

Rola maksymalnych wezbrań w funkcjonowaniu systemów uregulowanych koryt górskich

Joanna Korpak*

Politechnika Krakowska, Instytut Inżynierii i Gospodarki Wodnej, ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków

Wprowadzenie

Prace regulacyjne w korytach rzek karpackich były przeprowadzane przeważnie w odpowiedzi na szkody spowodowane dużymi wezbrzeniami. Skutkiem regulacji są znaczne przeobrażenia koryt, a zwłaszcza ich pogłębienie. W efekcie obniżenia den koryt rzeki rzadko występują z brzegów, nawet podczas zdarzeń ekstremalnych. Ich skuteczność morfologiczna jest za to prawdopodobnie większa niż w korytach nieuregulowanych. Woda, erodując dno i brzegi koryt, niszczy też budowle regulacyjne. Większość materiału przenoszona jest w niższej położone odcinki koryt, które w ten sposób ulegają spłyceniu, przez co zwiększa się ryzyko powodzi w ich obrębie. Jest to problem w skali całych Karpat i ich przedpola.

Celem artykułu jest przedstawienie roli maksymalnych wezbrań w funkcjonowaniu koryt uregulowanych w różny sposób.

Obszar i metody badań

Badania prowadzono w korytach niewielkich rzek karpackich: Mszanki i Porębianki w dorzeczu Raby oraz Białego Dunajca w dorzeczu Dunajca. Podstawowe cechy obszaru badań podane są w tabeli 1. Koryta są w znacznym stopniu uregulowane. Udział odcinków z budowlami podłużnymi (ostrogami, kierownicami i umocnieniami brzegowymi) w całkowitej długości koryt wynosi 36,8% w przypadku Białego Dunajca, 49,7% w przypadku Mszanki i 40,1% w przypadku Porębianki. Dodatkowo koryta te

przegrodzone są budowlami poprzecznymi (jazami, zaporami przeciwrumowiskowymi lub stopniami), których liczba wynosi odpowiednio: 22, 32 i 41. Efektem regulacji jest przekształcenie badanych koryt z wielonurtowych w jednonurtowe, ich skrócenie, wyprostowanie i zwężenie oraz pogłębienie o średnią wartość 1,5–2,0 m (Korpak 2007a, b). Zmiany te dokonywały się od drugiej połowy XX w., a najbardziej intensywne były w trzeciej dekadzie XX w.

W celu odtworzenia historii regulacji i porównania wykształcenia koryt w różnych okresach wykorzystano archiwalne mapy, zdjęcia lotnicze i projekty

Tabela 1. Cechy charakterystyczne obszaru badań

| Rzeka | Biały Dunajec | Mszanka | Porębianka |
|----------------------------------------|---------------|--------------|------------|
| Posterunek wodowskazowy | Szaflary | Mszana Dolna | – |
| Powierzchnia zlewni (km ²) | 224 | 175 | 72 |
| Maks. wys. zlewni (m n.p.m.) | 2301 | 1276 | 1276 |
| Min. wys. zlewni (m n.p.m.) | 579 | 370 | 400 |
| Długość koryta (km) | 35 | 19,5 | 15,4 |
| Spadek koryta (‰) | 49,2 | 46,5 | 56,9 |
| Szerokość koryta (m) | 1–142 | 1–35 | 1–140 |
| Q _{st.} (m ³ /s) | 5,50 | 3,25 | – |
| Q _{50%} (m ³ /s) | 90 | 52 | – |
| Q _{10%} (m ³ /s) | 306 | 190 | – |
| Q _{5%} (m ³ /s) | 399 | 255 | – |
| Q _{1%} (m ³ /s) | 622 | 640 | – |

* e-mail: joanna.korpak@iigw.pl

techniczne regulacji. Współczesną strukturę i dynamikę koryt poznano podczas kartowania geomorfologicznego, które przeprowadzono w latach 2002–2005. Na podstawie wartości minimalnych rocznych stanów wody w profilach wodowskazowych w Szaflarach i Mszanie Dolnej wykazano tendencję do pogłębiania koryt. Historię wezbrań w badanym obszarze poznano dzięki analizie wartości maksymalnych przepływów rocznych z wielolecia.

Maksymalne wezbrania w obszarze badań

Największymi wezbraniem w Karpatach są wezbrania opadowe, letnie. Zgodnie z podziałem przyjętym przez Punzeta (1998–1999) na wezbrania katastrofalnie wielkie (o prawdopodobieństwie pojawienia się mniejszym od 5%) i wielkie (o prawdopodobieństwie 5–10%), w zlewni Białego Dunajca były w okresie pomiarowym (1941–1965 i 1971–2006 – łącznie 61 lat) dwa wezbrania pierwszego typu i jedno wezbranie drugiego typu (ryc. 1). Wezbrania katastrofalnie wielkie wystąpiły w lipcu w latach: 1958 ($418 \text{ m}^3/\text{s}$) i 1997 ($435 \text{ m}^3/\text{s}$), a wielkie w czerwcu 1948 r. ($345 \text{ m}^3/\text{s}$).

W przypadku Mszanki, w okresie pomiarowym (1966–1980 i 1985–2006 – łącznie 37 lat) nie było wezbrań typu wielkiego, natomiast jedno było katastrofalnie wielkie (ryc. 1). Było to wezbranie z 1997 r., o wielkości przepływu $371 \text{ m}^3/\text{s}$, a więc o prawdopodobieństwie wystąpienia 1–2%.

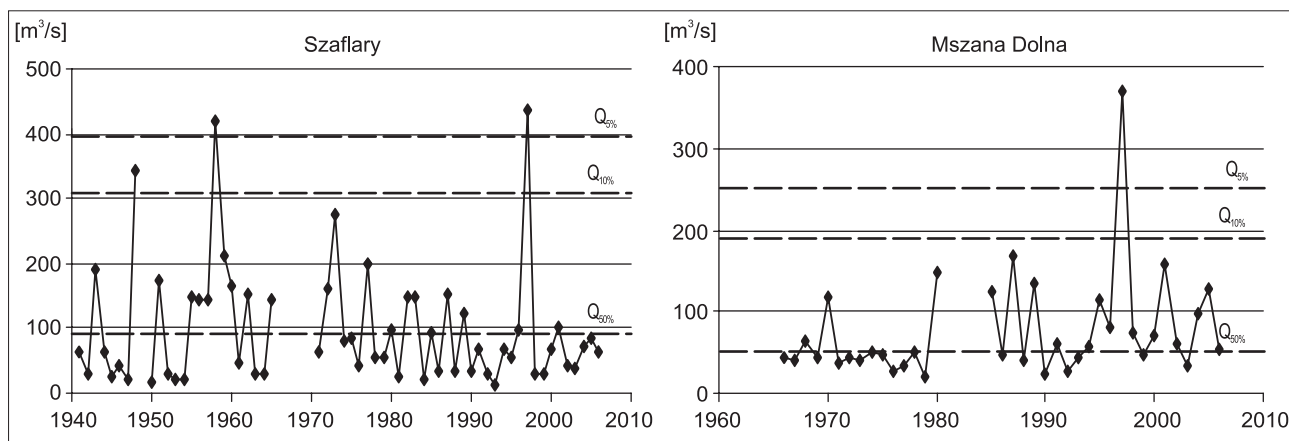
Na Białym Dunajcu i Mszance największe wezbranie wystąpiło w 1997 r. Wywołane ono było opadami rozlewnymi, trwającymi kilka dni i osiągającymi wysokie łączne sumy: 165,8 mm w dorzeczu górnej Raby i 238,2 mm w dorzeczu górnego Dunajca (Niedbała 1998). Wezbranie to wystąpiło po długim okresie (lata 80. i pierwsza połowa lat 90. XX w.) charakteryzującym się brakiem wysokich przepływów i

spowodowało w badanych zlewniach olbrzymie przeobrażenia koryt.

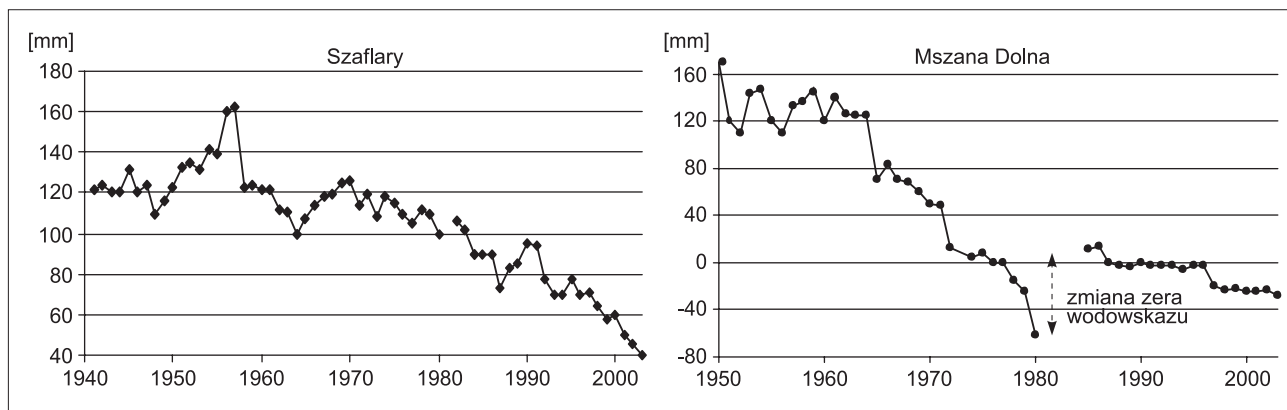
Morfologiczna rola ekstremalnych wezbrań w uregulowanych korytach górskich

Przed uregulowaniem w korytach Białego Dunajca, Mszanki i Porębianki następowały na przemian krótkie okresy degradacji i agradacji, które w ciągu lat nie miały istotnego wpływu na położenie koryt w pionie. Zwykle na skutek większych wezbrań koryta ulegały pogłębieniu, ale w ciągu następnych lat dominowała agradacja. Intensywne prace regulacyjne w korycie Białego Dunajca rozpoczęły się po wezbraniu w 1958 r., a w korycie Mszanki – po wezbraniu w 1964 r. (Korpak 2007b). Od tego czasu w korytach tych występowała stała tendencja do pogłębiania (ryc. 2). Krótkie okresy agradacji nie równoważyły ilości rumowiska, którego stale ubywało na skutek dominującej degradacji. Degradacja ta wynikała ze sposobu regulacji, polegającej na skróceniu i zwężeniu koryt oraz odcięciu ich ramion bocznych. W tak przekształconych korytach zwiększył się spadek i prędkość przepływu wody, co skutkowało wzmożonym procesem erozji wgłębnej. Pogłębienie koryta było najszybsze w pierwszych latach po regulacji, potem tempo i skala procesu znacznie się zmniejszały. Krótkotrwałe przyspieszenie pogłębienia następowało jedynie w efekcie maksymalnych wezbrań. Zerodowany materiał nie mógł być uzupełniany ani z górnych partii koryta (bo był zatrzymywany w zbiornikach zapór przeciwrumowiskowych), ani z obudowanych brzegów.

Najintensywniej obniżało się dno w odcinkach koryt uregulowanych za pomocą budowli podłużnych. Z czasem odsłaniane były fundamenty budowli (ostróg lub kierownic), co osłabiało ich stabilność, aż w końcu wielka woda niszczyła je całkowicie. W ten sposób, podczas wezbrania w 1997 r., zostały znisz-



Ryc. 1. Przebieg maksymalnych rocznych przepływów wody Białego Dunajca i Mszanki

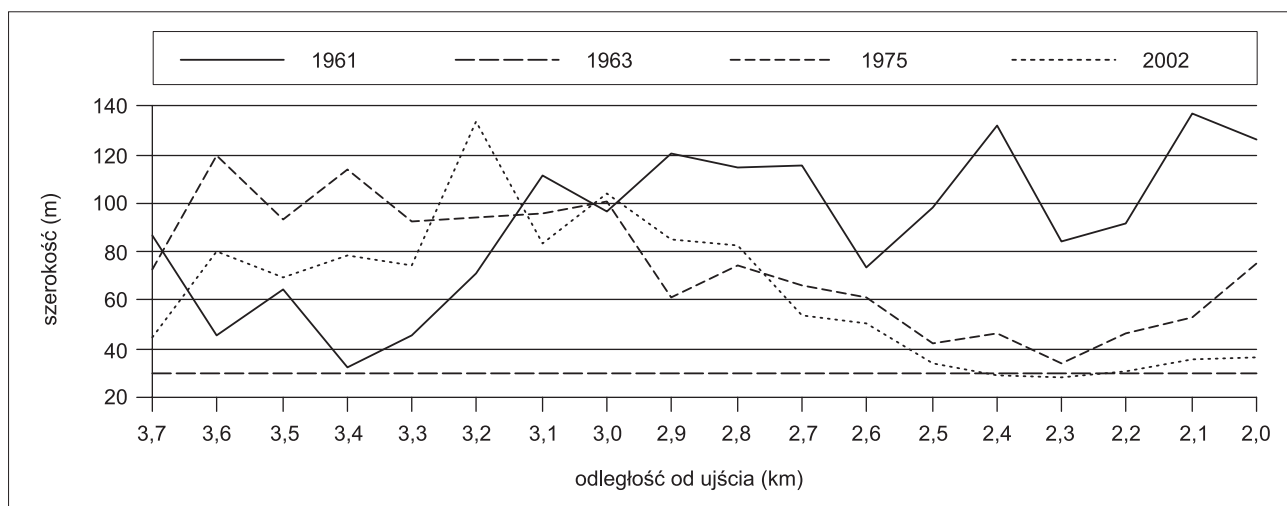


Ryc. 2. Tendencja malejąca wartości minimalnych rocznych stanów wody Białego Dunajca i Mszanki po ok. 1960 r. – pogłębianie koryt

czone ostrogi w korycie Białego Dunajca w Szaflarach, które powstały w 1971 r. Brzegi przestały być chronione przed erozją, wobec czego rzeka zaczęła zwiększać swoją krętość i wydłużyła koryto o 160 m względem stanu tuż po regulacji. Szerokość koryta wzrosła średnio o 150%. Do koryta dostało się z podcięć brzegowych dużo materiału, wskutek czego znacznie wzrosła liczba i powierzchnia łach (Korpak 2007b). Podobna sytuacja miała miejsce w korycie Porębianki w Podobinie, uregulowanym z wykorzystaniem ostróg i opasek w 1962 r. Budowle te zostały zniszczone już przed 1975 r., prawdopodobnie na skutek wezbrań w latach 1970 i 1973. Koryto Porębianki poszerzyło się w tym miejscu średnio o 105%. Szerokość koryta, wynosząca po regulacji 30 m w całym profilu podłużnym tego odcinka, uległa znacznemu zróżnicowaniu (ryc. 3).

Wezbrania maksymalne odgrywały zasadniczą rolę w przekształcaniu koryt z zaporami przeciwrumowiskowymi. Budowle te dzielą koryto na dwa odcinki, które od czasu ich powstania rozwijają się w odmienny sposób. Powyżej zapor dominuje proces depozycji, a poniżej – erozji wgłębnej. Pogłębianie

badanych koryt poniżej zapór było intensyfikowane podczas każdego wezbrania. Przy normalnych przepływach następowało tu selektywne wymywanie drobnych frakcji z aluwii i tworzyła się warstwa obrukowania (Kondolf 1997). Powodowała ona zwiększenie odporności dna i opóźnienie masowego transportu rumowiska, co stanowiło „obronę” koryta przed pogłębianiem. Podczas wezbrań opancerzenie było zrywane i następowały kolejne fazy pogłębiania. Wezbrania intensyfikowały na ogół również proces depozycji w zbiornikach zapór. Przy przepływach niskich i średnich ruch rumowiska wleczanego nie odbywał się, a większość materiału zawieszono była przenoszona przez wodę w niżej położone odcinki koryt (Ratomski 1991). Wody wezbraniowe, nie mieszcząc się w korycie, ulegały spiętrzeniu i powodowały szybkie wypełnienie zbiornika, jak to zdarzyło się podczas wezbrania w 1997 r. w zbiorniku zapory w Mszanie Górnej na Mszance (Korpak 2007b). Inna sytuacja miała miejsce w przypadku, gdy tuż przed wezbraniem zbiornik zapory był całkowicie wypełniony rumowiskiem. Taki stan charakteryzował zbiornik przeciwrumowiskowy w Porębie Górnej



Ryc. 3. Zmiany szerokości koryta Porębianki w Podobinie, uregulowanego w 1962 r. za pomocą ostróg (na podstawie projektów regulacji nr: 4052 (1961 r.), 1201 (1963 r.), 1992 (2002 r.) oraz pomiarów na ortofotomapie z 1975 r.)

na Porębianie przed wezbraniem w 1997 r. Doszło wtedy do przemodelowania powierzchni zbiornika i udrożnienia dawniej aktywnych ramion koryta w jego obrębie (Korpak 2007b). Znaczna część osadów została wyniesiona przez korpus zapory w niższe partie koryta. W ten sposób wezbranie przyczyniło się do chwilowego odzyskania przez koryto ciągłości transportu rumowiska oraz do przedłużenia okresu funkcjonalności zapory.

Wezbrania powodowały również przekształcanie koryt z korekcją stopniową. W krótkim czasie po powstaniu stopni wezbrania przyczyniały się do wypełnienia rumowiskiem przestrzeni między nimi i wyrównania w ten sposób profilu podłużnego koryta. Trapezowe i jednodzielne profile poprzeczne odcinków koryt ze stopniami okazywały się „niedostosowane” do zróżnicowanych przepływów wody w ciągu roku. Podczas średnich i niskich przepływów szerokość koryt była za duża. W efekcie następowała depozycja łańcuch brzegowych, co zwężało profil poprzeczny koryta. Podczas wysokich przepływów koryto było za wąskie. Rzeka erodowała dno i brzegi, zmieniając morfologię koryta i niszcząc obiekty regulacyjne. Do zdarzenia takiego doszło w efekcie niewielkiego wezbrania w 1987 r., w odcinku z korekcją stopniową na Mszance w Mszanie Dolnej, zaledwie parę miesięcy po jej zakończeniu. Obserwowano wtedy następujące przeobrażenia koryta: głębokie wyboje (do 1 m) przed stopniami oraz poniżej progów niecek wypadowych, uszkodzenia niektórych progów i umocnień brzegowych, wypełnienie rumowiskiem niecek wypadowych oraz zdarcie przez przemieszczające się rumowisko przelewów stopni (wg projektu technicznego nr 4175).

Wnioski

Na skutek wezbrań w karpaccich korytach uregulowanych dochodzi do zniszczenia zabudowy regulacyjnej i częściowego odzyskania przez koryta cech naturalnych. Sztucznie skrócone, wyprostowane i zwężone koryta ulegają wydłużeniu, zwiększają krętość i poszerzają się. Wzrasta także ilość rumowiska dostępnego do transportu fluwialnego oraz liczba form korytowych, zwłaszcza akumulacyjnych. Stan taki nie trwa jednak długo, ponieważ zaraz po wezbraniu rumowisko jest eksploatowane przez miejscową ludność na cele budowlane. Szybko powstają

też nowe projekty regulacyjne, mające na celu ponowne „ujarzmienie” rzeki. W ten sposób wezbrania przyczyniają się pośrednio do dalszej regulacji koryt karpaccich i utrwalenia tendencji do ich pogłębiania.

Literatura

- Kondolf G.M. 1997. Hungry water: effects of dam and gravel mining on river channels. *Environmental Management*, 21 (4): 533–551.
- Korpak J. 2007a. The influence of river training on mountain channel changes (Polish Carpathian Mountains), *Geomorphology*, 92: 166–181.
- Korpak J. 2007b. Morfologiczna rola budowli regulacyjnych w górskich systemach fluwialnych, praca doktorska. IGiGP UJ, Kraków.
- Niedbała J. 1998. Charakterystyka hydrologiczna wezbrania z lipca 1997. [W:] L. Starkel, J. Grela (red.), *Powódź w dorzeczu górnej Wisły w lipcu 1997 roku*. Wyd. Oddziału PAN, Kraków, s. 67–75.
- Punzet J. 1998–1999. Występowanie katastrofalnych wezbrań w karpacciej części dorzecza Wisły. *Folia Geogr., Ser. Geogr. Phys.*, 29–30: 81–111.
- Ratomski J. 1991. Sedymentacja rumowiska w zbiornikach przeciwrumowiskowych na obszarze Karpat fliszowych. *Politechnika Krakowska, Monografia*, 123: 1–131.

Projekty techniczne regulacji

- 4052: Dokumentacja techniczna dla robót regulacyjnych na potoku Poręba w km 1,5–4,4 w Podobinie, oprac. mgr inż. A. Miodoński. Nowy Targ 1961.
- 1201: Projekt techniczno-roboczy zabudowy odcinka potoku Poręba w obrębie projektowanego mostu w km 0,374 drogi nr 19. Biuro Urządzania Lasu i Projektów Leśnictwa, Oddział Projektów Leśnictwa 1963.
- 4175, Inwentaryzacja powykonawcza korekcji stopniowej na potoku Mszanka 1989.
- 1992: Remont koryta regulacyjnego, potok Poręba km 4,450–5,025 w miejscowości Podobin, gmina Niedźwiedź, powiat limanowski, województwo małopolskie. Projekt budowlany 2002.