

# Zmiany roślinności w strefie brzegowej spiętrzonego jeziora na przykładzie Zbiornika Pakoskiego

## Vegetation modification in impoundment lake shoreline on the example of Pakość Reservoir

Halina Kaczmarek

Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania, Polska Akademia Nauk,  
Zakład Zasobów Środowiska i Geozagrożeń  
ul. Kopernika 19, 87-100 Toruń, Polska  
e-mail: halina@geopan.torun.pl

---

**Abstract.** In 1975 as a result of the 4.5-metre uplifting of water in two lakes functioning since the late glacial (Niewiarowski 1976), was created the Pakość Reservoir (West Noteć River). It is the biggest lake-type reservoir in Poland (Goldyn 1990). The water area increased from 8.1 to 13.0 km<sup>2</sup>. The scale of changes on the reservoir turned the natural lake-like body of water into artificial one. The exploitation manual of the reservoir allows for water level amplitudes up to 3.9 m, within the range from 75.5 m above sea level that is 0.6 m above maximum water levels which occurs on lakes before their accumulation to 79.4 m above sea level. In this situation more than 1/3 area of their is periodically drained. Before uplifting water level in lakes cut trees growing beside lakes. Now we have many tree rots on the periodically drained part of shore zone which are 0.4-1.2 m uncovered). Coastal zone of the Pakość Reservoir is still active. Along abrasive part of it going cliff edge recession. From 1975 to 2003 it removed about 12-35 m. Their average speed in last years is about 10 cm per year. One with effects of this process is uncovering roots trees growing in abrasion part of coastal zone. Next years this process cover new trees growing in bigger distance from position of basic coastal line. When more than 80% tree rots are uncovered and exposure – trees death. In Pakość Reservoir this process are need less then 25 years.

**Słowa kluczowe:** spiętrzone jezioro, wymywanie karpki korzeniowej, obumieranie drzew, Zbiornik Pakoski  
**Key words:** impoundment lake, abrasion of tree roots, dying trees, Pakość Reservoir

### Wprowadzenie

Człowiek od stuleci poszukuje optymalnych sposobów zaspokajania swoich potrzeb wodnych, jak i łagodzenia niekorzystnych skutków zjawisk ekstremalnych. Coraz częściej, szczególnie na obszarach o wysokim stopniu zagospodarowania terenu, wykorzystuje się w tym celu jeziora. Akweny te często są spiętrzone, a występujące w nich stany wody zwykle podlegają kontroli i regulacji. Wysokości piętrzenia są niekiedy znaczne, kilkudziesięciocentymetrowe, a nawet kilkumetrowe. Wahania stanów wody zarówno w swoim przebiegu, jak i wielkości wyraźnie odbiegają od występujących w warunkach naturalnych. W przypadku szczególnie radykalnych zmian jeziora te całkowicie zatracają swój naturalny charakter i przyjmują cechy sztucznych zbiorników wodnych. Powstają ekosystemy o cechach różnych od funkcjonujących tysiące lat ekosystemów jeziornych.

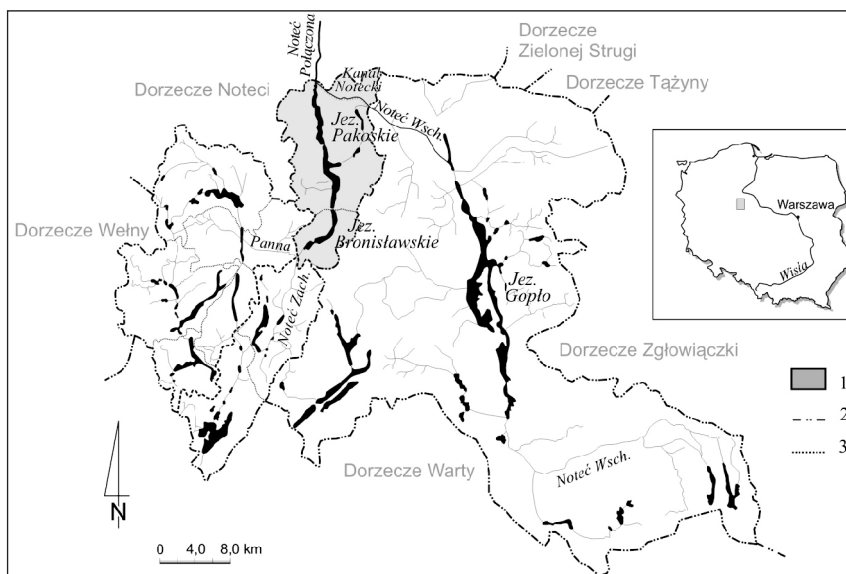
Jednym z bezpośrednich efektów spiętrzania wody w jeziorach jest ożywienie strefy brzegowej bądź jej ponowny rozwój na wyższych rzędnych. W naturalnych, istniejących już od kilku tysięcy lat jeziorach strefa brzegowa jest dojrzała, stabilna i prawie niezmienna w czasie. Spiętrzenie jeziora powoduje jakościową i ilościową zmianę czynników i procesów kształtujących jego strefę brzegową, zapoczątkowując nowy etap jej rozwoju. Przejawem aktywności strefy brzegowej jest cofanie się brzegu w wyniku procesu jego abrazji i procesów stokowych oraz przyrastanie łąd, będące następstwem akumulacji osadów transportowanych w jej obrębie. Podniesienie poziomu wody w jeziorze, jak i następujący w jego efekcie ponowny rozwój strefy brzegowej powodują często bardzo duże zmiany zadrzewień towarzyszących dawnej i obecnej linii brzegowej jezior.

Celem pracy jest zaprezentowanie zmian, jakim uległy zadrzewienia w bezpośrednim otoczeniu jezior w wyniku ich spiętrzania i przekształcenia w zbiornik wodny o dużych wahaniami stanów wody na przykładzie Zbiornika Pakoskiego.

## Obszar i zakres badań

W 1975 r. dokonano spiętrzania o 4.5 m wód w dwóch jeziorach: dwudzielnym Jeziorze Pakoskim i Jeziorze Bronisławskim. W efekcie utworzony został Zbiornik Pakoski. Akwen ten jest częścią składową systemu Noteci Zachodniej. Wraz z dopływającą do niej w Pakości Notecią Wschodnią kształtuje odpływ Noteci poniżej Zbiornika Pakoskiego, zwanej od tego miejsca Notecią Połączoną (ryc. 1).

Jest to największy w Polsce zbiornik typu jeziorowego (Gołdyn 1990). Jego objętość wynosi 86.5 mln m<sup>3</sup> (ponad 110 % wzrost objętości akwenu w efekcie spiętrzania), a powierzchnia 13.0 km<sup>2</sup> (przed spiętrzaniem 8.1 km<sup>2</sup>). Pozostałe parametry zbiornika to: długość 20.1 km, głębokość: średnia 9.2 m, maksymalna 18.7 m, szerokość: średnia 0.74 km, maksymalna 2 km. Zbiornik ten sztucznymi groblami podzielony jest na cztery odrębne części, pomiędzy którymi następuje swobodna wymiana wody. Zarówno całość zbiornika, jak i poszczególne jego części mają wyraźnie wydłużony charakter.



Ryc. 1. Zbiornik Pakoski na tle sieci hydrograficznej Noteci Zachodniej i Wschodniej;

1 – zlewnia Zbiornika Pakoskiego, 2 – granica dorzecza, 3 – granica zlewni

Fig. 1. Location of the study area in West and East Notec hydrographical system;

1 – Pakość Reservoir Basin survey, 2 – border of river basin survey, 3 – border of elementary river basin survey

Akwen ten położony jest w obrębie południkowo przebiegającej rynny subglacialnej, rozdzielającej wysoczyzny Kujawską i Gnieźnieńską. W jego bezpośrednim otoczeniu występują utwory czwartorzędowe: zwarte gliny pylaste i piaszczyste, rzadziej piaski gliniaste i torfy (Grobelska 2006).

Zbiornik Pakoski pełni głównie funkcje retencyjną i przeciwpowodziową, czego skutkiem są duże wahania stanów wody w tym akwencie rocznie dochodzące do 3.6 m. W okresie zimowo-wiosennym gromadzone są w nim wody roztopowe w celu zabezpieczenia przed zalaniem doliny Noteci poniżej zbiornika i jej magazynowania dla celów gospodarczych. W okresie letnio-jesiennym zgromadzona woda wykorzystywana jest do nawodnień pól i zabezpieczenia przepływów nienaruszalnych na Noteci Połączonej poniżej zbiornika. Wahania stanów wody w zbiorniku mieszczą się w zakresie 3.9 m – od 75.5 m n.p.m., tj. 0.6 m powyżej maksymalnych stanów wody występujących na jeziorach przed ich spiętrzeniem, do 79.4 m n.p.m. Zmiany stanów wody zarówno w okresie piętrzenia, jak i zrzutu wody mają charakter jednostajny i stałą tendencję: w okresie jesienno-zimowym rosnącą, a w okresie wiosenno-letnim malejącą. Zmieniają się one jednostajnie od 1 do 3 cm na dobę. W przebiegu rocznym nie obserwuje się okresów dłuższego utrzymywania się stanów wody na jednym poziomie. Należy tu podkreślić, iż naturalne wahania stanów wody w tych jeziorach, analogicznie jak i w większości jezior o podobnym typie zasilania w tym regionie, oscyływały w granicach 0.5 m.

Przy amplitudach stanów wody, jakie występują na analizowanym akwencie, różnica pomiędzy maksymalną a minimalną jego powierzchnią wynosi aż 4.7 km<sup>2</sup> tj. 36%. Oznacza to, iż ponad 1/3 czaszy zbiornika może być okresowo zalewana i osuszana. Obszar badań obejmuje całą, ponad 50-kilometrowej długości strefę brzegową utworzonego akwenu. Strefa brzegowa jest tu rozumiana jako pas rozciągający się między krawędzią klifu nadwodnego a podnóżem stoku platformy przybrzeżnej, nazywanej również płyczną przybrzeżną. Ponad czterometrowa wysokość dokonanego piętrzenia spowodowała całkowite zatopienie istniejącej strefy brzegowej jezior i rozpoczęcie nowego, zbiornikowego etapu jej rozwoju. W wyniku dużych, kilkumetrowych, cyklicznie zachodzących wahań stanów wody, jakie występują na tym zbiorniku, po ponad trzydziestu latach od dokonanego spiętrzenia i funkcjonowania zbiornika jego strefa brzegowa jest nadal aktywna (Grobelska 2006).

## Wyniki

### *Przekształcenie zadrzewień w obrębie strefy brzegowej*

W wyniku spiętrzenia pod powierzchnią wody znalazło się blisko 5 km<sup>2</sup> terenów przyległych do linii brzegowej jezior. Zalane zostały fragmenty zbocza rynny towarzyszące misom jeziornym w promieniu od kilku metrów przy brzegach stromych do ponad 100 metrów przy brzegach łagodnych (o nachyleniu do 6°-7°) oraz równina zalewowa rzeki Noteci pomiędzy spiętrzonymi jeziorami i na 2.5-kilometrowym odcinku powyżej nich. Jak wykazuje analiza archiwalnych zdjęć lotniczych oraz obecnie prowadzone badania terenowe, obszary te w znacznej części porastały zwarte lasy łęgowe. W ramach prac przygotowawczych do spiętrzenia drzewa prawie w całości zostały wycięte do maksymalnej przewidywanej rzędnej piętrzenia tj. 79.4 m n.p.m. Pozostały po nich pnie, które do chwili obecnej w większości przypadków zachowały się w nienaruszonej pozycji. Pnie w okresach niskich stanów wody na zbiorniku są odslaniane (ryc. 2), natomiast w okresach stanów wysokich – zalewane (ryc. 3).



Ryc. 2. Odkryte pnie na powierzchni okresowo osuszanej części platformy przybrzeżnej; miąższość usuniętej warstwy osadów (wymycia pni) wynosi 1.2 m. Ostrowo, Zbiornik Pakoski (fot. H. Kaczmarek)

Fig. 2. Uncovered tree roots as a result abrasion processes on a periodically drained part of coastal platform; thickness of removed sediments are 1.2 m. Ostrowo, Pakość Reservoir (photo by H. Kaczmarek)



Ryc. 3. Strefa brzegowa Zbiornika Pakoskiego przy wysokich stanach wody. Janikowo, Zbiornik Pakoski (fot. H. Kaczmarek)

Fig. 3. Coastal zone of Pakość Reservoir in period of high water level. Janikowo, Pakość Reservoir (photo by H. Kaczmarek)

W związku z ciągłym rozwojem i aktywnością strefy brzegowej Zbiornika Pakoskiego pnie te ulegają obecnie wymywaniu na skutek abrazji bądź zasypywaniu w wyniku akumulacji. Stopień dokonanego przekształcenia w dużej mierze zależy od intensywności zachodzących procesów, ale również, co jest szczególnie istotne w przypadku procesu abrazji, od odporności osadów znajdujących się w ich podłożu. Obecnie w strefie brzegowej Zbiornika Pakoskiego występują zarówno pnie przysypane na głębokość 0.4 m, jak i wymyte do głębokości 1.2 m.

Przeprowadzona w ramach prac przygotowawczych do spiętrzenia wspomniana wycinka drzew nie objęła jednak całej przewidzianej pod zalew strefy. Na fragmentach brzegu pozostawiono bowiem drzewa już w poziomie około jednego, półtora metra poniżej stanów maksymalnych występujących na zbiorniku. Ponadto, w tej samej strefie występują obecnie również zadrzewienia i zakrzaczenia zdecydowanie młodsze. W trakcie tworzenia zbiornika w jego bezpośrednim otoczeniu, niestety nie zawsze powyżej zakładanego poziomu piętrzenia, posadzono bowiem około 90 tysięcy drzew i krzewów. Nasadzenia wykonano w pasie o długości 45 km i szerokości 15 m. Sadzono głównie różne gatunki wierzy, olszę czarną, klon jesionolistny i lipę, w mniejszym zakresie dąb, jesion, topolę oraz sosnę i świerk. Z krzewów natomiast sadzono: bez czarny, trzmielinę, kalinę, dereń i porzeczkę czarną (Stopień wodny... 1971, Biologiczna zabudowa brzegów.. 1974). Niestety zachowana dokumentacja nie pozwala na szczegółowe określenie ilości nasadzeń poszczególnych gatunków drzew i krzewów, co uniemożliwia jednoznaczną ocenę stopnia przetrwania poszczególnych gatunków. Obecnie drzewa te mają 5-6 m wysokości. Wśród nich zdecydowanie dominują wierzy. Występują one zarówno na powierzchni całej okresowo podtapianej części strefy brzegowej, jak i powyżej niej. Gatunek ten znosi nawet 3-4 miesięczne podtapianie (ryc. 3.). Wraz z oddalaniem się od zbiornika, a tym samym coraz krótszym okresem podtopienia, wierzy towarzyszą inne gatunki drzew i krzewów, tj. olsza czarna, topola i grochodrzew, a powyżej strefy podtapianej lipa i klon jesionolistny. Drzewom tym od strony zbiornika powszechnie towarzyszą krzewy, tzw. „samosiejki”, które również porastają większe formy akumulacyjne rozwijające się na zbiorniku. Są to głównie zarośla wierzy, najczęściej wierzy białej, którym sporadycznie towarzyszy grochodrzew. Zarośla te rozwijają się w latach długo utrzymujących się niskich stanów wody na zbiorniku. W latach funkcjonowania zbiornika na wyższych rzędnych krzewy te, pozostając zbyt długo pod powierzchnią wody, wymierają.

Wzdłuż fragmentów brzegu o charakterze abrazyjnym, poza okresowym podtapianiem, zadrzewienia znajdujące się w zasięgu wahań stanów wody podlegają również wymywaniu wraz z recesją brzegu. Proces ten prowadzi do sukcesywnego odsłaniania karpki korzeniowej żywych, rosnących tu drzew. W efekcie dochodzi do zahamowania ich wzrostu, a w konsekwencji – obumarcia oraz wymycia (ryc. 4.).



A



B



C

Ryc. 4. Proces zamierania drzew (A-C) w obrębie abrazyjnego fragmentu brzegu Zbiornika Pakoskiego. Olsza czarna (*Alnus glutinosa*) – profil reperowy, Bronisław (fot. H. Kaczmarek)

Fig. 4. Process of trees dying (A-C) in abrasive part of shore zone Pakość Reservoir. Alder (*Alnus glutinosa*), measuring cross section in Bronisław (photo by H. Kaczmarek)

Jak wykazują badania prowadzone w Kanadzie i we Włoszech, wrażliwość poszczególnych gatunków drzew na odsłanianie karpy korzeniowej jest bardzo zróżnicowana. W przypadku topoli czarnej już 20-procentowe odsłonięcie karpy korzeniowej drzewa prowadzi do 50-procentowej redukcji jego przyrostu, a 80-procentowe wymycie skutkuje jego obumarciem. Natomiast w przypadku olszy nawet 70-procentowe odsłonięcie karpy korzeniowej często nie powoduje zmniejszenia tempa jej przyrostu (Fantucci 2007).

W związku z postępującą abrazją brzegów Zbiornika Pakoskiego sukcesywnie wymywaniu podlegają drzewa coraz bardziej oddalone od pierwotnego położenia linii brzegowej (aktywnej krawędzi klifu). W 28-letnim okresie funkcjonowania Zbiornika Pakoskiego (1975-2003) jego strefa brzegowa w obrębie abrazyjnych fragmentów brzegu cofnęła się o 12-35 m (Grobelska 2006). Obecnie obserwowane średnie tempo recesji wynosi ok. 10 cm na rok (średnia dla wybranych profili za lata 1999-2007). Łatwo zatem wywnioskować, iż przy średniej rozpiętości karpy korzeniowej wynoszącej ok. 2.5-3 m, od momentu rozpoczęcia procesu wymywania drzewa do jego obumarcia dochodzi już po niespełna 25 latach.

Interakcje zachodzące na linii spiętrzone jezioro – zdrzewienia przyjeziorne nie są jednokierunkowe. Występujące w obrębie kształtującej się strefy brzegowej pozostałe po wyciętych drzewach pnie oraz rosnące drzewa i krzewy wpływają bowiem na przebieg, a pośrednio również i na tempo procesów zachodzących w tej strefie. Ich stabilne, pozostające w nienaruszonej pozycji karpy korzeniowe, stanowią często punkty początkowe, tzw. zaczepy, dla form akumulacyjnych takich jak cyple akumulacyjne czy kosy. Natomiast wzdłuż abrazyjnych fragmentów brzegu są one swoistymi „punktami oporu”. Zwarte ciągi drzew stanowią jedyne w swoim rodzaju naturalne umocnienie brzegu. Natomiast drzewa rosnące w odstępach 5-10 m i większych bardzo często pełnią rolę ramion nisz abrazyjnych, wyznaczając tym samym ich lokalizację i rozmiary.

## Podsumowanie

Badania prowadzone w obrębie Zbiornika Pakoskiego ukazują, jak zasadniczym i daleko idącym zmianom uległy i nadal podlegają zdrzewienia w strefie brzegowej jezior w efekcie ich spiętrzenia i przekształcania w sztuczny zbiornik wodny. Ingerencja człowieka nie ogranicza się tu tylko do jednorazowego aktu wycięcia drzew z obszaru przewidzianego pod zalew. Znaczne wahania stanów wody w zbiorniku powodują okresowe podtapianie lasu łąkowego okalającego zbiornik. Ponadto wzdłuż abrazyjnych fragmentów brzegu zachodzi sukcesywne wymywanie karp korzeniowych drzew i krzewów rosnących w coraz większej odległości od pierwotnej linii brzegowej zbiornika.

Prezentowane wyniki były wykonane przy wsparciu projektu ICLEA (*Virtual Institute of Integrated Climate and Landscape Evolution Analyses within the Helmholtz Association* – Wirtualny Instytut Zintegrowanych Analiz Ewolucji Klimatu i Krajobrazu w ramach Stowarzyszenia Helmholtza).

## Literatura

- Biologiczna zabudowa brzegów jeziora oraz uzupełnienie zieleni na stopniu czołowym. 1974. Liga Ochrony Przyrody, Zakład Zadrzewień i Zieleni, Oddział Terenowy w Poznaniu, Poznań, Archiwum Zakładów Sodowych Janikosoda S.A., Janikowo, 310/P.
- Fantucci R. 2007. Dendrogeomorphological analysis of shore erosion along Bolsena Lake (Central Italy). *Dendrochronologia* 24, p. 69-78.
- Goldyn R. 1990. Wpływ piętrzenia wód na procesy ekologiczne w jeziorach służących jako zbiorniki retencyjne. W: Kajak Z. (red.) *Funkcjonowanie ekosystemów wodnych, ich ochrona i rekultywacja. Ekologia jezior, ich ochrona i rekultywacja. Eksperymenty na ekosystemach*. cz. II. SGGW – AR, Warszawa, p. 125-163.

- Grobelska H. 2002. Strefa brzegowa Zbiornika Pakoskiego na Noteci Zachodniej – morfologia i osady platformy przybrzeżnej. *Przegląd Geograficzny* 74, 4, p. 547-567.
- Grobelska H. 2006. Ewolucja strefy brzegowej zbiornika pakoskiego (Pojezierze Gnieźnieńskie). *Prace Geograficzne* 205, IG i PZ PAN, p. 122.
- Niewiarowski W. 1976. Wahania poziomu wód w jeziorze Pakoskim w świetle badań geomorfologicznych i archeologicznych. W: Galon R. (red.) *Problemy geografii fizycznej*. 1976. Stud. Soc. Scien. Torunensis, p. 193-211.
- Stopień wodny i węzeł hydrotechniczny. Szczegółowy plan zagospodarowania terenu inwestycji. Zagospodarowanie terenu, drogi, zieleń. 1971. CBS i PBW Hydroprojekt, Oddział Poznań, Archiwum Zakładów Sodowych Janikosoda S.A., Janikowo, 170P.