

## Próba typologii brzegów zbiornika wodnego „Klimkówka”

Łukasz Wiejaczka\*

*Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN, Stacja Naukowa w Szymbarku, 38-311 Szymbark 410*

### Wprowadzenie

Zbiornik retencyjny „Klimkówka” usytuowany w górnym biegu Ropy, na obszarze Beskidu Niskiego, rozpoczął swoje funkcjonowanie w 1994 r. Korona zapory o wysokości 33 m i długości 210 m została umiejscowiona w 54,4 km biegu rzeki, tj. około 19 km na południe od Gorlic w kierunku Wysowej. Całkowita pojemność zbiornika wynosi 43,5 mln m<sup>3</sup>, a jego powierzchnia przy maksymalnym piętrzeniu (398,6 m n.p.m.) przekracza 3 km<sup>2</sup>. Maksymalna głębokość zbiornika sięga ok. 30 m. Odpływ gwarantowany ze zbiornika wynosi 2,0 m<sup>3</sup>/s. Celem zasadniczym budowy zbiornika było wyrównanie przepływów niżówkowych na Ropie dla zlikwidowania deficytów wody pitnej i przemysłowej w Gorlicach i Jaśle oraz obniżenie kulminacji powodziowej wzdłuż biegu Ropy (Hennig 2000).

Kilkunastoletnie funkcjonowanie zbiornika wodnego w Klimkówce doprowadziło do wykształcenia się morfologicznie zróżnicowanej strefy brzegowej po obydwu stronach zbiornika. Strefa brzegowa zbiornika wodnego jest strefą rozciągającą się od krawędzi klifu do podnóża skłonu platformy przybrzeżnej, stanowiącej płytką strefę towarzyszącą brzegom akwenów stojących, na której zachodzi przekształcenie i rozbicie fal, jak również przebiegają procesy brzegowe kształtujące profil i kontur brzegu, a także tworzą się abrazyjne, akumulacyjne i egzaracyjne formy rzeźby brzegowej (Banach 1994). Brzeg natomiast, według cytowanego autora, jest pasem granicznym ładu i wody węższym od strefy brzegowej, ponieważ górną jego granicą jest krawędź klifu, a dolną stanowi podstawa stoku plaży, czyli granica spływu potoku przyboju (strumienia wody powstałego na skutek pełnego rozbicia fali przy brzegu). Intensywność przekształcania brzegów zbiorni-

ków wodnych zmniejsza się wraz z ich wiekiem (Banach 1986, 1993). Morfologiczne zróżnicowanie strefy brzegowej zbiornika skłania do wydzielenia różnych rodzajów brzegów. Za podstawę wyróżnienia typów brzegów zbiorników wodnych można przyjąć różne kryteria: typ przekształcenia oraz jego genezę i dynamikę, dominujący czynnik niszczący, morfologię stoków i ich budowę geologiczną, stopień stateczności, a także stopień antropopresji (Banach 1994).

Podjęta w opracowaniu próba klasyfikacji brzegów zbiornika wodnego w Klimkówce według różnych kryteriów podziału, w oparciu o przedstawione poniżej klasyfikacje tych form na innych akwenach, ma na celu wykazanie morfologicznego zróżnicowania strefy brzegowej tego zbiornika, a w przyszłości stanowić będzie także oparcie dla analizy procesu erozji brzegowej na tym akwenie. Poszczególne rodzaje brzegów w obrębie zbiornika „Klimkówka” wyodrębniono na podstawie kartowania terenowego na podkładzie map 1:10 000 oraz analizy zdjęć lotniczych i fotograficznych.

### Przegląd klasyfikacji

Przejrzysty przegląd literatury odnoszącej się do typologii brzegów zbiorników wodnych zawiera opracowanie Banacha (1994), który dokonał oceny klasyfikacji brzegów prezentowanych w zagranicznej literaturze (m.in. Finarov 1974, 1986, Ermolajev 1976, Pečerkin i in. 1980, Sirokov, Lopuch 1986). Zdaniem cytowanego autora polskie klasyfikacje tych form opierają się na zagranicznych i nie wnoszą niczego nowego.

Jedną z pierwszych polskich klasyfikacji dotyczącą brzegów jezior przedstawia praca Drwala, Gołębskiego (1968), w której podzielono brzegi

\* e-mail: uhasz@poczta.onet.pl

Jeziora Raduńskiego na: akumulacyjne nieorganiczne (akumulacja wód jeziornych, akumulacja wód płynących) oraz akumulacyjne organiczne, a także abrazyjne, neutralne i antropogeniczne. Do brzegów akumulacyjnych zaliczono piaszczyste terasy akumulacyjne powstałe w wyniku narastania form mierzejowych, stożki napływowe młodych form dolinnych rozcinających stoki, rynny oraz brzegi zbudowane z torfów. Brzegi abrazyjne wydzielono w miejscach czynnych klifów, stromych stoków umocnionych przez roślinność dochodzącą prawie do samego lustra wody. Za brzegi neutralne uznano te, na których nie zachodzi ani abrazja, ani akumulacja, natomiast za antropogeniczne – brzegi zbudowane i umocnione przez człowieka.

Inny podział brzegów odnoszący się do zbiorników wodnych proponuje Kieraś i in. (1973), którzy na Zbiorniku Solińskim wyróżniają brzegi: akumulacyjne usytuowane w miejscach ujść cieków do zbiornika, a akumulowany na nich materiał pochodzi w większości z transportu rumowiska (wlezonego i unoszonego) przez te cieki, niestabilizowane w skałach fliszowych, niestabilizowane w gruntach eluwialno-deluwialnych, które ulegają w wyniku działania hydrodynamicznego szybkim przekształceniom, a w profilu poprzecznym takiego brzegu zaznacza się szereg spłaszczeń (mikroteras) o charakterze akumulacyjno-abrazyjnym, erozyjne w skałach fliszowych, gdzie kamieniste produkty niszczenia brzegu odkładają się u podnóża klifu, oraz erozyjne w utworach eluwialno-deluwialnych.

Mazur (1975) prezentuje klasyfikację brzegów zaproponowaną przez Kołbuszewa (1959), który wyróżnia brzegi: obsunięciowo-abrazyjne tworzące się na odcinkach zbudowanych z łatwo rozmywalnych lessowych, lessowatych, piaszczysto-gliniastych i pyłowych utworów geologicznych, osuwiskowo-abrazyjne rozwijające się na odcinkach, gdzie zalegają przemieszane warstwy osadów gliniastych i piaszczystych o różnym stopniu zawodnienia, abrazyjno-denudacyjne kształtujące się w miejscach, w których występują skały lite, na przykład granity, piaskowce, oraz akumulacyjne, tworzące się na zatopionych terenach niskich i płaskich, na szerokich zboczach o małym nachyleniu, a także w wąwozach oraz bocznych dolinach rzecznych, mających nieznaczny spad podłużny.

Banach (1981) na Zbiorniku Włocławskim wydziela brzegi: abrazyjne, na których w ciągu dłuższego czasu ubywa osadów (nadwodna część brzegu cofa się, a górna część platformy abrazyjnej obniża się), akumulacyjne w ciągu dłuższego czasu przybysza osadów (nadwodna część postępuje ku przodowi, a górna część platformy podnosi się), neutralne, gdzie falowanie nie ma istotnego wpływu na jego zmianę (partie cofkowe i większe zatoki), oraz umocnione, na których zachodzące procesy fizyczne nie powodują widocznych zmian ze względu na niepodatność na rozmywanie nadwodnej ich części.

Własną klasyfikację wybrzeży zbiorników wodnych proponuje również Rzętała (1994) w odniesieniu do zbiorników antropogenicznych Kotliny Dąbrowskiej. Wyróżnia on wybrzeża wysokie, do których zalicza: brzegi klifowe, brzegi z klifem martwym, a także wybrzeża piaszczyste o dużym nachyleniu, płaskie, które stanowią: brzegi plażowe, darniowe i umocnione roślinnością drzewiastą i krzewiastą oraz antropogeniczne zbudowane lub trwale umocnione przez człowieka w okresie funkcjonowania zbiornika. Zwraca on również uwagę na specyficzną morfologię wybrzeży jezior w miejscu ujścia dopływów i wylotów dopływów.

Prezentowane w literaturze klasyfikacje brzegów zbiorników wodnych, pomimo iż wykazują w wielu miejscach zgodność, nie są uniwersalne i obciążone są wieloma wadami, na co uwagę zwrócili Banach (1994) czy Rzętała (2003). Ułomności te wynikają przede wszystkim z braku jednolitości w stosowanych kryteriach podziału, zróżnicowania środowiska przyrodniczego miejsc lokalizacji zbiorników, jak również złożoności procesów kształtujących ich brzegi oraz z subiektywnej oceny fizycznych cech brzegów i procesów, które na nie oddziałują, przez poszczególne osoby zajmujące się tym zagadnieniem. Banach (1994) zwraca uwagę na fakt, że w wielu opracowaniach dotyczących klasyfikacji brzegów zbiorników wodnych brzeg błędnie rozpatruje się jako obiekt statyczny, a nie dynamiczny podlegający zmianom w czasie. Wyłonienie jednej, uniwersalnej dla wszystkich zbiorników wodnych typologii brzegów stanowi zatem duży problem.

## Typologia brzegów zbiornika wodnego „Klimkówka”

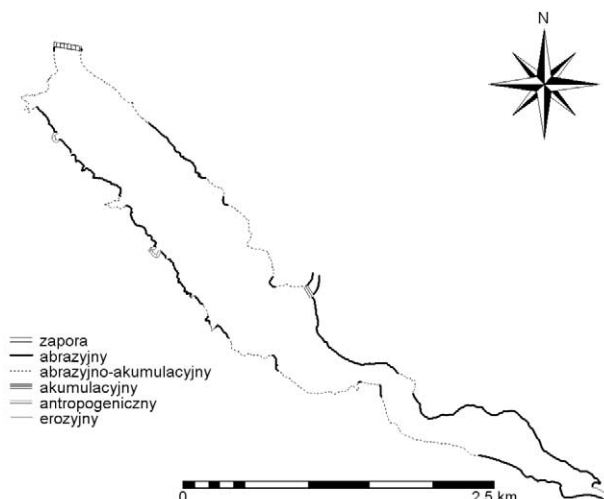
Brzegi zbiornika wodnego „Klimkówka” wykształciły się na zboczach zbudowanych z utworów gliniastych i gruzowo-gliniastych dominujących na zboczach po lewej stronie zbiornika oraz wychodniach skał fliszowych serii magurskiej (głównie piaskowców) występujących licznie wzdłuż linii brzegowej na zboczach wzniesień, zwłaszcza po prawej stronie zbiornika. Długość linii brzegowej zbiornika mierzona zgodnie z przebiegiem krawędzi klifu wyniosła ok. 15,4 km (bez zapory o długości 210 m).

Podstawowym kryterium pozwalającym na elementarny podział brzegów zbiorników wodnych jest ich wysokość. Banach (1988) na Zbiorniku Włocławskim wyróżnia brzegi niskie (do 4 m) i wysokie (powyżej 4 m). Podobny podział zastosować można dla zbiornika „Klimkówka”, pomimo że warunki geologiczne i morfologiczne lokalizacji tych dwóch zbiorników wodnych są zdecydowanie różne. Zbiornik wodny w Klimkówce zaliczany jest do zbiorników głębokich, stąd też jego brzegi to w przeważającej części brzegi wysokie, które stanowią aż 61% długo-

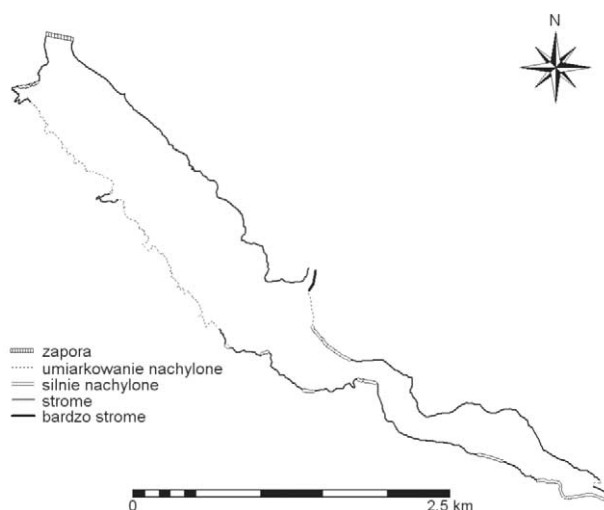
ści linii brzegowej, natomiast pozostałe 39% to brzegi niskie. Prawy brzeg zbiornika niemal na całej jego długości sklasyfikować można jako brzeg wysoki z wyjątkiem krótkiego fragmentu w części cofkowej zbiornika (ryc. 1). Lewy brzeg zbiornika natomiast cechuje większe zróżnicowanie wysokości. Brzeg niski występuje tu na kilku odcinkach wzdłuż linii brzegowej, a najdłuższe ukształtowały się na połogim stoku porośniętym roślinnością trawiastą w środkowej oraz cofkowej części zbiornika.

Zróżnicowanie nachylenia brzegów zbiornika wodnego „Klimkówka” przedstawiono (ryc. 2) w oparciu o klasyfikację stoków (ich nachylenia), zaproponowaną przez Klimaszewskiego (1981). Przy określaniu nachylenia brzegu w terenie pewną trudność stanowi często fakt zmienności tego nachylenia na bardzo krótkiej odległości w profilu poprzecznym (kilka odcinków o różnym nachyleniu), dlatego też w celu zastosowania jednolitej metodologii pomiaru brano pod uwagę nachylenie najdłuższego odcinka profilu poprzecznego brzegu. Ze względu na kąt nachylenia brzegów w obrębie zbiornika „Klimkówka” wyróżniono brzegi: umiarkowanie nachylone ( $4-9^\circ$ ) stanowiące 22% ogólnej długości linii brzegowej, a brzeg tego typu występuje w dolnej i środkowej części zbiornika (lewa strona) oraz w górnej (prawa strona), silnie nachylone ( $9-19^\circ$ ), które wykazują 12% udziału w długości linii brzegowej zlokalizowanej w przyzaporowej części zapory (lewa strona), strome ( $19-45^\circ$ ) wytworzone po prawej stronie zbiornika na prawie całej jej długości i w górnej części zbiornika (lewa strona), mające największy 65-procentowy udział w długości linii brzegowej, oraz bardzo strome  $45-65^\circ$  o 1-procentowym udziale, występujące po lewej stronie ujścia potoku Przysłup. Brzegów słabo nachylonych  $2-4^\circ$  oraz urwistych  $>65^\circ$  nie stwierdzono.

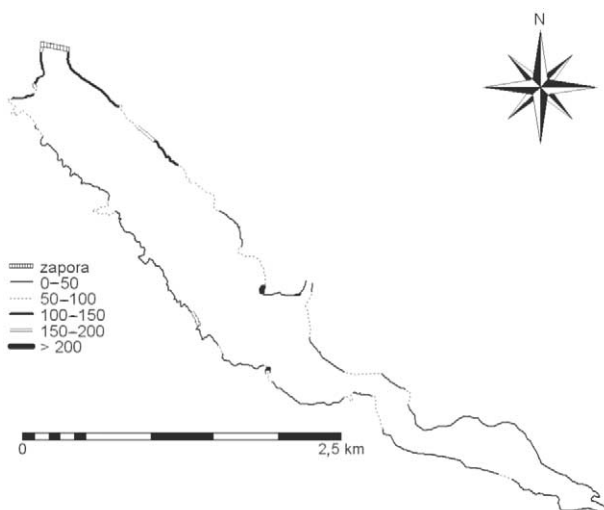
Obecność klifu na brzegach zbiornika wodnego w Klimkówce generalnie obserwuje się na całej linii brzegowej, po obydwu stronach zbiornika (ryc. 3), choć zdarzają się krótkie odcinki bezklifowe. Ze względu na wysokość klifu wyróżniono brzegi z klifem o średniej wysokości zawierającej się w kilku przedziałach. Brzegi z klifem o wysokości 0–50 cm występują najczęściej w środkowej i górnej części zbiornika (lewa strona) oraz w części cofkowej (prawa i lewa strona), a ich udział w ogólnej długości linii brzegowej jest największy i wynosi 65%. Brzegi z klifem o wysokości 50–100 cm stanowią 24% linii brzegowej i wytworzyły się wokół zbiornika na krótkich odcinkach, najczęściej pomiędzy brzegami z klifem od 0 do 50 cm. Stwierdzono także obecność brzegów z klifem o wysokości 100–150 cm tworzących 8% linii brzegowej, wykształconych głównie w przyzaporowej (obie strony zbiornika) oraz środkowej (prawa strona) części zbiornika. Śladowy udział w całkowitej długości linii brzegowej wykazują brzegi z klifem o średniej wysokości



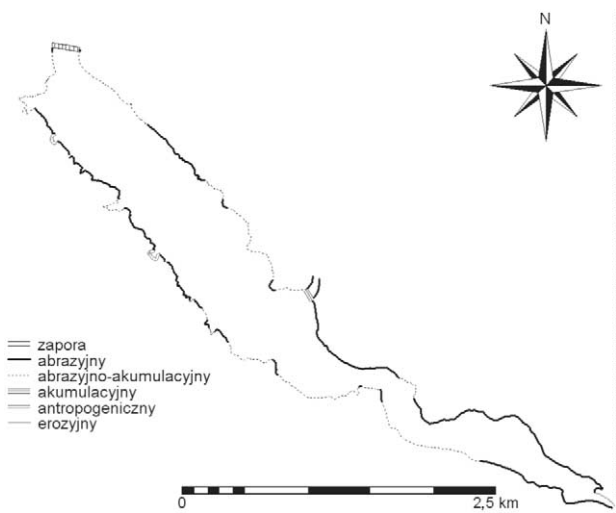
Ryc. 1. Typy brzegów zbiornika wodnego „Klimkówka” ze względu na ich wysokość



Ryc. 2. Typy brzegów zbiornika wodnego „Klimkówka” ze względu na ich nachylenie



Ryc. 3. Typy brzegów zbiornika wodnego „Klimkówka” ze względu na wysokość klifu



## Podsumowanie

Morfologia brzegów zbiornika wodnego w Klimkówce jest ściśle związana z budową geologiczną oraz rzeźbą zboczy doliny Ropy. Brzegi te, zbudowane z utworów gliniastych, gliniasto-gruzowych oraz skalnych (piaskowce i łupki), to w większości brzegi abrazyjne (53% długości linii brzegowej) i abrazyjno-akumulacyjne (43%) o wysokości sięgającej powyżej 4 m (61%) oraz stromym nachyleniu 19–45° (65%) z dobrze wykształconym klifem odznaczającym się zróżnicowaną wysokością zawierającą się w przedziale od 50 cm do ponad 200 cm. Brzegi niskie o umiarkowanym nachyleniu wykształciły się na połączonych stokach wzniesień otaczających zbiornik (szczególnie z prawej strony) wyścielonych grubą warstwą utworów czwartorzędowych, głównie gliniastych i gruzowo-gliniastych porośniętych roślinnością trawiastą. Wysokość klifu tych brzegów jest z reguły niewielka i waha się od 0 cm do 50 cm, a procesem dominującym w ich modelowaniu jest abrazja. Brzegi wysokie wykształcone generalnie na stokach o stromym nachyleniu w miejscu wychodni skał fliaszowych przykrytych cienką warstwą utworów czwartorzędowych to brzegi abrazyjne (abrazja brzegów ma gwałtowniejszy przebieg niż na brzegach niskich) i abrazyjno-akumulacyjne charakteryzujące się występowaniem w okresie niskich stanów wody w zbiorniku mikroteras o genezie abrazyjno-akumulacyjnej. Klify tych brzegów osiągają znaczne wysokości przekraczające miejscami 2 m. Formowaniu się wysokich klifów sprzyjają obrywy mas skalnych wraz z drzewami rosnącymi bezpośrednio nad krawędzią klifu. Dominacja brzegów abrazyjnych i abrazyjno-akumulacyjnych dowodzi, że zbiornik wodny w Klimkówce znajduje się w fazie ciągłego rozwoju.

Prezentowana typologia brzegów zbiornika wodnego w Klimkówce opisuje fizyczny stan tych brzegów po 13 latach funkcjonowania zbiornika. Z racji, iż w morfologii brzegów zwłaszcza młodych zbiorników wodnych (jakim jest obecnie „Klimkówka”) zachodzą nieustanne zmiany o zróżnicowanej intensywności, dla określenia dynamiki i kierunku rozwoju brzegów wydaje się konieczne ponowne przeprowadzenie charakterystyki morfologii brzegów zbiornika retencyjnego w Klimkówce po upływie pewnego czasu.

## Literatura

Banach M. 1981. Abrazja brzegów a zamulanie zbiornika Włocławek. *Gosp. Wodn.*, 11–12: 283–285.

- Banach M. 1986. Przekształcenia brzegów zbiornika włocławskiego. [W:] J. Szczupryczyński (red.), *Zbiornik włocławski – niektóre problemy z geografii fizycznej*. *Dokum. Geogr.*, 5: 25–40.
- Banach M. 1993. Degradacja brzegów zbiornika Włocławek. *Przegl. Geogr. IGiPZ PAN*, 45, 1–2: 111–135.
- Banach M. 1994. Morfodynamika strefy brzegowej zbiornika Włocławek, *Pr. Geogr. IGiPZ PAN*, 161.
- Drwal J., Gołębiewski R. 1968. Próba klasyfikacji brzegów i niektóre procesy brzegowe Jeziora Raduńskiego, *Zesz. Geogr. WSP w Gdańsku*, 10, 185–197.
- Ermolajev A.I. 1976. K voprosu o rozrabotke edinoj tipologičeskoj klasyfikacji beregov vodočhranilišč. *Trudy koord. soviešč. po gidrotechnike*, 107: 121–127.
- Finarov D.P. 1974. Dinamika beregov i kotlovin vodočhranilišč gidroelektrostančij SSSR, *Energia, Leningrad*.
- Finarov D.P. 1986. Geomorfologičeskij analiz i prognozirovanje pereformirovanja beregovoj zony i dna vodočhranilišč, *Nauka, Leningrad*.
- Hennig J. 2000. Projekt zbiornika Klimkówka i jego budowa – opis ogólny. [W:] *Zbiornik wodny Klimkówka – Monografia*. IMGW, Warszawa, s. 33–34.
- Kieraś W., Majka J., Racinowski R. 1973. Próba określenia ilościowej charakterystyki abrazyj na zbiorniku solińskim. *Gosp. Wodn.*, 4: 129–131.
- Klimaszewski M. 1981. *Geomorfologia*. PWN, Warszawa.
- Kołbuszew A.D. 1959. Geomorfologičeskij analiz piererabotki bieriegov vodočhranilišč, *Trudy III Wsiesojuznogo Gidrologičeskogo Sjezda. Gidromiet. Izd.*, III: 56–59, Leningrad.
- Mazur Z. 1975. Formowanie się brzegów sztucznych zbiorników wodnych. *Gosp. Wodn.*, 4: 142–143.
- Pečrkin I.A., Pečrkin A.I., Kačenov V.I. 1980. Teoretičeskije osnovy prognozirovanja ekzogennych geologičeskich processov na beregach vodočhranilišč, *Perm*.
- Rzętała M. 1994. Klasyfikacja wybrzeży i procesy brzegowe wybranych zbiorników antropogenicznych Kotliny Dąbrowskiej.
- Rzętała M. 2003. Procesy brzegowe i osady denne wybranych zbiorników wodnych w warunkach zróżnicowanej antropopresji (na przykładzie Wyżyny Śląskiej i jej obrzeży). *Wyd. UŚ, Katowice*.
- Sirokov V.M., Lopuch P.S. 1986. Pererabotka beregov, vodočhranilišč Belorussii (Osnovnyje typy i stadii rozvítia). [W:] *Sovremennyje relefoobrazujuščije processy*. *Nauka i Technika, Mińsk*, s. 95–102.