

HALINA GROBELSKA

Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania
Polska Akademia Nauk w Toruniu

ROZWÓJ STREFY BRZEGOWEJ NIZINNEGO ZBIORNIKA WODNEGO W WARUNKACH DUŻYCH WAHAŃ STANÓW WODY NA PRZYKŁADZIE ZBIORNIKA PAKOSKIEGO (NOTEĆ ZACHODNIA)

Streszczenie. Zbiornik Pakoski został utworzony w 1975 roku w wyniku podniesienia o 4,5 m wody w dwóch naturalnych jeziorach. Na zbiorniku występują duże wahania stanów wody, w cyklu rocznym dochodzące do 3,6 m. Strefa brzegowa, po 30-letnim okresie jej funkcjonowania, znajduje się w fazie intensywnego kształtowania. Aktywne jest 80% jego nieumocnionych brzegów. Zarówno w rzeźbie platformy przybrzeżnej, jak i rozkładzie osadów, występujących na jej powierzchni, zachowały się elementy zatopionej jeziornej strefy brzegowej.

Słowa kluczowe: spiętrzone jezioro, strefa brzegowa, platforma przybrzeżna, osady powierzchniowe, schemat rozwoju brzegu abrazyjnego

Wprowadzenie

Utworzenie sztucznego zbiornika wodnego – w wyniku zarówno spiętrzenia rzeki, jak i jeziora powyżej dotychczasowych stanów maksymalnych wpływa na jakościową i ilościową zmianę czynników i procesów kształtujących jego strefę brzegową, dając początek nowemu, „zbiornikowemu”, etapowi jej rozwoju. Przejawem aktywności strefy brzegowej jest cofanie się brzegu w wyniku procesu jego abrazyjnego oraz procesów stokowych oraz jego przyrastanie, będące następstwem akumulacji osadów transportowanych w jej obrębie. Strefa brzegowa jest tu rozumiana jako przestrzeń rozciągająca się od krawędzi klifu nadwodnego bądź wyznaczającej maksymalny zasięg fal formy akumulacyjnej do podnóża skłonu platformy przybrzeżnej, nazywanej również płyczną przybrzeżną. Aktywna, intensywnie rozwijająca się strefa brzegowa zbiornika wodnego nie tylko utrudnia gospodarczą działalność człowieka w jej bezpośrednim otoczeniu, ale, co jest rzadko dostrzegane, wpływa również na parametry fizykochemiczne groma-

dzonej w nim wody, m.in. poprzez dostawę materiału z abradowanego brzegu czy brak litoralu.

Rozwój strefy brzegowej zbiorników jest warunkowany zarówno cechami środowiska przyrodniczego, jak i charakterem występujących w zbiorniku stanów wody. Ich wpływ przejawia się między innymi przez:

- wielkość wahań poziomu wody, które wpływają bezpośrednio na szerokość przekształcanej strefy brzegowej,
- prędkość piętrzenia i zrzutu wody ze zbiornika, która określa czas oddziaływania falowania na daną część strefy brzegowej,
- długość okresu o niezmiennych, względnie małych amplitudach wahań stanów wody,
- roczny i wieloletni cykl wahań poziomu wody (OVČINNIKOV i IN. 2002).

Znaczenie reżimu eksploatacyjnego zbiornika w kształtowaniu jego strefy brzegowej jest dostrzegane coraz wyraźniej wraz z rozwojem badań. Długie, często już kilkudziesięcioletnie, ciągi badawcze stref brzegowych poszczególnych obiektów wskazują, iż zakres i zmienność wahań stanów wody w zbiorniku warunkuje nie tylko intensywność procesów zachodzących w obrębie strefy brzegowej, ale co istotniejsze kształtują one mechanizm jej rozwoju (SPANILÁ i SIMEONOVA 1993, HABIDOV i IN. 1999, BANACH i SPANILÁ 2000, OVČINNIKOV 2003, LEVKEVIČ i LOPUCH 2003). W rozwoju strefy brzegowej nizinnych sztucznych zbiorników wodnych, o niewielkich wahaniami stanów wody, nieprzekraczających 1,5 m, wyróżniono trzy kolejno następujące po sobie stadia przekształcania brzegów: 1) kształtowania – kiedy to następuje narastanie tempa rozwoju procesów brzegowych i stokowych, 2) stabilizacji, 3) obumierania, czyli dynamicznej równowagi – kiedy natężenie procesów w obrębie strefy brzegowej spada poniżej poziomu sprzed utworzenia zbiornika (FINAROV 1986, ŠIROKOV i IN. 1992, BANACH 1994). Czas trwania poszczególnych etapów i całego cyklu rozwojowego strefy brzegowej zbiornika, od momentu jego utworzenia do osiągnięcia stanu dynamicznej równowagi, wydłuża się wraz z wielkością wahań stanów wody na zbiorniku. Na zbiornikach o wahaniami nie przekraczających 0,5 m rozwój strefy brzegowej trwa 5-10 lat, natomiast przy wahaniami od 0,5 do 1,5 m okres ten wydłuża się do 15-25 lat (LEVKEVIČ i LOPUCH 2003). Wymienione zależności potwierdzają również badania prowadzone w Polsce na zbiorniku Włocławek, który jest również zbiornikiem o małych wahaniami stanów wody, rocznie nie przekraczających 1 m. Jego brzegi osiągnęły stan dynamicznej równowagi po 12-20 latach eksploatacji (BANACH 2004). Należy jednak podkreślić, iż wzrost amplitudy wahań stanów wody, np. który wystąpił na zbiorniku Włocławek na początku obecnego stulecia, może prowadzić do zachwiania stanu dynamicznej równowagi i ponownego lokalnego wzrostu aktywności jego brzegów (BANACH 2004).

Przedstawiony model rozwoju strefy brzegowej trudno jednak odnosić do stref brzegowych zbiorników cechujących się dużymi, kilkumetrowymi, cyklicznie występującymi wahaniami stanów wody. W takich warunkach dynamika procesów zachodzących w obrębie strefy brzegowej stabilizuje się po bardzo intensywnym kilkuletnim okresie początkowego narastania, jednak nie zmniejsza się, a niekiedy wręcz przeciwnie – sukcesywnie wzrasta. Strefy brzegowe tego typu akwenów, bez względu na ich rozmiary czy genezę (pochodzenia rzecznoego czy jeziornego!), pomimo często już 30-40-letniego okresu ich eksploatacji, nadal znajdują się w fazie intensywnego rozwoju

(HABIDOV i IN. 1999, BANACH i SPANILÁ 2000, OVČINNIKOV 2003, GROBELSKA 2006). Nie tylko nie wykazują one jakichkolwiek oznak stabilizacji, ale często w ich obrębie obserwuje się narastanie tempa zachodzących procesów i wzrost udziału brzegów aktywnych (np. na dużych zbiornikach syberyjskich; OVČINNIKOV 2003). Będąc następstwem kilkumetrowych wahań stanów wody, cykliczne rozmywanie platformy przybrzeżnej w fazie obniżania poziomu wody w zbiorniku stwarza dogodne warunki do abrazji brzegu w następującej po niej fazie (okresie) wysokich stanów wody w zbiorniku (HABIDOV i IN. 1999). Prowadzi to do permanentnego ożywiania strefy brzegowej w każdym cyklu eksploatacyjnym zbiornika. Zjawisko stawia pod znakiem zapytania możliwość osiągnięcia stabilizacji i stanu dojrzałości przez strefy brzegowe tego typu akwenów.

Cel, zakres i metody badań

Celem badań było jakościowe i ilościowe określenie przekształceń strefy brzegowej Zbiornika Pakoskiego po blisko 30 latach jego funkcjonowania w warunkach dużych wahań stanów wody występujących w cyklu rocznym, z uwzględnieniem jego jeziornej genezy.

Obszar badań obejmuje całą strefę brzegową Zbiornika Pakoskiego (ponad 50 km) wraz z jego najbliższym otoczeniem. Systematyczne prace terenowe rozpoczęto w 1999 roku, tj. po 24 latach funkcjonowania zbiornika. Kontynuowano je do listopada 2003 roku, a w mniejszym zakresie są one prowadzone nadal. W badaniach zastosowano standardowe metody badawcze, z których najważniejsze to kartowanie geomorfologiczne z wykorzystaniem wierceń świdrem ręcznym, wkopów i szurfów oraz pomiary geodezyjne strefy brzegowej w przekrojach poprzecznych. W części podwodnej uzupełniono je sondowaniami z łódki, połączonymi z poborem prób osadów powierzchniowych czerpakiem typu Eckmana-Bridge'a. Osady te poddano następnie analizie uziarnienia według standardowej metody sitowej oraz wyznaczono podstawowe, graficzne wskaźniki uziarnienia (średnia średnica ziarna, odchylenie standardowe, skośność).

W prowadzonych badaniach istotną rolę wskaźnikową odegrały liczne zachowane w obrębie strefy brzegowej pnie drzew wyciętych w czasie przygotowywania czaszy zbiornika. Pozostające w pierwotnej pozycji umożliwiają rekonstrukcję przekształcanej powierzchni oraz wskazują kierunek zachodzących tu procesów.

Rozpoznanie cech pierwotnej, podlegającej przekształcaniu, strefy brzegowej zbiornika oparto na bogatych materiałach archiwalnych. Należą do nich między innymi: różnoskalowe mapy topograficzne, geologiczne, geomorfologiczne i hydrologiczne z okresu między- i powojennego; plany sytuacyjne najbliższego otoczenia spiętrzonych jezior; panchromatyczne zdjęcia lotnicze, plany batymetryczne jezior oraz archiwalne dokumentacje geologiczne. Ważnym uzupełnieniem materiałów archiwalnych są publikacje dotyczące jezior pakoskich z zakresu geomorfologii (BARTKOWSKI 1962, NIEWIAROWSKI 1976) i hydrologii.

Obszar badań

Zbiornik Pakoski (Noteć Zachodnia) został utworzony w 1975 roku. Powstał on w wyniku podniesienia o 4,5 m poziomu wody w dwóch naturalnych jeziorach, istniejących już co najmniej od młodszego dryasu (NIEWIAROWSKI 1976). Jest to największy w Polsce zbiornik typu jeziorowego (GOLDYN 1990). Jego objętość wynosi 86,5 mln m³ (ponad 110-procentowy wzrost objętości akwenu w wyniku spiętrzenia), a powierzchnia osiąga 13,0 km² (przed spiętrzeniem zaledwie 8,1 km²). Pozostałe parametry zbiornika to: długość 20,1 km, głębokość – średnia 9,2 m, maksymalna 18,7 m i szerokość – średnia 0,74 km, maksymalna 2 km. Zbiornik podzielony jest sztucznymi groblami na cztery odrębne części, między którymi następuje swobodna wymiana wody. Akwen jest położony w obrębie południkowo przebiegającej rynny subglacialnej, rozdzielającej Wysoczyzny Kujawską i Gnieźnieńską. Jego strefa brzegowa kształtuje się w obrębie utworów czwartorzędowych: zwartych glinach pylastych i piaszczystych, rzadziej piaskach gliniastych i torfach.

Zbiornik Pakoski wyróżnia się znacznymi wahaniami stanów wody, które w cyklu rocznym dochodzą do 3,6 m. W latach 1975-2003 roczne amplitudy stanów wody wynosiły średnio 2,4 m i wahały się między 0,65 m w 1993 roku a 3,59 m w 1980 roku. Najczęściej występowały stany średnie w zakresie 76,4-76,9 m n.p.m., które stanowiły 24% wszystkich obserwowanych dobowych stanów wody. W okresie zarówno piętrzenia, jak i zrzutu stany wody zmieniają się jednostajnie, od 1 do 3 cm na dobę. Przy maksymalnych amplitudach stanów wody powierzchnia zbiornika zmniejsza się o 4,7 km², tj. o 36%.

Naturalny poziom wody w Jeziorach Pakoskich przed ich spiętrzeniem kształtował się na wysokości ok. 75 m n.p.m. i oscylowały w granicach 0,5 m. Znaczne podniesienie poziomu wody w misie jeziornej spowodowało zatopienie dojrzałej jeziornej strefy brzegowej oraz zapoczątkowało rozwój nowej formy na wyższych rzędnych.

Wyniki

Typy brzegów Zbiornika Pakoskiego

W badaniach strefy brzegowej Zbiornika Pakoskiego zastosowano klasyfikację opartą na najczęściej używanym kryterium genetycznym. Charakter przekształcanego fragmentu brzegu rozpatrywano w ujęciu całościowym jako wypadkową procesów zachodzących zarówno przy wysokich, jak i niskich stanach wody. Wyróżniono pięć typów brzegu: abrazyjny, akumulacyjny, neutralny, biogeniczny i umocniony.

Obecnie, po 30 latach eksploatacji Zbiornika Pakoskiego jego strefa brzegowa nadal znajduje się w fazie kształtowania. Na Zbiorniku Pakoskim jest aktywnych 81% długości brzegów nieumocnionych, tzn. akumulacyjnych (20,4%) bądź abrazyjnych (60,6%), przy czym zdecydowanie bardziej jest przekształcany brzeg prawy niż lewy, odpowiednio 88% i 73% brzegów aktywnych. Współczynnik stabilności brzegów, tj. stosunek odcinków akumulacyjnych do abrazyjnych, wynosi 0,34.

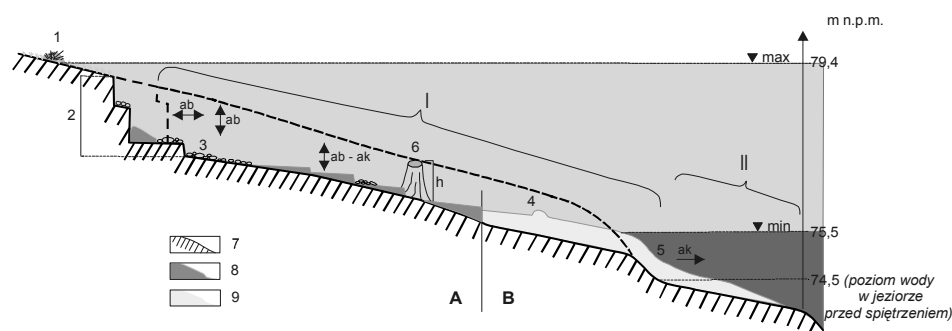
Dwukrotne kartowanie brzegów zbiornika wykonane w odstępie czteroletnim (1999 i 2003 r.) nie wykazało zmian charakteru poszczególnych fragmentów brzegu. W pierw-

szym i drugim okresie badań taka sama była sumaryczna długość poszczególnych jego typów.

Platforma przybrzeżna

Obecnie platforma przybrzeżna na Zbiorniku Pakoskim rozwija się w dwóch typach:

- 1) akumulacyjnym, który występuje wzdłuż 20% długości nieumocnionych brzegów akwenu; ilość materiału dostarczanego i akumulowanego na jej powierzchni w pełnym cyklu eksploatacyjnym zbiornika przewyższa jego straty; często są z nią związane stałe formy akumulacyjne;
- 2) abrazyjno-akumulacyjnym, który towarzyszy 60% długości brzegów nieumocnionych (rys. 1).



Rys. 1. Przekrój poprzeczny strefy brzegowej dominującej obecnie na Zbiorniku Pakoskim: A – okresowo osuszana, B – trwale subakwalna część platformy przybrzeżnej; I – współczesna część platformy przybrzeżnej, związana z funkcjonującym zbiornikiem, II – „jeziorna”, przetrwała część platformy przybrzeżnej; 1 – wał akumulacji mineralno-biogenicznej, 2 – klif z wykształconymi „stopniami”, 3 – residuum, 4 – zanurzony wał wzdłuż brzegowy, 5 – skłon platformy przybrzeżnej, 6 – pień drzewa, 7 – materiał *in situ*, 8 – osady deponowane na okresowo osuszanej części platformy przybrzeżnej – inicjalna, nieciągła plaża z wyraźnymi stopniami plażowymi, 9 – osady deponowane na podwodnej części platformy, h – miąższość warstwy wybradowanej, ab – abrazja, ak – akumulacja, strzałki określają kierunek dominującego procesu, linią przerywaną zaznaczono pierwotny zarys stoku (GROBELSKA 2006)

Fig. 1. Cross-section of coastal zone on Pakość Reservoir dominant: A – periodically drying out, “intertidal” (“foreshore”) and B – underwater (“nearshore”) part of coastal platform; I – contemporary, connected with reservoir part of coastal platform, II – “lake” part of coastal platform; 1 – mineral-bioorganic bar, 2 – cliff with “steps”, 3 – residuum, 4 – swash bar, 5 – slope of coastal platform, 6 – trunks of trees, 7 – in situ sediment, 8 – coastal platform sediments, in periodically drying out part of this formed beach ridges or beach steps, 9 – coastal platform sediments, in under water part of this, h – abrasion layer depth, ab – abrasion, ak – accumulation, arrows designate direction of dominating process, dashed line marked original slope (GROBELSKA 2006)

Platforma przybrzeżna Zbiornika Pakoskiego jest stosunkowo wąska i stroma. Ma 21-55 m szerokości i nachylenie w przedziale 2°30’-8°30’. Najwęższa i najbardziej stroma, 6°-8°, występuje wzdłuż abrazyjnych, przygłębionych fragmentów brzegu, kształtujących się w obrębie zwartych glin piaszczystych, którym towarzyszy wysoki klif. Platforma szersza i nieco łagodniejsza, 3°-7°, najczęściej 5°, towarzyszy brzegom

abrazyjnym niskim, łagodnie opadającym w kierunku zbiornika. Natomiast najłagodniejsza, o nachyleniu $2^{\circ}30'$ - 3° , charakteryzuje akumulacyjne i neutralne odcinki brzegu.

W morfologii platformy przybrzeżnej Zbiornika Pakoskiego i w rozkładzie osadów występujących na jej powierzchni powszechnie zaznaczają się dwa poziomy rozdzielone stopnie o wysokości około 1 m (rys. 1). Poziom wyższy, szerszy i bardziej nachylony rozciąga się od maksymalnego zasięgu linii wody bądź podstawy aktywnego klifu, najczęściej ukształtowanego na wysokości 78,8 m n.p.m., do strefy minimalnych stanów wody występujących na zbiorniku, tj. 76,0-75,5 m n.p.m. Jest to współczesna część platformy przybrzeżnej, związana genetycznie z funkcjonującym zbiornikiem. Natomiast poziom niższy, wyraźnie węższy i łagodniejszy, zaznacza się poniżej 74,9 m n.p.m., tj. rzędnej, na jakiej oscylował poziom jezior przed ich spiętrzeniem, do około 73 m n.p.m., gdzie przechodzi w strefę stoku misy jeziornej. Jest to pozostałość zatopionej starej platformy przybrzeżnej jeziora, obecnie częściowo zamaskowana osadami współcześnie tworzącej się platformy przybrzeżnej i inkorporowana w jej obręb.

Powierzchnię okresowo osuszanej części platformy przybrzeżnej urozmaicają stopnie o wysokości maksymalnie do 0,5 m. Ich geneza jest związana ze znacznymi zmianami stanów wody, którym towarzyszą okresowe wzrosty intensywności falowania. Stopnie te tworzą się zarówno w podłożu macierzystym, jak i zakumulowanych osadach zbiornikowych. W pierwszym przypadku są względnie stałym elementem morfologii platformy przybrzeżnej, natomiast w drugim najczęściej ulegają rozmyciu w kolejnej fazie piętrzenia wody w zbiorniku.

Na powierzchni platformy przybrzeżnej zbiornika dominują osady piaszczyste o średniej średnicy ziaren 0,1-1 mm, najczęściej 0,2-0,4 mm, słabym i bardzo słabym wysortowaniu (odchylenie standardowe $\delta_1 = 0,5-2,0 \text{ phi}$) oraz zróżnicowanej, przeważnie ujemnej skośności. Średnia średnica ziaren maleje w kierunku akwenu. W rozkładzie osadów wyraźnie zaznacza się ich okresowa zmienność w zależności od występujących na zbiorniku stanów wody i fazy cyklu eksploatacyjnego. W okresach dostawy świeżego materiału z klifu bądź rozmywania macierzystego podłoża następuje drobnienie materiału przy jednoczesnym pogorszeniu jego wysortowania, natomiast w okresach je poprzedzających następuje grubienie materiału i poprawa jego wysortowania w wyniku wymywania frakcji najbardziej mobilnych, piasków średnio- i drobnoziarnistych (GROBELSKA 2004).

W osadach górnej części platformy przybrzeżnej powszechnie zaznaczają się dwie strefy zgrubienia materiału, znajdujące się w dynamicznym układzie przestrzennym, rozmieszczone względem siebie w odległości 10-15 m. Są one odpowiednikiem obniżień międzywałowych obserwowanych na dużych zbiornikach cechujących się znacznymi wahaniami stanów wody (HABIDOV 1999).

Platforma przybrzeżna rozwija się w kierunku zarówno pionowym, jak i poziomym. Abrazyjna część platformy przybrzeżnej Zbiornika Pakoskiego, po 28 latach jego funkcjonowania, w odległości około 15-20 m od podnóża obecnego klifu, obniżyła się o 0,4-0,8 m w stosunku do pierwotnego położenia. W okresie prowadzonych badań, w latach 1999-2003, tempo cofania klifu w poszczególnych sezonach wynosiło od 0 do 1,1 m. Średnie tempo cofania się aktywnych klifów w poszczególnych przekrojach wynosiło rocznie od 0,05 do 0,46 m. Największe przekształcenia zachodzą w okresie wczesnowiosennym, kiedy to zaznacza się wpływ wietrzenia mrozowego. Zmiany pionowe w obrębie platformy przybrzeżnej w okresie prowadzonych badań, 1999-2003, w jednym

cyklu pracy zbiornika wynosiły od 0,1 do 0,15 m w części akumulacyjnej do zaledwie 2-3 cm w części abrazyjnej. Aktywna krawędź klifu po 28-letnim okresie funkcjonowania zbiornika cofnęła się minimum od 12 do 35 m. Najniższe wartości liniowe występują wzdłuż brzegu przygłębiowego z towarzyszącym klifem blisko 5-metrowej wysokości. Średnie tempo jego cofania w rozpatrywanym okresie wyniosło 0,43 m/rok. Najwyższe wartości zanotowano natomiast wzdłuż brzegu przypłyiczynowego z niewielkim klifem, zaledwie 0,4-metrowej wysokości, który cofnął się o 35 m. Średnie tempo jego cofania się wyniosło tu aż 1,25 m/rok! (GROBELSKA 2006).

Brzeg abrazyjny – schemat rozwoju

W zależności od pierwotnego nachylenia zbocza i towarzyszących mu głębokości oraz wysokości klifu rozwój brzegu abrazyjnego na Zbiorniku Pakoskim ujęto w dwa podstawowe schematy.

Schemat 1. Rozwój pokrytego darnią abrazyjnego brzegu przypłyiczynowego o nachyleniu nieprzekraczającym 2-3°, z aktywnym klifem o wysokości 0,3-0,6 m, obejmuje trzy etapy:

- 1) rozczłonkowanie klifu wąskimi przesmykami o długości do 1 m,
- 2) przekształcenie przesmyków w niewielkie zatoki, a rozdzielających je fragmentów brzegu w wąskie przyładki połączone z macierzystym brzegiem kilkucentymetrowymi przesmykami,
- 3) oderwanie od macierzystego brzegu na całej wysokości klifu szczątkowych przyładków około 1-1,5 m szerokości i zbliżonej długości, co prowadzi do powstania niewielkich ostańców abrazyjnych bądź rzadziej do ich powolnego rozmywania; proces powoduje wyrównanie linii brzegowej i zamknięcie jednego cyklu rozwojowego; równocześnie wzrasta intensywność abrazyj na bezpośrednio przyległym fragmencie brzegu, który zachował kształt wypukły, rzadziej prostoliniowy; cały cykl trwa od kilkunastu tygodni do kilku lat.

Schemat 2. Przekształcanie pokrytych darnią abrazyjnych wysokich brzegów przygłębiowych o znacznym nachyleniu, przekraczającym 15°, ujęto w pięć etapów:

- 1) wstępny; u podstawy stoku, na linii wody powstaje 0,2-0,3-metrowy klif, przyjmujący często postać podciosu brzegowego, którego stropem są zwarte systemy korzeniowe krzewów bądź drzew,
- 2) punktowe nasilenie intensywności abrazyj fragmentów brzegu pozbawionych drzew i krzewów,
- 3) powstanie nisz abrazyjnych, osiagających 10-30 m długości i 5-15 m szerokości, z klifem o wysokości 0,5-1,5 m, w obrębie którego występują liczne obrywy skalne,
- 4) łączenie się sąsiadujących nisz prowadzące do wyrównania linii brzegowej, przy jednoczesnym sukcesywnym wzroście wysokości aktywnego klifu, aż do osiągnięcia przez jego koronę krawędzi rynny subglacialnej,
- 5) rozwój aktywnego klifu, którego korona wykroczyła już poza krawędź rynny, zachodzący przy coraz większym udziale ruchów masowych, głównie osuwisk i obrywów (GROBELSKA 2006).

Formy akumulacyjne

Formy akumulacyjne obserwowane na Zbiorniku Pakoskim podzielono na trzy grupy, opierając się na cechach morfogenetycznych, z wykorzystaniem istniejących klasyfikacji zaproponowanych dla form występujących w strefach brzegowych mórz czy sztucznych zbiorników wodnych o niewielkich wahań stanów wody (ŠIROKOV i IN. 1992). W obrębie wydzielonych grup wyróżniamy:

- 1) przystające, w obrębie której wyróżniono plażę, swobodne i wymuszone cyple akumulacyjne jedno- i dwustronnego zasilania, wypełnienia wgłęć linii brzegowej oraz odsypy,
- 2) swobodne, obejmujące szeroką gamę różnoskalowych kos,
- 3) zamykające, do której zaliczono zaledwie jedną mierzeję wykształconą na tym zbiorniku.

W obrębie strefy brzegowej Zbiornika Pakoskiego, w jednym cyklu jego pracy, współwystępują i rozwijają się formy akumulacyjne o zróżnicowanej wielkości i trwałości, od bardzo prostych, o niewielkich rozmiarach i sezonowym charakterze, po formy stałe, wieloetapowe, częściowo utrwalone roślinnością, o powierzchni przekraczającej kilkaset metrów kwadratowych. Duże wahania stanów wody, szczególnie faza ich obniżania, prowadzą do przemieszczania po platformie strefy zmywu i napływu warunkując wieloetapowość rozwoju form akumulacyjnych i ich przyrastanie na coraz niższych rzędnych. Formy większe są najczęściej zespołami form mniejszych. Najwyraźniej skutki morfologiczne tej migracji uwiadcniają się w przypadku plaży, która składa się z kilku, najczęściej 5-6, a czasem 10-12, równoległych wałów plażowych, często położonych w stosunku do siebie w kilkumetrowych odstępach. „Rozciąganie” form akumulacyjnych po platformie przybrzeżnej wraz z opadającym poziomem wody w zbiorniku prowadzi często do zmniejszenia miąższości budujących je osadów w kierunku linii wody.

Podsumowanie

Rozpatrywane komponenty strefy brzegowej Zbiornika Pakoskiego, takie jak: morfometria platformy przybrzeżnej wraz z występującymi na jej powierzchni osadami, charakter i wzajemny stosunek poszczególnych typów brzegu oraz występujące tu formy akumulacyjne, przeanalizowane pod kątem zarówno stopnia zaawansowania ich rozwoju, jak i czasowej oraz przestrzennej zmienności, wskazują na początkowy etap jej rozwoju. Pomimo 30-letniego okresu funkcjonowania zbiornika, ciągle zachodzi proces jej kształtowania. Charakter i przebieg procesów występujących w tej strefie cechuje się wyraźną wieloletnią i roczną zmiennością, uwarunkowaną dużymi kilkumetrowymi wahaniami stanów wody. Istotna jest zarówno ich wielkość, jak i zakres. Nie w każdym cyklu eksploatacyjnym Zbiornika Pakoskiego, gromadzona w nim woda osiąga poziom równy bądź wyższy od podstawy aktywnego klifu, który jest jedynym źródłem materiału dostarczanego w obręb kształtującej się platformy przybrzeżnej, umożliwiającego jej rozwój. Z kolei wielkość amplitudy stanów wody bezpośrednio wyznacza szerokość części platformy przybrzeżnej podlegającej przekształcaniu.

Zarówno w rzeźbie platformy przybrzeżnej, jak i osadach występujących na jej powierzchni nadal zachowały się elementy starej jeziornej strefy brzegowej.

Literatura

- BANACH M., 1994. Morfodynamika strefy brzegowej zbiornika Włocławek. Pr. Geogr. Inst. Geogr. Przestrz. Zagosp. PAN 161.
- BANACH M., 2004. Ewolucja strefy brzegowej zbiorników zaporowych. *Dok. Geogr.* 31: 11-12.
- BANACH M., SPANILÁ T., 2000. Geodynamic evolution of water reservoir banks. *Acta Montana IRSM AS CR, Ser. A*, 15, 116: 45-66.
- BARTKOWSKI T., 1962. O terasach nad Jeziorem Pakoskim (Wysoczyzna Kujawska). *Czas. Geogr.* 33, 3.
- FINAROV D.P., 1986. Geomorfologičeskij analiz i prognozirovanije pereformirovanija beregovoj zony i dna vodochranilišč. Nauka, Leningrad.
- GOLDYN R., 1990. Wpływ piętrzenia wód na procesy ekologiczne w jeziorach służących jako zbiorniki retencyjne. W: *Funkcjonowanie ekosystemów wodnych, ich ochrona i rekultywacja. Ekologia jezior, ich ochrona i rekultywacja. Eksperymenty na ekosystemach. Cz. 2.* SGGW-AR, Warszawa.
- GROBELSKA H., 2004. Wpływ podpiętrzenia wód na rozwój strefy brzegowej jezior na przykładzie Jeziora Pakoskiego (1975-2003). Pr. Geogr. Inst. Geogr. Przestrz. Zagosp. PAN 200: 101-117.
- GROBELSKA H., 2006. Ewolucja strefy brzegowej Zbiornika Pakoskiego (Pojezierze Gnieźnieńskie). Pr. Geogr. Inst. Geogr. Przestrz. Zagosp. PAN 2005.
- HABIDOV A.S., 1999. Strojenije osadočnych tošč beregovoj zony Novosibirskovo vodochranilišč. W: *Berega morej i vnutrennych vodojemov. Aktualnye problemy geologii, geomorfologii i dinamiki.* Red. O.V. Kašmienskaja. Izd. SO RAN, Naučno-Izd. Centr OIGGM, Novosibirsk: 138-150.
- HABIDOV A.S., ŽINDARIEV L.A., SAVKIN V.M., 1999. Evolucija beregov vodochranilišč uslovijach dlinnopierodnych kolebanij urovnia vody. W: *Berega morej i vnutrennych vodojemov. Aktualnye problemy geologii, geomorfologii i dinamiki.* Red. O.V. Kašmienskaja. Izd. SO RAN, Naučno-Izdatelskij Centr OIGGM, Novosibirsk: 114-124.
- LEVKEVIČ V.E., LOPUCH P.S., 2003. Konceptualnyje i teoretičeskije osnovy sovremennyh beregovych processov na vodoemach Belarusi. W: *Teoretičeskije i prikladnye problemy sovremennoj limnologii. Matieriały międzynarodowej naučno-praktičeskoj konferencii.* Izd. Centr BGU, Minsk: 111-121.
- NIEWIAROWSKI W., 1976. Wahania poziomu wód w jeziorze Pakoskim w świetle badań geomorfologicznych i archeologicznych. W: *Problemy geografii fizycznej.* Red. R. Galon. Stud. Soc. Scien. Torunensis: 193-211.
- OVČINNIKOV G.I., 2003. Dinamika beregovoj zony Angarskich vodochranilišč. Avtoreferat. Irkuck.
- OVČINNIKOV G.I., TRŽCINSKI J.D., RZĘTAŁA M., RZĘTAŁA M., 2002. Abrazjonno-akumulativnyje procesy v beregovoj zone vodochranilišč (na primere južnogo priangarja i sileskoj vozvyšenosti). WNZ UŚ, RAN Sibir. Otdel. Inst. Zemn. Kory, Sosnowiec.
- SPANILÁ T., SIMEONOVA G., 1993. Bank deformations on some water reservoirs in Bulgaria and Czechoslovakia. *Acta Montana IGT AS CR, Ser. A*, 4 (90): 93-110.
- ŠIROKOV V.M., LOPUCH P.S., LEVKEVIČ V.E., 1992. Formirovanie beregov malych vodochranilišč lesnoj zony. Gidrometeoizdat, Sankt-Petersburg.

DEVELOPMENT OF SHORE ZONE OF LOWLAND WATER RESERVOIR
UNDER BIG WATER LEVEL FLUCTUATION CONDITIONS,
PAKOŚĆ RESERVOIR (WEST NOTEĆ RIVER)

Summary. Pakość Reservoir was created in 1975 as a result the 4.5-metre uplifting water level in two natural lakes. On average, in the entire exploitation period of the reservoir that is in 1975-2003, annual water level amplitudes amounted at 2.4 m and balanced between 0.65 and 3.59 m. After 30 years of the reservoir exploitation over 80% of the length of the natural shores is active. Both in the relief and sediments of the coastal platform the old shore zone fragments of the lakes have been preserved.

Key words: regulated lakes, shore zone, coastal platform, surface sediments

Adres do korespondencji – Corresponding address:

Halina Grobelska, Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania, Polska Akademia Nauk, ul. Kopernika 19, 87-100 Toruń, Poland, e-mail: halina.grobelska@geopan.torun.pl

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 10.05.2007

*Do cytowania – For citation: Grobelska H., 2007. Rozwój strefy brzegowej nizinnego zbiornika wodnego w warunkach dużych wahań stanów wody na przykładzie Zbiornika Pakoskiego (Noteć Zachodnia). *Nauka Przyr. Technol.* 1, 2, #21.*