



Temat specjalny

# Modernizacja i budowa umocnień brzegowych



tekst: **MARIA SZRUBA**,  
Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne



Wybrzeże Bałtyku to obszar występowania coraz silniejszych sztormów zimowych. Ponadto na skutek ocieplania się klimatu rozwój morskiej pokrywy lodowej jest coraz słabszy. Wszystko to wzmaga procesy erozyjne i skutkuje niszczeniem brzegów klifowych i akumulacyjnych. Tym samym podejmowanie działań zmierzających do przeciwdziałania bądź spowalniania powyższych procesów, z zastrzeżeniem potrzeby zachowania naturalnych procesów dynamiki brzegowej, jest jak najbardziej uzasadnione.



## Linia brzegowa w Polsce

Polskie wybrzeże jest abrazyjno-akumulacyjne. Pewne odcinki są niszczone na skutek zabierania materiału, inne podlegają transformacji w wyniku jego osadzania i akumulacji. Występują obszary o różnym stopniu zagrożenia abrazją. Z ponad 500 km linii brzegowej (bez uwzględniania linii brzegowej zalewów) ok. 170 km jest zagrożone słabo, zaś 100 km silnie. Najbardziej efektywnym procesem zabierania rumowiska jest falowanie wywołane wiatrami sztormowymi. Energia falowania oddziałuje wówczas nie tylko na brzeg, lecz także jest przenoszona na przybrzeże, co powoduje podrywanie materiału z dna morza. Materiał zarówno z brzegu, jak i z dna jest unoszony i osadzany w strefach akumulacji. Po zakończeniu intensywnego fa-

lowania niejednokrotnie dochodzi do całkowitej zmiany profilu przybrzeża i plaży, która często ulega zwężeniu (tzn. zmniejsza się odległość od podstawy wydmy do linii wody). Adaptacja do zmieniających się warunków wymaga wielu przedsięwzięć inwestycyjnych [1].

### Brzegi morskie – definicje i klasyfikacja

Brzegi morskie (w tym linia brzegowa z różnymi morfologicznymi formami brzegowymi oraz plaża) wraz z podbrzeżem tworzą strefę brzegową. Przybrzeżny obszar lądowy znajdujący się powyżej najwyższego poziomu morza i niebędący okresowo zalewany przez fale i pływy, ale wyraźnie odczuwający środowiskowy wpływ morza definiowany jest jako nadbrzeże. W obszarze bezpośredniego styku wody i lądu znajduje się charakterystyczna linia rozdziału, którą ogólnie określa się jako linię brzegową.

W polskiej literaturze generalna klasyfikacja brzegów wyróżnia:

- brzegi ukształtowane przez procesy subarealne i tektoniczne (mało zmienione przez morze), zalicza się do nich wybrzeże pierwotnie ukształtowane, w tym brzegi o rozczłonkowaniu tektonicznym, erozyjnym, lodowcowo-erozyjnym, lodowcowo-akumulacyjnym, wulkanicznym, eolicznym oraz brzegi pierwotnie wyrównane;
- brzegi ukształtowane głównie przez procesy falowe, zaliczają się tu brzegi wyrównywane, wyrównane oraz brzegi wtórnie rozczłonkowane, a w ramach nich brzegi abrazyjne, abrazyjno-akumulacyjne, akumulacyjne i zatokowe;
- brzegi ukształtowane pod wpływem innych czynników niż falowe, w tym brzegi potamogeniczne, pływowe, biogeniczne, termoabrazyjne i denudacyjne.

W warunkach polskiej części Morza Bałtyckiego występuje ograniczony typ i rodzaje brzegów morskich. Należą do nich brzegi abrazyjne, abrazyjno-akumulacyjne, akumulacyjne i zatokowe oraz deltowe [2].

### Budowle ochrony brzegów morskich

Wśród podstawowych konstrukcji hydrotechnicznych chroniących brzeg morski i jego zaplecze wymienia się wały przeciw-sztormowe, opaski, okładziny, ostrogi i falochrony brzegowe oraz progi podwodne.

Wały przeciwsztormowe to budowle, które chronią zarówno sam brzeg, jak i odgradzają i zabezpieczają przed podtopieniem przez spiętrzone wody morskie nisko położone obszary lądowe. Ich naturalnym morfologicznym odpowiednikiem jest ciąg wydmy. W przypadku budowy sztucznych wałów ziemnych ich kształt, warunki posadowienia i stateczności oraz materiał użyty do wykonania ogólnie odpowiadają konstrukcjom śródlądowych wałów przeciwpowodziowych.

Do najstarszych metod umacniania brzegu należą opaski. Te budowle bierne, usytuowane równolegle do brzegu, mają na celu ochronę odmorskiej części wydmy, klifu lub innej budowli technicznej przed rozmyciem, uszkodzeniem lub zniszczeniem. Kryteria opasek brzegowych dzielą je w zależności od masywności, rodzaju materiału, z którego są wykonane, czy też kształtu. Rozróżnia się opaski lekkie i ciężkie, betonowe, żelbetowe, stalowe, drewniane, faszynowe, kamienne lub wykonane z geowłókniny. Inna kwalifikacja to pionowościenne, nachylone i krzywoliniowe. Pod względem fundamentowania opaski dzieli



się na posadawiane płasko (okładziny, mury, narzuty, stawiane prefabrykaty) lub na palach i ściankach szczelnych.

Ostroga, wychodząca w morze najczęściej prostopadle lub pod niewielkim kątem do linii brzegowej, jest budowlą czynną. Zwykle ma charakter przegrody ażurowej, rzadziej szczelnej. Jej głównym zadaniem jest wyłapywanie i zatrzymywanie części materiału osadowego transportowanego wzdłuż brzegów oraz zmniejszanie utraty (wynoszenia w morze) piasku z obszaru chronionego. Ostrogi budowane są w formie palisad z pali drewnianych lub żelbetowych, pojedynczych i podwójnych, wypełnionych

narzutem kamiennym ułożonym na faszynie, ze ścianek szczelnych, a także z paneli.

Progi to konstrukcje podwodne, najczęściej wykonane w postaci narzutowej lub z prefabrykowanych segmentów, często o różnych, bardzo wyszukanych kształtach. Rolą progów podwodnych jest osłabienie energii falowania i zatrzymanie rumowiska transportowanego od lądu w kierunku morza. Wykonuje się je przeważnie jako budowle zwarte w postaci narzutów z kamienia lub bloków betonowych.

Do biernych budowli ochronnych należą okładziny, budowle zabezpieczające przed rozmywaniem skarpy wału ochronnego, wydmy, niski klif o łagodnym stoku lub skarpy kanału mor-

Zabezpieczenie wybrzeża przy użyciu rozwiązań firmy Geobrugg, fot. Geobrugg AG





skiego. Na polskich brzegach spotyka się zwykle okładziny w postaci narzutów i bruków kamiennych, dużych płyt lub bloków betonowych, materacy betonowych, bruków kamiennych ze spoinami wypełnionymi asfaltem, narzutów i bruków kamiennych układanych na zaprawie betonowej, koszy lub gabionów.

Falochrony brzegowe, stanowiące umocnienie brzegowe sztuczne, wykonywane są jako zwarte o ścianach stromych lub pochyłych. Falochrony występujące na polskim wybrzeżu mają pod względem konstrukcyjnym charakter stałych budowli nieruchomych, posadowionych na dnie lub w gruncie zalegającym poniżej dna. Wykonywane są w postaci sztyw-

nych masywów betonowych lub żelbetowych (blokowe lub na skrzyniach pływających) albo jako konstrukcje zbudowane z drewna lub stali w postaci kaszyc drewnianych wypełnionych kamieniem, podwójnych palisad drewnianych albo podwójnych ścianek szczelnych wypełnionych kamieniem lub piaskiem.

Jako metodę pośrednią między naturalnym a sztucznym sposobem ochrony i umacniania brzegu traktuje się sztuczne zasilanie brzegu piaskiem, np. czerpanym z wybranego obszaru dna morskiego. W wielu przypadkach tę metodę stosuje się równocześnie z ochroną brzegu przez już istniejące lub nowe budowle, takie jak ostrogi, progi podwodne czy falochrony brzegowe [2, 3].

Zaleca się, aby w pierwszej kolejności realizować prace z zakresu ochrony biotechnicznej (ochrona lekka) oraz inwestycje zintegrowane, w których wykonywane z materiałów pochodzenia naturalnego budowle hydrotechniczne (ochrona ciężka) wspierane będą działaniami wykorzystującymi metody biotechniczne [4].

### **Zadania realizowane w ramach Programu ochrony brzegów morskich**

Program ochrony brzegów morskich został ustanowiony 28 marca 2003 r. w celu m.in. budowy, rozbudowy i utrzymania systemu ochrony brzegów morskich przed erozją morską i powodzią od strony morza, a także zapewnienia minimalnych poziomów bezpieczeństwa brzegu morskiego.



[www.geobrugg.com/slope](http://www.geobrugg.com/slope)



Safety is our nature



**SIATKA TECCO® z Nierdzewnej Stali o Wysokiej Wytrzymałości na Rozciąganie**

**ZABEZPIECZANIE SKARP  
W KOROZYJNYM ŚRODOWISKU**



Instalacja mikropali kotwiących – przebudowa Nabrzeża Indyjskiego w porcie Gdynia, fot. Titan Polska Sp. z o.o.

Tab. 1. Lista projektów realizowanych w ramach *Programu ochrony brzegów morskich* w 2018 r. [6]

Lp.	Nazwa zadania / projektu	Urząd Morski
1.	Umocnienie brzegowe Kąty Rybackie – Krynica Morska	Urząd Morski w Gdyni
2.	Umocnienie brzegowe Rewa (w km 99,9–100,38)	Urząd Morski w Gdyni
3.	Remont umocnienia brzegowego Westerplatte (w km 67,6–68,2)	Urząd Morski w Gdyni
4.	Remont umocnienia brzegowego w Jastrzębiej Górze (w km 134,232–134,465)	Urząd Morski w Gdyni
5.	Sztuczne zasilanie w rejonie Władysławowo – Kuźnica	Urząd Morski w Gdyni
6.	Sztuczne zasilanie w rejonie Kuźnica – Jurata	Urząd Morski w Gdyni
7.	Monitoring brzegu	Urząd Morski w Gdyni
8.	Badania dotyczące ustalenia aktualnego stanu brzegu morskiego	Urząd Morski w Gdyni
9.	Przebudowa opaski brzegowej w Jarosławcu (w km 255,005–255,965)	Urząd Morski w Słupsku
10.	Odbudowa zespołu ostróg drewnianych zlokalizowanych na wschód od portu Darłowo	Urząd Morski w Słupsku
11.	Sztuczne zasilanie – Jarosławiec	Urząd Morski w Słupsku
12.	Rozpoznanie nagromadzeń osadów piaszczystych na dnie morskim w celu ich wykorzystania w ochronie brzegów metodą sztucznego zasilania (obszary Ustka 1, Ustka 2, Ustka 3, Rowy)	Urząd Morski w Słupsku
13.	Monitoring strefy brzegowej południowego Bałtyku w granicach administracyjnych Urzędu Morskiego w Słupsku – IV cykl pomiarów	Urząd Morski w Słupsku
14.	Wykonanie sztucznego zasilania brzegu pomiędzy Niechorzem a Rewalem (w km 368,55–369,70)	Urząd Morski w Szczecinie
15.	Rozpoznanie pól poboru kruszywa w rejonie Dziwnowa	Urząd Morski w Szczecinie
16.	Monitoring – skanowanie laserowe morskiej strefy brzegowej w granicach administracyjnych Urzędu Morskiego w Szczecinie	Urząd Morski w Szczecinie



Fot. Andrea Bonavita, fotolia.com

Program jest finansowany z budżetu państwa. Maksymalny limit wydatków budżetowych na cały okres jego realizacji (lata 2004–2023) wynosi 911 mln zł, przy czym minimalna roczna kwota wydatków budżetu państwa to 34 mln zł [5].

W 2018 r. w ramach Programu realizowano szereg inwestycji. Jedną z nich było **umocnienie brzegowe Kąty Rybackie – Krynica Morska**, realizowane przez Urząd Morski w Gdyni. Inwestycja, mająca na celu zabezpieczenie przeciwpowodziowe obszaru Kątów Rybackich przed powodzią od strony morskich wód wewnętrznych Zalewu Wiślanego, polegała na wykonaniu muru przeciwpowodziowego o długości ok. 110 m, posadowionego na ścianie szczelnej, będącej równocześnie

przegrodą przeciwfiltracyjną. Mur składa się ze stałej konstrukcji z miejscowymi przepustami oraz przegród mobilnych.

Na etapie przygotowawczym znajduje się **umocnienie brzegowe Rewa** (w km 99,9–100,38). Inwestycja będzie polegać na wykonaniu opaski, której głównym materiałem konstrukcyjnym jest narzut kamienny. Całość budowy zostanie podparta na podbudowie oraz gabionach ułożonych na warstwie separacyjnej w postaci geowłókniny. Konstrukcja od strony lądu zostanie zabezpieczona prefabrykowanym murkiem oporowym. Inwestycja zakłada również poszerzenie plaż, które są elementami ochrony brzegu przed oddziaływaniem fal. Planowana inwestycja zabezpieczy

HYDROGRAF S.C.  
ul. Neptuna 11  
83-010 Śtraszyn

tel.: +48 500 508 302  
e-mail: hydrograf.ms@gmail.com  
www: www.hydrograf.pl

Hydrograf

### Profesjonalne usługi hydrograficzne



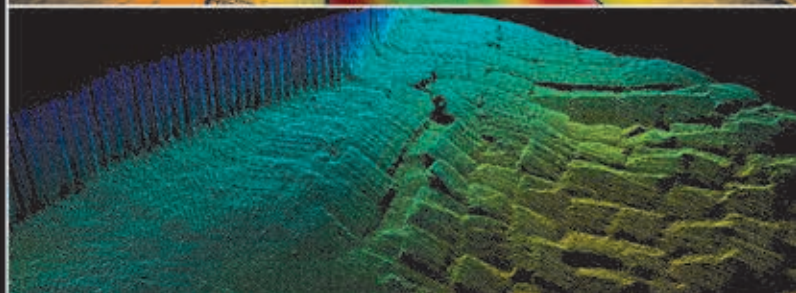
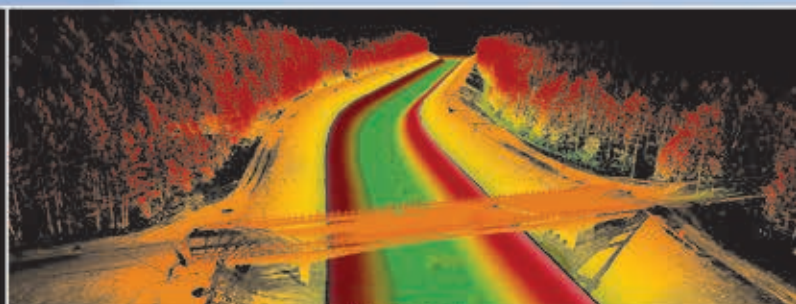
#### pomiary:

- batymetryczne
- lidarowe
- sonarowe
- magnetometryczne (UXO)
- przeglądy wizyjne za pomocą pojazdów ROV



#### wsparcie:

- projektów hydrotechnicznych
- nadzoru inwestorskiego
- okresowych przeglądów budowli hydrotechnicznych



brzeg morski oraz obiekty znajdujące się na zapleczu przed zjawiskiem powodzi sztormowej na odcinku 480 m.

Na skutek uszkodzonego podczas sztormu w styczniu 2017 r. **umocnienia brzegu w rejonie Westerplatte** (w km 67,6–68,2) konieczne było przeprowadzenie remontu. Prace polegały na wykonaniu narzutu kamiennego od strony wody na długości ok. 570 m.b., odtworzeniu żelbetowego muru na długości ok. 95 m.b., poprzedzonym rozbiórką zniszczonych elementów muru, odtworzeniu nawierzchni z kostki betonowej. W zakres robót weszło wykonanie stopy narzutu, prace rozbiórkowe, wykonanie podbudowy pod zaplecze umocnienia brzegowego i podbudowy pod narzuty oraz muru oporowego, miejscowa odbudowa muru oporowego, ułożenie narzutów kamiennych, wykonanie ciągów pieszych.

Remont **umocnienia brzegowego w Jastrzębiej Górze** (w km 134,232–134,465) jest na etapie przygotowawczym. Prace będą polegały na wykonaniu podparcia klifu u podstawy umocnienia wraz z narzutem kamiennym.

W 2018 r. zrealizowano zadanie związane ze **sztucznym zasilaniem w rejonie Władysławowo – Kuźnica** oraz **sztucznym zasilaniem w rejonie Kuźnica – Jurata**. Roboty polegały na wykonaniu sztucznego zasilania brzegu piaskiem w części centralnej Półwyspu Helskiego. W wyniku sztormów w sezonie zimowym wystąpiły zniszczenia wybrzeża Helu (rozmycie plaży, wydm, naturalnych elementów systemu ochrony brzegu morskiego). Uszkodzone zostały również płotki faszynowe, które mają zatrzymywać piasek w celu odbudowy stoków wydm. W ramach działania odtworzono bezpieczny profil plaży, która jest naturalnym elementem sys-

temu ochrony tamtejszego brzegu. Sztuczne zasilanie w części nasadowej w rejonie Władysławowo – Kuźnica wykonano w grudniu 2018 r.

Kolejną wykonaną inwestycją, **przebudowa opaski brzegowej w Jarosławcu** (w km 255,005–255,965), służy do zabezpieczenia brzegu morskiego. Objęła przebudowę opasek o łącznej długości 960,00 m.b. (801,2 m.b. ścianki szczelnej z oczepem żelbetowym i 158,8 m.b. ścianki drewnianej z nadbudową żelbetową). W ramach inwestycji wykonano:

- przebudowę opaski brzegowej o długości 158,8 m.b. w km 255,005–255,164 (rozbiórka i przebudowa oczepu, ścianki szczelnej i narzutu);
- przebudowę opaski brzegowej o długości 801,2 m.b. w km 255,164–255,965 (konstrukcja w całości przebudowana);
- kompletne konstrukcje zejść i zjazdów wraz z podbudową;
- filtr odwodny za opaską.

W ramach działania polegającego na **odbudowie zespołu ostróg drewnianych zlokalizowanych na wschód od portu Darłowo** zostały przeprowadzone roboty hydrotechniczne w zakresie odbudowy zespołu ostróg wraz z kleszczeniem i umocnieniem dna wzdłuż ostróg (53 sztuki). Zrealizowanie tego przedsięwzięcia zapewni trwałość i stateczność całego systemu ostróg brzegowych w km 261,500–268,900, co zapewni prawidłową ochronę wskazanego odcinka brzegu morskiego.

Przedmiotem zadania **sztuczne zasilanie – Jarosławiec** było kompleksowe zaprojektowanie i wykonanie sztucznego zasilania, będącego jednym z elementów systemu ochrony brzegu morskiego w warunkach otwartego morza w miejscowości Jarosławiec.

Prace związane z wykonaniem **sztucznego zasilania brzegu pomiędzy Niechorzem a Rewalem** (w km 368,55–369,70) polegały na wykonaniu sztucznego zasilania piaskiem na odcinku pomiędzy Niechorzem a Rewalem. Podjęte działania miały na celu odtworzenie bezpiecznego profilu plaży w tym rejonie [6].

W granicach Polski znajduje się ok. 843 km linii brzegowej. W ramach *Programu do ochrony przewidzianych jest 251 km brzegu morskiego oraz 241 km Zalewu Szczecińskiego*. Są to odcinki bezpośrednio zagrożone erozją oraz ryzykiem wystąpienia powodzi odmorskiej [4].

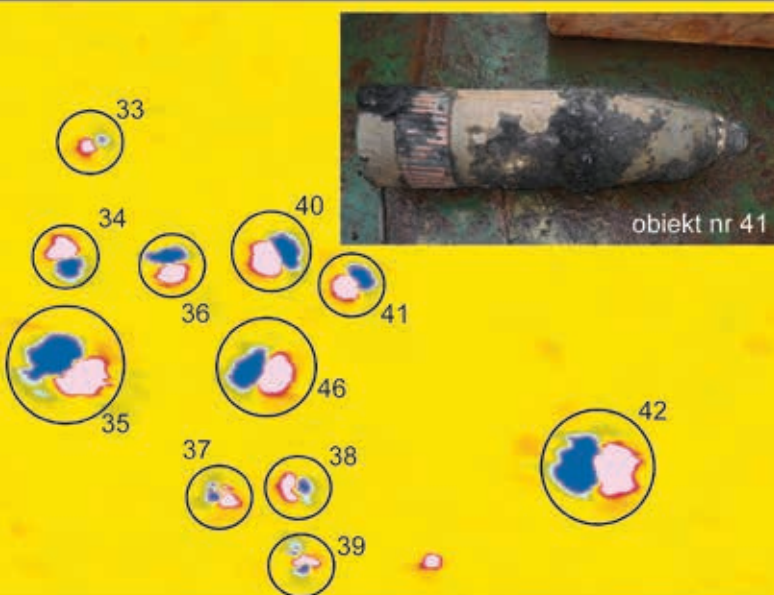
### Literatura

- [1] *Warunki klimatyczne i oceanograficzne w Polsce i na Bałtyku Południowym. Spodziewane zmiany i wytyczne do opracowania strategii adaptacyjnych w gospodarce krajowej*. Red. J. Wibig, E. Jakusik. Warszawa 2012.
- [2] *Zasady dokumentowania geologiczno-inżynierskich warunków posadowienia obiektów budownictwa morskiego i zabezpieczeń brzegu morskiego*. Warszawa 2009.
- [3] Mazurkiewicz B.: *Encyklopedia inżynierii morskiej*. Gdańsk 2009.
- [4] *Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko 2014–2020*. Ministerstwo Inwestycji i Rozwoju. Warszawa 2016.
- [5] Ustawa z dnia 28 marca 2003 r. o ustanowieniu programu wieloletniego *Program ochrony brzegów morskich*. Dz.U. 2003, nr 67, poz. 621.
- [6] Odpowiedź na zapytanie prasowe. Ministerstwo Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej, 11 grudnia 2018 r. Korespondencja mailowa w archiwum Redakcji „NBI”.

## FERROSCAN

Kompleksowe usługi w zakresie:

- badania anomalii ferromagnetycznych na lądzie i w wodzie
- realizację projektów saperskich i archeologicznych
- ekspertyzy i opinie z zakresu badań magnetometrycznych
- wsparcie technologiczne przy pracach podwodnych
- czarter jednostek morskich



Ferroskan S.C.  
ul. Neptuna 11  
83-010 Straszyn

tel.: +48 606 900 139  
+48 500 508 302  
e-mail: ferroskanpro@gmail.com  
www.ferroskanpro.pl

# soley

## WYKONUJEMY:

- przestony przeciwfiltracyjne i wzmacnianie podłoża (panele, ruszty przestrzenne) w technologii CDMM (wykonywane trenczmikserem lub TFoW-em)
- iniekcyjne gwoździe gruntowe, mikropale, kotwy gruntowe
- pale: CFA, przemieszczeniowe, DFF (Designed For Flysch)
- kolumny: DSM, jet-grouting, CFA, przemieszczeniowe
- niskociśnieniowe przestony iniekcyjne wykonywane na obiektach hydrotechnicznych do głębokości ponad 50 m
- pale VdW (FOW) średnica 40, 60, 80 cm
- pełny zakres prac podwodnych



**Soley sp. z o.o.**  
ul. Przemysłowa 33,  
32 - 083 Balice  
k. Krakowa  
tel/fax (12) 638 03 50  
biuro@soley.pl

JUŻ **29 LAT**  
ŁĄCZYMY PRACĘ  
Z PASJĄ

[www.soley.pl](http://www.soley.pl)