

Stan brzegów morskich i sposoby ich ochrony w Obwodzie Kaliningradzkim i na Litwie

Dr hab. inż. Rafał Ostrowski, prof. dr hab. inż. Zbigniew Pruszek – Instytut Budownictwa Wodnego PAN w Gdańsku
Dr Aleksander Babakow – Oddział Atlantycki Instytutu Oceanologii Rosyjskiej Akademii Nauk, Kaliningrad

Brzegi morskie w Obwodzie Kaliningradzkim (Rosja) i na Litwie stanowią część południowo-wschodniego wybrzeża Morza Bałtyckiego. Długość linii brzegowej w Obwodzie Kaliningradzkim wynosi około 149 km, a na Litwie 95 km. W analizowanym obszarze znajduje się rosyjska część Mierzei Wiślanej

oraz Mierzeja Kurońska (w połowie rosyjska, a w połowie litewska). Fragment wybrzeża Bałtyku będący przedmiotem niniejszej pracy zdominowany jest przez łagodnie nachylone brzegi piaszczyste. Odcinki brzegów klifowych na południe od Przylądka Taran mają długość około 25 km, z czego 5 km to ak-



Rys. 1. Podział obszaru studialnego

tywne (podlegające abrazji) klify. Aktywne klify rozciągają się również na prawie całym północnym wybrzeżu Półwyspu Sambijskiego, stanowiąc łącznie 30 km klifowych odcinków brzegu od Przylądka Taran do miejscowości Zielenogradsk. Na Litwie przeważają zdecydowanie piaszczyste wydmowe brzegi, a krótkie odcinki klifów znajdują się na północ od portu w Kłajpedzie (między Pałągą a Sventoji).

Długość rosyjskiej części Mierzei Wiślanej wynosi 25 km, natomiast całej Mierzei Kurońskiej – 99 km. Ze względu na cechy morfologiczne oraz geograficzne ułożenie linii brzegowej, całość analizowanego w ramach niniejszej pracy południowo-wschodniego wybrzeża Morza Bałtyckiego podzielono na 5 obszarów. Pierwszy z nich (o długości około 25 km) rozciąga się wzdłuż Mierzei Wiślanej od granicy polsko-rosyjskiej do Cieśniny Piławskiej (wejście do portu w Bałtyjsku), drugi obszar to odcinek wybrzeża od Bałtyjska do Przylądka Taran (38 km), trzeci – od Przylądka Taran do nasady Mierzei Kurońskiej (35 km), czwarty obejmuje całą Mierzeję Kurońską aż do południowego falochronu portu w Kłajpedzie (99 km), natomiast ostatni (piąty) – od północnego falochronu portu w Kłajpedzie do granicy litewsko-łotewskiej (40 km) (rys. 1).

Zasadniczym celem niniejszej pracy jest przedstawienie podstawowych procesów morfodynamicznych zachodzących na analizowanych odcinkach wybrzeża, ocena stanu brzegów morskich i zagrożeń erozyjnych oraz omówienie stosowanych metod ochrony i ich skuteczności.

ROSYJSKA CZĘŚĆ MIERZEI WIŚLANEJ

Uziarnienie osadów budujących brzeg morski wzdłuż Mierzei Wiślanej jest zmienne i charakteryzuje się medianą średnic piasku od około $D_{50} = 0,18 \div 0,31$ mm na odcinku kilku kilometrów na południowy-zachód od Cieśniny Piławskiej (wejścia do portu w Bałtyjsku) do około $D_{50} = 0,16 \div 0,23$ mm w rejonie granicy polsko-rosyjskiej [3].

Kilka kilometrów na południowy-zachód od Cieśniny Piławskiej obserwuje się obecność jednej lub dwóch rew. Pierwsza z nich występuje w odległości około $130 \div 200$ m, a druga w odległości $300 \div 450$ m od linii brzegowej.

Natężenie wypadkowego strumienia osadów przemieszczających się wzdłuż brzegów Mierzei Wiślanej w kierunku południowo-wschodnim ulega stopniowemu lecz wyraźnemu osłabieniu na odcinku od Cieśniny Piławskiej do granicy polsko-rosyjskiej. Wskutek oddziaływania falochronów na wejściu do portu w Bałtyjsku (Cieśnina Piławska), obserwowana jest ciągła erozja brzegu po południowo-zachodniej części Cieśniny. Ocenia się, że wpływ tych falochronów na procesy brzegowe na Mierzei Wiślanej sięga $4 \div 7$ km od Cieśniny Piławskiej w kierunku granicy polsko-rosyjskiej. Obserwacje terenowe wskazują, że na tym odcinku średnioroczna erozja brzegu, w zależności od oddalenia od Cieśniny Piławskiej, waha się w granicach od $-0,4$ do $-0,7$ m/rok [10]. Jednakże w bezpośrednim sąsiedztwie Cieśniny Piławskiej (przykładowo około 800 m od południowo-zachodniego falochronu) lokalna erozja maksymalnie dochodzić może nawet do wartości -3 m/rok [4]. Dalej na południowy-wschód, w odległości ponad $5 \div 7$ kilometrów, brzeg staje się stabilny, wykazując nawet tendencje akumulacyjne sięgające średnio $+(0 \div 0,5)$ m/rok z maksymalną wielkością docho-



Rys. 2. Brzeg morski na Mierzei Wiślanej w odległości około 10 km od Cieśniny Piławskiej



Rys. 3. Klatki drewniane u podstawy wydmy na Mierzei Wiślanej

dzącą w połowie rosyjskiej części Mierzei Wiślanej do około $+1$ m/rok, [4].

Jedynym środkiem technicznym stosowanym lokalnie na odmorskim brzegu Mierzei Wiślanej są drewniane klatki u podstawy wydmy (rys. 3). Ich zadaniem jest akumulacja piasku przy stopie wydmy i przyspieszanie jej przyrastania w kierunku plaży. Poza tym na przeważającej długości Mierzei Wiślanej brzeg ma charakter w pełni naturalny. Procesy erozyjne, jeżeli występują, są relatywnie słabe, a zaplecze wydmy nie jest zagospodarowane i turystycznie wykorzystywane. Stąd wynika brak konieczności przeciwoerozyjnego lub przeciwpowodziowego zabezpieczenia brzegu. Wyjątek stanowi wspomniany uprzednio obszar w bezpośrednim sąsiedztwie Cieśniny Piławskiej, z wąską plażą i niskimi wydmami, niedostatecznie chroniącymi zabudowania wsi Kosa. Jedyną stosowaną w tym rejonie metodą ochrony brzegu jest sporadyczne sztuczne zasilanie piaskiem dna morskiego w odległości kilkuset metrów od linii brzegowej. W tym celu wykorzystuje się urobek z robót pogłębiarskich prowadzonych na podejściu do portu w Bałtyjsku oraz na torze wodnym pomiędzy Cieśniną Piławską a Kaliningradem.

CIEŚNINA PIŁAWSKA – PRZYŁĄDEK TARAN

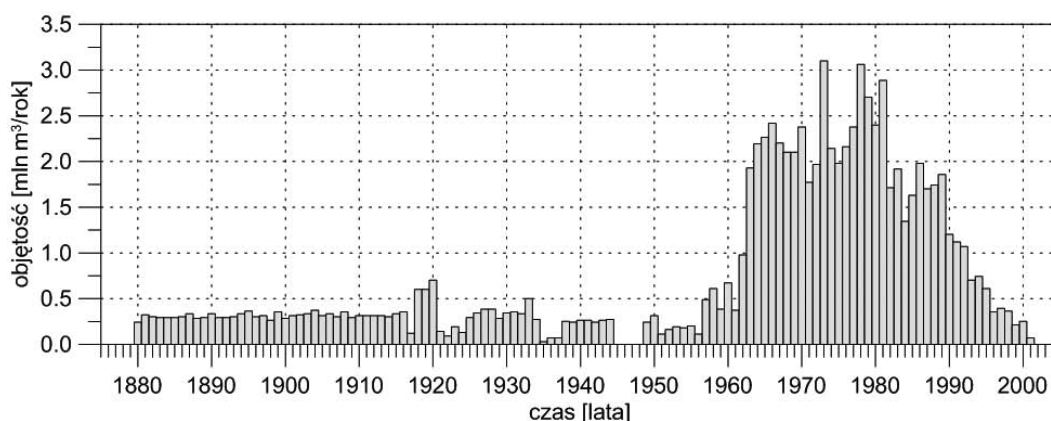
Brzeg/plaża na tym obszarze w większości zbudowana jest z osadów dobrze wysortowanych ($S_0 = 1,25 \div 1,5$) z medianą średnic ziaren $D_{50} = 0,24 \div 0,31$ mm [1]. Grubsze frakcje osadów występują w podwodnej części profilu brzegu. Najgrubsze osady na podwodnym skłonie brzegu zalegają w rejonie Zatoki Donskaja oraz Przylądka Taran, a ich średnice maleją w kierunku Bałtyjska.

Będące pochodną uziarnienia, największe nachylenia profilu poprzecznego brzegu obserwowane są właśnie w sąsiedztwie Przylądka Taran oraz w Zatoce Donskaja. W rejonie tym nachylenie podwodnego profilu zmienia się w granicach $0,025 \div 0,035$. Znacznie mniejsze nachylenie podwodnej części brzegu (około 0,008) występuje na odcinku Jantarnej – Bałtyjsk, w okolicach Bałtyjska natomiast waha się ono w granicach $0,009 \div 0,012$ [1]. Tak małe nachylenia podwodnego profilu brzegowego są efektem długookresowego (rys. 4) zrzutu do morza w okolicach Jantarnej wielu milionów m^3 mieszaniny wodno-gruntowej pochodzącej z kopalni bursztynu usytuowanej w tym miejscu na lądzie. Czynny w ubiegłych dekadach zrzut pulpy urobkowej spowodował powstanie wzdłuż brzegu rozległych obszarów akumulacyjnych, zarówno nadwodnych jak podwodnych. Według różnych źródeł zsumowany z wielu dziesięcioleci zrzut wyraża się kubaturą od około 85 milionów m^3 [6] do nawet 107 mln m^3 [5] (rys. 4).

Na odcinku brzegu Bałtyjsk – Przylądek Taran obserwowane jest występowanie jednej rewy. Jedynie w okolicy miejscowości Jantarnej występują dwie rewy. Znaczna redukcja kubatur zrzutu rumowiska do morza w okolicach Jantarnej w latach dziewięćdziesiątych spowodowała widoczne zmniejszenie intensywności procesów akumulacyjnych na podwodnym skłonie brzegowym. Przykładowo w strefie na północ od Cieśniny Piławskiej akumulowane objętości osadów zmalały od 990 000 m^3 /rok do 490 000 m^3 /rok.

Modelowanie ruchu osadów wykonane dla średniego roku statystycznego pokazuje, że wypadkowy ruch rumowiska jest skierowany od Przylądka Taran w kierunku Mierzei Wiślanej. Wzdłużbrzegowy strumień osadów osiąga maksymalne natężenie około 321 000 m^3 /rok w okolicach Jantarnej [10]. Natężenie strumienia osadów przemieszczających się dalej w kierunku południowo-zachodnim stopniowo maleje, aż do wartości bliskiej zera u nasady Mierzei Wiślanej [10].

W okresie istnienia zrzutu do morza pulpy urobkowej z kopalni bursztynu w Jantarnej, uprzednio erozyjny brzeg morski stawał się silnie akumulacyjny, przesuwał się w kierunku morza z prędkością dochodzącą do 30 m/rok. Maksymalne przesunięcie linii brzegowej w kierunku morza zarejestrowane w rejonie Zatoki Pokrowskaja (rys 5) w ciągu 15 lat (1974-1989), wyniosło 450 m [7], a według innych źródeł lokalnie nawet 800 m [4]. Po północnej stronie Jantarnej (w bliskim sąsiedztwie tej miejscowości), jako skutek wieloletniego zrzutu pulpy



Rys. 4. Objętości zrzutu urobku do morza w okolicach Jantarnej w okresie 1880-2001



Rys 5. Rejon akumulacji osadów (Zatoka Pokrowskaja) jako efekt zrzutu pulpy urobkowej do morza w okolicach Jantarnej



Rys. 6. Wykorzystanie do celów rekreacyjnych obszarów akumulacji powstałych wskutek zrzutu pulpy urobkowej (Jantarnej)



Rys. 7. Pojedyncza ostroga w rejonie osiedla Donskoje



Rys. 8. Erozja brzegu na odcinku pomiędzy Przylądkiem Taran a Swietłogorskiem

na przybrzeżne pola ociekowe i tworzenia się rozległych obszarów akumulacyjnych, powstały na owych obszarach przybrzeżne jeziora, które obecnie wykorzystywane są do celów rekreacyjnych (rys. 6).

Po zaprzestaniu zrzutów pulpy urobkowej w wielu obszarach tego odcinka brzegu ponownie pojawiła się erozja. Procesy erozyjne zaczęły występować z maksymalną prędkością dochodzącą nawet do $-(15 \div 20)$ m/rok. Obserwacje z lat 2007-2008 pozwoliły określić erozję w rejonie Zatoki Pokrowskaja o tempie $-(5 \div 5,5)$ m/rok, natomiast w okolicach Przylądka Peschanyj i w szeregu innych miejsc o natężeniu około -2 m/rok [4, 7]. W rejonie tym szerokość plaży wynosi $30 \div 100$ m [7]. Maksymalna erozja o tempie osiągającym -20 m/rok rejestrowana była w okresie 2002-2007 na północ od Jantarnego [4], gdzie szerokość plaży waha się w granicach od 20 do 70 m [7]. Jak twierdzą autorzy pracy [7], w celu zatrzymania obecnej erozji i zapewnienia w tym rejonie stabilności brzegu konieczne jest rozpoczęcie jego zasilania osadami o kubaturze około $250\,000$ m³/rok.

W przeszłości zrzut pulpy urobkowej w Jantarnym bardzo korzystnie oddziaływał na brzeg morski na całym odcinku od Cieśniny Piławskiej do Przylądka Taran. Nie było zatem potrzeby ochrony brzegów. Stąd w obszarze tym w okolicy miejscowości Donskoje istnieje tylko pojedyncza stara budowla (ostroga), mocno zniszczona i w zasadzie w żaden sposób nie spełniająca swojej roli (rys. 7).

PRZYLĄDEK TARAN – NASADA MIERZEI KUROŃSKIEJ

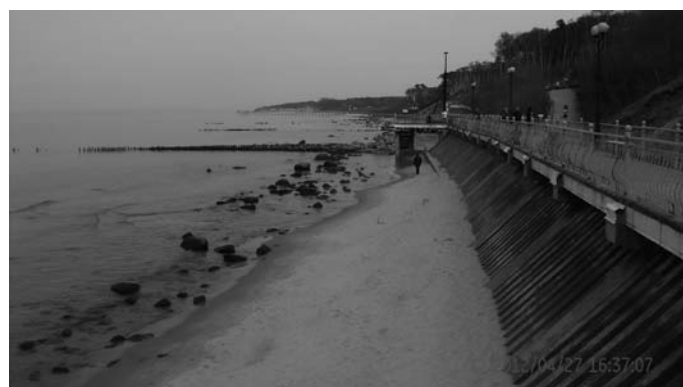
Osady plażowe na tym odcinku wybrzeża charakteryzują się medianą średnic ziaren $D_{50} = 0,15 \div 0,20$ mm [10]. Grubsze osady, także kamienne, występują na wschód od Przylądka Taran, zwłaszcza w pobliżu lokalnych mniejszych przylądków/cyplic. Generalnie brak jest rew w tym obszarze. Brzeg prawie na całym odcinku Przylądek Taran – nasada Mierzei Kurońskiej jest silnie erozyjny (rys. 8) i cofa się ze średnią prędkością $-(0,5 \div 0,8)$ m/rok.

Strumień osadów w tym obszarze skierowany jest z zachodu na wschód. Nasila się on wraz ze wzrostem odległości od Przylądka Taran i w rejonie Zatoki Swietłogorskiej osiąga natężenie około $200\,000$ m³/rok [2].

Ze względu na wspomnianą powyżej silną erozję i jednocześnie cenne zaplecze turystyczne, w rejonie miasteczek Swietłogorskie



Rys. 9. Gabiony w okolicy Swietłogorska



Rys. 10. Masywna opaska połączona ze spacerowym bulwarem w miejscowości Pionierskij



Rys. 11. Przykład starych mocno zniszczonych budowli brzegowych na zachód od Swietłogorska (okolica miejscowości Otriadnoje)

gorsk, Pionierskij i Zielonogradsk w ostatnim okresie wzniesiono nowe ochronne budowle brzegowe. Konstrukcje w postaci gabionów występują około 500 m na wschód i 500 m na zachód od Swietłogorska (rys. 9). Przykład ażurowej żelbetowej opaski brzegowej o długości około 1 kilometra stanowiącej jednocześnie podstawę bulwaru spacerowego w miejscowości Pionierskij przedstawiono na rys. 10. Na licznych odcinkach brzegu nowe umocnienia powstały w miejscu starych, mocno już zniszczonych konstrukcji mających charakter opasek brzegowych różnego rodzaju. Niezależnie od nowo wzniesionych budowli ochronnych, w wielu miejscach pozostały stare, poważnie uszkodzone konstrukcje brzegowe takie jak opaski i ostrogi (rys. 11).

MIERZEJA KUROŃSKA – POŁUDNIOWY FALOCHRON PORTU W KŁAJPEDZIE

Wzdłuż Mierzei Kurońskiej obserwowane są 1 ÷ 2 rewy [9], z których pierwsza znajduje się w odległości około 100 m od linii brzegowej, a druga (jeśli występuje) – około 150 ÷ 250 m od brzegu. Rzadko pojawia się trzecia rewa w odległości 350 ÷ 400 m od linii brzegowej. Nachylenie podwodnej części brzegu oscyluje wokół wartości 0,01 ÷ 0,015. Osady tworzące brzeg w rejonie wsi Lesnoj (nasadowa część Mierzei Kurońskiej) są zróżnicowane: dominuje piasek o medianie średnicy ziaren $D_{50} \approx 0,15 \div 0,25$ mm, a w sąsiedztwie linii brzegowej występują otoczaki. Na pozostałej części plaży Mierzei Kurońskiej, tj. np. w pobliżu wsi Rybaczyj (Rosja) oraz w rejonie miejscowości Nida (Litwa) i dalej na północ występują już tylko piaski o medianie średnicy ziaren $D_{50} \approx 0,25$ mm.

Brzeg na początkowym piętnastokilometrowym odcinku Mierzei Kurońskiej ma charakter lekko erozyjny $-(0,2 \div 0,3)$ m/rok. W obszarze tej erozji znajdują się okolice miejscowości Lesnoj. Pomiędzy wsiami Lesnoj i Rybaczyj (około 20 km) brzeg stabilizuje się, przybierając charakter tranzytowy (w kontekście procesów litodynamicznych). Dalej w kierunku północno-wschodnim i północnym zdecydowanie dominuje akumulacja z tempem wahającym się w granicach $+(0,3 \div 0,7)$ m/rok. Największa akumulacja brzegu obserwowana jest na końcu Mierzei Kurońskiej (okolice południowego falochronu portu w Kłajpedzie). Według większości badaczy taki schemat procesów brzegowych związany jest z transportem osadów skierowanym na północny-wschód i północ oraz z azymutem położenia linii brzegowej, zmieniającym się z około 45° w rejonie wsi Lesnoj do około 0° w pobliżu Kłajpedy. Natężenie wzdłużbrzegowego ruchu osadów jest największe na nasadowym odcinku Mierzei Kurońskiej, gdzie oscyluje wokół wartości około 250 000 m³/rok [6].

Ze względu na brak silnych procesów erozyjnych na Mierzei Kurońskiej brak jest rozbudowanych konstrukcji ochrony brzegu. Wyjątkiem jest należąca do Rosji część nasadowa, gdzie na wschód od Zielonogradska znajdują się nieduże odcinki starych mocno zniszczonych poniemieckich ostróg oraz nowo zbudowana ażurowa żelbetowa opaska brzegowa o długości 120 m w miejscowości Lesnoj (rys. 12). Utrzymanie brzegu morskiego w środkowej i północnej części Mierzei Kurońskiej ogranicza się do stosowania łagodnych zabiegów technicznych przyjaznych środowisku naturalnemu, takich jak zakrzewianie i zatarawianie. Na Mierzei Kurońskiej istnieje system naturalnych rozległych wydmy, lokalnie o charakterze wędrujących dużych form piaszczystych. W celu stabilizacji ruchomych piasków sto-



Rys. 12. Opaska brzegowa w miejscowości Lesnoj



Rys.13. Stabilizacja ruchomych piasków na Mierzei Kurońskiej za pomocą wydmywających mat i płotków

suje się lekkie konstrukcje drewniane lub faszynowe w postaci płotków bądź okładzin (mat) (rys. 13).

PÓŁNOCNY FALOCHRON PORTU W KŁAJPEDZIE – GRANICA LITWA/ŁOTWA

Na pozostałej części wybrzeża Litwy, tj. od Kłajpedy do granicy z Łotwą, zdecydowanie dominują brzegi wydmywoplażowe, zbudowane z piasków charakteryzujących się średnicą ziaren $D_{50} = 0,1 \div 0,20$ mm. Wzdłużbrzegowy transport osadów skierowany jest na północ i według różnych źródeł osiąga natężenie około 150 000 m³/rok. Analiza dynamiki brzegów litewskich położonych na północ od Kłajpedy może dawać rozmaite rezultaty [8]. Z jednej z analiz wynika na przykład, że w latach 1993-2002 omawiany 40-kilometrowy odcinek wybrzeża litewskiego stracił ok. 480 000 m³. Według innej opinii dyskutowanej w pracy [8], plaże na odnośnym brzegu morskim średniorocznie akumulują około 100 000 m³ piasku.

Znaczny wpływ na procesy morfodynamiczne występujące na tym odcinku brzegu mają falochrony rozbudowywane na wej-



Rys. 14. Efekt sztucznego zasilania brzegu w rejonie Pałangi (wrzesień 2012)



Rys. 15. Stare falochrony portowe w Sventoji

ściu do Zalewu Kurońskiego i do portu w Kłajpedzie. Ze względu na bardzo intensywny wzdłużbrzegowy ruch osadów z południa na północ, negatywne oddziaływanie falochronów w postaci efektu tzw. erozji zaprądowej dotyka brzegów morskich położonych na północ od Kłajpedy, w tym także rejonu Pałangi znajdującej się ponad 20 km od falochronów portu w Kłajpedzie. Pałanga jest największym kurortem na Litwie i istnienie plaż w tym rejonie jest dla niego warunkiem *sine qua non* dalszego rozwoju turystyki i rekreacji. Jeszcze w latach osiemdziesiątych XX wieku brzegi w tym rejonie charakteryzowały się względną stabilnością. Wskutek modernizacji wejścia portowego i wydłużania falochronów, a także prawdopodobnie w wyniku wzrostu intensywności falowania i prądów, pod koniec lat dziewięćdziesiątych XX wieku rejon Pałangi zaczął doświadczać coraz silniejszej erozji brzegu morskiego. W 2006 roku władze litewskie wdrożyły w rejonie Pałangi sztuczne zasilanie plaży piaskiem na odcinku brzegu o długości 2,7 km. Prace te są cyklicznie powtarzane do chwili obecnej. Kubatury zasilania przeprowadzonego w latach 2006 i 2008 wynosiły odpowiednio 40 000 m³ i 120 000 m³. W 2011 roku zasilono brzeg morski w Pałandze rumowiskiem w ilości 120 000 m³, a w 2012 roku – 290 000 m³. Podane liczby oznaczają, że ogółem w okresie od początku zasilania na brzegu morskim w Pałandze odłożono piasek w ilości 570 000 m³. Do zasilania stosowano osady nieco grubsze od naturalnie występujących na litewskich plażach, a mianowicie piasek o średnicy ziaren $0,3 \div 0,45$ mm. W efekcie powyższych przedsięwzięć szerokość plaży w Pałandze wynosi obecnie (wrzesień 2012) około 75 m (rys. 14).

Odcinki brzegu w pewnym oddaleniu na wschód od Pałangi charakteryzują się względną stabilnością i na tym obszarze nie prowadzi się już sztucznego zasilania ani nie stosuje się innych bardziej złożonych metod ochrony brzegu.

W odległości około 35 km na północ od Kłajpedy (12 km na północ od Pałangi) znajduje się mały, będący ciągle w fazie modernizacji, port Sventoji. Historycznie służyć miał jako drugi niezależny port Litwy, ale nigdy nie został ukończony. Stare, pochodzące z końca lat dwudziestych XX wieku falochrony o konstrukcji palisadowo-kamiennej, które pierwotnie miały tworzyć port, uległy prawie kompletnemu zniszczeniu (rys. 15). W momencie ich powstania spowodowały akumulację i przesunięcie linii brzegowej o około 10 m w kierunku morza. Obecnie istniejące wejście do portu ukształtowane jest przez zbyt krótkie

falochrony (rys. 15) i dlatego wejście portowe jest permanentnie zapiaszczane. Wykorzystanie wybudowanej wewnątrz portu mariny jachtowej staje się w tej sytuacji bardzo ograniczone.

PODSUMOWANIE

Analizowane brzegi morskie południowo-wschodniego Bałtyku w większości podlegają obecnie procesom erozyjnym. Dotyczy to zachodniego wybrzeża Półwyspu Sambia, tj. odcinka brzegu pomiędzy Przylądkiem Taran a Cieśniną Piławską, jak również odcinków na wschód od Przylądka Taran aż do nasady Mierzei Kurońskiej. Osobliwością są odcinki brzegu na Półwyspie Sambia zarówno w rejonach dawnego zrzutu do morza dużych ilości osadów z kopalni bursztynu Jantarny, jak i na południe od tego miejsca. W okresie zrzutu pulpy urobkowej wytworzyły się tam rozległe brzegowe obszary akumulacyjne. Obecnie na odcinkach tych postępuje erozja brzegu z prędkością dochodzącą średnio do kilkunastu metrów na rok. Mniejsze tempo erozji, średnio rzędu kilkudziesięciu centymetrów na rok, obserwuje się na odcinkach brzegu morskiego położonych na wschód od Przylądka Taran. Na Mierzei Wiślanej i na Mierzei Kurońskiej, poza niewielkimi odcinkami (nasada Mierzei Kurońskiej oraz kilkukilometrowy odcinek Mierzei Wiślanej na południowo-zachód od Cieśniny Piławskiej), przeważają procesy akumulacyjne o średnim natężeniu kilkudziesięciu centymetrów na rok. Brzeg litewski na północ od portu w Kłajpedzie odcinkowo charakteryzuje się zarówno procesami erozyjnymi (Pałanga), jak i długookresową stabilizacją z niewielkimi tendencjami akumulacyjnymi (okolice portu Sventoji).

Ochrona brzegów morskich w analizowanym obszarze południowo-wschodniego Bałtyku ograniczona jest w zasadzie wyłącznie do odcinków brzegu przylegających do miejscowości o znaczeniu turystycznym. W Obwodzie Kaliningradzkim są to miasteczka Pionierskij, Zielenogradsk i Swietłogorsk oraz wieś Lesnoj, na Litwie natomiast – Pałanga. W rejonie miejscowości Pionierskij, Zielenogradsk, Swietłogorsk i Lesnoj stosowane są obecnie opaski gabionowe oraz ażurowe opaski żelbetowe stanowiące podstawę bulwarów spacerowych. W Pałandze, celem utrzymania szerokiej rekreacyjnej plaży, na znaczną skalę stosuje się sztuczne zasilanie brzegu. W wielu miejscach występują (jako systemy lub pojedyncze konstrukcje) stare, w większości

mocno zniszczone, poniemieckie ostrogi. Nowych ostróg nie buduje się. Brzegi wydymowe Mierzei Wiślanej oraz Mierzei Ku-
rońskiej są zabezpieczane przed negatywnymi skutkami inten-
sywnych procesów eolicznych za pomocą metod przyjaznych
środowisku naturalnemu (zatrąbianie i zakrzewianie, budowa
drewnianych i faszynowych płotków oraz okładzin).

LITERATURA

1. Babakov A.: Wind-Driven Currents and their Impact on the Morpho-
Lithology at the Eastern Shore of the Gulf of Gdańsk. Archives of Hydro-Engi-
neering and Environmental Mechanics, Vol. 57, 2010, No. 2, 85-104.
2. Babakow A.: Пространственно-временная структура течений
и миграций наносов в береговой зоне юго-восточной Балтики (Самбийский
п-ов и Куршская коса). **Praca doktorska, Państwowy Uniwersytet w Kalinin-
gradzie, Wydział Geografii, 2003.**
3. Babakov A., Chubarenko B., Ostrowski R., Pruszek Z.: Zmienność cha-
rakterystyk osadów brzegowych brzegu naturalnego oraz sąsiadującego z zabu-
dową portową. Inżynieria Morska i Geotechnika, nr 3/2010, 409-416.
4. Bobykina W., Каптанов К.: Динамика берегов вершины Гдань-
ского залива и связь с антропогенным воздействием. Materiały konferencji
międzynarodowej „Создание и использование искусственных земельных
участков на берегах и акватории водных объектов”, Noworosyjsk, 20-25 lip-
ca 2009, 119-124.
5. Bass O., Zhindariyev: Technogenesis in the coastal zone of sandy shores
of inland sea. Geomorphology, 4, 2007, 17-24.
6. Boldyriy V.: Morphodynamic changes in the coastal zone of the Ka-
liningrad coast in connection with mass dumping of pulp in the Sea. Abstracts of
the XXX Conference at the Kaliningrad State University, 1999, 44-46.

7. Burnashov E., Chubarenko B., Stont Z.: Natural evolution of western
shore of the Sambian Peninsula on completion of dumping from an amber min-
ing plant. Archives of hydro-Engineering and Environmental mechanics, Vol.
57, 2010, No 2, 105-117.

8. Dubra V., Grecevicus P., Dubra J.: Current changes of sandy seashore
of Lithuania within the impact of natural and anthropogenic processes. Littoral,
06006, EDP Science, 11, 2011.

9. Gelumauskaite L.: On the morphogenesis and morphodynamics of the
shallow zone off the Curonian Spit. Baltica, Vol. 16, 2003, 37-42.

10. Ostrowski, R., Pruszek Z., Babakov A., Chubarenko B.: Anthropogenic
effects on coastal sediment fluxes in a non-tidal gulf system. J. Waterway, Port,
Coastal, Ocean Eng., ASCE, Vol. 138, 2012, No. 6, 491-500.

**W artykule przedstawiono wyniki prac prowadzonych w ramach działal-
ności statutowej IBW PAN (grupa tematyczna 2) finansowanej przez Mi-
nisterstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego oraz polsko-rosyjskiego projektu
„Rozwój naukowych podstaw ochrony morskich brzegów Południowego
Bałtyku” prowadzonego na mocy porozumienia pomiędzy Polską Akade-
mią Nauk i Rosyjską Akademią Nauk.**

PODZIĘKOWANIE: Autorzy wyrażają podziękowanie litewskim profeso-
rom – Sauliusowi Gulbinskasowi i Rimasowi Zaromskisowi – za objaśnie-
nia udzielone podczas obserwacji terenowych prowadzonych na morskich
brzegach Litwy.

Praca wykonana została w ramach wspólnego projektu pomiędzy Insty-
tutem Budownictwa Wodnego PAN a Instytutem Oceanologii Rosyjskiej
Akademii Nauk „Development of the scientific basis for shore protection
of South Baltic coast” (2010-2013), który jest częścią „Umowy o Nauko-
wej Współpracy pomiędzy PAN w Warszawie a RAS w Moskwie”. Część
prac wykonana została także w ramach funduszy pochodzącej z działalno-
ści statutowej IBW PAN w Gdańsku oraz Oddziału Atlantycznego IO RAS
w Kaliningradzie.