

## Rozwój strefy brzegowej sztucznych zbiorników wodnych w warunkach dużych wahań stanów wody

Halina Grobelska\*

*Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN, Zakład Geomorfologii i Hydrologii Nizów,  
ul. Kopernika 19, 87-100 Toruń,*

### Wprowadzenie

Jednym z bezpośrednich efektów utworzenia sztucznego zbiornika wodnego jest rozwój jego strefy brzegowej. Podlega ona ciągłym przekształceniom w efekcie wzajemnego oddziaływania hydrodynamicznego zbiornika oraz procesów geodynamicznych na otaczających go stokach. W przypadku naturalnych, śródlądowych zbiorników wodnych, jakimi są istniejące już od kilku tysięcy lat jeziora, strefa ta jest dojrzała, stabilna i prawie niezmienna w czasie. Utworzenie nowego akwenu poprzez spiętrzenie rzeki bądź jeziora powyżej dotychczasowych stanów maksymalnych powoduje jakościową i ilościową zmianę czynników i procesów kształtujących jego strefę brzegową, zapoczątkowując nowy, „zbiornikowy”, etap jej rozwoju. Przejawem aktywności strefy brzegowej jest cofanie się brzegu w wyniku procesu jego abrazji oraz procesów stokowych na otaczających ich stokach, jak również jego przyrastanie, będące następstwem akumulacji osadów transportowanych w jej obrębie. Aktywna strefa brzegowa zbiornika wodnego nie tylko utrudnia gospodarczą działalność człowieka w jej bezpośrednim zasięgu, ale, co jest rzadko dostrzegane, wpływa również na parametry fizykochemiczne gromadzonej w nim wody, m.in. poprzez dostawę materiału z abradowanych fragmentów brzegu czy brak litoralu (Arfi 2005, Kajak 1998).

### Wpływ reżimu eksploatacyjnego na rozwój strefy brzegowej

Rozwój strefy brzegowej zbiorników warunkowany jest zarówno cechami środowiska przyrodniczego,

jak i charakterem występujących w zbiorniku stanów wody, których wpływ przejawia się poprzez m.in.:

- wielkość wahań poziomu wody, które bezpośrednio wpływają 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 oraz
- roczny i wieloletni cykl wahań poziomu wody (Ovčinnikov i in. 2002).

Znaczenie reżimu eksploatacyjnego zbiornika w kształtowaniu jego strefy brzegowej wraz z rozwojem badań jest coraz wyraźniej dostrzegane. Kilkuletnie, a nierzadko już kilkudziesięcioletnie badania stref brzegowych wskazują, iż zakres i zmienność wahań stanów wody w zbiorniku warunkuje nie tylko intensywność procesów zachodzących w obrębie strefy brzegowej, ale co istotniejsze, bezpośrednio wpływa na charakter tych procesów oraz cały mechanizm rozwoju strefy brzegowej (Spanilá, Simeonova 1993, Habidov 1999, Banach, Spanila 2000, Levkievič, Lopuch 2003, Ovčinnikov 2003). Utrwalony w literaturze przełomu lat 80. i 90. ubiegłego stulecia trójeta-powy model rozwoju strefy brzegowej sztucznych zbiorników wodnych (Finarov 1986, Sirokov i in. 1992, Banach 1994) opisuje zasadnicze elementy transformacji strefy brzegowej zbiorników o niewielkich, nie przekraczających 1,5 m wahaniami stanów wody. Model ten zakłada kolejno następujące po sobie stadia przekształcania brzegów, od (1) kształtowania – narastania tempa rozwoju procesów brzegowych i stokowych, poprzez ich stabilizację (2), do obumierania (3), czyli osiągnięcia stanu dynamicznej

\* e-mail: halina@geopan.torun.pl

równowagi. Czas trwania poszczególnych etapów, a także 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 wahań nie przekraczających 0,5 m pierwsze stadium rozwoju strefy brzegowej trwa 5–10 lat (Levkevič, Lopuch 2003). Przy wahań rzędu 0,5–1,5 m stadium to wydłuża się już do 15–25 lat (Levkevič, Lopuch 2003). Osiągnięcie stanu dynamicznej równowagi przy wahań rzędu 1 m może nastąpić, jak np. wykazują badania na zbiorniku Włocławek, już po 12–20 latach eksploatacji zbiornika (Banach 2004). Należy tu jednak podkreślić, iż wzrost wielkości wahań stanów wody w zbiorniku, jaki np. wystąpił w zbiorniku Włocławek na początku obecnego stulecia, może prowadzić do zachwiania osiągniętego już stanu dynamicznej równowagi i ponownej reaktywacji jego strefy brzegowej (Banach 2004).

Zaadaptowanie powyższego modelu rozwoju strefy brzegowej do stref brzegowych zbiorników nizinnych cechujących się dużymi, kilkumetrowymi wahań stanów wody jest jednak bardzo problematyczne i dyskusyjne. Dynamika procesów zachodzących w obrębie strefy brzegowej tych akwenów, po bardzo intensywnym kilkuletnim okresie początkowego narastania, stabilizuje się, jednak w odróżnieniu od zbiorników cechujących się małymi wahań stanów wody, nie zmniejsza się, a niekiedy sukcesywnie narasta (Ovčinnikov i in. 2004). Pomimo często już 30–40-letniego okresu eksploatacji, bez względu na rozmiary czy genezę (pochodzenia rzecznoego czy jeziornego), strefy brzegowe tego typu akwenów nadal znajdują się w fazie intensywnego rozwoju (Habidov i in. 1999, Banach, Spanilá 2000, Ovčinnikov 2003, Grobelska 2006, Mazaeva i in. 2006). W okresie niskich stanów wody w zbiornikach tych dochodzi do wynoszenia drobniejszej frakcji z materiału zakumulowanego na powierzchni platformy przybrzeżnej i w konsekwencji do jej rozmywania. Proces ten zachodzi zarówno w płaszczyźnie poziomej, powodując jej obniżanie, jak i w płaszczyźnie pionowej, co prowadzi do jej skracania. Stwarza to doskonałe warunki do wzrostu efektywności abrazji brzegu w kolejnej fazie wysokich stanów wody (Habidov i in. 1999). Powyższą zależność obserwujemy w tego typu zbiornikach bez względu na ich wielkość, zarówno w zbiornikach bardzo dużych (np. Zbiornik Bracki na Angarze (Rosja), gdzie pomimo już ponad 40-letniego okresu eksploatacji nadal obserwuje się przyrastanie długości brzegów abrazyjnych; Ovčinnikov 2003), jak i w zbiornikach zdecydowanie mniejszych (zbiornik Jeziorsko na Warcie czy Zbiornik Pakoski na Noteci Zachodniej). W Zbiorniku Pakoskim sytuację taką obserwowano w latach 2003–2007. Po trzech latach występowania w zbiorniku stanów wody poniżej stanów maksymalnych, kiedy to odno-

owano stabilizację krawędzi klifu nadwodnego, w roku 2008 nastąpiła bardzo wyraźna intensyfikacja procesu abrazji. Krawędź klifu nadwodnego w wybranych profilach przemieściła się od 0,4 do 0,8 m, przy średniej dla ostatnich kilku lat 10 cm/r.

## Podsumowanie

Permanentne ożywiane strefy brzegowej zbiorników o dużych, cyklicznie zachodzących wahań stanów wody w każdym kolejnym cyklu eksploatacyjnym zbiornika znacznie wydłuża czy wręcz stawia pod znakiem zapytania możliwość osiągnięcia przez strefy brzegowe tego typu akwenów stabilizacji i stanu dojrzałości, a tym samym ich pełnego wpisania się w naturalne środowisko.

Opracowanie modelu rozwoju stref brzegowych tego typu akwenów jest obecnie kwestią otwartą, wymagającą kontynuacji badań.

## Literatura

- Arfi R. 2005. Seasonal ecological changes and water level variations in the Selingue Reservoir (Mali, West Afrika). *Physics and Chemistry of the Earth*, 30: 432–441.
- Banach M. 1994. Morfodynamika strefy brzegowej zbiornika Włocławek. *Prace Geograficzne IGiPZ PAN*, 161.
- Banach M. 1997. Rozwój procesów egzogenicznych w projektowanej kaskadzie dolnej Wisły (KDW). *Przegląd Geograficzny*, 69, 1–2: 121–139.
- Banach M. 2004. Ewolucja strefy brzegowej zbiorników zaporowych. *Dokumentacja Geograficzna*, 31: 11–12.
- Banach M., Spanilá T. 2000. Geodynamic evolution of water reservoir banks. *Acta Montana IRSM AS CR, A*, 15, 116: 45–66.
- Banach M, Grobelska H. 2003. Stan dynamiki brzegów zbiornika Jeziorsko. *Słupskie Prace Geograficzne*, 1: 91–106.
- Finarov D.P. 1986. Geomorfologičeskij analiz i prognozirovanije pereformirovanija beregovoj zony i dna vodochranilišč. Nauka, Leningrad.
- Grobelska H. 2006. Ewolucja strefy brzegowej Zbiornika Pakoskiego (Pojezierze Gnieźnieńskie). *Prace Geograficzne*, 205.
- Habidov A.S. 1999. Pierienos vzwiešennych nanosov v beregovoj zonie vodochranilišč. [W:] O.V. Kašmienskaja (red.), *Berega morej i vnutrennych vodojemov. Aktualnye problemy geologii, geomorfologii i dinamiki*. Izdatielstvo SO RAN, Naučno-Izdatelskij Centr OIGGM, Novosibirsk, s. 191–203.
- Kajak Z. 1998. *Hydrologia-limnologia. Ekosystemy wód śródlądowych*. PWN, Warszawa.

- Levkevič V.E., Lopuch P.S. 2003. Konceptualnyje i teoretičeskije osnovy sovremennyh beregovych processov na vodoemach Belarusi. [W:] Teoretičeskije i prikladnye problemy sovremennoj limnologii. Materiały Międzynarodnej naučno-praktyčeskij konferencii. Izdatelskij centr BGU, Minsk, s. 111–121.
- Mazaeva O.A., Grobelska H., Hak V. 2006. Rozwój dolinek erozyjnych w strefie brzegowej sztucznego zbiornika wodnego (zbiornika Bracki, Rosja). [W:] P. Gierszewski, M.K. Karasiewicz (red.), Idee i praktyczny uniwersalizm geografii. Ogólnopolski Zjazd Geografów i 55 Zjazd Polskiego Towarzystwa Geograficznego, 13–17.09.2006 r., Toruń. Dokumentacja Geograficzna, 32: 195–199.
- Ovčinnikov G.I. 2003. Dinamika beregovej zony Angarskich vodochranilišč. Avtoreferat, Irkuck.
- Ovčinnikov G.I., Khak V.A., Tashlykova T.A. 2004. Development of the shoals of Brack Reservoir and their role in the abrasion of shore slopes. Lakes and artificial water reservoirs, functioning, revitalization and protection. Sosnowiec, s. 173–179.
- Ovčinnikov G.I., Tržcinskij J.D., Rzętała M., Rzętała M. 2002. Abrazjonno-akumulativnyje procesy v beregovej zone vodochranilišč (na primere južnogo priangarja i sileskoj vozvyšennosti). UŠ WNoZ, RAN Sibirskoje Otdelenie Instytut Zemnoj Kory, Sosnowiec–Irkuck.
- Spanilá T., Simeonova G. 1993. Bank deformations on some water reservoirs in Bulgaria and Czechoslovakia. Acta Montana IGT AS CR, A, 4, 90: 93–110.
- Širokov V.M., Lopuch P.S., Levkevič V.E. 1992. Formirovanie beregov malych vodochranilišč lesnoj zony. Gidrometeoizdat, Sankt Petersburg.