

DOI 10.2478/v10116-011-0011-y

ZMIENNOŚĆ PRZESTRZENNA POWIERZCHNIOWYCH OSADÓW PLAŻOWYCH BRZEGU MORSKIEGO WYSPY WOLIN

JACEK TYLKOWSKI, MARIUSZ SAMOŁYK

Instytut Geoekologii i Geoinformacji,
Stacja Monitoringu Środowiska Przyrodniczego UAM w Białej Górze,
Uniwersytet im. Adama Mickiewicza, Biała Góra 6, 72-500 Międzyzdroje

Abstract: The conducted morpholithological studies of beach deposits make it possible to determine the current morphodynamics of the coast of the Wolin Island. By comparing the average value of grains composing sediments of individual zones of the beach it can be stated that the highest energy is represented by the following: beach below the water line and then beach at the water line, beach in its central part and beach at the foot of the cliff/dune. The standard deviation of sediments indicates the lowest energy diversification at the beach within its central part and at the foot of the cliff/dune, and the highest – in the zone below the water line. Further enrichment of sediments in thicker material and elimination of finer fraction occur on the beach below the water line indicating selective elution and redistribution of the material and predominance of speeds which do not allow for the precipitation of finer sediment. Saltation is the major transportation factor within the whole beach zone. Analyzing the dynamics of the sedimentary environment on the basis of the C/M diagram, it was found that the beach below the water line is mainly composed of deposits formed under the conditions of high dynamic activity which is favourable to precipitation. While the beach above the water line is constructed of material made in turbulent environment, mainly due to rolling and saltation.

Key words: Baltic littoral zone, beach deposits, Wolin Island

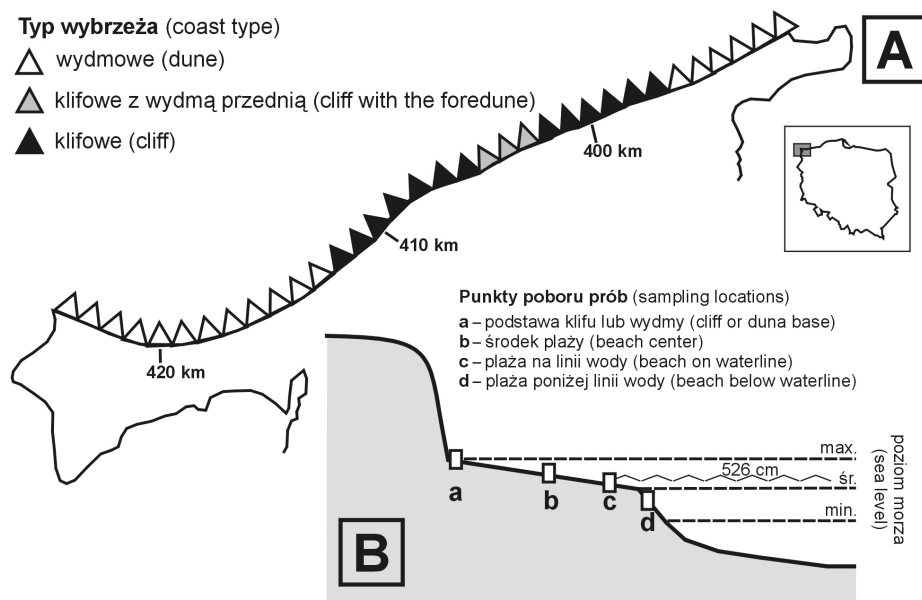
WSTĘP

Odzwierciedleniem funkcjonowania strefy brzegowej Bałtyku jest zmienność litologiczna osadów plażowych. Nadmorska plaża jest elementem strefy brzegowej cechującym się bardzo dużą dynamiką morfologiczną. Czasowe i przestrzenne zróżnicowanie litologiczne osadów plaży wynika z jej położenia w zasięgu oddziaływania lądu i morza, między minimalnym i maksymalnym zasięgiem potoku napływu wody (Furmańczyk 1994). O zróżnicowaniu czasowym uziarnienia osadów plażowych decyduje występowanie i intensywność procesów morfogenetycznych: litoralnych (wezbrania sztormowe), stokowych (ruchy masowe i splukiwanie) oraz eolicznych (deflacja i akumulacja). Na zróżnicowanie przestrzenne osadów plażowych największy wpływ wywiera typ brzegu morskiego (klifowy, wydmy), związana z nim litologia (piaski, gliny) oraz układ prądów wzdłużbrzegowych.

Osady plażowe wyspy Wolin cechuje duża zmienność czasowa i przestrzenna wynikająca ze znacznego zróżnicowania litologii i morfodynamiki brzegu morskiego. Dotychczasowe badania osadów plażowych wyspy Wolin koncentrowały się głównie na szczegółowym określeniu ich litologii (Baraniecki, Racynowski 1990; Karczewski, Stankowski 1960; Krygowska 1966, 1971; Krygowski i in. 1966; Łabuz 2005, 2008; Morawski 1961). W niniejszym opracowaniu ujęto zmienność litologiczną plaży wyspy Wolin wzdłuż Zatoki Pomorskiej w kontekście uwarunkowań morfodynamiki brzegu morskiego.

OBSZAR BADAŃ

Analizę powierzchniowych osadów plażowych wyspy Wolin dokonano na odcinku 32,5 km od Dziwnowa do Świnoujścia (od 391,5 do 424 km brzegu wg Urzędu Morskiego) (ryc. 1). Strefa brzegowa badanego obszaru odznacza się dużym zróżnicowaniem brzegu pod względem morfolitodynamicznym i wysokościowym (tab.). Morska strefa brzegowa wyspy Wolin charakteryzuje się dwoma podstawowymi typami brzegu – klifowym i wydowym. Brzeg klifowy



Ryc. 1. Obszar badań (A) oraz schemat lokalizacji punktów poboru próbek w profilu poprzecznym plaży (B)

Fig. 1. Study area (A) and a schematic of sampling point locations in the cross-section of the beach (B)

Tabela. Charakterystyka morfolitodynamiczna brzegu Zatoki Pomorskiej
 Profile litologiczne wg kilometrażu Urzędu Morskiego
 Table. Morpholithodynamic characteristics of the coast of the Pomeranian Bay
 Lithological profiles by mileage of the Maritime Authority

Profil (profile) [km]	Wysokość brzegu (height of land AMSL) [m n.p.m.]	Szerokość plaży (be- ach width) [m]	Brzeg klifowy (cliff coast) (k) lub wydmy (dune coast) (w)	Nadbrzeże (coast): piaszczyste (sand) (p), gliniaste (clay) (g), mieszane (mixed) (m)	Glazy narzutowe (glacial erratic) (g), pokrycie kamieniami (stones coverage) [%]	Roslinność nadbrzeża (ashore vegetation): drzewa (trees) (d), trawy (grass) (t), Stożki osypiskowe (loos talus cones (o), splayowe (aluvial fans) (s)	Obiekty antropoge- niczne na plaży (an- thropogenic objects)	
391,5	6	25	w	p	-	t	-	falochron
392	6	35	w	p	-	d, t	-	-
393	7	33	w	p	-	t	o	-
394	7	29	w	p	-	t	o	schody
395	4	37	w	p	-	t	o	schody
396	4	26	w	p	-	t	-	-
397	18	33	k	m	-	t	o	-
398	27	25	k	p	-	d, t	-	-
399	26	27	k	p	g	d, t	o	-
400	27	30	k	m	g	d, t	o	-
401	32	23	k	m	g	d, t	o	-
402	43	29	k	p	g, 30	t	-	-
403	25	38	w	p	-	t	-	-
404	35	35	w	p	-	t	-	-
405	36	36	w	p	-	t	-	-
406	30	28	w	p	-	t	-	schody
407	33	15	k	m	g, 5	d	s, o	-
408	49	10	k	g	g, 40	d	s	-
409	71	15	k	m	g, 30	d	s, o	-
410	67	20	k	p	-	d	-	-
411	63	38	k	p	-	d	-	bloki betonowe
412	56	32	k	p	-	d	-	-
413	5	30	w	p	-	t	-	-
414	7	38	w	p	-	t	-	-
415	6	46	w	p	-	t	-	-
416	7	33	w	p	-	t	-	-
417	8	34	w	p	-	t	-	-
418	7	30	w	p	-	t	-	-
419	8	31	w	p	-	t	-	-
420	8	39	w	p	-	t	-	-
421	7	39	w	p	-	t	-	-
422	7	48	w	p	-	t	-	-
423	6	47	w	p	-	t	-	-
424	6	40	w	p	-	t	-	-

występuje w obrębie Wolińskiej Moreny Czołowej, która związana jest z osadami glacialnymi i fluwioglacjalnym zlodowaceń plejstoceńskich. Obejmuje on 15 km linii brzegowej. Brzeg klifowy osiąga wysokość ponad 93 m n.p.m. (Gosań). Typowe dla niego są wzmożone procesy abrazji. Odzwierciedleniem tego w porównaniu z brzegiem wydмовym jest relatywnie węższa plaża o średniej szerokości w badanych profilach 25 m. W obrębie brzegu klifowego od Wiselki do Grodna na długości 3 km została uformowana wydma przednia (Bohdziewicz 1963), która jest wynikiem dominacji procesów akumulacji, gdzie występuje względnie szersza plaża 34 m (403–406 km). Natomiast brzeg wydмовy zajmuje około 18 km linii brzegowej i wiąże się z występowaniem litoralnych osadów holocenijskich związanych z uformowaniem dwóch piaszczystych mierzei: Przytorskiej (Międzyzdroje–Świnoujście) i Dziwny (Dziwnów–Międzywodzie). Brzeg wydмовy odznacza się dominacją procesów akumulacji, niskimi rzędnymi, sięgającymi 8 m oraz względnie szerszą w stosunku do brzegu klifowego plażą, o średniej szerokości w badanych profilach równej 36 m.

METODY BADAŃ

Badania powierzchniowych osadów plażowych wykonane zostały 26 czerwca 2009 r. w profilu 391,5 km oraz co 1 km w profilach od 392 do 424 km brzegu według Urzędu Morskiego (tab.). W każdym profilu pobrano cztery próbki osadów powierzchniowych – plaża u podstawy klifu lub wydmy, środek plaży, plaża na linii wody, plaża poniżej linii wody do 0,5 m p.p.m. (ryc. 1). Poziom morza w dniu pomiaru w Świnoujściu wynosił 526 cm. Badania terenowe plażowych osadów powierzchniowych objęły kartowanie geomorfologiczne i analizę makroskopową uziarnienia osadów, które uzupełniono analizami laboratoryjnymi składu granulometrycznego metodą sitową frakcji poniżej -1ϕ , a następnie wyliczono statystyczne wskaźniki uziarnienia według formuł Folka i Warda (1957). W transektach dokonano szczegółowego kartowania geologiczno-geomorfologicznego strefy brzegowej. Kartowanie geomorfologiczne obejmowało makroskopowe określenie morfolitodynamiki strefy brzegowej w zakresie: pomiarów szerokości plaży, litologii plaży, występowania głazów narzutowych, określenia typu brzegu (klifowy, wydмовy), określenia litologii nadbrzeża i stopnia pokrycia roślinnością, obecności form akumulacyjnych i erozyjnych, występowania obiektów antropogenicznych (tab.).

WYNIKI

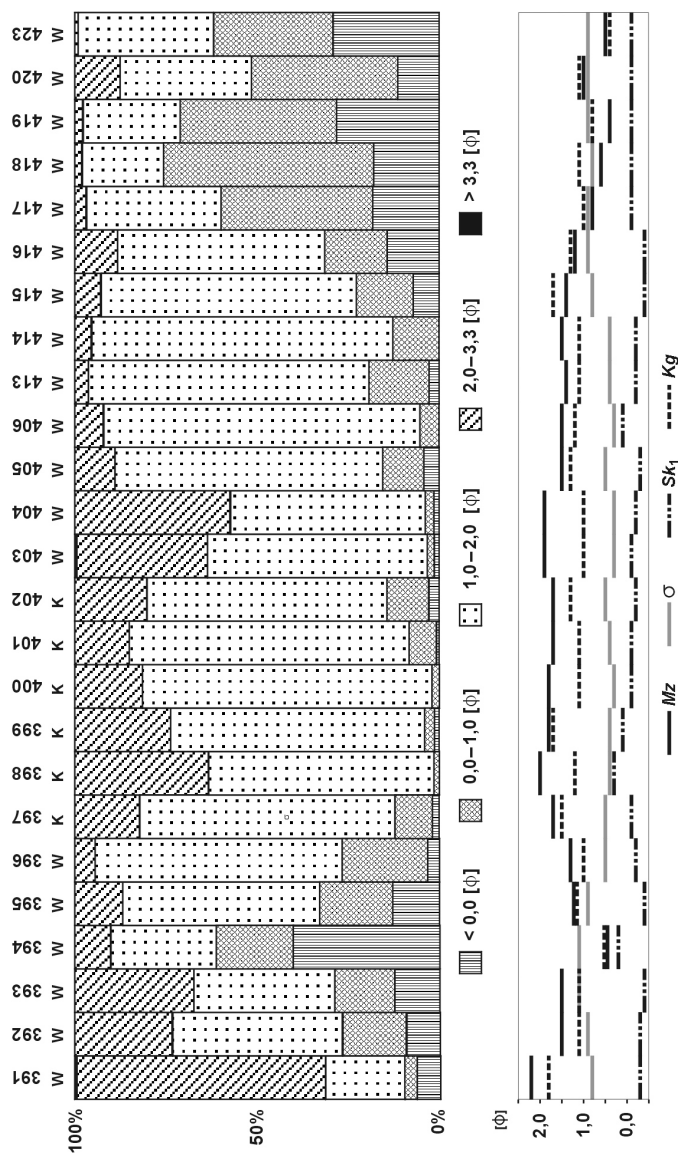
Analiza zmienności przestrzennej osadów plażowych dokonana została dla czterech stref plaży: poniżej linii wody, na linii wody, środek plaży oraz

u podstawy klifu lub wydmy. W obrębie wydzielonych stref dla brzegu klifowego i wydmowego określono litologiczne wskaźniki statystyczne: średnią średnicę ziarn, wysortowanie, skośność i kurtozę.

Osady w sąsiedztwie brzegu wydmowego (ryc. 2) charakteryzują się wyższym udziałem ziarn większych od 1,0 phi (śred. 39%, min. 10 %, maks. 75%) w stosunku do osadów sąsiadujących z wybrzeżem klifowym, gdzie ziarna większe od 1,0 phi stanowiły przeciętnie 7% (min. 1%, maks. 15%). Zauważalna jest również tendencja malejąca udziału ziarn najdrobniejszych (mniejszych od 2,0 phi) ze wschodu wyspy na jej zachód. Ziarna frakcji 2,0 phi i mniejsze zmniejszają swój udział w osadach plażowych poniżej linii wody z kilkudziesięciu procent w okolicy Dziwnowa do kilku procent w okolicy Świnoujścia. Osady plażowe wybrzeży klifowych charakteryzowały się znacznym udziałem frakcji 1,0–2,0 phi (śred. 70%, min. 55%, maks. 87 %) i frakcji 2,0–3,32 (śred. 21%). Średnia średnica ziarn osadów plażowych poniżej linii wody zmieniała się od 0,4 do 2,2 phi i wynosiła średnio 1,37 phi, przy brzegach wydmowych było to średnio 1,26 phi (od 0,4 do 2,2 phi), natomiast przy klifach średnia M_z wynosiła 1,72 phi (od 1,62 do 2,0 phi). Zmienność pozostałych wskaźników przedstawiała się następująco: wysortowanie średnio wynosiło 0,66 phi (od 0,30 do 1,09 phi), przy wydmach średnio 0,72 phi, przy klifach średnio 0,43 phi; przeciętna skośność osadów wynosiła $-0,15$ phi (od $-0,44$ do 0,32 phi), średnia dla brzegu wydmowego $-0,16$ phi, klifowego $-0,05$ phi; kurtoza zmieniała się w zakresie 0,41–1,76 phi ze średnią dla całego badanego wybrzeża 1,15 phi, średnią dla wybrzeża wydmowego 1,12 phi oraz klifowego 1,33 phi.

Osady plażowe pobrane z linii wody (ryc. 3) przedstawiały odmienną sytuację od osadów pobranych poniżej linii wody. W sąsiedztwie wybrzeży wydmy zanotowano duży udział ziarn frakcji powyżej 2,0 phi (śred. 37%), natomiast w sąsiedztwie wybrzeży klifowych odsetek ten stanowił 10%. Osady frakcji 1,0 phi i większe stanowią średnio 9% przy brzegach klifowych i około 1% przy wydmach. Największy udział w osadach na linii wody mają osady frakcji 1,0–2,0 phi (śred. 69%). Przeciętna średnia średnica ziarn omawianych osadów wynosi 1,77 phi (od 0,99 do 2,52 phi), dla brzegów wydmy wynosi średnio 1,85 phi, a klifowych 1,63 phi. Wysortowanie osadów zmieniało się od bardzo dobrego (0,26 phi) do umiarkowanego (0,83 phi) i dla całego badanego wybrzeża było dobre. Rozkład uziarnienia zmieniał się od bardzo ujemnie skośnego ($-0,48$ phi) do bardzo dodatnio skośnego (0,31 phi), lecz mimo to osady przy brzegach wydmy (0,03 phi) i klifowych ($-0,01$ phi) miały symetryczny rozkład uziarnienia. Kurtoza osadów zmienia się od mezokurtycznej (0,69 phi) do bardzo leptokurtycznej (1,78 phi), dla osadów u wybrzeży wydmy miała rozkład mezokurtyczny, natomiast przy klifach leptokurtyczny.

Plaża w środkowym sektorze zbudowana jest w głównej mierze (ryc. 4) przez osady o średnicy poniżej 1,0 phi (śred. 97%, min. 72%, maks. 100%), przy czym ziarna od 1,0 do 2,0 phi stanowią od 8% do 96% (śred. 69%). Osady

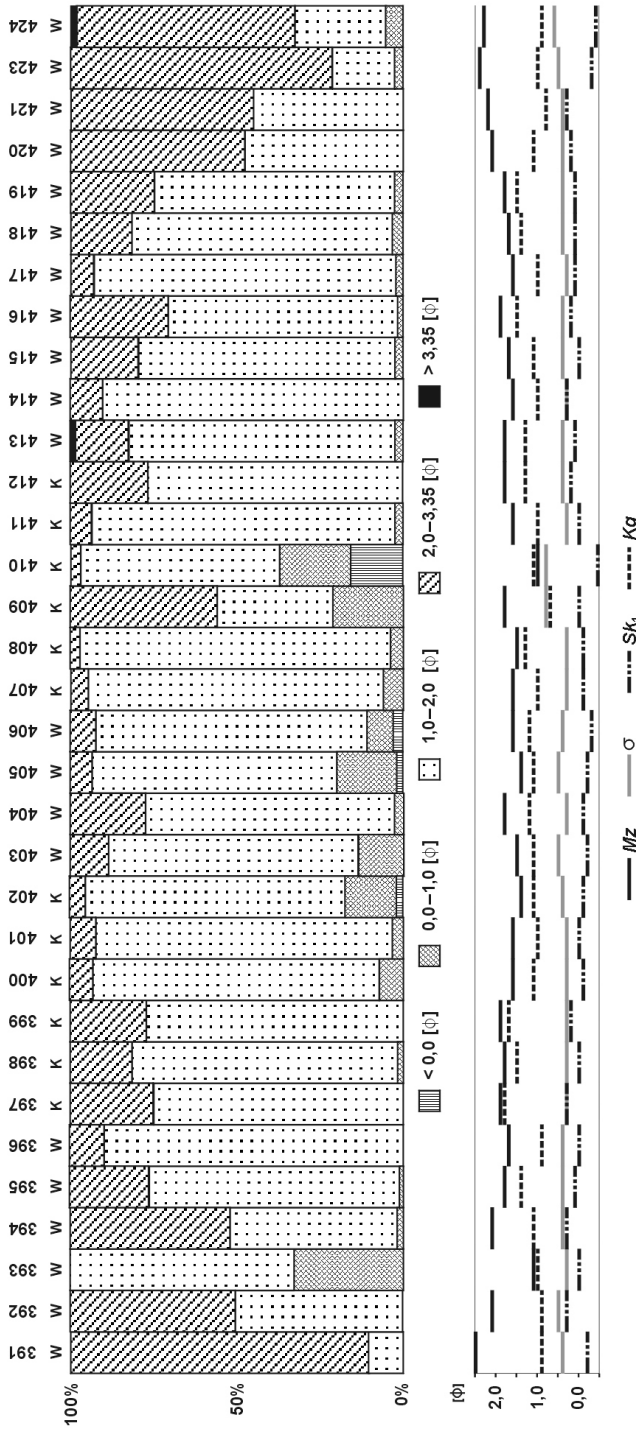


Ryc. 2. Uziarnienie oraz wskaźniki granulometryczne osadów plażowych wyspy Wolin pobranych poniżej linii wody (wg Folka, Warda 1957)

Mz – średnia średnica ziarn, σ – wysortowanie, Sk_1 – skośność, Kg – kurtოza, W – brzeg wydumowy, K – brzeg klifowy, 391 ... 423 – km brzegu wg Urzędu Morskiego

Fig. 2. Grain size distribution and granulometric indices of beach deposits below waterline in Wolin Island, according to Folk's and Ward's (1957) formulas

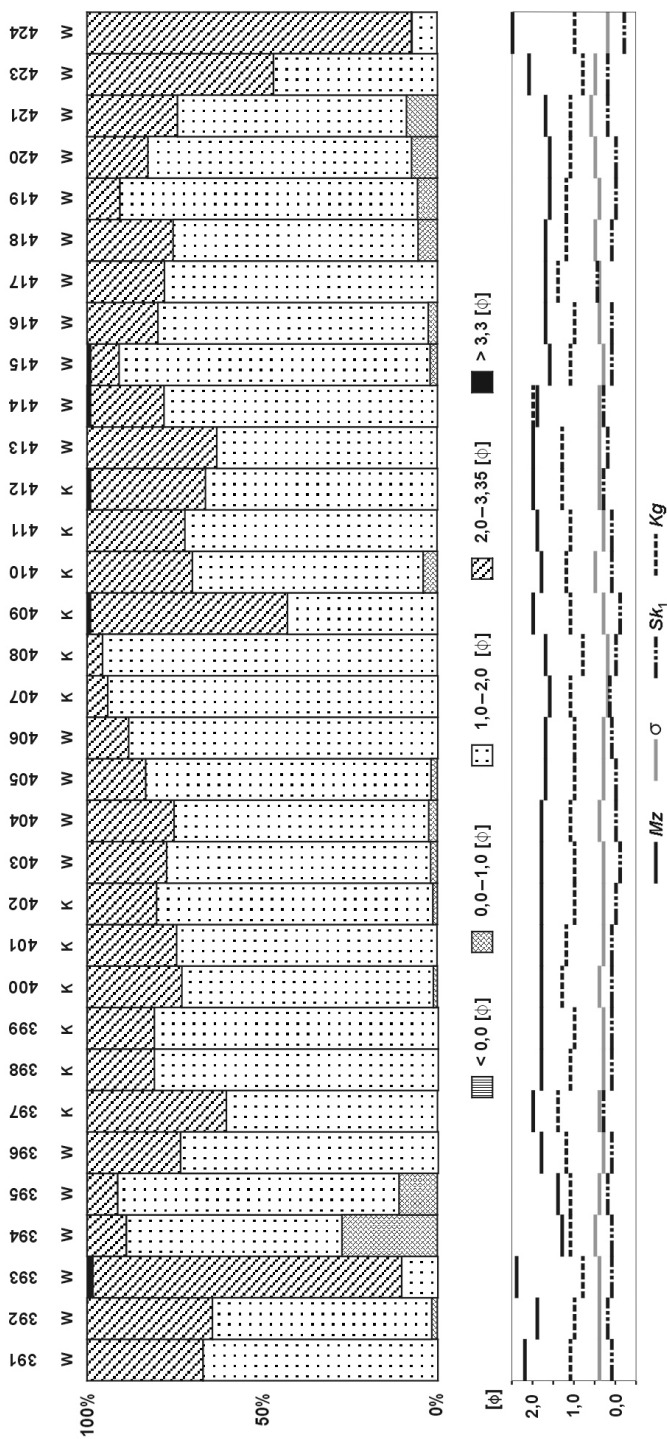
Mz – average grain diameter, σ – sorting index, Sk_1 – skewness index, Kg – kurtosis index, W – dune coast, K – cliff coast, 391 ... 423 – km of Polish shoreline



Ryc. 3. Uziarnienie oraz wskaźniki granulometryczne osadów plażowych wyspy Wolin pobranych na linii wody (wg Folka, Warda 1957)
 Mz – średnia średnica ziarn, σ – wysortowanie, Sk_1 – skośność, Kg – kurtoza, W – brzeg wydymowy, K – brzeg klifowy, 391 ... 424 – km
 brzegu wg Urzędu Morskiego

Fig. 3. Grain size distribution and granulometric indices of beach deposits on waterline in Wolin Island, according to Folk's and Ward's
 (1957) formulas

Mz – average grain diameter, σ – sorting index, Sk_1 – skewness index, Kg – kurtosis index, W – dune coast, K – cliff coast,
 391 ... 424 – km of Polish shoreline



Ryc. 4. Uziarnienie oraz wskaźniki granulometryczne osadów plażowych wyspy Wolin pobranych powyżej linii wody (wg Folka, Warda 1957)

Mz – średnia średnica ziarn, σ – wysortowanie, Sk_1 – skośność Kg – kurtoza, W – brzeg wydmy, K – brzeg klifowy, 391 ... 424 – km brzegu wg Urzędu Morskiego)

Fig. 4. Grain size distribution and granulometric indices of beach deposits above waterline in Wolin Island, according to Folk's and Ward's (1957) formulas

Mz – average grain diameter, σ – sorting index, Sk_1 – skewness index, Kg – kurtosis index, W – dune coast, K – cliff coast, 391 ... 424 – km of Polish shoreline)

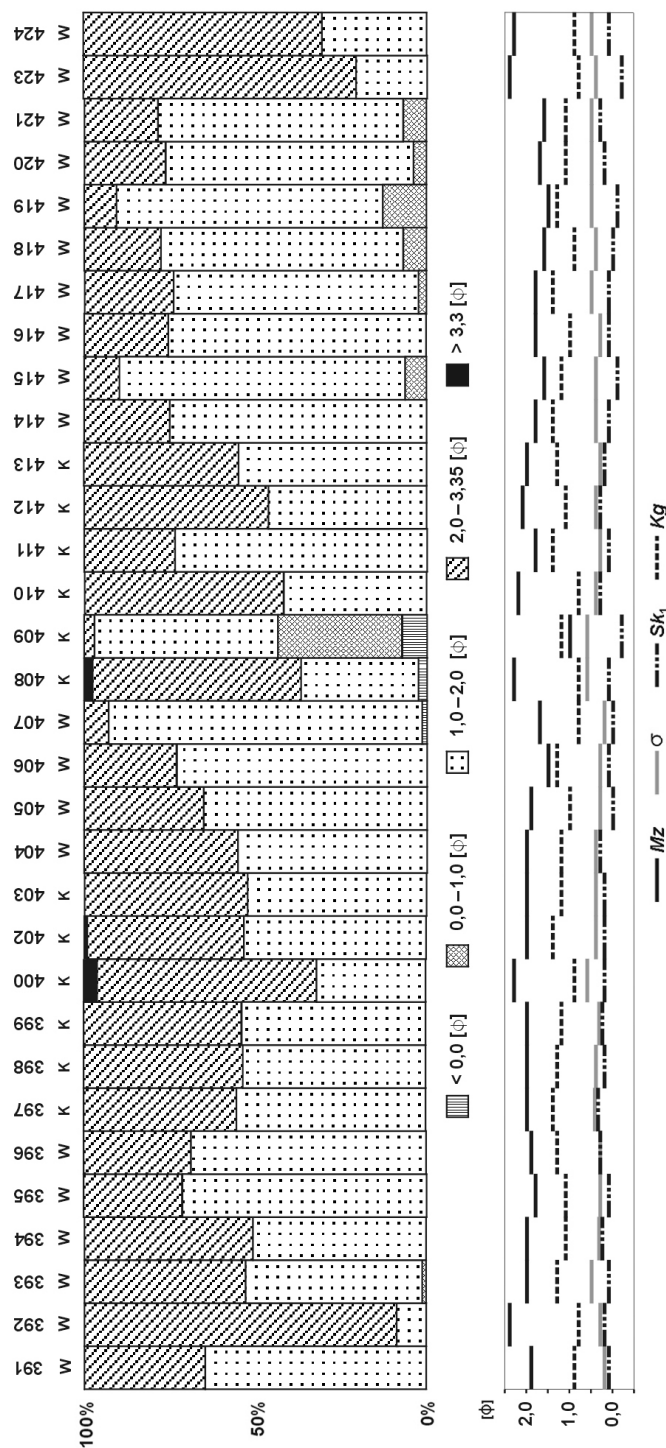
grubsze od 1,0 phi stanowią przeciętnie 3%. Największy udział ziarn o średnicy większej od 1,0 phi obserwowany był na plażach w obrębie brzegu wydmowego (śred. 5%, maks. 27%). Cała badana plaża, zarówno w sąsiedztwie wydmy, jak i klifów, zbudowana jest przez średnioziarniste piaski (1,82 phi), dobrze wysortowane (0,37 phi), o dodatnio skośnym (0,11 phi) i leptokurtycznym (0,12 phi) rozkładzie uziarnienia. Wskaźniki uziarnienia zmieniają się w następujących zakresach: Mz od 1,30 do 2,54 phi, σ od 0,23 do 0,57 phi, Sk_1 od -0,18 do 0,34 phi, Kg od 0,78 do 2,00 phi.

Osady plażowe u podstawy wydmy lub klifu charakteryzują się podobnymi wskaźnikami uziarnienia w stosunku do osadów pobranych w środkowej części plaży (ryc. 5). Plaża u podstawy wydmy/klifu zbudowana jest w głównej mierze przez osady o średnicy poniżej 1,0 phi (śred. 97%), przy czym ziarna od 1,0 do 2,0 phi stanowią średnio 59% (61% przy wydmach, 54% przy klifach). Przeciętnie osady najgrubsze stanowią poniżej 3%. Przy wybrzeżu wydmowym plaża zbudowana jest z dobrze wysortowanych ($\sigma = 0,38$ phi) średnioziarnistych piasków ($Mz = 1,89$ phi) o leptokurtycznym ($Kg = 1,11$ phi) i dodatnio skośnym ($Sk_1 = 0,12$ phi) rozkładzie. Podobnie średnioziarniste piaski plażowe ($Mz = 1,95$ phi) podnóża klifu cechują się dobrym wysortowaniem ($\sigma = 0,41$ phi) oraz dodatnio skośnym ($Sk_1 = 0,16$ phi) i leptokurtycznym ($Kg = 1,11$ phi) rozkładem uziarnienia. Zauważalny jest wzrost udziału osadów o średnicy od 1 do 2 phi ze wschodu na zachód wyspy. Od 415 km wybrzeża swój udział w osadach plażowych zaznaczają frakcje najgrubsze (większe od 1 phi), dzieje się to kosztem osadów drobniejszych od 2 phi.

DYSKUSJA

Porównując wskaźniki uziarnienia dla poszczególnych środowisk (stref plaży), zauważono ich dwudzielność wynikającą z występowania brzegu klifowego i wydmowego.

Plaża poniżej linii wody, w związku z obecnością potoku napływu i spływu, charakteryzuje się: znaczną energetyką, co wynika z największej przeciętnej wielkości ziarn budujących osady ($Mz = 1,38$ phi), największym zróżnicowaniem energetycznym powodującym wzbogacanie osadów w materiał grubszy przy jednoczesnym eliminowaniu z niego frakcji najdrobniejszej, selektywnym wymywaniu i redepozycji osadu oraz o przewadze prędkości niepozwalających na wytrącanie drobnego materiału ($\sigma = -0,39$ phi; 78% próbek znajdowało się w I polu diagramu C/M (Passega, Byremjee 1969), 28% przypadało na IV pole diagramu). Zestawienie średniej średnicy ziarn z wysortowaniem pozwoliło stwierdzić, że plaża poniżej linii wody mierzei Dziwnowskiej i Przytorską cechuje się mniejszą dynamiką i mniejszą zmiennością siły transportowej (zmiany Mz od 0,4 do 2,2 phi; zmiany σ od 0,7 do 1,1 phi) w stosunku do centralnej



Ryc. 5. Uziarnienie oraz wskaźniki granulometryczne osadów plażowych wyspy Wolin u podstawy wydmy lub klifu (wg Folka, Warda 1957)
 Mz – średnia średnica ziarn, σ – wysortowanie, Sk_1 – skośność, Kg – kurtoza, W – brzeg wydmy, K – brzeg klifowy,
 391 ... 424 – km brzegu wg Urzędu Morskiego

Fig. 5. Grain size distribution and granulometric indices of beach deposits at dune or cliff base in Wolin Island, according to Folk's and Ward's formulas

Mz – average grain diameter, σ – sorting index, Sk_1 – skewness index, Kg – kurtosis index, W – dune coast,
 K – cliff coast, 391 ... 424 – km of Polish shoreline

części wybrzeża morskiego wyspy Wolin (Mz od 1,3 do 2,0 phi; σ od 0,3 do 0,7 phi). Te względne różnice w energetyce strefy plaży poniżej linii wody nawiązują do morfodynamiki wybrzeża sąsiadującego z miejscami poboru próbek osadów. Przeciętna wysokość brzegów wydmy mierzei Dziwnowskiej i Przytorskiej wynosi 6 m, a szerokość plaży około 36 m, przy przeciętnej wysokości brzegów centralnej, klifowej części wyspy na poziomie 40 m i mniejszej o ponad 10 m szerokości plaży (25 m).

Środowisko plażowe na linii wody cechuje się nieco niższą energetyką ($Mz = 1,78$ phi) niż poniżej linii wody, jednak najwyższym jej zróżnicowaniem. Warunki określające sposób depozycji osadu zinterpretowane na podstawie diagramu C/M pozwalają stwierdzić, że dochodzi do niej w głównej mierze na skutek saltacji (82% próbek znajdowało się w IV polu diagramu) oraz w mniejszym stopniu przez wleczenie i transport w zawieszaniu (po 6% w I i IV polu). Osady plażowe z linii wody również charakteryzuje dwudzielność: piaski brzegu wydmy mają zbliżone wysortowanie (σ od 0,3 do 0,6 phi) przy znacznym rozrzucie Mz (od 1,1 do 2,5 phi), co świadczy o mniejszej dynamice i zmienności siły transportowej w stosunku do centralnej części wyspy, gdzie wzrostowi Mz towarzyszy spadek wysortowania. W pierwszym przypadku przeważa sortowanie przy braku dostawy źle wysortowanego osadu, natomiast osady wybrzeża klifowego transportowane są poprzez saltację i sortowanie przedzielane krótkotrwałymi okresami wzmożonego przepływu i akumulacji materiału gruboziarnistego.

Średnioziarniste piaski centralnej części plaży deponowane są w mniej energetycznym środowisku ($Mz = 1,82$ phi) o mało zróżnicowanej energetyce ($\sigma = 0,4$ phi), głównie na skutek saltacji (94% próbek w IV polu diagramu C/M) z niewielkim udziałem transportu zawieszinowego (6% próbek w polu V diagramu C/M). Środowisko brzegu wydmy jest bardziej zróżnicowane dynamicznie i ma większą zmienność siły transportującej osady (Mz od 1,3 do 2,5 phi; σ od 0,3 do 0,6 phi) w stosunku do centralnej części wyspy, gdzie przeważa sortowanie w obrębie grubszych frakcji (Mz od 1,6 do 2,0 phi; σ od 0,2 do 0,5 phi). Obserwacje te są zbieżne z badaniami prowadzonymi na plaży przy ujściu Świny (Łabuz 2008), gdzie wysortowanie osadu jest bardzo dobre (od 0,27 do 0,38 phi), a średnia średnica ziarn waha się od 1,8 do 2,5 phi, oraz badaniami z okolic Międzyzdrojów (Krygowska 1966).

Ostatnie ze środowisk plaża u podstawy klifu/wydmy cechuje się najniższą energetyką ($Mz = 1,9$ phi) oraz najniższym jej zróżnicowaniem. Osady deponowane są w trakcie transportu saltacyjnego (88% próbek w IV polu diagramu C/M) oraz poprzez saltację i wleczenie. Najniższe zróżnicowanie energetyczne na całym badanym wybrzeżu rejestrowane jest na plaży u podstawy klifu.

WNIOSKI

Przeprowadzone badania morfolitologiczne osadów plażowych w czerwcu 2009 r. stwarzają możliwość określenia aktualnej morfodynamiki strefy brzegowej wyspy Wolin. Porównując przeciętną wielkość ziarn budujących osady poszczególnych stref plaży, można stwierdzić, że najwyższą energetyką charakteryzuje się plaża poniżej linii wody, a następnie plaża na linii wody, plaża w jej środkowej części oraz plaża u podnóża klifu/wydmy. Odchylenie standardowe osadów wykazuje najniższe zróżnicowanie energetyczne na plaży w obrębie jej środkowej części i u podnóża klifu/wydmy, największe zaś w strefie poniżej linii wody. Największe wzbogacanie osadów w materiał grubszy i eliminowanie z niego frakcji drobniejszej następuje na plaży poniżej linii wody, co świadczy o selektywnym wymywaniu i redepozycji materiału oraz o przewadze prędkości niepozwalających na wytrącanie drobniejszego osadu. Saltacja jest głównym czynnikiem transportowym w całej strefie plaży. Analizując dynamikę środowiska sedymentacyjnego na podstawie diagramu C/M , stwierdzono, że plaża poniżej linii wody w głównej mierze składa się z osadów powstałych w warunkach dużej aktywności dynamicznej, sprzyjających wytrącaniu. Natomiast plaża powyżej linii wody zbudowana jest z materiału powstałego w turbulentnym środowisku głównie na skutek toczenia i saltacji.

LITERATURA

- Baraniecki J., Racinowski R., 1990: *Wykorzystanie parametrów uziarnienia rumowiska z dolnej części splywu strefy potoku przyboju do określania tendencji rozwojowych brzegu morskiego wyspy Wolin*. Brzeg Morski, 1, Zesz. pr. zebranych, Stud. i Mat. Oceanol., 55, 107–127.
- Bohdziewicz L., 1963: *Przegląd budowy geologicznej i typów polskich wybrzeży. Materiały do monografii polskiego brzegu morskiego. Z. 5. Geologia i zagadnienia pokrewne*. IBW PAN. Gdańsk, 10–41.
- Folk R.L., Ward W.C., 1957: *Brazos River Bar: A study in the significance of grain size parameters*. Journ. of Sed. Petrol., 27, 3–26.
- Furmańczyk K., 1994: *Współczesny rozwój strefy brzegowej morza bezplywowego w świetle badań teledetekcyjnych południowych wybrzeży Bałtyku*, Uniw. Szczeciński, Rozprawy i Studia t. (235), Szczecin.
- Karczewski A., Stankowski W., 1960: *Z badań wybrzeża morskiego na Pomorzu Zachodnim*. Zesz. Nauk. UAM, Geograf., z. 3, 133–143.
- Krygowska L., 1966: *Uziarnienie i obróbka piasków plażowych w Międzyzdrojach (rozważania metodyczne)*. Bad. Fizjogr. nad Pol. Zach., XVII, 171–178.
- Krygowska L., 1971: *Dynamika środowiska plażowego w świetle obróbki ziarna na odcinku Międzyzdroje–Darlówko*. Pr. KGG, 12, 2, 103.
- Krygowski B., Krygowska L., Kostrzewski A., 1966: *Piaski plażowe z Międzyzdrojów*, Zesz. Nauk. UAM, Geogr., 6: 5–7.
- Łabuz T., 2005: *Zróżnicowanie dynamiki rozwoju wydym nadmorskich mierzei Bramy Świny*. [W:]

- R.K. Borówka, S. Musielak (red.), *Środowisko przyrodnicze wybrzeży Zatoki Pomorskiej i Zalewu Szczecińskiego*. Wyd. Ofic., Szczecin, 54–60.
- Łabuz T., 2008: *Morfodynamika brzegu wydmowego w Świnoujściu*, [W:] K. Rotnicki, J. Jasiewicz, M. Woszczyk (red.), *Holocenytyczne przemiany wybrzeży i wód południowego Bałtyku – przyczyny, uwarunkowania i skutki*. Wyd. Tekst, Poznań–Bydgoszcz, 25–34.
- Morawski J., 1961: *Charakterystyka mineralno-petrograficzna oraz morfometria piasków i żwirów z wybrzeża wyspy Wolin*. Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, Lublin–Polonia, Sec. B, Vol. XVI, 1, Lublin.
- Passega R., Byramjee R., 1969: *Grain size image of clastic deposits*. Sediment., 13, 830–847.