

Wacław Florek
Kamil Bereza
Iwona Pasamonik

Akademia Pomorska
Słupsk
wacek.florek@apsl.edu.pl
tylman84@gmail.com

**PRÓBA OCENY TEMPA ABRAZJI
NADBRZEŻA ZATOKI USTECKIEJ W LATACH 2000-2006**

**THE RATE OF ONSHORE EROSION IN THE USTECKA BAY
IN YEARS 2000-2006 – AN ATTEMPT OF ESTIMATION**

Zarys treści: Autorzy podjęli próbę wykorzystania materiałów obserwacyjnych gromadzonych każdorazowo po sztormach przez pracowników Urzędu Morskiego w Słupsku do wyznaczenia odcinków nadbrzeża szczególnie narażonych na abrazję oraz do oceny, w jakim stopniu procesy na nich występujące są efektem dużych (w tym ekstremalnych) sztormów.

Słowa kluczowe: abrazja, klif, Zatoka Ustecka

Key words: erosion, cliff, Ustecka Bay

Wprowadzenie

Zdaniem Bogusława Rosy (1984) począwszy od połowy XIX w. datuje się okres nasilania się procesów abrazyjnych, przy czym w warunkach morfologicznych i litologicznych wybrzeża południowego Bałtyku podniesienie się średniego poziomu morza o 1 mm oznacza przesunięcie się linii brzegowej o 1 m. Obecnie poziom oceanu światowego podnosi się o około 1,5 mm rocznie (w rejonie Ustki – 2 mm rocznie; średnia z lat 1951-1985, Zeidler i in. 1995), zatem nasilenie się procesów abrazyjnych winno być traktowane jako zjawisko oczekiwane. Innym problemem związanym z kształtowaniem się linii brzegowej jest ocena roli procesów ekstremalnych, przede wszystkim katastrofalnych sztormów. Wielu autorów wskazuje, że jest ona znaczna (Subotowicz 1976; Salik 1979; Zawadzka-Kahlau 1994, 1999; Furmańczyk, Dudzińska-Nowak 2009 i in.).

Cel i metody badań

Celem badań jest określenie tempa zmian strefy nadbrzeża Zatoki Usteckiej dokonujących się za sprawą intensywnych (w tym ekstremalnych) sztormów. Podstawą oceny stały się posztormowe meldunki zebrane przez pracowników czterech Obchodów Ochrony Wybrzeża (w Rowach, Ustce, Modlinku i Jarosławcu) podległych Obwodowi Ochrony Wybrzeża w Ustce, będącemu częścią organizacyjną Urzędu Morskiego w Słupsku. Zaprezentowane dane pochodzą z lat 2000-2006. Informacje były zbierane najczęściej bezpośrednio po ustaniu sztormu lub krótko po tym. Sprowadzały się one do prostych pomiarów rozmiarów ubytków klifu, wydmy bądź plaży (długość, szerokość, głębokość), co w konsekwencji dawało możliwość określenia objętości zaistniałych zmian. Ponadto ustalano ich lokalizację przez domierzenie do istniejącego kilometrażu brzegu. Na koniec wreszcie obliczano rozmiary strat materialnych, stosując przy tym cennik przyjęty przez Urząd Morski w Słupsku (tab. 1). Wnioski płynące z analizy tych danych zostały skonfrontowane z obserwacjami i pomiarami dokonanyymi przy wykorzystaniu pracochłonnych

Tabela 1

Cennik szkód sztormowych (Dokumentacja Urzędu... 2000)

Table 1

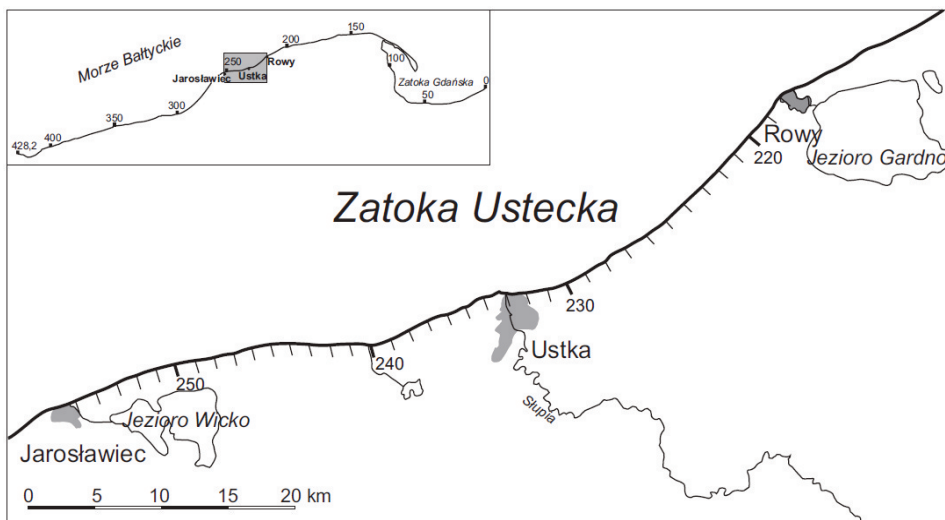
Price-list of storm damage

Rodzaj szkód	J.m.	Cena w zł
Płotki głębinowe	mb	6,40
Płotek zwykły	mb	4,30
Szachownice z faszyny lub chrustu	m ²	4,20
Szachownice z trzciny	m ²	2,30
Wyłożenie wydmy chrustem	m ²	2,50
Zatrąwienie	m ²	0,50
Wał wydmy	m ³	25,00
Ogrodzenia wydmy i upraw betonowych z 3 rzędami drutu	mb	51,60
Ogrodzenie z siatki o wys. 1,5 m	mb	49,70
Ogrodzenia na słupkach drewnianych	mb	14,70
Ogrodzenia z siatki „leśnej”	mb	8,50
Zejścia na plażę z drewna	mb	49,70
Zakrzewienia i zalesienia	ar	116,60
Tablice informacyjne – tradycyjne	szt.	43,00
Tablice informacyjne z folii samoprzylepnej	szt.	7,30
Tablice informacyjne na słupkach betonowych zbrojonych	szt.	59,60
Tablice kilometrażowe	szt.	290,30
Ostrogi w postaci jednorzędowej palisady z pali drewnianych lub żelbetowych	mb	2 546,90
Opaska żelbetowa na ścianie szczelnej zabezpieczonej narzutem kamiennym na materacu faszynowym	mb	7 276,80
Wał kamienny z czapą betonową, narzutem kamiennym przed wałem	mb	6 367,20

i często kosztownych metod przez innych autorów. W niniejszym artykule użyto przede wszystkim materiałów opublikowanych przez Elżbietę Zawadzką-Kahlau (1993, 1994, 1999, 2012). Celem autorów niniejszego opracowania było wykazanie, że wyznaczanie odcinków nadbrzeża szczególnie narażonych na procesy abrazyjki może być dokonywane wystarczająco dokładnie przy wykorzystaniu krótkich serii prostych obserwacji, szacunków i pomiarów. Jest to ważne z punktu widzenia praktyki.

Obszar badań

Obszarem badań są klif i plaża w okolicach Ustki, przez wielu ten odcinek wybrzeża nazywany jest Zatoką Ustecką (ryc. 1, Florek i in. 2005; Rudowski, Wróblewski 2012). Ma on charakter urozmaicony, w przewadze klifowy i abrazyjny. Powierzchnia podplejstocieńska charakteryzuje się dużym zróżnicowaniem wskutek przekształcenia przez egzaracyjną działalność lądolodu. Miąższość osadów czwartorzędowych zmienia się od ok. 120 m na wysokości mierzei jeziora Wicko, przez 40 m w Ustce, do ponad 130 m na wschód od ujścia Łupawy (Tomczak 1993). Wysokość klifu zmienia się od około 3-5 m w Ustce (km 236-233), przez 12-15 m na odcinku Orzechowo-Poddąbie (km 230-225), 25 m w Dębiniu (km 222) i 4-5 m w Rowach (km 220-217).



Ryc. 1. Lokalizacja obszaru badań
Fig. 1. Research area location

Podstawę klifu wszędzie (oprócz ujściowych odcinków Słupia i Łupawy) stanowią gliny bazalne i spływowce oraz osady glacialimniczne powstałe przede wszystkim w późnym wistulianie (po fazie pomorskiej). Głina bazalna wszędzie zawiera dużą

domieszkę materiału żwirowo-kamienistego, niekiedy silnie zwietrzałego (zwłaszcza łupki krystaliczne). Liczne są okruchy wapieni paleozoicznych, często z fauną. W glinie występuje wyraźny cios, z przewagą spękań pionowych. Wyżej leżą późnoglacialne osady limniczne, torfy, a klif wieńczą zwykle górnoholoceńskie piaski eoliczne z glebami kopalnymi.

Na powierzchni osadów spoistych (glin oraz późnoglacialnych i holocenijskich torfów) tworzą się liczne wysięki i źródła, co sprzyja powstawaniu obrywów i osuwisk. Stymuluje to rozwój klifu. Podobną rolę odgrywa obecność falochronów portu Ustka (Florek, Florek 1995; Zawadzka-Kahlau 2012).

Tempo cofania klifów w nawiązaniu do warunków sztormowych

Porównanie materiałów kartograficznych i katastralnych z lat 1862-1938 wykazało, że brzeg na wschód od Ustki cofnął się w tym czasie o 150 m, a więc w tempie około 2 m/rok; według E. Zawadzkiej-Kahlau (1994, 1999), w ciągu ostatnich 100 lat tempo to wynosiło 1,6 m/rok. Co więcej, zestawienie map katastralnych z lat 1960 i 1970 z pomiarami geodezyjnymi z roku 1978 (Salik 1979) wskazało, że tempo abrazji klifu na wschód od Ustki wyniosło 1,0-2,3 m/rok, zaś w okolicach Dębiny – 0,2-1,8 m/rok. E. Zawadzka-Kahlau (1994, 1999) oceniła tempo tych zmian w latach 1971-1983 na 2,7 m/rok w Ustce i 1,65-2,65 m/rok w Dębiniu. Na te wartości składają się katastrofalne ubytki, rzędu 7-8 m (np. w roku 1983), które oddzielone są krótkimi okresami stabilizacji brzegu bądź nawet narastania plaży. Podkreślić należy, że największe zniszczenia abrazyjne występują pod koniec ciepłych zim (np. 1913/14, 1982/83, 1986/87, 1999/2000, 2006/07), kiedy to brzeg nie jest chroniony pokrywą lodu morskiego, a sztormy rozwijają się przy dominacji wiatru z sektora N-NE (Florek, Florek 1995), lub podczas sztormów jesiennych, którym zazwyczaj towarzyszą największe spiętrzenia sztormowe (tab. 2, Sztobryn, Stigge 2005). Trudny do określenia pozostaje udział sztormów jako czynników determinujących tempo cofania się klifów. Analizy nie ułatwia fakt, że w wielu pracach pod pojęciem zjawisk sztormowych rozumie się jedynie podniesienie poziomu morza ponad określony poziom (por. Majewski i in. 1983; Sztobryn, Stigge 2005). Z danych zgromadzonych przez Kapitanat Portu Ustka wynika, że w okresie 1999-2007 w rejonie Zatoki Usteckiej wystąpiło ponad 40 sztormów, z których 27 można uznać za silne (siła wiatru podczas nich przekraczała 8°B), a 10 za skrajnie silne (Dokumentacja Kapitanatu... 2006). W tych ostatnich przypadkach wiązało się to zwykle z wysokim stanem wody, przekraczającym 550 cm (tab. 2, Florek i in. 2008). Ze wstępnej analizy danych wynika, że w ostatnich latach znaczną abrazję zaobserwowano zarówno podczas sztormów późnojesiennych (listopad 2004 r.), jak i całego sezonu sztormowego obejmującego późną jesień i zimę (przełom lat 2006/07), przy dominacji wiatru wiejącego z kierunku NW.

Tabela 2

Zestawienie sztormów, które miały miejsce w Zatoce Usteckiej w latach 2000-2006 (pogrubioną czcionką zaznaczono zjawiska ekstremalne) (Dokumentacja Urzędu... 2000)

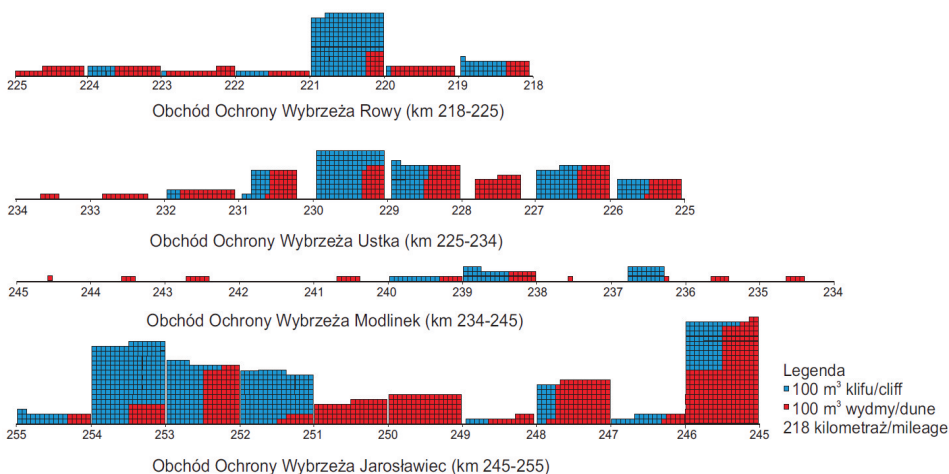
Table 2

Specification of storms that occurred in the Ustecka Bay in years 2000-2006 (extreme events marked in bold)

Rok	Data	Siła wiatru (°B)	Kierunek	Stan morza (°B)	Stan wody
2000	17-20.01	7-8(9)	NE-N-NW	5	580
	20-22.01	7-8(9)	NW-W	5-6	560
	30-31.01	8-9(10-11)	NW-W	5-6	560
2001	10-12.01	6(7)	NW	3-4	530
	17-18.02	5-7(9)	NW	3-4	530
	21-22.02	7-8(9)	NW-N-NE	4-5	530
	8-10.09	8-9(10-11)	NW-W, NW-N	5-6	520
	8-10.10	7-9(10)	NW-N	5-6	580
	28.10-5.11	7-9(10-12)	NW-W	5-6	560
	7-9.11	7-8(9)	NW	5	580
	8-10.11	7-8(9-10)	NW-N	5-6	580
	14-16.11	9-10(11)	W-NW	6-7	605
	22-23.11	8-9(10)	W-NW	5-6	595
2001-2002	31.12.01-2.01.02	10(11)	NW-N	5-6	610
2002	20-22.02	6-7(8-9)	NE-NW	5-6	590
	27.10	6-8(9-10)	W-NW	5-6	570
2003	4-7.04	8-9(11)	NW-N, N-NE	5-6	590
	6-7.06	8(9)	N-NE	3-4	580
	26-27.06	8-9(10-11)	W-NW	5-6	560
	5-8.12	10(11)	NW-N	5-6	590
2004	2-4.03	8-9	NW, N-NE	5-6	540
	19-22.03	8-9(10-11)	SW-W	5-6	490
	20-22.09	6-7(8)	W-NW	5-6	490
	17-18.11	11(12)	W-NW	6	555
	23-24.11	9-10(11-12)	NW-N	6	640
2005	5-11.01	8-9(10-11)	SW, W-NW	6	580
	1-2.11	9-10(11-12)	W-NW	6	600
2006	17-20.01	7-8(9)	NW-N	5-6	560
	1-2.11	9-10(11-12)	W-NW, N	5-6	627
	6-7.11	8-9(10)	W-NW	5-6	530

Skutki największych sztormów w ujęciu materialnym

Pewne pojęcie o skutkach największych sztormów dają rozmiary szkód notowane przez pracowników Urzędu Morskiego. Łącznie podczas wszystkich analizowanych sztormów, jakie nawiedziły rejon Zatoki Usteckiej w latach 2000-2006 w największym stopniu zniszczeniu uległy wał wydmy – 143,8 tys. m³ – oraz klif – 123,4 tys. m³ (ryc. 2). Największy ubytek wydmy nastąpił podczas sztormu z jesieni roku 2004 (23-24 listopada), kiedy to zniszczonych zostało 76,3 tys. m³ wydmy, natomiast najmniejszy podczas pierwszego z omawianych sztormów (styczeń 2000 r.).



Ryc. 2. Ubytki w klifach i wydmach w wyniku oddziaływania ekstremalnych sztormów w latach 2000-2006 (Dokumentacja Urzędu... 2000, 2004, 2006)

Fig. 2. Losses in the cliffs and dunes as a result of the impact of extreme storms in years 2000-2006

Wówczas sztorm zabrał 2,9 tys. m³. W pozostałych przypadkach straty mieściły się w przedziale od 3 do 13 tys. m³. Drugim elementem strefy brzegowej pod względem zniszczeń jest klif, na którym odnotowano ubytek materiału w ilości 123,4 tys. m³, przy czym największy nastąpił w roku 2004 (32,4 tys. m³). Największe straty w ostatnich latach przyniósł sztorm, który rozwinął się w dniach 23-24 listopada 2004 r. W rejonie Zatoki Usteckiej odnotowano wówczas szkody, które wyceniono na 2,8 mln zł, na co złożyły się, między innymi:

- ubytki w klifie (32 490 m³, co przy koszcie 25 zł za m³ daje kwotę 812 250 zł),
- ubytki w wydmie (76 311 m³, co przy koszcie 25 zł za m³ daje kwotę 1 907 775 zł),
- straty w wyłożeniach chrustem, płótkach, zadarnieniach, zakrzewieniach, drzewostanie itd. (90 939 zł) (tab. 3).

Warto dodać, że kolejne pod względem rozmiarów strat sztormy spowodowały znacznie mniejsze szkody: sztorm z listopada 2006 r. – 705 000 zł, a sztorm z listopada 2005 r. – 694 000 zł.

Tabela 3

Straty posztormowe po sztormie 23-24 listopada 2004 r. (według meldunku posztormowego OOW Ustka) (Dokumentacja Kapitanatu... 2004)

Table 3

Storm losses after the storm 23-24 November 2004 (according to afterstorm report of OOW Ustka)

Wyszczególnienie szkód	J.m.	Liczba jednostek	Cena jednostki (zł)	Straty (zł)
Klif	m ³	32 490	25,0	812 250
Wał wydmy	m ³	76 311	25,0	1 907 775
Wyłożenie wydmy chrustem	m ²	29 050	2,5	72 625
Płotek zwykły	mb	1 520	4,3	6 536
Zatrawienia	ar	1 500	0,5	750
Zakrzewienia	ar	80	116,6	9 328
Siatka „URSUS”	mb	200	8,5	1 700
Razem				2 810 964

Rycina 2 przedstawia rozmiary zniszczeń wywołanych przez 10 ekstremalnych sztormów w latach 2000-2006. Na odcinku administrowanym przez Obchód Ochrony Wybrzeża w Rowach największy ubytek brzegu odnotowano w okolicach Dębiny (km 220-221). Zniszczeniu uległo tu 18,5 tys. m³ klifu. Znacznie mniejszy, ale również znaczący ubytek brzegu nastąpił na kilometrze 218-219 (3,1 tys. m³ klifu, 1,5 tys. m³ wydmy). Dużo większe straty wystąpiły w zachodniej i środkowej części OOW Ustka. Na odcinku wybrzeża klifowego w Orzechowie zniszczone zostało 11,8 tys. m³ klifu oraz 3,2 tys. m³ wydmy. Wielkość strat zmniejsza się w kierunku zachodnim, gdzie występuje wybrzeże wydmy. Najmniejszy ubytek wydmy stwierdzono w okolicach portu usteckiego (0,4 tys. m³). Ekstremalne sztormy zdecydowanie najmniej wpłynęły na kształtowanie się linii brzegowej na odcinku OOW Modlinek. Występują tu bowiem fragmenty brzegu, na których w ciągu 7 lat nie wystąpiła abrazja, co świadczy o dominacji na nich tendencji akumulacyjnych. Nieporównywalnie większe straty wystąpiły na odcinku wybrzeża należącym do OOW Jarosławiec. W części wschodniej przeważała tu znaczna abrazja wydmy, ale na tym samym obszarze odnotowano również krótkie odcinki o niewielkiej abrazji. Największe straty klifu zanotowano w zachodniej części obchodu. Na kilometrze 251-255 w analizowanym okresie ubyło łącznie 52 tys. m³ materiału budującego klif.

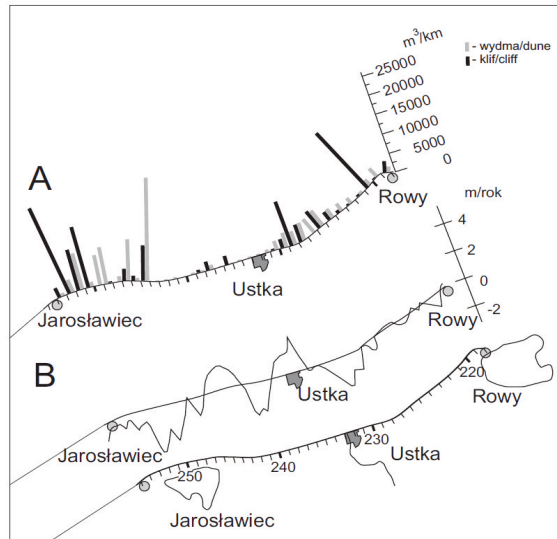
W latach 2000-2006 największe ubytki osadów budujących klify notowano na odcinkach km 218-219, 220-221, 225-227, 228-231, znacznie mniejsze na odcinkach 236-237 i 238-240. Z kolei największe ubytki w masie wydmy odnotowano na km 225-232.

Czy i w jakim stopniu wyniki obserwacji prowadzonych przez Urząd Morski w Słupsku odpowiadają tendencjom rozwoju poszczególnych odcinków wybrzeża Zatoki Usteckiej udokumentowanym innymi metodami

W dotychczasowej praktyce oceny tendencji rozwojowych poszczególnych odcinków wybrzeża dokonywano najczęściej, porównując mapy topograficzne wydane w ciągu ostatnich 150 lat, zwracając uwagę bądź na linię wody lub też położenie dolnej krawędzi klifu albo wydmy (Zawadzka-Kahlau 1993, 1999 i in.). Inni podobne metody wykorzystywali, posługując się zdjęciami lotniczymi (Furmańczyk 1994), a w ostatnim czasie wykorzystując mapy i zdjęcia lotnicze (Dudzińska-Nowak, Furmańczyk 2005; Dudzińska-Nowak 2015 i in.) czy pomiary bezpośrednie (Dudzińska-Nowak, Furmańczyk 2005; Florek i in. 2009 i in.). Niekiedy uwzględniano przy tym bilans osadów w strefie podbrzeża sporządzany z wykorzystaniem sondaży dna (Zawadzka-Kahlau 2012). Do zalet metod stosowanych przez wymienionych autorów należy precyzja, wśród wad trzeba wymienić praco- i kosztochłonność.

Badanie wykonane z wykorzystaniem map topograficznych i katastralnych obejmujących okres 1862-1938 umożliwiło nie tylko określenie tempa zmian położenia brzegu, ale również lokalizację odcinków o erozyjnych i akumulacyjnych tendencjach rozwojowych (Zawadzka-Kahlau 1994, 1999). Podobne rezultaty uzyskano, zestawiając mapy katastralne z lat 1960 i 1970 z pomiarami geodezyjnymi z roku 1978 (Salik 1979), a także mapy topograficzne i katastralne z wynikami pomiarów geodezyjnych z początku XXI w. (Stanisławska 2012; Zawadzka-Kahlau 2012).

Stulecie 1875-1979 zaznaczyło się na wybrzeżu Zatoki Usteckiej obecnością położonych naprzemian odcinków abrazyjnych i akumulacyjnych (Zawadzka-Kahlau 1999). Te pierwsze związane są z barierą j. Wicko, obniżeniem położonym na północ od j. Modła i fragmentem wybrzeża leżącym na wschód od ujścia Słupi, zaś odcinki akumulacyjne występują niemal wyłącznie na zachód od ujścia tej rzeki (km 234-238 i 241-245, ryc. 3). Analiza dokładniejszych danych z czterdziestolecia 1961-2003 pokazała obraz bardziej skomplikowany: obecność liczniejszych odcinków abrazyjnych poprzecinanych równie licznymi, lecz zwykle krótszymi odcinkami akumulacyjnymi (Stanisławska 2012; Zawadzka-Kahlau 2012). Położenie fragmentów wybrzeża ulegających abrazji w największym stopniu pozostało niezmienione. Dane zebrane w latach 2000-2006 przez pracowników Urzędu Morskiego w Słupsku dają obraz podobny do opisanych – intensywna abrazja odcinków: km 244-253, 224-233, ale również położonego na zachód od ujścia Łupawy odcinka 218-221. Biorąc pod uwagę, że dane te są szacunkowe oraz że dotyczą skutków jedynie największych sztormów, zbieżność informacji pochodzących z wieloletnich badań materiałów kartograficznych i katastralnych oraz pomiarów geodezyjnych jest uderzająca (ryc. 3). Płynię stąd wniosek, że do wyznaczenia odcinków szczególnie podatnych na abrazję nie są konieczne wieloletnie pomiary i szczegółowe, praco- i kosztochłonne analizy. Jest to ważne z punktu widzenia bieżącego monitoringu brzegu morskiego, który w Polsce prowadzony jest przez urzędy morskie. Należy jednak podkreślić, że szacunkowe obserwacje terenowe pozostają dalece niewystarczające, jeśli zbierane dane mają posłużyć do ustalenia zależności pomiędzy poszczególnymi czynnikami warunkującymi tempo i zakres abrazji, zwłaszcza gdy badania takie mają poprzedzać decyzję o lokalizacji budowli hydrotechnicznych.



Ryc. 3. Brzeg Zatoki Usteckiej. Ubytki w klifach i wydmachach w latach 2000-2006 (A) i zmiany położenia brzegu w latach 1875-1979 (B) (Zawadzka-Kahlau 1999)
 Fig. 3. The Ustecka Bay shore. Losses in the cliffs and dunes in years 2000-2006 (A) and changes of shore location in years 1875-1979 (B)

Podsumowanie

Autorzy podjęli próbę wykorzystania materiałów obserwacyjnych gromadzonych przez pracowników Urzędu Morskiego w Słupsku do wyznaczania odcinków nadbrzeża szczególnie narażonych na abrazję oraz do oceny, w jakim stopniu procesy na nich występujące są efektem dużych (w tym ekstremalnych) sztormów. Najcenniejszym walorem tych obserwacji jest fakt, że dokonywane są one bezpośrednio po wystąpieniu zjawiska – sztormu. Dane te zostały zestawione z wynikami badań autorów, którzy analizowali wieloletnie zmiany brzegu morskiego na tym samym odcinku nadbrzeża, korzystając z wyników pomiarów geodezyjnych i kartograficznych dokonywanych w dość przypadkowo dobranych i często odległych od siebie terminach. W wyniku tych analiz dowiedziono, że:

- odcinki intensywnej abrazji na brzegach Zatoki Usteckiej mają dość stabilną lokalizację, o czym świadczą zarówno dane z analiz kartograficznych, jak i porównanie wyników pomiarów geodezyjnych (Zawadzka-Kahlau 1993, 1994, 1999, 2012) zestawione z obejmującymi okres zaledwie kilkuletni danymi zebranych przez pracowników Urzędu Morskiego w Słupsku,
- zastosowanie rejestracji szkód sztormowych do określenia zasięgu brzegów szczególnie narażonych na abrazję jest tanie i szybkie, a daje rezultaty porównywalne ze stosowaniem metod zaawansowanych technicznie i kosztownych,
- abrazja brzegów Zatoki Usteckiej dokonuje się głównie w czasie dużych sztormów i przy znaczącym spiętrzeniu wód morskich (tab. 1, Sztobryn, Stigge 2005).

Świadczy o tym zbieżność położenia odcinków intensywnej abrazji wyznaczonych przy użyciu metod kartometrycznych i metodą rejestracji szkód sztormowych stosowaną przez Urząd Morski w Słupsku (ryc. 3),

- rejestracja szkód sztormowych przez pracowników Urzędu Morskiego w Słupsku daje również pewne pojęcie o gospodarczych skutkach największych sztormów. Największe straty w ostatnich latach przyniósł sztorm, który wystąpił 23-24 listopada 2004 r. W rejonie Zatoki Usteckiej odnotowano wówczas straty w wysokości 2,8 mln zł, na które złożyły się, między innymi ubytki w klifie (32 490 m³, co wyceniono na 812 250 zł) i ubytki w wydmiu (76 311 m³, co wyceniono na 1 907 775 zł). Należy pamiętać, że przytoczone wyliczenia zostały dokonane na podstawie cennika z roku 2000 (tab. 3),
- dane zbierane przez Urząd Morski w Słupsku nie uwzględniają bezpośrednich skutków odbudowywania dolnej części nadbrzeża po sztormach (zwłaszcza po sztormach wiosennych) oraz modyfikującej roli procesów stokowych przekształcających rzeźbę klifów po sztormach.

Literatura

- Dokumentacja Kapitanatu Portu Ustka, 2004, 2006
- Dokumentacja Urzędu Morskiego w Słupsku, 2000, 2004, 2006
- Dudzińska-Nowak J., 2015, *Metody ochrony zachodniego wybrzeża Polski i ich wpływ na zmiany brzegu w latach 1938-2011*, Szczecin
- Dudzińska-Nowak J., Furmańczyk K., 2005, *Zmiany położenia linii brzegowej Zatoki Pomorskiej (w latach 1938-1996)*. W: *Środowisko przyrodnicze wybrzeży Zatoki Pomorskiej i Zalewu Szczecińskiego. Wybrane aspekty*, red. R.K. Borówka, S. Musielak, Szczecin, s. 72-78
- Florek W., Florek E., 1995, *Man versus the eustatic impact on shoreline development at Ustka (Poland)*. W: *Directions in European Coastal Management*, red. M.G. Healy, J.P. Doody, Cardigan, s. 243-251
- Florek W., Kaczmarzyk J., Majewski M., 2009, *Factors affecting the intensity and character of cliff evolution near Ustka*, *Oceanological and Hydrobiological Studies*, 38, Supplement 1, s. 9-25
- Florek W., Rudowski S., Szeffler K., 2005, *Pradoliny w dnie Zatoki Usteckiej*. W: *Geologia i geomorfologia Pobrzeża i południowego Bałtyku 6*, red. W. Florek, Słupsk, s. 89-103
- Florek W., Olszak I.J., Seul C., Majewski M., 2008, *Stratygrafia i litologia mineralnych osadów występujących w klifach środkowej części polskiego wybrzeża Bałtyku*, *Landform Analysis*, 7, s. 113-118
- Furmańczyk K., 1994, *Współczesny rozwój strefy brzegowej morza bezpływowego w świetle badań teledetekcyjnych południowych wybrzeży Bałtyku*, Szczecin
- Furmańczyk K., Dudzińska-Nowak J., 2009, *Effects of extreme storms impact on coastline changes: a southern Baltic example*, *Journal of Coastal Research, Special Issue*, 56, s. 1637-1640
- Majewski A., Działdusiński Z., Wiśniewska A., 1983, *Monografia powodzi sztormowych 1951-1975. Ogólna charakterystyka powodzi sztormowych u polskiego wybrzeża Bałtyku*, Warszawa
- Rosa B., 1984, *Rozwój brzegu i jego odcinki akumulacyjne*. W: *Pobrzeże Pomorskie*, red. B. Augustowski, Gdańsk, s. 67-120

- Rudowski S., Wróblewski R., 2012, *Potrzeba wzbogacenia toponomastyki brzegu i dna na przykładzie Zatoki Usteckiej*. W: *Geologia i geomorfologia Półwyspu i południowego Bałtyku* 9, red. W. Florek, Słupsk, s. 57-59
- Salik K., 1979, *Wpływ abrazji na zmiany brzegowe Bałtyku na przykładzie badań klifu Usta-ka-Orzechowo*, maszynopis w Instytucie Morskim w Gdańsku
- Stanisławska K., 2012, *Zmiany położenia linii brzegowej pomiędzy Jarosławcem a Lebą w latach 1961-2003*, praca magisterska, maszynopis w Instytucie Geografii i Studiów Regionalnych Akademii Pomorskiej w Słupsku
- Subotowicz W., 1976, *Makro- i mikro-fazy rozwoju brzegów klifowych wybrzeża polskiego*, *Przegląd Geologiczny*, 1, s. 10-14
- Sztobryn M., Stigge H.-J., 2005, *Powodzie sztormowe na południowym wybrzeżu Bałtyku*, Warszawa
- Tomczak A., 1993, *Datowane metodą ¹⁴C wychodnie utworów organicznych na brzegu morskim między Rowami a Jeziołem Kopań*. W: *Geologia i geomorfologia środkowego Półwyspu i południowego Bałtyku*, red. W. Florek, Słupsk, s. 187-199
- Zawadzka-Kahlau E., 1993, *Tendencje rozwojowe brzegów południowobałtyckich w ostatnim stuleciu*, Gdańsk
- Zawadzka-Kahlau E., 1994, *Determination of changes of South Baltic spits and cliffs*, *Bulletin of the Maritime Institute*, 21, 1, s. 41-59
- Zawadzka-Kahlau E., 1999, *Tendencje rozwojowe polskich brzegów Bałtyku Południowego*, Gdańsk
- Zawadzka-Kahlau E., 2012, *Morfodynamika brzegów wydmowych południowego Bałtyku*, Gdańsk
- Zeidler R.B., Wróblewski A., Miętus M., Dziadziuszko Z., Cyberski J., 1995, *Wind, wave and storm surge regime at the Polish Baltic Coast*, *Journal of Coastal Research*, Special Issue, 22, s. 33-55

Summary

The analysis of the collected materials and their confrontation with literature data has shown that:

- sections of severe erosion on the onshores of the Ustecka Bay have quite a stable location,
- the use of storm damage registration to determine the extent of the edges, which are particularly exposed to erosion is cheap and fast, and gives results comparable to the use of technologically advanced and expensive methods,
- the erosion of the Ustecka Bay shores takes place mainly during large storms and at considerable damming marine waters. Evidence of this can be found in convergence of location of intense erosion sectors determined using cartometric methods and storm damage registration method used by the Maritime Office in Słupsk,
- registration of storm damage done by the staff of the Maritime Office in Słupsk also gives some idea of the economic impact of major storms. The greatest losses in recent years has brought a storm that occurred on 23-24 November 2004. In the Ustecka Bay area the loss of 2.8 million PLN was reported, which consisted of, among other defects in the cliff (32,490 m³, which is valued at 812,250 PLN) and defects in the dune (76,311 m³, which is valued at 1,907,775 PLN).

