

Formy osadu w strefie zmywu i najpłytszego przybrzeża na przykładzie wybrzeża Bałtyku między Mrzeżynem i Dźwirzynem

Leszek Kurowski*

Forms of sediment in the shallow nearshore and swash zone — an example from the Baltic coast between Mrzeżyno and Dźwirzyno (northern Poland). Prz. Geol., 50: 458–464.

Summary. The studies were carried out during sunny weather when the Baltic Sea state varied from 0 to 3, which corresponded to the wind force from 0.0–0.5 m/s (calm) to 5.3–7.4 m/s (moderate wind). Sediment forms generated in the swash zone and adjacent belt of the nearshore could be best observed when the sea was calm (0–1), i.e. when gusts of wind did not exceed 1.7 m/s. Under such conditions a certain number of small and usually undurable forms were generated. Their formation on the beach slope can be explained in terms of erosional and accumulative action of swash and backwash while their presence in the nearshore relates to the action of small waves (oscillatory or transitory) and weak longshore currents. The paper describes several forms from the swash zone, e.g. current lineation, swash marks, drop imprints, crescent marks, rill marks, air-escape pits. Some other forms, such as different types of ripple marks and wave pavements, were described from the nearshore. Also, unusual examples of the erosion of a peat seam (present in the study area) as erosion cavities and evorsion (?) bowls are discussed. Constant waving between the shore and the nearshore has a strong influence on the diversity and variety of sediment forms originated in this zone. Every next wave that reaches the shore leaves some sort of „imprint” on the sand. That is why, no matter whether the described forms are recognized in rocks or in contemporary sediments, they are very good indicators of sedimentary environment.

Key-words: Baltic sea, foreshore, nearshore, current lineation, swash marks, drop imprints, rill marks, crescent marks, air-escape pits, wave ripples, current ripples, interference ripples, wave pavement, erosion cavity, evorsion bowl

Treść prezentowanej pracy stanowi kontynuację tematyki już wcześniej poruszanej na łamach „Przeglądu Geologicznego” (por. Kurowski, 2000) (ryc. 1). W związku z tym zagadnienia wstępne, obejmujące lokalizację oraz warunki naturalne panujące w obszarze badań pozostają w obu pracach takie same. O ile jednak w cytowanej wyżej pracy autor ograniczył się do omówienia działalności wiatru na obszarze plaży wewnętrznej, to przedmiotem tego opracowania są procesy geologiczne i efekty ich działania w zewnętrznej części plaży oraz przylegającym bezpośrednio do niej pasie przybrzeża. W tym miejscu należy zaznaczyć, że praca ta nawiązuje do, cytowanych szczegółowo w dalszej części, opracowań Rudowskiego (1962, 1970) i jest w pewnym stopniu ich kontynuacją.

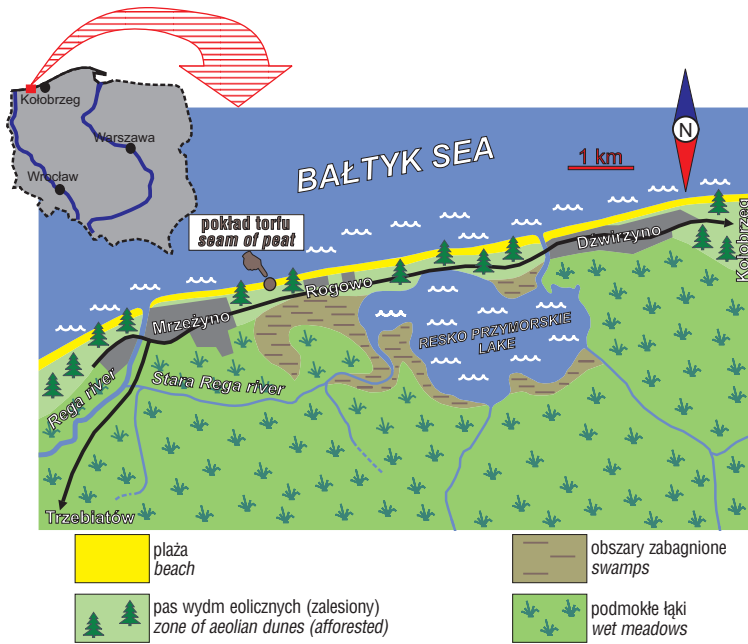
Plaża zewnętrzna, nazywana także stokiem, bądź czołem plaży (Gradziński i in., 1986) obejmuje strefę zmywu. Za cytowanym wyżej autorem, jest to część brzegu morskiego, ograniczona od strony lądu linią grzbietową wału brzegowego (ryc. 2a).

Obraz czoła plaży w określonym momencie jest odzwierciedleniem chwilowych warunków hydrodynamicznych, związanych z intensywnością oddziaływania na brzeg wód zmywu wstępującego i zmywu powrotnego. Intensywność ta, z kolei, jest następstwem stanu powierzchni morza wyrażonego wielkością falowania, a w konsekwencji także siłą, kierunkiem i czasem działania wiatru. Stan powierzchni morza charakteryzuje skala Beauforta (por. Demel, 1974). W związku z tym, w dalszej części pracy do charakteryzowania dynamiki wód w strefie brzegowej Bałtyku posługiwał się będą skalą stanu morza według Beauforta. Obserwacje, których wyniki zawiera praca były prowadzone w drugiej połowie lipca 1999 r. W okresie tym stan morza, przy słonecznej pogodzie, zmienił się od 0 do 3, co oznacza że prędkość wiatru wahała się między 0,0–0,5 m/s (cisza) a 5,3–7,4 m/s (wiatrem umiarkowanym). Struktury geologiczne, generowane w strefie zmywu i przybrzeża, najlepiej można było obserwować w warunkach ciszy i lekkich powiewów wiatru nie przekraczających prędkości 1,7 m/s (0–1 wg Beauforta).

Stok plaży między Dźwirzynem a Mrzeżynem zbudowany jest głównie z piasków kwarcowych, wzbogaconych miejscami w minerały ciężkie (cyrkon, granat, magnetyt), których obecność przejawia charakterystycznym, ciemnym smugowaniem w osadzie (ryc. 3). Podrzędnie występują tam nagromadzenia otoczków, najczęściej skał krystalicznych pochodzenia skandynawskiego, oraz różnego typu klasty o genezie organogenicznej (ryc. 4). Średnia średnica piasków tej strefy (1,65φ), wyznaczona metodą graficzną (Folk & Ward, 1957) sytuuje je w klasie piasku średnioziarnistego (Wentworth, 1922), a wartość odchylenia standardowego ($\sigma_1=0,49$) wskazuje na jego dobre wysortowanie (ryc. 5).

W warunkach spokojnego morza (0–1), niewielkie fale o wysokości 0,15–0,25 m. łamią się bardzo blisko brzegu. Powstaje równie niewielki grzywacz, który uderzając o stok plaży wyrzuca na brzeg warstwę wody zmywu wstępującego. Część jej wsiąka w piasek, a pozostała część wraca do zbiornika jako zmyw powrotny. W strefie mieszania wód zmywu powrotnego i „nacierającego” na brzeg grzywacza może dojść do utworzenia komórki wirowej o osi poziomej, zorientowanej równoległe do linii brzegowej. W wyniku erozyjnego działania takiego układu prądów tworzy się wyraźny stopień morfologiczny o wysokości 10–15 cm (ryc. 2b), który występuje na prawie całym badanym odcinku wybrzeża. Tego rodzaju stopień, w warunkach spokojnego morza, jest na tyle charakterystyczną formą, że można wykorzystać ją do precyzyjnego zdefiniowania pojęcia plaży zewnętrznej (czoła, stoku plaży). W związku z powyższym, plaża zewnętrzna jest to część brzegu morskiego, ograniczona od strony lądu linią grzbietową wału brzegowego (granica między plażą zewnętrzną i wewnętrzną), natomiast od strony morza krawędzią stopnia morfologicznego utworzonego w wyniku erozyjnej działalności wód w strefie mieszania (granica między plażą zewnętrzną a przybrzeżem). Przy stanie morza 0–1 dno przybrzeża bezpośrednio w sąsiedztwie brzegu pokryte jest różnego typu ripplmarkami. Obszerny przegląd tych form dna tej strefy Bałtyku przedstawił Rudowski (1970). Na penetrowanym odcinku wybrzeża występują zarówno formy asymetryczne (ryc. 6)*, wytwor-

*Instytut Nauk Geologicznych, Uniwersytet Wrocławski, pl. M. Borna 9, 50-204 Wrocław; lkur@ing.uni.wroc.pl

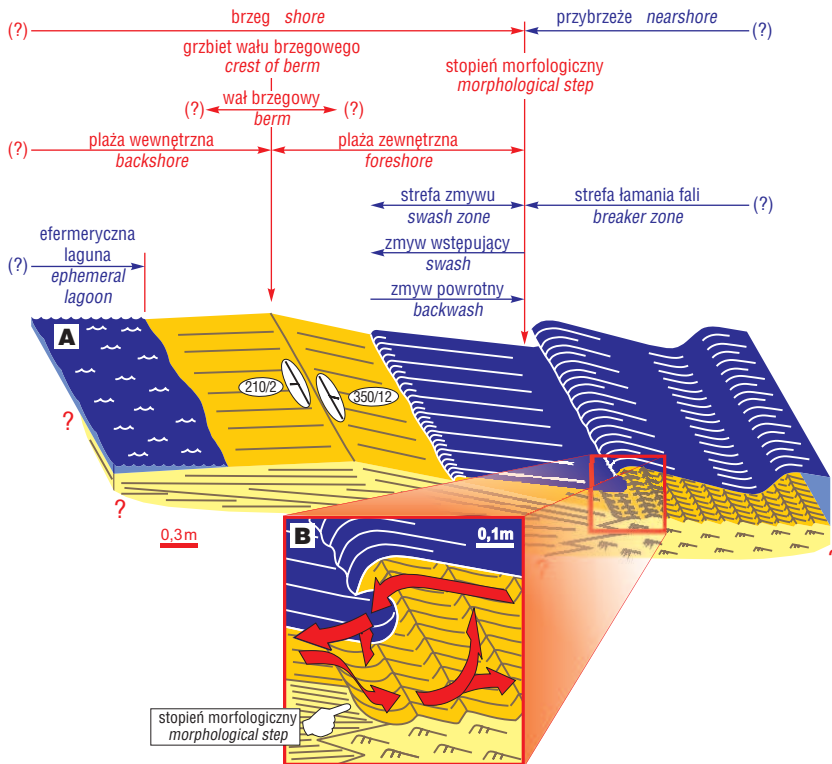


rzony przez fale translacyjne lub prądy wzdłużbrzegowe jak i symetryczne (ryc. 7), wytworzone przez fale oscylacyjne. Często można obserwować także efekt interferencji riplemarków (ryc. 7). Ich wielkość w każdym z wymienionych przypadków jest podobna — wysokość dochodzi do 3 cm, a rozstęp waha się w przedziale 15–20 cm. Formy asymetryczne charakteryzują się lekko krętymi, rozwidlającymi się grzbietami, zorientowanymi pod niewielkim kątem (20–25°) do zewnętrznej krawędzi czoła plaży. Formy symetryczne,



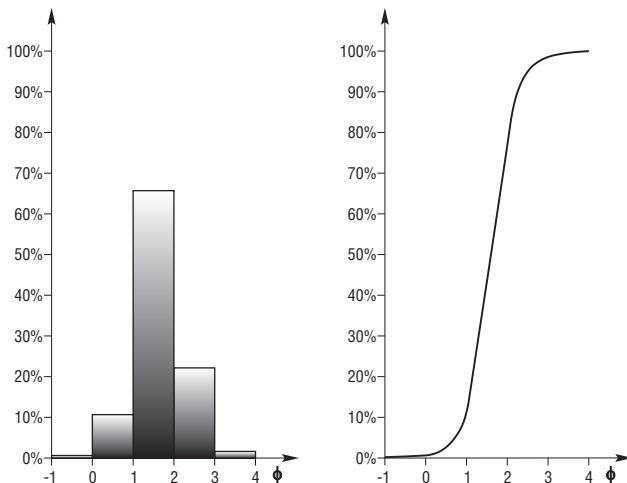
Ryc. 1. Szkic sytuacyjny obszaru badań (na podstawie mapy topograficznej 1 : 50 000, arkusz 322.1 Kołobrzeg oraz 321.2/P Mrzeżyno)

Fig. 1. Sketch map of study area (topographical maps 1 : 50 000, sheet 322.1 Kołobrzeg and sheet 321.2/P Mrzeżyno)



Ryc. 2. Szkic morfologiczny fragmentu typowego wybrzeża klastycznego między Mrzeżynem a Dźwięzno (A) oraz schemat obrazujący tworzenie stopnia morfologicznego na granicy strefy zmywu i przybrzeża (B); pozostałe objaśnienia w tekście

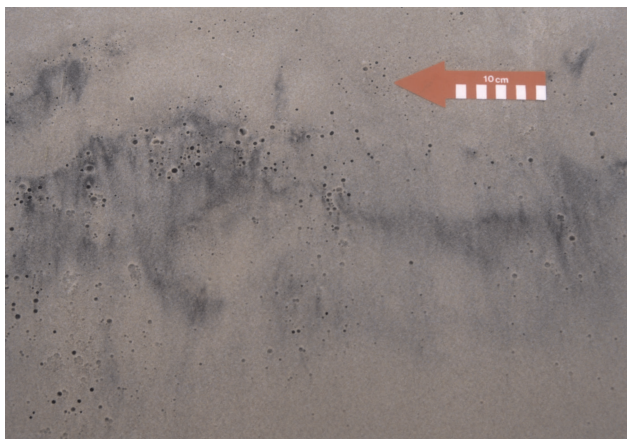
Fig. 2. Morphologic sketch of typical clastic coast between Mrzeżyno and Dźwięzno (A); sketch of morphological step developed between the swash zone and the nearshore (B); for further explanations see the text



Ryc. 5. Histogram i krzywa kumulacyjna piasków strefy zmywu; pozostałe objaśnienia w tekście

Fig. 5. Histogram and cumulative curve of the swash zone sands; for further explanations see the text

*Nienajlepsza jakość fotografii (ryc. 6, 7, 21) jest związana z faktem wykonywania zdjęć form dna z powierzchni, przez 30–40 cm warstwę wody



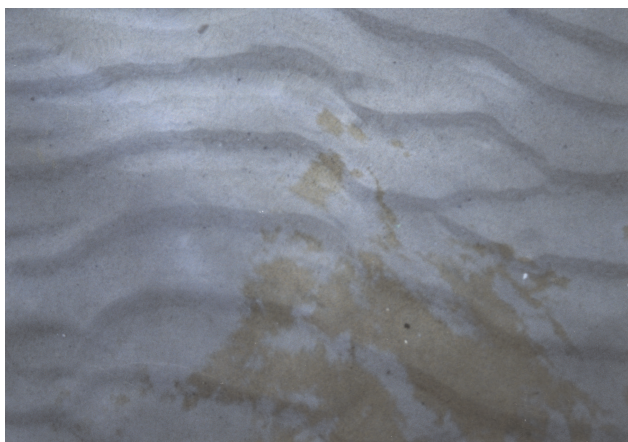
Ryc. 3. Ciemne smugowanie w piaskach strefy zmywu związane z koncentracją minerałów ciężkich; strzałka wskazuje kierunek wschodni

Fig. 3. Dark streaks of heavy minerals in the sands of swash zone; arrow indicates eastward



Ryc. 4. Skupienia otoczków skał krystalicznych i organoklastów (fragmentów muszli, torfu, drewna) na powierzchni strefy zmywu; strzałka wskazuje kierunek północny

Fig. 4. Concentration of crystalline rock pebbles and organoclasts (fragments of shells, pieces of wood and peat) on the surface of swash zone; arrow indicates northward



Ryc. 6. Ripplemarki prądowe o lekko krętych, rozwidlających się grzbietach w strefie przybrzeża między Mrzeżynem a Dźwirzynem

Fig. 6. Current ripples with sinuous, bifurcating crests in the nearshore between Mrzeżyno and Dźwirzyno

natomiast, mają przeważnie grzbiety proste. Ich orientacja, w stosunku do krawędzi strefy zmywu, jest podobna jak u form asymetrycznych i związana z kierunkiem grzbietów fal w stosunku do linii brzegu, a tym samym dominującym wiatrem. Efekt interferencji natomiast należy przypisywać zmianie kierunku lokalnych wiatrów w cyklu dobowym



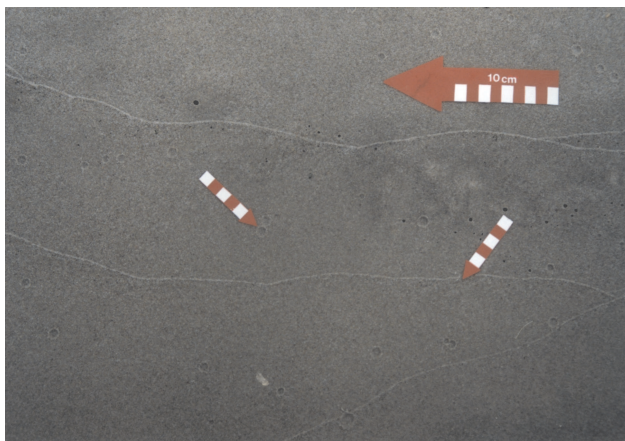
Ryc. 7. Ripplemarki oscylacyjne o grzbietach prostych oraz interferencja ripplemarków w strefie przybrzeża między Mrzeżynem i Dźwirzynem

Fig. 7. Wave ripples with straight crests and interference ripples in the nearshore between Mrzeżyno and Dźwirzyno



Ryc. 8. Lineacja prądowa w piaskach strefy zmywu; strzałka wskazuje kierunek południowy

Fig. 8. Current lineation in the swash zone sands; arrow indicates southward



Ryc. 9. Wałki falowe oraz ślady kropeł na powierzchni piasków strefy zmywu; strzałka (większa) wskazuje kierunek wschodni

Fig. 9. Swash marks and drop imprints on the surface of the

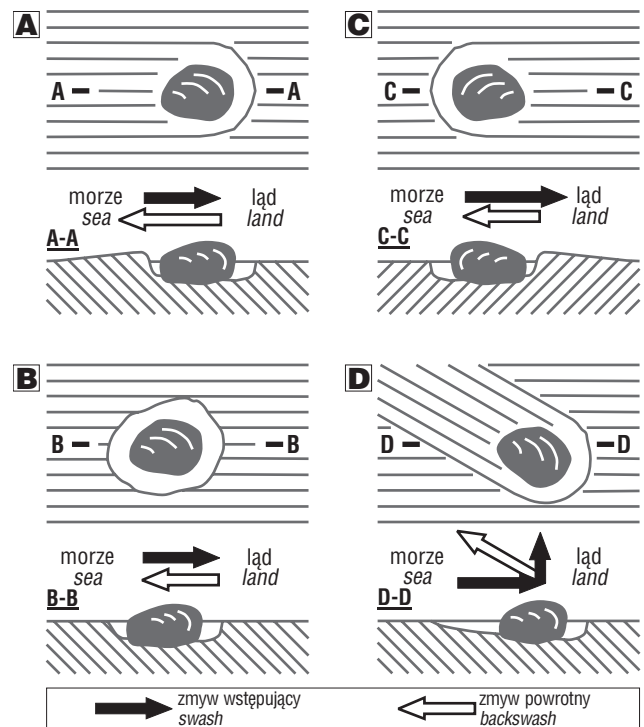
(bryza od morza w ciągu dnia i bryza z lądu w porze nocnej). Za taką interpretacją przemawiać może fakt, że ripplemarki interferencyjne najlepiej można obserwować we wczesnych godzinach porannych. Zewnętrzna część plaży (ryc. 2a), natomiast, obejmująca hydrodynamiczną strefę zmywu, w warunkach spokojnego morza (stan 0–1) stanowi niewielkiej szerokości (2,5 do 3,0 m) pas nachylony pod kątem 10–12° w kierunku morza (przykładowe pomiary orientacji powierzchni strefy zmywu: 340/10, 350/12 itp.). Ta część brzegu morskiego jest miejscem występowania szeregu drobnych, nietrwałych form, których szczegółowy opis zawdzięczamy także Rudowskiemu (1962). Na badanym odcinku wybrzeża, między Dźwirzynem i Mrzeżynem można potwierdzić występowanie większości zaprezentowanych przez cytowanego autora struktur. Jednak skromna dokumentacja graficzna (i fotograficzna) w jego pracach (Rudowski, 1962) oraz wprowadzane sukcesywnie zmiany w terminologii form strefy brzegowej (por. Gradziński i in., 1986) dały podstawę do powtórnego przeanalizowania, tych zagadnień.

Na powierzchni piasków strefy zmywu w omawianym terenie stosunkowo pospolitą strukturą jest lineacja prądowa (ryc. 8), zorientowana prostopadłe do linii brzegu. Jej powstanie jest uzależnione prawdopodobnie od zdolności trakcyjnych „prądu” zmywu wstępującego i zmywu powrotnego.

Równie powszechną formą akumulacji piasku w tej strefie są wałki falowe (ryc. 8, 9 i 10; patrz serwis fot. str. 463, 464)). Są to niewielkie, do 1–2 mm wysokości i znacznej długości, grzbiety, które swoim przebiegiem odwzorowują zasięg zmywu wstępującego, związanego z każdą następną falą docierającą do brzegu. Zarys wałków falowych może być różny, uzależniony od sposobu rozprzestrzeniania się „czoła” zmywu na stoku plaży (por. ryc. 8, 9 i 10. Wałkom falowym, nawet przy słonecznej pogodzie, często towarzyszą ślady kropeł w postaci koncentrycznych, do 2–3 mm średnicy zagłębień. Są one efektem opadania na powierzchnię wilgotnego piasku pojedynczych kropeł wody, pochodzących z łamiących się i częściowo rozbryzgujących fal (ryc. 9).

Natomiast mechanizm przemieszczania do zbiornika wód zmywu powrotnego może być dwojaki. Częściowo wody te spływają w formie zalewu warstwowego, a częściowo koncentrują się w mikrostrumieniach. W wyniku erozyjnej działalności tak skoncentrowanego przepływu powstają bruzdy ściekowe. Przy stanie morza 0–1 są to najczęściej proste, małe kanały o szerokości do kilku centymetrów i głębokości nie większej niż 1,5–2,0 cm. Ich długość na badanym obszarze waha się od kilkunastu centymetrów do ponad jednego metra. Orientacja ich jest przeważnie zgodna z kierunkiem nachylenia stoku plaży tzn. prostopadłe do linii brzegu (ryc. 11). Czasami bruzdy ściekowe tworzą mikro-systemy o charakterze kontrybutywnym, rozwidlające się dendrytycznie w wyższej części stoku plaży i łączące się w jedną formę bliżej zbiornika morskiego (ryc. 12).

Stok plaży, w warunkach spokojnego morza (0–1), jest także miejscem, w którym pospolite są pojedyncze, większe lub mniejsze otoczaki, drobne klasty torfowe, części lub całe muszle mięczaków, kawałki drewna, fragmenty plech glonów itp. (por. ryc. 4). Ciała te obmywane przez wody zmywu wstępującego lub powrotnego stanowią przeszkody, z którymi są związane bardzo pospolite w tej części plaży struktury — ślady opływania. Przykładowe formy tego typu zostały przedstawione na rycinach 13 do 16. Obserwacje terenowe wykazały, że charakter śladów opływania uzależniony jest od wielu różnych czynników, wśród których do najistotniejszych, według autora, zaliczyć można wielkość i kształt przeszkody, orientację powierzchni czoła plaży (w tym wartość kąta nachylenia tej powierzch-

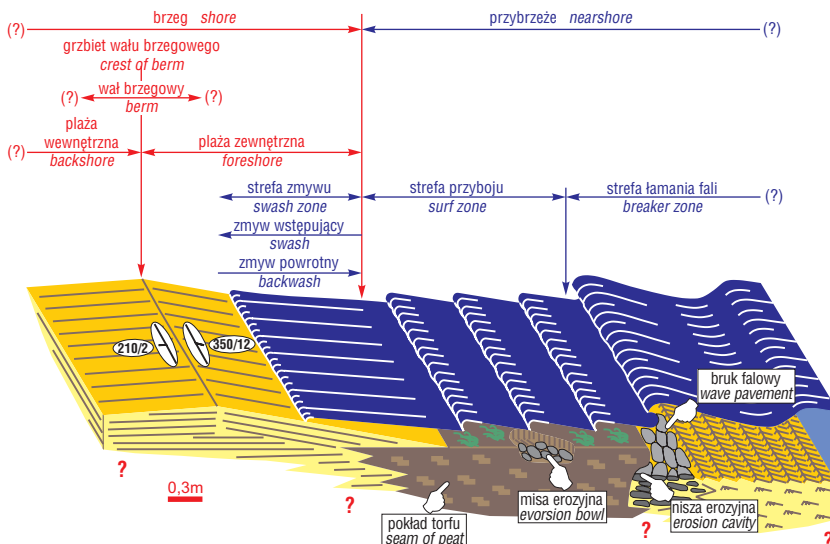


Ryc. 17. Schemat ilustrujący rozwój śladów opływania w zależności od kierunku i siły zmywu wstępującego i powrotnego; pozostałe objaśnienia w tekście

Fig. 17. Sketches of crescent marks in relation to the direction and force of swash and backwash; for further explanations see the text

ni), oraz kierunek przepływu i zdolność erozyjno-transportowa wód zmywu wstępującego i zmywu powrotnego. Najczęściej obserwowane przypadki, związane z ostatnią grupą czynników, przedstawione zostały schematycznie na ryc. 17. W sytuacji, gdy kierunek przepływu wody jest prostopadły do linii brzegu, a zdolność erozyjno-transportowa wód zmywu powrotnego dominująca, powstają różnej formy ślady opływania, które jednak zawsze wskazują na transport w kierunku morza (ryc. 17a, oraz ryc. 13). W sytuacji gdy kierunek pozostaje taki sam, a zmyw wstępujący i powrotny charakteryzuje się podobną energią, wokół przeszkody tworzy się pierścieniowatego kształtu bruzda (= ślad opływania), na podstawie której nie można określić kierunku przepływu (ryc. 17b, oraz ryc. 14). Do rzadziej obserwowanych przypadków należy sytuacja, w której zmyw wstępujący jest dominujący, a powrotny bardzo słaby lub nie występuje wcale (np. na skutek wsiąkania, lub przelewania się wód zmywu wstępującego poza grzbiety wału brzegowego). W takich okolicznościach powstają ślady opływania wskazujące na transport od morza w kierunku brzegu (ryc. 17c, oraz 15). Sporadycznie są obserwowane ślady opływania wskazujące na transport skośny w stosunku do brzegu (ryc. 17d, oraz 16). Takie przypadki są konsekwencją przepływu wód, najczęściej zmywu powrotnego, w kierunku różnym od prostopadłego w stosunku do linii brzegu.

Do kategorii bardzo pospolitych form w tej części brzegu morskiego zaliczyć należy bąble pogazowe. Są one efektem odpowietrzenia powierzchniowej, zalewanej wodami zmywu wstępującego warstwy piasków plażowych. Na powierzchni osadu demonstrują się one jako niewielkie, do kilku milimetrów średnicy, otwory. Występują one masowo mniej więcej na granicy zasięgu wód strefy zmywu. W warunkach spokojnego morza (0–1)



Ryc. 20. Schemat ilustrujący morfologię brzegu i przybrzeża z pokładem torfu, między Rogowem i Mrzeżynem (por. ryc. 1)

Fig. 20. Morphologic sketch of the coast and nearshore with a peat seam between Rogowo and Mrzeżyno (see Fig. 1)

układają się one w formie pasa o szerokości 10–20 cm, biegnącego równoległe do brzegu (ryc. 18).

W wielu miejscach omawianej części wybrzeża, głównie między Mrzeżynem i Rogowem, w strefie zmywu stosunkowo pospolite są różnych rozmiarów klasty torfove (por. także Kurowski, 2000). Wielkość największych przekracza $0,5 \text{ m}^3$ (ryc. 19). W jednym miejscu, około 1,5 km w kierunku zachodnim od Rogowa (ryc. 1), nie są to jednak klasty lecz prawdopodobnie odsłonięty pokład torfu. Do takiego wniosku upoważniają rozmiary odsłoniętego fragmentu, którego rozciągłość (W–E) wynosi 35–37 m, szerokość 3–5 m, a miąższość nie mniejsza niż 0,5 m. W takich okolicznościach, w warunkach spokojnego morza (0–1), dynamika falujących wód przedstawia się nieco inaczej. Niewielkie fale załamują się na krawędzi odsłoniętego pokładu torfu i tworzy się grzywacz. Dalej w kierunku brzegu, po powierzchni pokładu odbywa się gwałtowny transport wody w warunkach odpowiadających hydrodynamicznej strefie przyboju (ryc. 20). Przybój wyrzuca na stok plaży warstwę wody w formie zmywu wstępującego, która częściowo powraca do morza jako zmyw powrotny. Konsekwencje (morfologiczne, strukturalne) działania wód zmywu na osady czoła plaży w przypadku sąsiedztwa pokładu torfu są identyczne z opisanymi wcześniej. Natomiast w strefie naj płytszego przybrzeża można było dokonać kilku interesujących obserwacji, związanych właśnie z występowaniem ciała torfowego. Na granicy pokładu torfu od strony morza występuje wyraźny stopień morfologiczny o wysokości około 25–30 cm. U podstawy stopnia, na poziomie dna przybrzeża, na skutek erozyjnej działalności falującej wody i transportowanego przez nią osadu, często rozwija się nisza erozyjna. Jej wysokość i głębokość w obserwowanych przypadkach nie przekracza, odpowiednio, 12–15 i 8–10 cm (ryc. 20). W warunkach spokojnego morza (0–1) dno w tym miejscu jest pokryte najczęściej cienką warstwą materiału żwirowego typu bruku (ryc. 21). Wielkości takich skupień otoczków można szacować na dziesiątki — setki metrów kwadratowych. Natomiast w warunkach dominacji materiału piaszczystego na dnie pospolite są, podobne do opisanych wcześniej, różnego typu ripplemarki. Powierzchnia pokładu, związana ze strefą przyboju

jest płaska. Mimo wysokiej energii, a tym samym dużej zdolności trakcyjnej wód tej strefy, częste są na niej plechy glonów a także niewielkich rozmiarów płyty piaszczyste (ryc. 20). Koncentracja osadu w tych warunkach możliwa jest prawdopodobnie dzięki gąbczastej i spłśnionej strukturze torfu, która umożliwia zatrzymanie ziaren piasku nawet w warunkach burzliwego przepływu. Stosunkowo pospolite są także przejawy działalności erozyjnej w stropie pokładu. Występują one w postaci miskowatego kształtu zagłębień o średnicy od 20 do 45 cm i głębokości 10–15 cm. Ich genezę można prawdopodobnie wiązać z procesem kawitacji lub eworsji. Formy te stanowią rodzaj naturalnych pułapek dla materiału okrucowego, ponieważ ich dno pokryte jest przeważnie „warstwą” otoczków (ryc. 20).

W warunkach spokojnego morza (0–1) wody zmywu wstępującego tylko sporadycznie pokonują linię grzbietową wału brzegowego. Ma to miejsce wtedy gdy do brzegu dotrze większa fala, a wyrzucona przez nią w formie zmywu na stok plaży warstwa wody ma na tyle wysoką energię i objętość, że nie wsiąknie całkowicie w podłoże lecz częściowo może przelać się poza wał, którego zbocze należące już do plaży wewnętrznej jest nachylone pod niewielkim kątem w stronę lądu (przykładowe pomiary orientacji tej powierzchni: 230/2, 210/2 itp.). Na zapleczu wału brzegowego mogą wówczas utworzyć się niewielkie, okresowe zbiorniki, podobne do kałuż (ryc. 22), znane z literatury jako efemeryczne laguny.

Plaża zewnętrzna obejmująca strefę zmywu jest miejscem zaszczepiania się wpływów środowiska lądowego i morskiego. Charakteryzuje się ono wysoką dynamiką, związaną głównie z działalnością fal. Nawet w warunkach spokojnego morza (0–1) niewielkie fale nieustannie obmywają stok plaży. Ma to ogromny wpływ na różnorodność i zmienność powstających w tej strefie form osadu. Każda następna fala docierająca do brzegu pozostawia na piasku swoisty „autograf”. W związku z tym, bez względu na fakt czy opisane powyżej formy rozpoznamy w osadach kopalnych czy we współczesnych są one bardzo dobrymi wskaźnikami środowiska sedymentacji.

Przedstawione wyniki badań były finansowane z projektu 2022/W/ING/01-18.

Literatura

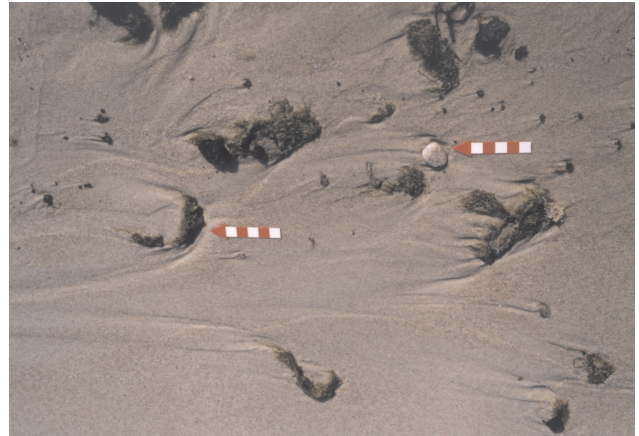
- DEMEL K. 1974 — Życie morza. Wyd. Morskie. Gdańsk.
 FOLK L.M. & WARD W.C. 1957 — Brazos River bar: a study of significance of grain size parameters. *Jour. Sedim. Petrol.*, 27: 3–26.
 GRADZIŃSKI R., KOSTECKA A., RADOMSKI A. & UNRUG R. 1986 — Zarys sedymentologii. Wyd. Geol.
 KUROWSKI L. 2000 — Formy eoliczne w utworach plażowych na przykładzie wybrzeża Bałtyku między Mrzeżynem a Dźwirzynem. *Prz. Geol.*, 48: 917–923.
 RUDOWSKI S. 1962 — Mikroformy strefy brzegowej Bałtyku w Polsce. *Acta Geol. Pol.*, 12: 541–572.
 RUDOWSKI S. 1970 — Zmarszczki w strefie przybrzeża południowego Bałtyku. *Acta Geol. Pol.*, 20: 451–483.
 WENTWORTH C. K. 1922 — A scale of grade and class terms for clastic sediments. *Jour. Geol.*, 30: 377–392.

Formy osadu w strefie zmywu i najpłytszego przybrzeża na przykładzie wybrzeża Bałtyku między Mrzeżynem i Dźwirzynem (str. 458)



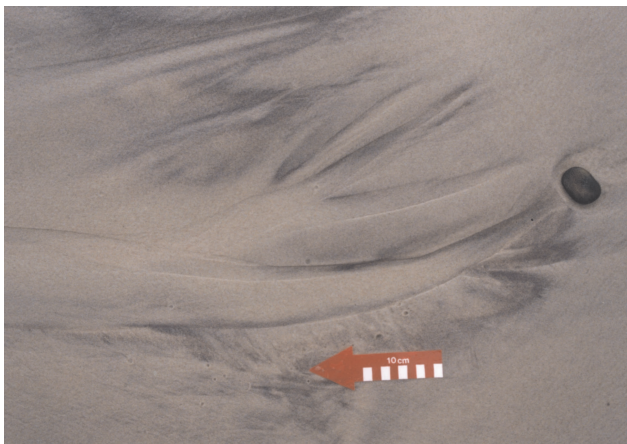
Ryc. 10. Wałki falowe na powierzchni piasków strefy zmywu; strzałka wskazuje kierunek wschodni

Fig. 10. Swash marks on the swash zone sands; big arrow indicates eastward



Ryc. 13. Przykłady śladów opływania związane z fragmentami plech glonów i drobnymi klastami torfowymi; strzałki wskazują kierunek północny

Fig. 13. Examples of crescent marks developed around the fragments of algae thalli and little clasts of peat; arrows indicate northward



Ryc. 11. Pojedyncze bruzdy ściekowe na powierzchni piasków strefy zmywu; strzałka wskazuje kierunek północny

Fig. 11. Rill marks on the surface of swash zone sands; arrow indicates northward



Ryc. 14. Przykład koncentrycznego śladu opływania; strzałka wskazuje kierunek północny

Fig. 14. Example of a concentric crescent mark; arrow indicates northward



Ryc. 12. Kontrybutywny system bruzd ściekowych na powierzchni piasków strefy zmywu; strzałka wskazuje kierunek północny

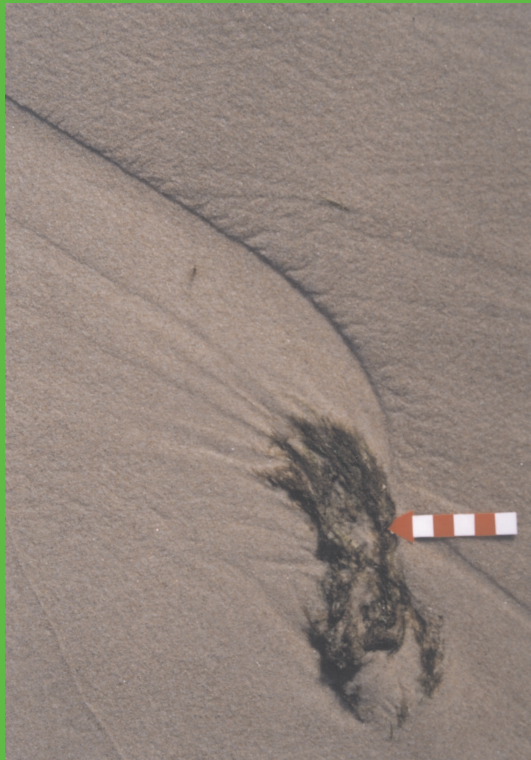
Fig. 12. Contributory arrangement of rill marks on the surface of the swash zone sands; arrow indicates northward



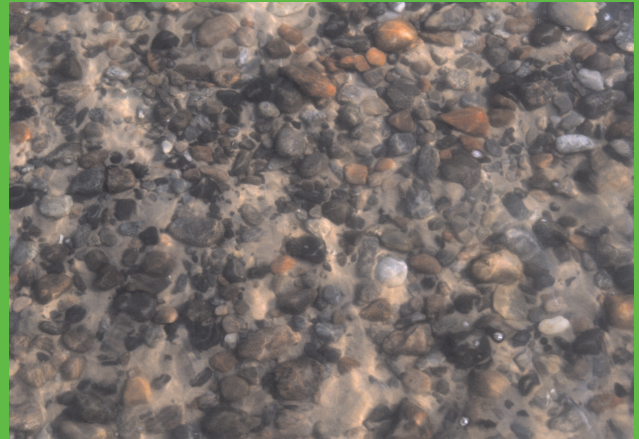
Ryc. 15. Przykłady śladów opływania związane z drobnymi otoczkami i muszlami małży; strzałka wskazuje kierunek południowy

Fig. 15. Examples of crescent marks developed around pebbles and shells; arrow indicates southward

Formy osadu w strefie zmywu i najpłytszego przybrzeża na przykładzie wybrzeża Bałtyku między Mrzeżynem i Dźwirzynem (str. 458)



Ryc. 16. Przykład śladu opływania związany z dużym fragmentem plechy glonów; strzałka wskazuje kierunek północny
Fig. 16. Example of a crescent mark developed around a big fragment of algae thallus; arrow indicates northward



Ryc. 21. Poziom bruku falowego w strefie przybrzeża między Rogowem i Mrzeżynem (por. ryc. 1)
Fig. 21. Wave pavement in the nearshore between Rogowo and Mrzeżyno (see Fig. 1)



Ryc. 18. Bąble pogazowe w piaskach strefy zmywu; strzałka wskazuje kierunek zachodni
Fig. 18. Air-escape pits in the swash zone sands; arrow indicates westward



Ryc. 22. System efemerycznych lagun na plaży między Rogowem i Dźwirzynem (por. ryc. 1)
Fig. 22. Ephemeral lagoons in the backshore between Rogowo and Mrzeżyno (see Fig. 1)



Ryc. 19. Duże klasty torfowe w strefie zmywu między Rogowem i Mrzeżynem (por. ryc. 1)
Fig. 19. Big clasts of peat in the swash zone between Rogowo and Mrzeżyno (see Fig. 1)