



Rozwój rzeźby plaży i wydym nadmorskich w pobliżu Pogorzeliczy na podstawie badań struktur sedymentacyjnych

*Development of beach and coastal dune relief in the Pogorzelica area
as based on studies of sedimentary structures*

PAWEŁ SYDOR

Zakład Regionalny Geologii Pomorza, Państwowy Instytut Geologiczny – PIB,
71-130 Szczecin, ul. Wieniawskiego 20; pawel.sydor@pgi.gov.pl

TOMASZ ARKADIUSZ ŁABUZ

Wydział Nauk o Ziemi, Uniwersytet Szczeciński,
70-383 Szczecin, ul. Adama Mickiewicza 18; labuztom@univ.szczecin.pl

Zarys treści. Natężenie czynników kształtujących plażę i wydmy nadbrzeżne podlega ciągłym zmianom. Analizując struktury sedymentacyjne można określić ich zmienność, a co za tym idzie – odtworzyć etapy rozwoju rzeźby. Badania prowadzone były na plaży i wydmach nadbrzeżnych na wschód od Pogorzeliczy na 361 km polskiego wybrzeża. Pomiary na plaży wykazały, że ulega ona sezonowym zmianom. W górnej i dolnej części plaży zaobserwowano akumulację materiału, zaś w części środkowej – ubytek. W osadach zachowały się ślady pięciu wzbrań sztormowych, podczas których linia wody sięgała podstawy wydmy. Analiza osadów wydym wykazała zmienność tendencji rozwojowych. W przeszłości zdarzały się okresy dominacji akumulacji, w których dochodziło do tworzenia się nowych wałów wydymowych oraz odbudowywania starych, a także okresy dominacji procesów niszczenia. Obecność poziomu glebowego świadczy z kolei o okresach stabilizacji wydmy.

Słowa kluczowe: rozwój rzeźby, Wybrzeże Trzebiatowskie, plaża, wydmy nadbrzeżne, struktury sedymentacyjne.

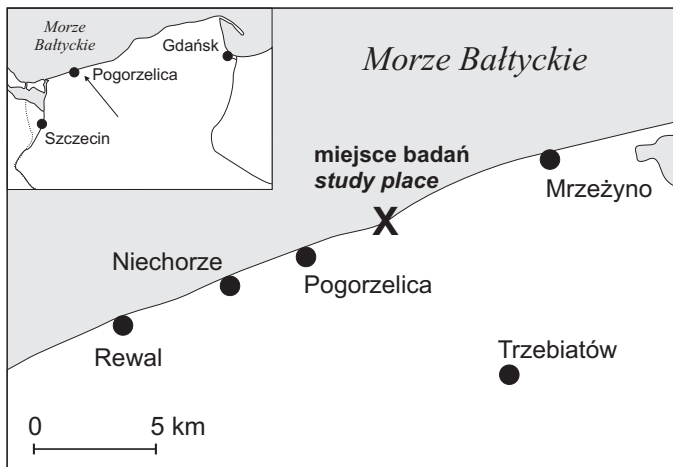
Wstęp

Główną rolę w kształtowaniu plaży i wydym nadbrzeżnych odgrywają procesy morfolitodynamiczne i hydrodynamiczne, wywołane przede wszystkim przez wiatr, falowanie, zmiany poziomu morza, zróżnicowanie osadu oraz obecność roślinności (Leontjew i inni, 1982; Musielak, 1989). Natężenie tych procesów podlega ciągłym zmianom i ma swoje odzwierciedlenie w warstwach osadów budujących formy brzegowe. Badania struktur sedymentacyjnych pozwalają

określić zmienność wymienionych procesów, a co za tym idzie odtworzyć etapy rozwoju rzeźby badanego obszaru. Jest to istotne z punktu widzenia dalszych prognoz rozwoju wybrzeża oraz potencjalnego zagospodarowania. Celem badań prowadzonych w rejonie Pogorzelicy było odtworzenie zmian rzeźby badanego odcinka poprzez analizę struktur sedymentacyjnych. Niniejszy artykuł zawiera interpretację środowiskową przeanalizowanych wyników badań osadów plaży i wydm nadmorskich prowadzonych w rejonie Pogorzelicy.

Obszar badań

Teren badań znajduje się na obszarze Wybrzeża Trzebiatowskiego (Kondraci, 2002), 3 km na wschód od Pogorzelicy (ryc. 1). Według kilometrażu wybrzeża Urzędu Morskiego jest to 361 km polskiego brzegu. W ujęciu geomorfologicznym obszar ten zalicza się do wybrzeży mierzejowych i cechuje się występowaniem dwóch wałów wydmy o wysokości od 6,0 do 10,0 m. Zaplecze pasa brzegowego pokrywają utrwalone obecnie wydmy barchanoidalne o wysokości do 20,0 m (Łabuz, 2005). Średnia szerokość plaży w tym rejonie wynosi 55 m (Musielak i inni, 2005). Według klasyfikacji L. Bohdziewicza (1963), zmodyfikowanej przez R. Racinowskiego i innych (1995), badany odcinek to wybrzeże wydymowe niskie w fazie abrazji (typ 2a).



Ryc. 1. Lokalizacja terenu badań
Location of study area

Średnie roczne temperatury tego obszaru osiągają wartość 8,3°C. Średnia roczna suma opadów dochodzi do 675 mm, z przewagą opadów w porze letniej. Okres wegetacyjny trwa do 223 dni (Koźmiński i inni, 2007). Dominują wia-

try z kierunków S–SW–W (Miętus i inni, 2004). Sztormy są generowane przez wiatry z sektorów od NW do NE. Największa częstość wezbrań sztormowych występuje od listopada do lutego (Sztobryn i Stigge, 2005). W latach 1998–2008 spiętrzenia sztormowe występowały praktycznie co rok, powodując erozję plaży i odmorskiego stoku wydmy przedniej z poziomem morza 1 m ponad średni i przy napływie wody na brzeg sięgającym 2,5–3,0 m npm. (Łabuz, 2009).

Metody badań

Badania terenowe prowadzono w okresie od lata 2007 r. do wiosny 2008 r. W tym czasie podczas dwóch serii pomiarów (letniej i wiosennej) wykonano powtarzalne wkopy w poprzek plaży i wydym nadmorskich oraz pomiary niwelacyjne rzeźby wydym nadmorskich i plaży (dowiązane do osnowy geodezyjnej reperów kilometrażu wybrzeża Urzędu Morskiego). Do rejestracji struktur sedymentacyjnych wykorzystano niwelator, tyczki, łatę, taśmy miernicze oraz aparat fotograficzny. Kąt nachylenia warstw pomierzono kompasem geologicznym.

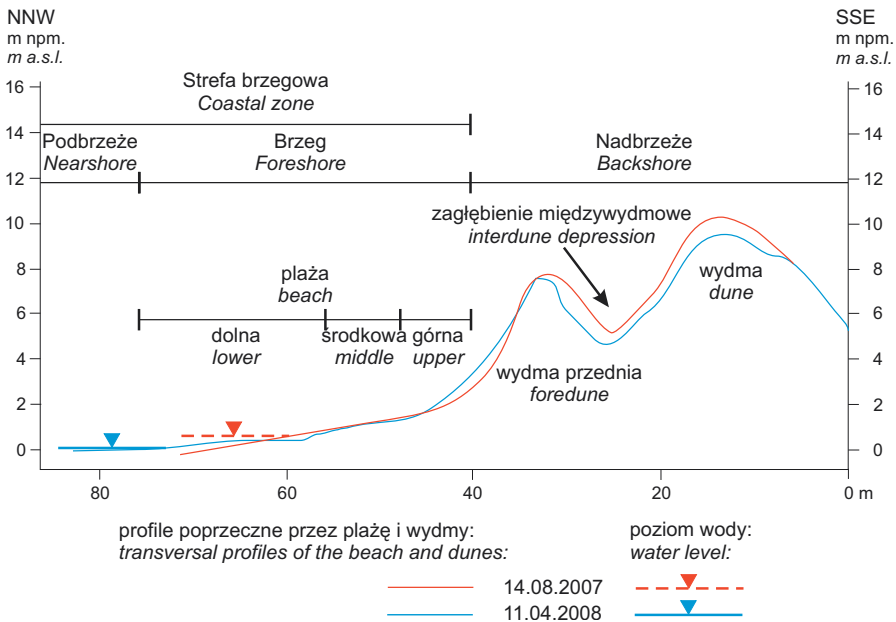
Wyniki badań

Plaża

Dzięki pozostawionemu w osadach reperowi określono zmiany jakie zaszły w osadach plaży na badanym obszarze w okresie pomiędzy seriami pomiarowymi. Ustalono, że plaża z letniej serii pomiarów (14.08.2007) była bardziej stroma (5°) i węższa (28 m) niż plaża z serii wiosennej (11.04.2008) (średnie nachylenie 1° , szerokość 34 m) (ryc. 2, 3). Jest to zgodne z obserwacjami F.P. Sheperda (1963) i C.A.M. Kinga (1972), którzy określili sezonową zmienność profili plaży. Wydzielili oni dwa profile plaż: zimowy i letni. Plaża o zimowym profilu jest bardziej płaska i płynnie nachylona w porównaniu z plażą o profilu letnim. Jest to wynik działalności sztormów w sezonie zimowo-wiosennym. W rejonie Pogorzeliczy plaża z letniej serii pomiarów miała typowy profil letni, zaś plaża z pomiarów wiosennych – zimowy (fot. 1).

Na rycinie 3 przedstawiono nałożone na siebie zarysy granic powierzchni plaży i struktur sedymentacyjnych w obrębie odsłoneń wykonanych podczas obu serii pomiarowych. Można zauważyć, że w pewnych miejscach mamy do czynienia z ubytkiem materiału (środkowa część plaży), w innych z akumulacją (dolna i górna część plaży). Związane jest to z krótkookresowymi procesami, kształtującymi profil brzegu. Przyrost osadu w górnej części plaży, tuż u podnóża stoku wału wydmy, nastąpił w wyniku dostawy materiału z abradowanego stoku wydmy przedniej (osypywanie się luźnego piasku) oraz akumulacji eolicznej osadu nawiewanego z dolnej części plaży. Osypywanie materiału zachodzi po okresach spiętrzeń sztormowych podcinających stok, który w wyniku zmiany kąta nachylenia osuwa się grawitacyjnie. Jest to ważne źródło osadu

dla plaż znacznie obniżanych przez spiętrzenia. Z kolei w okresach występowania wiatrów o dużej prędkości z sektora odmorskiego zachodzi nawiewanie osadu z sąsiednich odcinków plaży w górną jej część, gdzie przy obecności roślinności mogą powstawać mniej lub bardziej trwałe wydmy embrionalne. W dolnej części plaży materiał pochodził z akumulacji na skłonie brzegu w wyniku falowania i ewentualnie z rozmycia materiału ze środkowej jej części. W ciągu roku ta część plaży – tzw. plaża dolna – jest wielokrotnie przebudowywana w wyniku zmian poziomu morza i intensywnego falowania.



Ryc. 2. Profile poprzeczne plaży i wydm na 361 km polskiego wybrzeża
Transverse profiles of the beach and dunes at a point of 361 km along the Polish coast

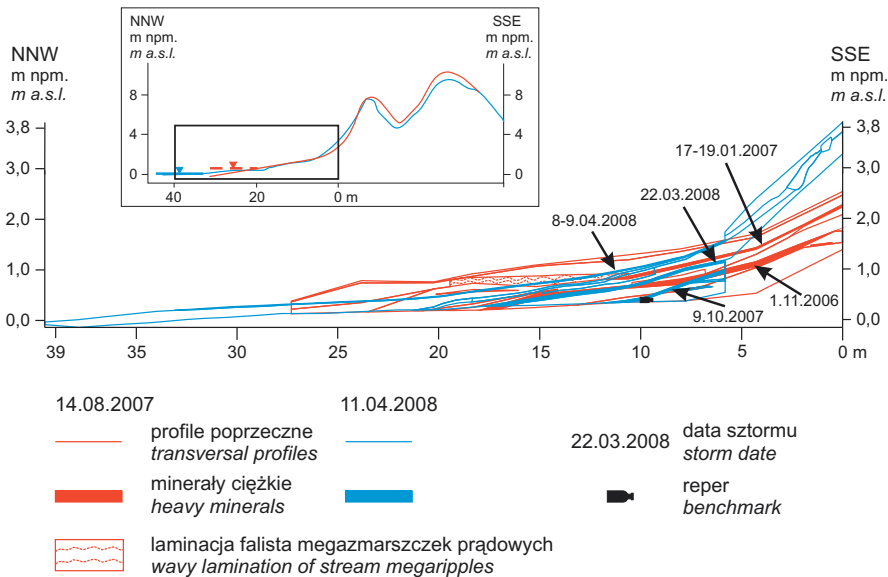
Analizując struktury sedymentacyjne plaży widoczne w wykonanych odsłonięciach wykryto ślady po wezbraniach sztormowych, które miały miejsce pomiędzy okresami badań. Ich pozostałością są laminy wzbogacone w minerały ciężkie, materię organiczną (kidzinę) naniesioną przez fale oraz ścicia erozyjne starszych warstw. Warstwy minerałów ciężkich w utworach plaży, charakterystyczne dla epizodów erozyjnych, ciągnęły się w utworach plaży górnej od podnóża wydmy przedniej do środkowej części plaży. Typowe, często spotykane podcięcie dolnej części lub całego stoku wydmy, które stwierdzono w trakcie badań świadczy o przebudowie plaży i stoku wydmy przedniej przez falowanie sztormowe.



Fot. 1. Plaża i wydma przednia na 361 km polskiego wybrzeża podczas dwu serii pomiarów
(fot. P. Sydor, także pozostałe fotografie)

Beach and foredune 361 km along the Polish coast during the two series of measurements
(photo by P. Sydor, other photos also)

Na podstawie analizy struktur sedymentacyjnych, a także danych dotyczących poziomu morza z najbliższych Kapitanatów Portu w Świnoujściu i Kołobrzegu udało się ustalić okresy, w którym omawiane warstwy zostały uformowane (ryc. 3). Dzięki temu było możliwe odtworzenie zmian rzeźby powierzchni plaży w okresie pomiędzy obiema seriami pomiarowymi. W czasie pierwszej (letniej) serii pomiarów w osadach stwierdzono ślady po dwóch sztormach. Były to silne wezbrania z 1.11.2006 oraz powtarzające się w styczniu 2007 r., w tym z 17–19 stycznia, którym towarzyszyło podniesienie poziomu morza o 1,40–1,47 m (Łabuz, 2009). Spowodowały one przebudowę górnego odcinka



Ryc. 3. Nałożone na siebie zarysy powierzchni plaży i granic struktur sedymentacyjnych w obrębie odsłoneń wykonanych na plaży 14.08.2007 i 11.04.2008

Overlapping outlines of beach surface and boundaries of sedimentary structures within excavations made on the beach on 14.08.2007 and 11.04.2008

plaży na głębokość około 2,0 m, zniszczenie wydmy embrionalnych o wysokości 0,8 m, cofnięcie podstawy wydmy o 4,0 m i obniżenie samej plaży górnej o około 1,2 m. Podczas drugiej (wiosennej) serii pomiarów przeprowadzonej po roku w osadach zarejestrowano trzy warstwy, które pochodzą ze sztormów 9.10.2007, 22.03.2008 oraz 8–9.04.2008. Po sztormie ze stycznia 2007 r. nastąpiła odbudowa plaży przez okres wiosny i lata 2007 r. Do jesieni wysokość górnego odcinka plaży wzrosła o około 0,5 m.

Podczas letniej serii pomiarów zarejestrowano w osadach plaży rytmiczne formy o charakterze zafalowania (ryc. 3, fot. 2). Ich wysokość dochodziła do 15 cm i były one symetryczne, a odstęp między nimi wynosił 30 cm. Geneza tych form może być dwojaka. Mogą to być mezobarchany, czyli formy eoliczne powstałe w wyniku intensywnej akumulacji eolicznej i transportu eolicznego przy wiatrach wiejących wzdłuż brzegu, na płaskiej wilgotnej plaży, przy obfitej dostawie materiału w sezonie wiosennym przed rozpoczęciem okresu wegetacyjnego (Mielczarski i Onoszko, 1968). Mogą to być również (i to jest bardziej prawdopodobne) megazmarszczki prądowe, które powstają przy intensywnym spływie po sztormie w warunkach jego szybkiego wyciszenia się. W zafalowanej warstwie miejscami występowały otoczaki, zaś jej strop budował grubszy osad – przemawia to na korzyść megazmarszczek prądowych. Formy te są efemeryczne i nie zachowałyby się do kolejnego pomiaru, gdyby nie zostały częściowo rozwiانة i przykryte osadem.



Fot. 2. Laminacja falista megazmarszczek prądowych
Wavy lamination of current megaripples

Wydma

Na badanym terenie występują dwa wały wydym nadbrzeżnych rozdzielone rynną o zmiennej szerokości i głębokości (fot. 3). Wysokość wydmy przedniej dochodziła do 8,0 m, zaś wysokość wału drugiego (licząc od morza) – 10,0 m.

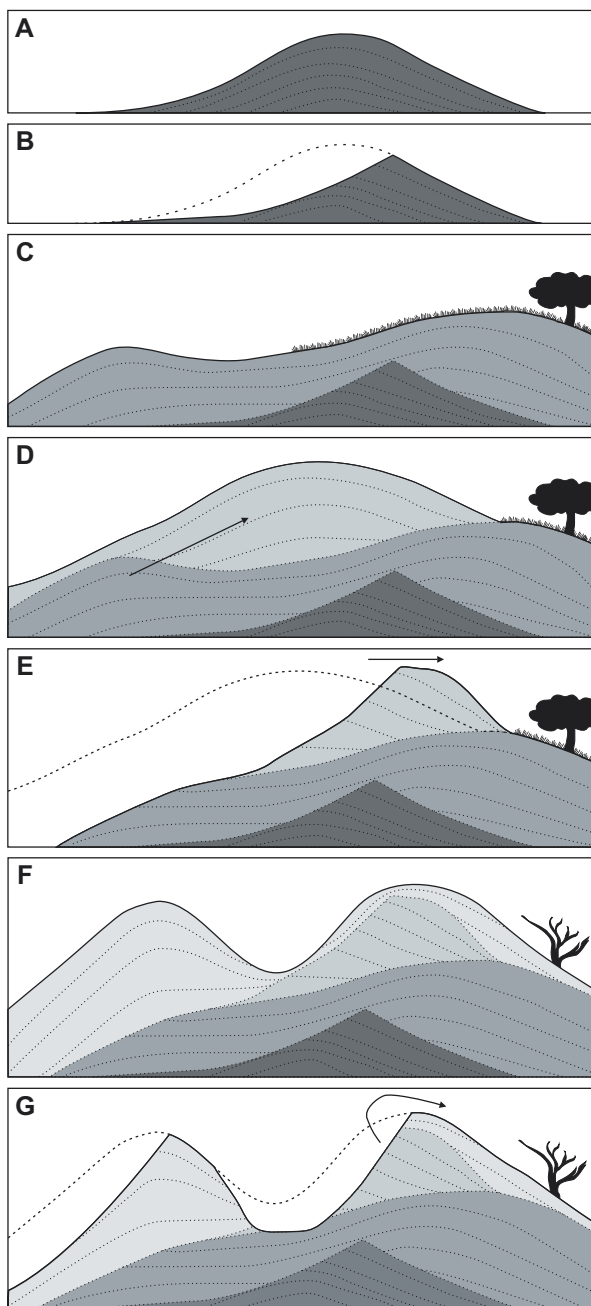
Badania struktur sedimentacyjnych osadów wydmowych wykazały etapowość kształtowania się dzisiejszej rzeźby wydm na badanym obszarze (ryc. 4, 5) – podczas tych etapów wały były niszczone i odbudowywane.





Fot. 3. Zagłębienie międzywydmowe na 361 km polskiego wybrzeża
The interdune depression at the point of 361 km along the Polish coast

Pozostałością po I etapie jest niewielki fragment (na widocznej części odsłonięcia) struktur stoku odmorskiego dawnej wydmy (ryc. 4A, 5), która poddana została abrazji (ryc. 4B, 5). Powstał wówczas wał wydmy nadmorskiej w wyniku akumulacji eolicznej materiału zwiewanego z plaży. Proces ten zachodził przy udziale pionierskiej roślinności oraz wiatrów sprzyjających rozwojowi akumulacyjnych procesów eolicznych (Bird, 1969). Rozwój wydmy zaczynał się od zatrzymywania piasku przez roślinność i powstawania niewielkich pagórków wydmowych – wydm embrionalnych. Z czasem połączyły się one w większy wał wydmy przedniej. Okres rozwoju takiego wału w warunkach intensywnych procesów eolicznych, przy sprzyjających wiatrach i braku silniejszych spiętrzeń

Ryc. 4. Rozwój wałów wydmowych na badanym obszarze.
Odcienie szarości wskazują na warstwy powstałe w różnych etapach formowania się wydm
The grayscale indicates layers arisen at the various stages of dune formation

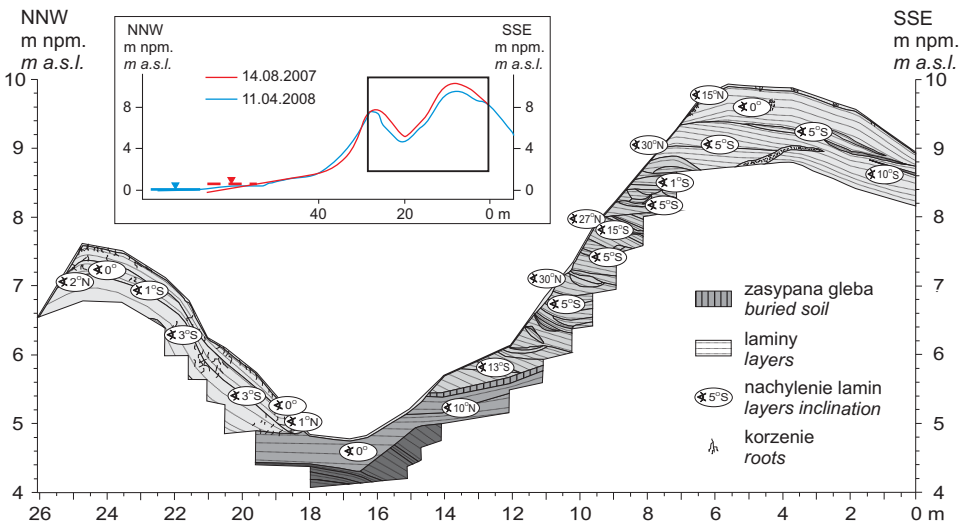


 struktury sedymentacyjne
sedimentary structures

 kierunek wędrówki osadów
migration direction of deposits

sztormowych wynosi 3 lata, w warunkach mniej sprzyjających nieco dłużej (maksymalnie 10 lat) (Łabuz, 2007).

W etapie II istniały już dwa wały wydmore (ryc. 4C, 5). Spowodowało to, że materiał dostarczany z plaży do ich budowy był zatrzymywany przez wydmy przednią. Bariera w postaci wydmy przedniej przyczyniła się do osłabienia procesów eolicznych i stabilizacji drugiej wydmy (licząc od morza), stanowiła też ochronę przed niszczącą działalnością sztormów. Na stabilizację wskazuje poziom glebowy, widoczny w odsłonięciu (ryc. 5). Typowymi glebami dla środowiska nadmorskiego są bielice przybałtyckie (Prusinkiewicz, 1961). Miąższość



Ryc. 5. Przebieg struktur sedymentacyjnych na wydmach w rejonie Pogorzelicy na 361 km polskiego wybrzeża. Odcienie szarości wskazują na warstwy powstałe w różnych etapach formowania się wydmy (patrz ryc. 4)

Course of sedimentary structures on dunes in the Pogorzelica area 361 km along the Polish coast. The grayscale indicate layers arising at different stages of dune formation (see Fig. 4)

zaobserwowanego poziomu glebowego wynosiła 10 cm, co wskazuje na gleby słabo zbielcowane (Bednarek i Prusinkiewicz, 1997), a więc krótki okres stabilizacji. Badania szaty roślinnej terenów nadmorskich (Medwecka-Kornaś i inni, 1959; Wojterski, 1964; Piotrowska, 1984; Łabuz, 2003) wskazują, że we wczesnym stadium stabilizacji pojawia się typowa dla wydmy szarych nadmorska murawa psammofilna *Helichryso-Jasionetum*, sprzyjająca powstawaniu inicjalnych stadiów glebowych. Wraz z postępem stabilizacji wydmy i dalszym rozwojem poziomu glebowego dochodzi do wykształcenia się nadmorskiego boru

Empetro nigri-Pinetum, w którego skład wchodzi sosna zwyczajna oraz rośliny runa leśnego, m.in. wrzos, borówka czarna i brusznica (Wojterski, 1964).

W kolejnym III etapie doszło do wznowienia procesów eolicznych na ustabilizowanej części wydmy. Przyczyną mogło być wzmożenie abrazji wydym (częstsze i intensywniejsze sztormy). Wielu badaczy zauważyło (Borówka, 1980; Rosa, 1984; Orme, 1988; Psuty, 1990), że w wyniku jednoczesnej abrazji po stronie odmorskiej i akumulacji piasku po odlądowej stronie wydmy dochodzi do stopniowego przemieszczenia się wałów wydymowych wraz z plażą w stronę lądu. Na badanym obszarze wędrujący wał wydmy przedniej wkroczył na drugą wydymę i zasypał rozwiniętą w tym miejscu szatę roślinną (ryc. 4D, 4E, 5). Dowodem na wędrowkę wału wydymowego są przysypane do połowy pnie sosen zwyczajnych (fot. 4).



Fot. 4. Sosny zwyczajne (*Pinus sylvestris*) przysypane przez wydymę
Scots Pines (*Pinus sylvestris*) buried by a dune

W etapie IV doszło do rozbudowy istniejącej wydmy, a także do ponownego uformowania się nowego wału wydmy przedniej (ryc. 4 F, 5).

W ostatnim etapie V rozpoczęła się erozja stoków odmorskich obu wydym. W przypadku wydmy przedniej zniszczenie stoku było wynikiem abrazji, wzmożonej na tym odcinku brzegu po 2001 r. (badania własne, Łabuz). Zniszczenie stoku odmorskiego drugiej wydmy było spowodowane powstaniem wału młodszego (dzisiejszej wydmy przedniej). M. Borówka (1979a, b) wykazał, że starsze wały wydymowe wywierają wpływ na przebieg deflacji i akumulacji podczas tworzenia się wału młodszego. Jeśli nowy wał powstanie wystarczająco blisko starszego, obniżenie na zapleczu ma charakter rynny deflacyjnej. W wyniku działalności bocznych wiatrów rynna deflacyjna pomiędzy wydymami na badanym obszarze z czasem powiększała się, w głównej mierze kosztem stoku odmorskiego drugiej wydmy. W efekcie obserwujemy dziś urwane struktury w dolnej części stoku zawietrznego wydmy przedniej, które niegdyś miały swoją kontynuację na stoku odmorskim drugiej wydmy (ryc. 4F, 4G, 5), gdzie również obserwujemy urwane struktury (ryc. 5).

Wnioski

Badania struktur sedymentacyjnych osadów plaży i wydym nadmorskich w rejonie Pogorzeliczy wykazały etapowość rozwoju rzeźby badanego obszaru i sezonowe zmiany plaży. Latem plaża była węższa i bardziej stroma niż plaża po sezonie zimowym. Zaobserwowano również akumulację materiału w górnej i dolnej części plaży, zaś w części środkowej – ubytek. W osadach zachowały się ślady pięciu wezbrań sztormowych, podczas których linia wody sięgała podstawy wydmy. W osadach plaży letniej zachowały się także ślady megazmarszczek prądowych powstających przy intensywnym spływie po sztormie w warunkach jego szybkiego wyciszenia się.

Wyniki wykazują dużą zmienność środowiska sedymentacji plaży, gdzie w dolnej jej części głównym czynnikiem jest falowanie i zmiany poziomu morza. W górnej plaży, do wysokości 2,5–3,0 m przebudowa wywołwana jest przez napływ wody podczas spiętrzeń sztormowych. Z kolei czynnik eoliczny w okresie wiosennym wpływa na odbudowę plaży, niszczonej jesienią i zimą.

Analiza osadów wydymowych z kolei wykazała zmienność tendencji rozwojowych wałów wydymowych. Ustalono, że w przeszłości istniały okresy dominacji akumulacji, w których dochodziło do tworzenia się nowych wałów wydymowych oraz odbudowywania starych, a także okresy dominacji procesów niszczenia. Występowanie poziomu glebowego świadczy z kolei o okresach stabilizacji wydmy. Współczesne procesy erozyjne, w tym abrazja, ruchy masowe i deflacja powodują dużą zmienność szerokości i wysokości wydmy przedniej. Wydmy nadmorskie – podobnie jak plaża – wykazują dużą zmienność w czasie; dowodem są zarejestrowane struktury i przedstawione etapy ich rozwoju.

Piśmiennictwo

- Bird E., 1969, *Coasts*, M.I.T. Press, Cambridge, Mass.
- , 2000, *Coastal Geomorphology*, John Wiley and Sons, Chichester.
- Bednarek R., Prusinkiewicz Z., 1997, *Geografia gleb*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Bohdziewicz L., 1963, *Przegląd budowy geologicznej i typów polskich wybrzeży*, [w:] *Materiały do monografii polskiego brzegu morskiego*. Zeszyt 5 – *Geologia i zagadnienia pokrewne*, Instytut Budownictwa Wodnego PAN, Gdańsk, s. 10–41.
- Borówka M., 1979a, *Rekonstrukcja rozwoju rzeźby zaplecza plaży w środkowej części Mierzei Łebskiej*, *Badania Fizjograficzne nad Polską Zachodnią*, 32, seria A, *Geografia Fizyczna*, PWN, Warszawa-Poznań, s. 7–19.
- , 1979b, *Przebieg procesów deflacji i akumulacji na powierzchni nadbrzeżnych wałów wydmowych*, *Badania Fizjograficzne nad Polską Zachodnią*, 32, seria A, *Geografia Fizyczna*, PWN, Warszawa-Poznań, s. 31–47.
- Borówka R.K., 1980, *Współczesne procesy transportu i sedymentacji piasków eolicznych oraz ich uwarunkowania i skutki na obszarze wydm nadmorskich*, PWN, Poznań.
- King C.A.M., 1972, *Beaches and Coasts*, Arnold, London.
- Kondracki J., 2002, *Geografia regionalna Polski*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Koźmiński C., Michalska B., Czarnecka M., 2007, *Klimat województwa zachodniopomorskiego*, Akademia Rolnicza w Szczecinie, Uniwersytet Szczeciński, Szczecin.
- Leontjew O.K., Nikiforow L.G., Safjanow G.A., 1982, *Geomorfologia brzegów morskich*, Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa.
- Łabuz T.A., 2003, *Szata roślinna wskaźnikiem procesów eolicznych na nadmorskich wydmach mierzei Jeziora Jamno*, [w:] W. Florek (red.), *Geologia i geomorfologia pobraża i południowego Bałtyku*, t. 5, Pomorska Akademia Pedagogiczna, Słupsk, s. 97–109.
- , 2005, *Brzegi wydmore polskiego wybrzeża Bałtyku*, *Czasopismo Geograficzne*, 76, 1–2, s. 19–47.
- , 2007, *Rozwój wydmy przedniej akumulacyjnego odcinka brzegu Mierzei Bramy Świny w latach 1995–2005*, [w:] W. Florek (red.), *Geologia i geomorfologia pobraża i południowego Bałtyku cz.5*, Akademia Pedagogiczna, Słupsk, s. 145–160.
- , 2009, *The West Pomerania coastal dunes – alert state of their development*, *Zeitschrift der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften*, 160, 2, s. 113–122.
- Medwecka-Kornaś A., Kornaś J., Pawłowski B., Zarzycki K., 1959, *Przegląd ważniejszych zespołów roślinnych Polski*, [w:] W. Szafer (red.), *Szata roślinna Polski*, t. 1, PWN, Warszawa, s. 275–463.
- Mielczarski A., Onoszek J., 1968, *Poprzeczne formy akumulacji eolicznej na plażach piaszczystych oraz analiza transportu eolicznego piasków plażowych*, *Archiwum Hydrotechniki*, 15, 2, s. 173–195.
- Miętus M., Filipiak J., Owczarek M., 2004, *Klimat wybrzeża południowego Bałtyku. Stan obecny i perspektywy zmian*, [w:] J. Cyberski (red.), *Środowisko polskiej strefy południowego Bałtyku – stan obecny i przewidywane zmiany w przededniu integracji europejskiej*, Gdańskie Towarzystwo Naukowe Wydział Nauk o Ziemi, Gdańsk, s. 11–44.
- Musiela S., 1989, *Morfolitodynamika morskich plaż piaszczystych*, *Studia i Materiały Oceanologiczne*, 54, *Brzeg Morski*, 1, s. 68–77.

- Musielak S., Łabuz T.A., Wochna S., 2005, *Współczesne procesy brzegowe na Wybrzeżu Trzebiatowskim*, [w:] R.K. Borówka, S. Musielak (red.), *Środowisko przyrodnicze wybrzeży Zatoki Pomorskiej i Zalewu Szczecińskiego*, Oficyna in Plus, Szczecin, s. 61–71.
- Orme A.R., 1988, *Coastal dune, changing sea level, and sediment budgets*, *Journal of Coastal Research*, Special Issue, 3, s. 1–4.
- Piotrowska H., 1984, *Szata roślinna*, [w:] B. Augustowski (red.), *Pobrzeże Pomorskie*, Ossolineum, Wrocław-Warszawa-Gdańsk, s. 281–317.
- Prusinkiewicz Z., 1961, *Zagadnienia leśno-gleboznawcze na obszarze wydym nadmorskich Brama Świny*, *Badania Fizjograficzne nad Polską Zachodnią*, 7, s. 25–127.
- Psuty N.P., 1990, *Foredune mobility and stability, Fire Island, New York*, [w:] K.F. Nordstrom, N. Psuty, B. Carter (red.), *Coastal Dunes. Form and Processes*, John Wiley and Sons, Chichester, s. 159–176.
- Racinowski R., Dobrzyński S., Seul C., 1995, *Cechy morfodynamiczne słupskich i szczecińskich wybrzeży mierzejowo-wydmowych*, [w:] W. Florek (red.), *Geologia i geomorfologia pobraża i południowego Bałtyku cz. 2*, Wyższa Szkoła Pedagogiczna, Słupsk, s. 247–255.
- Rosa B., 1984, *Rozwój brzegu i jego odcinki akumulacyjne*, [w:] B. Augustowski (red.), *Pobrzeże Pomorskie*, Ossolineum, Wrocław-Warszawa-Gdańsk, s. 67–119.
- Shepard F.P., 1963, *Submarine Geology*, Harper and Row, New York.
- Sztobryn M., Stigge H.J., 2005, *Wezbrania sztormowe wzdłuż południowego Bałtyku (zachodnia i środkowa część)*, Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Warszawa.
- Wojterski T., 1964, *Bory sosnowe na wydymach nadmorskich na polskim wybrzeżu*, *Poznańskie Towarzystwo Przyjaciół Nauk, Prace Komisji Biologicznej*, 28, 2, Poznań.

[Wpłynęło: sierpień; poprawiono: listopad 2011 r.]

PAWEŁ SYDOR, TOMASZ ARKADIUSZ ŁABUZ

DEVELOPMENT OF BEACH AND COASTAL DUNE RELIEF
IN THE POGORZELICA AREA AS BASED ON STUDIES
OF SEDIMENTARY STRUCTURES

Morpholithodynamic and hydrodynamic processes are the main ones shaping the coastal environment. The main factors and conditions underpinning them are: wind, waves, changes in sea level, sediment differentiation and the presence of vegetation. The intensity of these processes changes constantly and is reflected in the layers of sediment building forms in the coastal zone. Sedimentological studies of these deposits allow the variability of these processes to be determined, in such a way that stages to the development of the study area can be. The aim of the research carried out in the Pogorzelica area was to recreate changes in relief through an analysis of sedimentary structures.

The study area is located along the so-called Trzebiatowskie Coast, 3 km to the east of Pogorzelica, and hence at the 361 km point along the Polish coast, as measured from the Gulf of Gdańsk. This area is part of Poland's spit and bar coastland and

is characterized by the occurrence of two dune ridges whose height ranges from 6.0 to 10.0 m.

Studies of sedimentary structures characterising the beach and dunes in the Pogorzelica area reveal stages to the development of relief. Measurements on the beach are in turn indicative of seasonal changes. The beach from the summer was seen to be narrower and steeper than that present following the winter season. It was also possible to observe material accumulation in the upper and lower parts of the beach, as well as loss of material in the middle part. Sediments retain traces of five storm surges at which times the water line reached to the base of the dunes. Sediments from the summer beach in turn preserved megaripples reflecting intense confluence after a storm surge.

The results reveal a high level of variability to the beach sedimentary environment, wherein the main agents in the lower part are waves and sea-level changes. In the upper beach, up to a height of 2.5–3.0 m, reconstruction is caused by inflow during storm surges. In the spring, the aeolian factor works towards the reconstruction of the beach destroyed in autumn and winter.

Analysis of dune sediments pointed to a range of different developmental trends. In the past there were periods in which accumulation was dominant, during which new dunes were created and old ones rebuilt; as well as periods of the domination of destructive processes. The occurrence of the soil level relates to dune stabilization periods. Modern processes of erosion, including abrasion, mass movement and deflation indicate marked variability to the width and height of the foredune.

The coastal dunes resemble the beach in being highly variable over time, as is evidenced by the structure recorded and the stages of development presented.

