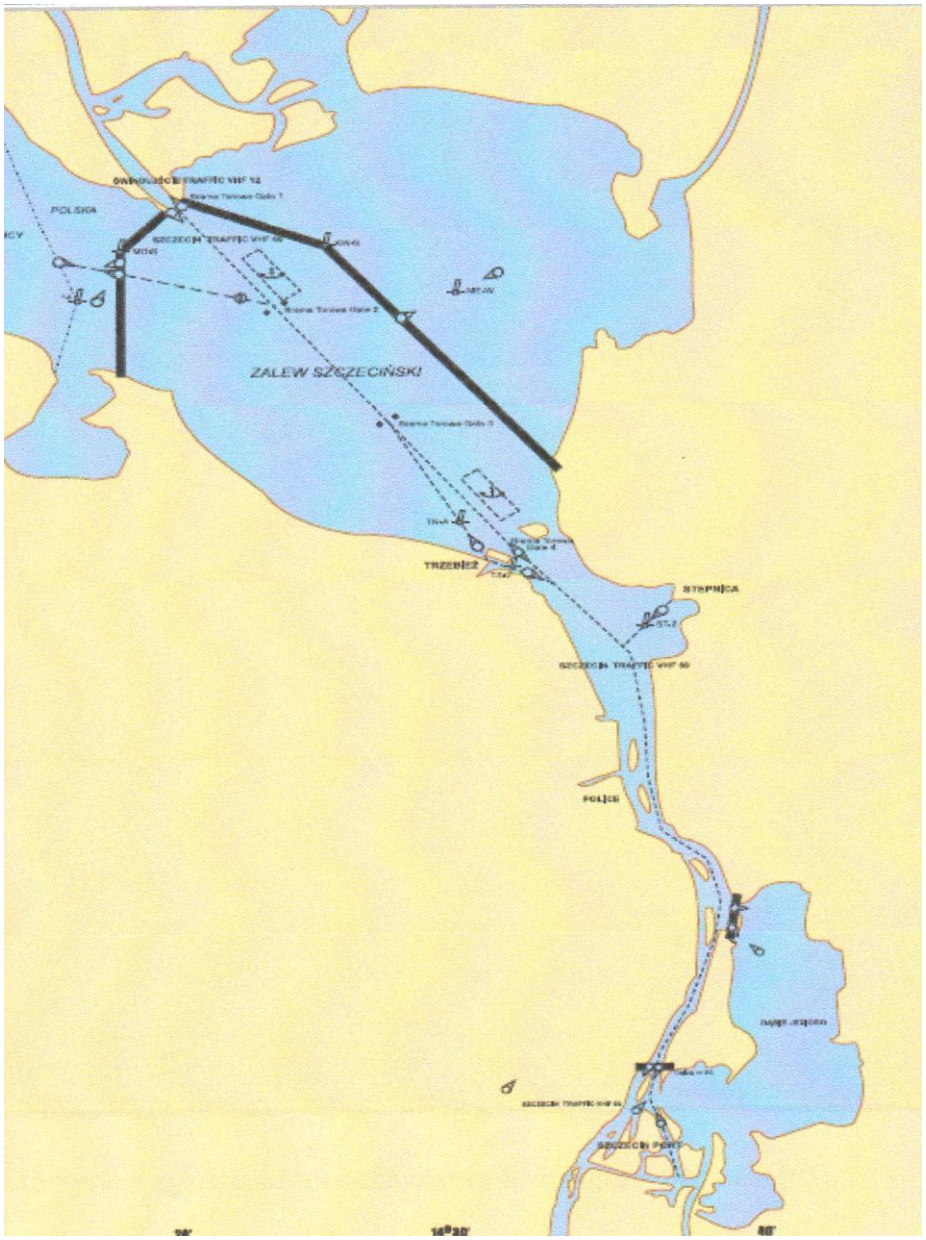
Rys. 6.17. Lokalizacja elementów systemu VTMS na torze wodnym Szczecin Świnoujście
Źródło: [meeting.helcom.fi]

W systemie tym funkcjonuje siedem stacji radarowych , trzy kamery telewizyjne oraz dwa centra operatorskie usytuowane w Świnoujściu (wieża kontrolna) i w Szczecinie (Kapitanat Portu). Stacje radarowe połączone są z tymi centrami za pomocą światłowodów.

W zasięg działania tego systemu znajdują się cztery sektory: Podejście, Świnoujście, Zalew i Szczecin. Zasięgi kontroli ruchu o charakterze zgłoszeniowo – meldunkowym dwóch sektorów pokazują rysunki 6.18 i 6.19.



Rys. 6.18. Zasięg kontroli w sektorze Podejście
Źródło:[www. ums.gov.pl]



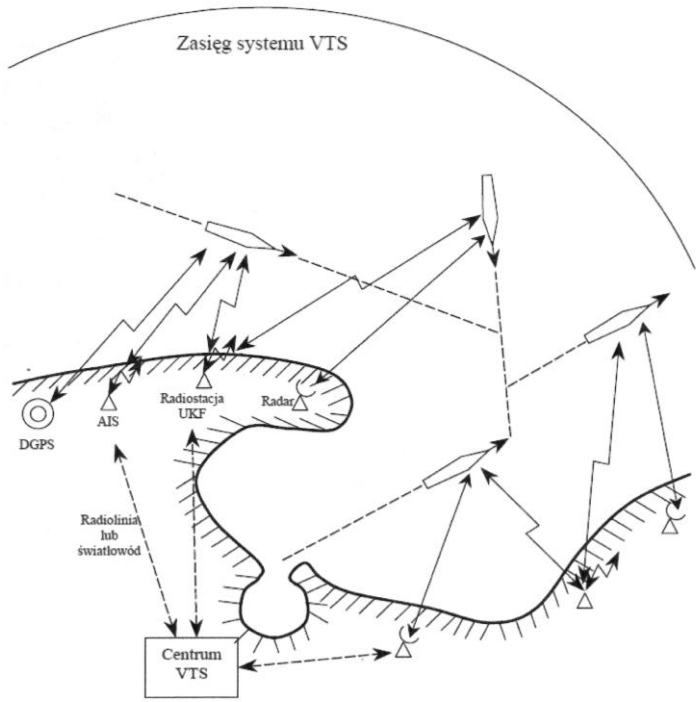
Rys.6.19. Zasięg kontroli w sektorze Zalew
Źródło:[www. ums.gov.pl]

Uzupełnieniem systemu VTS jest system automatycznej identyfikacji statków AIS. System ten pozwala na bardzo dokładne identyfikowanie i śledzenie tych statków, które wyposażone są w stacje AIS.

Na podstawie informacji uzyskiwanej z systemu nawigacji satelitarnej korygowanej przez sygnał z brzegowej stacji referencyjnej DGPS , statek określa swoją pozycję . Pozycję tą wraz z pakietem informacji identyfikacyjnej dotyczącej tego statku i informacji handlowej dotyczącej jego ładunku, automatyczne - drogą radiową – przekazuje do brzegowej stacji AIS skąd trafia ona do operatora VTS.

Informacje dotyczące statku wpływają na jakość prowadzonego nadzoru ruchu, poprzez uwzględnienie – w tym procesie – m.in. wymiarów statku czy zagrożeń tworzonych przez jego ładunek.

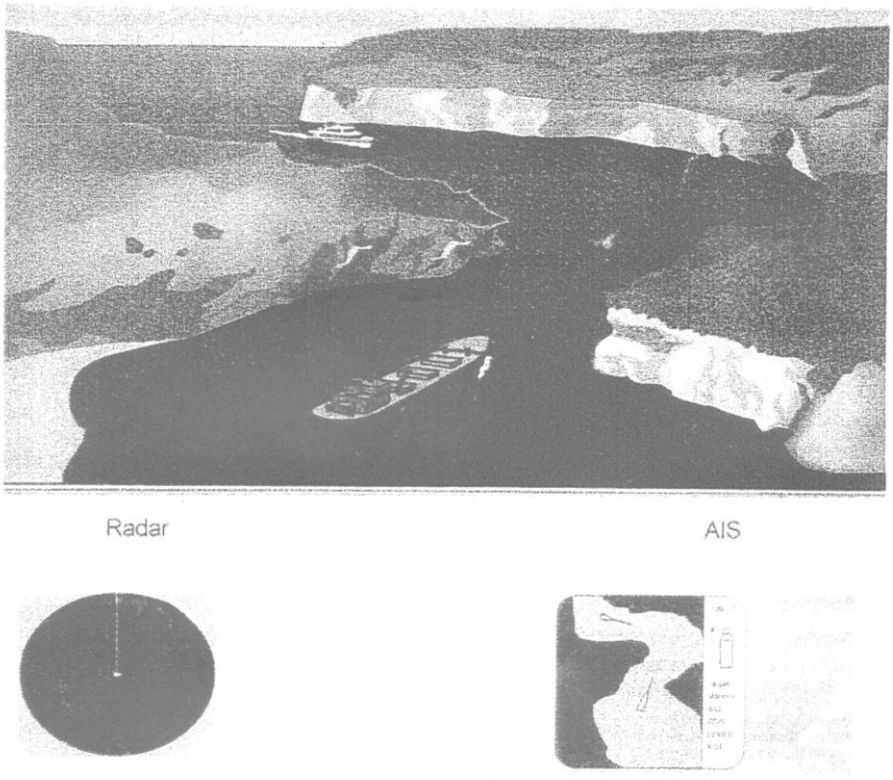
Główne elementy systemu VTS i współpracujące z nimi elementy systemu AIS pokazuje schemat na rysunku 6.20.



Rys. 6.20. Główne elementy systemów VTS i AIS
Źródło:[24]

Znajdują się w nim stacje radarowe stacje AIS (transpondery) służące do przesyłania informacji w postaci cyfrowej, radiostacje UKF do prowadzenia łączności fonicznej oraz brzegowe stacje referencyjne DGPS.

Zobrazowanie zmian jakości obserwacji ruchu wynikającej z zastosowania systemu AIS zamieszczone jest na rysunku 6.21.



Rys. 6.21. Jakość „obserwacji" sytuacji na akwenach w radarowym systemie VTS i w systemie AIS
Źródło [materiały archiwalne]

W systemie VTS miejsce położenia statków sygnalizują jasne plamki na ekranie monitora radaru. W systemie AIS obraz sytuacji ma wyrazistą postać graficzną.

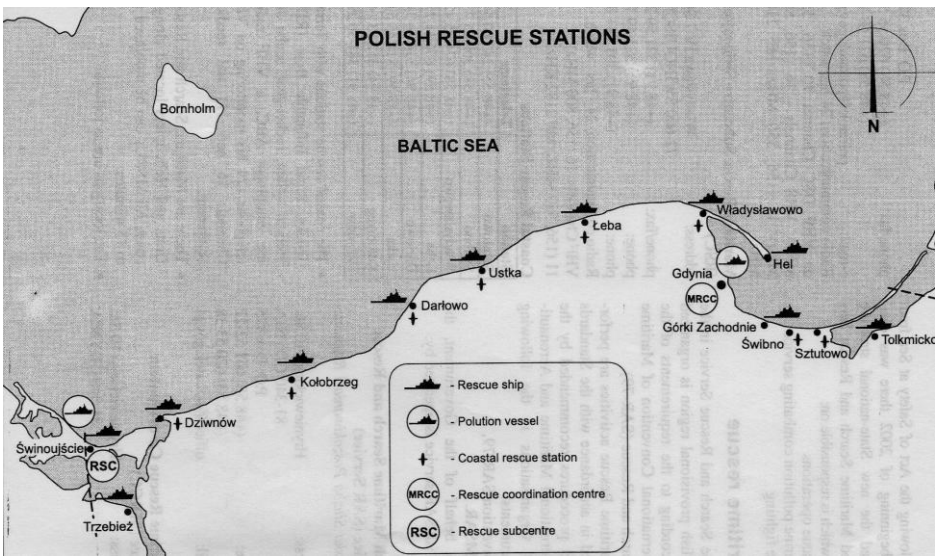
6.4. Infrastrukturalne elementy systemów bezpieczeństwa

Mianem infrastrukturalnych elementów systemów bezpieczeństwa można określić przynajmniej dwa, obejmujące:

- systemy ratownictwa brzegowego,
- modele charakterystyk falowania akwenów morskich.

Pierwszy z nich bazuje na brzegowych stacjach ratownictwa morskiego, wyposażonych w systemy łączności radiowej oraz ratownicze jednostki pływające. Ich zadaniem jest przede wszystkim ratowanie ludzi w strefie przybrzeżnej znajdujących się w sytuacjach zagrożenia żucia . Uzupełnieniem baz, w których stacjonują jednostki pływające są bazy morskiego ratownictwa lotniczego. Ze względu na dużą prędkość jednostek powietrznych w tym przede wszystkim śmigłowców, ich bazy położone są w dużo większych odstępach niż bazy jednostek wodnych. Zadaniem lotnictwa jest przede wszystkim lokalizacja obszarów, w których ma miejsce sygnalizowane zagrożenie a także udział bezpośredni w akcjach ratunkowych.

Przykładowe rozmieszczenie polskich baz i stacji ratownictwa morskiego prezentuje rysunek 6.22.



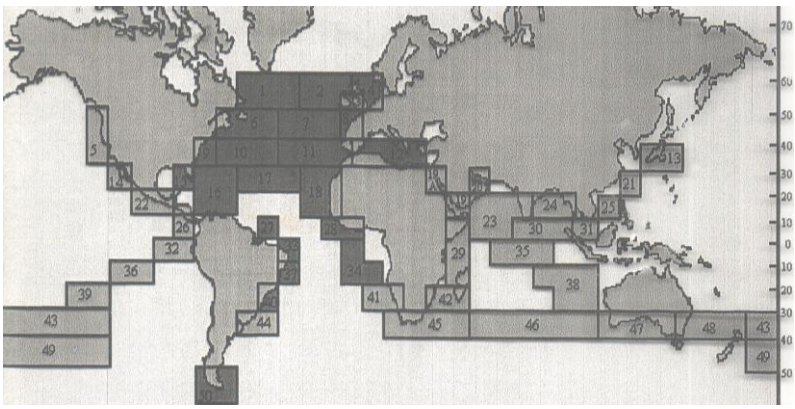
Rys. 6.22. Rozmieszczenie baz i stacji ratownictwa na polskim wybrzeżu morskim
Źródło: [18]

Miejscem usytuowania baz jednostek pływających ratownictwa morskiego są porty morskie. Poza jednostkami ratowniczymi dwie bazy - w Świnoujściu i w Gdyni – wyposażone są w statki do zwalczania zanieczyszczeń na morzu.

Rys. 6.23. Statek ratowniczy SAR 1500
Źródło: [www. wikipedia]

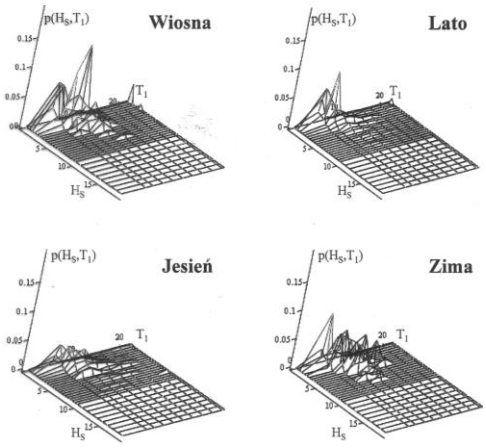
Średnia odległość pomiędzy bazami wodnymi wynosi około 50 km. Baza ratownictwa lotniczego zlokalizowana jest w okolicach Gdyni. W jej zasięgu znajduje się całe polskie wybrzeże.

By zapewnić możliwe maksimum bezpieczeństwa pływania na otwartych morzach i oceanach ze względu na ich dynamikę, w tym przede wszystkim falowanie – realizowane są działania prognozujące. Dotyczą one badań statystycznych obszarów morskich o największej gęstości przebiegających nimi szlaków żeglownych. Obszary te podzielone są na akweny badań, które przedstawia rysunek 6.24.



Rys. 6.24. Podziała obszarów morskich na akweny badań
Źródło:[6]

Dla tych akwenów sporządzane są modele zachowania się powierzchni wód w poszczególnych porach roku.

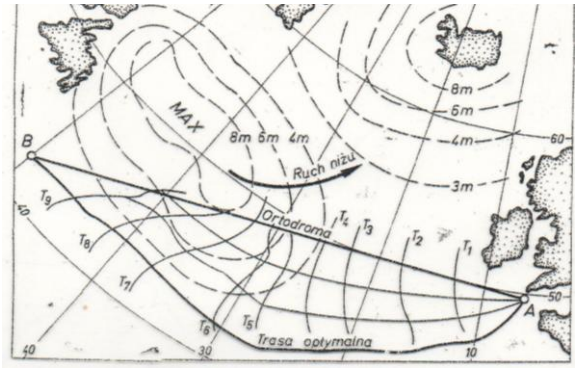


Rys. 6.25. Przykładowe modele falowania powierzchni wody
Źródło: [6]

Dzięki satelitarnym systemom meteorologicznym, statystyczne prognozy falowania mogą być uzupełniane informacjami dotyczącymi bieżącej sytuacji na poszczególnych akwenach.

Ponieważ podróże morskie trwają w czasie liczonym w dniach, tygodniach i miesiącach, wybór trasy rejsu dokonywany jest przede wszystkim w oparciu o statystyczne prognozy długookresowe. W ramach tych czynności podejmowane są decyzje o drodze ruchu, która może przebiegać po ortodromie lub loksodromie.

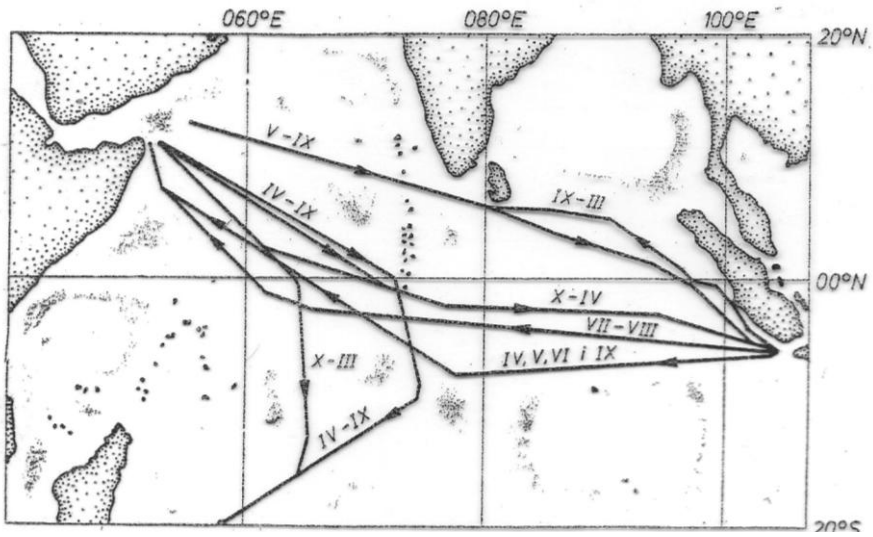
Ortodroma jest drogą najkrótszą; loksodroma – potencjalnie najbardziej bezpieczną. Dylemat wyboru drogi ruchu ilustruje rysunek 6.26.



Rys. 6.26. Ortodroma i loksodroma (trasa optymalna) Północnego Atlantyku
Źródło: [materiały archiwalne]

Wskazuje on na zagrożenia w postaci obszarów podwyższonego ryzyka i możliwości jego uniknięcia.

W przypadku dużej częstotliwości zmian atmosferycznych a tym samym dynamiki morza, przebieg możliwych tras podróży może być bardziej zróżnicowany, co pokazuje rysunek 6.27.



Rys. 6.27. Zmienność przebiegu podróży w ciągu roku kalendarzowego na Oceanie Indyjskim dla statków o małej mocy silnika
Źródło: [materiały archiwalne]

Wybór trasy w takich przypadkach praktycznie zmienia się nie tylko zależnie od pór roku ale także w krótszych okresach czasu. Zmienność tras wynika z nadrzędnej wartości jaką jest życie ludzkie a także bezpieczeństwo statku, ładunku i środowiska naturalnego, co w bardzo dużym stopniu determinowane jest wiedzą na temat infrastruktury transportu morskiego.

LITERATURA

1. Basiewicz T., Gołaszewski A., Rudziński L. Infrastruktura Transportu. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1998
2. Casson L. Starożytni żeglarze basenu Morza Śródziemnego. Wydawnictwo Iskry, Warszawa 1965
3. Chatterton E. K. Old Ships Prints. SpringBooks, Londyn 1965
4. Dera J. Fizyka Morza. PWN Warszawa 1983
5. Chądzyński W. Podstawy oceanotechniki. Politechnika Szczeciński, Szczecin 1998
6. Hoghen N., Lymb F. L. Ocean wave statistics. Atlas
7. Joachim G. Leithauser, welweite seefahrt,. Wydawnictwo Safari Verlag, Berlin 1962
8. Jurdziński M. Nawigacyjne planowanie podróży. Wydawnictwo Morskie, Gdańsk 1989
9. Kuźma L., Szczepaniak T. Porty morskie. Wydawnictwo Morskie, Gdańsk 1977
10. Leksykon Naukowo – Techniczny z suplementem. WNT, Warszawa 1989
11. Malecha A. Pływy i prądy pływowe. Wydawnictwo Wyższej Szkoły Morskiej, Gdynia 1988
12. Marciniak J. Lodowce kuli ziemskiej. PWN, Warszawa 1991
13. Mazurkiewicz B. Konstrukcja morskich znaków nawigacyjnych. Wydawnictwo Morskie, Gdańsk 1977
14. Mazurkiewicz B. Encyklopedia inżynierii morskiej. Wydawnictwo Morskie, Gdańsk 1986
15. Mazurkiewicz B. Morskie budowle hydrotechniczne. Fundacja Rozwoju WSM w Szczecinie, Szczecin 1999
16. Mickiewicz M. Z dziejów żeglugi. Nasza Księgarnia, Warszawa 1971
17. Ocean Energy Systems. Japan Nationale Committee for ECOR. Tokio 1989
18. Polish Ports. Handbook. Wydawnictwo LINK 2005
19. Poradnik Okrętowca – Tom II. Wydawnictwo Morskie, Gdynia 1960
20. Słownik geograficzny
21. Szymborscy S., K. Wszechocean. Wydawnictwo Wiedza Powszechna, Warszawa 1981
22. Tołkacz L. Infrasruktura transportu wodnego – Tom I – Infrastruktura transportu śródlądowego. WTM Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny, Szczecin 2010
23. Urbański J., Morgaś W., Kopacz Z. Europejski system monitoringu ruchu statków i informacji. Zeszyty Naukowe AMW w Szczecinie, Szczecin 2007, nr 2
24. Wiśniewski B. Osłona pogodowa żeglarstwa w polskiej strefie brzegowej. Materiały konferencyjne. Bezpieczeństwo Jachtingu, Szczecin 2001
25. Zakrzewski W. Lody na morzu. Wydawnictwo Morskie, Gdańsk 1983
26. Żabocka J., Babińska W. Geografia transportu. WSM w Szczecinie, Szczecin 2001

Materiały internetowe

27. http: //ocean am gdynia
28. http: //historia - gazeta.pl
29. www. wikipedia.pl