

Leszek Książek, Anna Jednorad, Mateusz Strutyński

**OCENA MOŻLIWOŚCI ZMIANY FUNKCJI
I PRZEZNACZENIA ZAPORY PRZECIWRUMOWISKOWEJ
NA POTOKU WIEPRZÓWKA**

***THE POSSIBILITY OF CHANGING THE FUNCTION
AND UTILIZATION OF RUBBLE DOSING DAM
ON THE WIEPRZÓWKA MOUNTAIN STREAM***

Streszczenie

W pracy przedstawiono ocenę możliwości zmiany funkcji i przeznaczenia zapory przeciwrumowiskowej w Rzykach na potoku Wieprzówka I, polegającą na przystosowaniu jej do utrzymywania stałego piętrzenia wody. Zmiana ta umożliwiłaby jej turystyczne wykorzystanie zwiększając zarazem retencję doliny.

Zadaniem budowli poprzecznych jest stabilizacja dna koryta cieku. Praca zapór nie polega na całkowitym zatrzymywaniu rumowiska, lecz na jego ograniczeniu i dozowaniu, tak aby zachować równowagę hydrodynamiczną cieku. Likwidacja otworów dozująco- szutrzących w korpusie zapory oraz cykliczne opróżnianie czaszy zbiornika może powodować daleko idące zmiany koryta poniżej zapory.

Badania terenowe na odcinku 0,74 km, które obejmowały pomiary geodezyjne, analizę składu granulometrycznego oraz inwentaryzację budowli hydrotechnicznych posłużyły do wykonania prognozy poziomu zwierciadła wody w czasie przejścia fali powodziowej oraz obliczeń intensywności transportu dla różnych przepływów $Q\%$ i różnych scenariuszy obliczeniowych. Odzwierciedlenie czaszy zapory spowoduje nieznaczny zmianę układu zwierciadła wody w czasie przejścia fali powodziowej, ale wpłynie na ograniczenie transportu rumowiska. Konsekwencją będzie pogłębiająca się erozja dna poniżej zapory zagrażająca jej stateczności oraz erozja wsteczna. Biorąc pod uwagę ograniczenia wynikające z wieku budowli, prawa wodnego oraz konieczność zapewnienia równowagi hydrodynamicznej na całym odcinku cieku wydaje się, że najkorzystniejszym rozwiązaniem jest lokalizacja zalewu wodnego poza korytem głównym.

Słowa kluczowe: zapor przeciwrumowiskowa, sztuczny zalew, równowaga hydrodynamiczna

Summary

The paper summarizes the results of the work done in orders to evaluate the possibility of changing the function and utilization of rubble dosing dam on the Wieprzówka I mountain stream in order to create an artificial lake and ensure that the water level in the reservoir remains the same. The artificial lake will be valuable from the point of view of tourism and what is more it will improve the water retention of the valley.

A rubble dosing dam protects the river bed by reducing the bed slope and water velocity and what is more by controlling the bedload transport so that accumulation takes place up the dam. The dam does not stop bedload transport because there are openings which dose the fine material. The fine material can be transported even if the rubble dosing dam is filled up, so the hydrodynamic equilibrium and the connection between upstream and downstream sections of the river is maintained. Hydraulic seal of the rubble dosing dam and the exploitation of accumulated bed material will break the hydrodynamic continuity of the river channel and cause erosion below the dam – a process against which the dam should protect.

Field measurements carried out on the distance of 0,74 km up and down the rubble dosing dam on the Wieprzówka I, included longitudinal profile of the research reach, granulometric composition of the bed material and inspection of hydraulic structures. Simulations of changes in the water surface level for annual discharge, t-year discharges with probability between $p = 50\%$ and 1% were carried out on the basis of these measurements. A procedure TRANS based on Mayer – Peter and Muller equation has been applied to the functioning of rubble dosing dam in natural conditions – case 1 and exploitation of accumulated bed material as far as backwater reach of rubble dosing dam – case 2.

It has been discovered that the flow of water is sufficient let discharges up to $Q_{1\%}$ pass safely. The exploitation of accumulated bed material performed to create an artificial lake does not cause the water level to drop during the flood but significantly reduce bedload transport. At cross-section km 0+874, which is upstream the backwater reach of rubble dosing dam bedload transport was evaluated as $G = 70687$ kN for discharge $Q_{1\%}$. Under natural conditions at cross-section km 0+593, located in the vicinity of the dam, bedload transport is reduced to $G = 17116$ kN and bigger fractions $d_i > 0,08$ m are not entrain to the transport. For case 2 bedload transport reduces almost to zero and stops. As a consequence, the erosion of the river bed may occur downstream the dam which can threaten the stability of the dam and valley infrastructure.

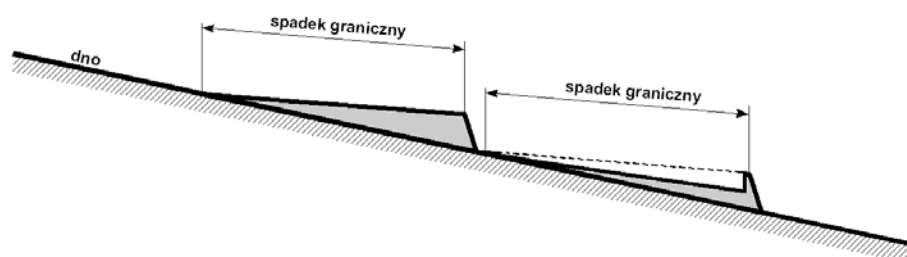
Taking into account the limitations resulting from the age of the rubble dosing dam and the necessity to preserve the hydrodynamic equilibrium of river channel, the only way to create the artificial lake is to locate it outside the main channel stream.

Key words: rubble dosing dam, artificial lake, hydrodynamic equilibrium of a riverbed

WSTĘP

Przykładem działania zmierzającego do stabilizacji dna koryt rzecznych jest zabudowa cieków budowlami poprzecznymi. Ograniczają one ruch rumowiska poprzez zmniejszenie parametrów początku ruchu rumowiska do wartości niepowodujących jego transportu, czyli wartości granicznych. Przez określenie „graniczny” należy rozumieć taką wartość parametru: prędkości v_{gr} , napęnienia h_{gr} , spadku I_{gr} czy też naprężenia stycznego τ_{gr} [$\text{N}\cdot\text{m}^{-2}$], której przekroczenie powoduje masowy ruch rumowiska o podanej charakterystyce [Ratomski 2000]. Schemat przedstawiający redukcję spadku dna za pomocą korekcji progowej przedstawia rysunek 1. Ze względu na ograniczenie wysokości pojedynczego progę stosuje się wiele progów [Przedwojski i in. 1995].

Dla zapewnienia ciągłości hydrodynamicznej cieków budowle poprzeczne nie mogą w całości zatrzymywać rumowiska. Aby umożliwić dostawę materiału wleczonego na dolne stanowisko budowli w korpusie zapory przeciwrumowiskowej wykonuje się otwory dozująco-szutrujące rozmiarami dostosowane do wielkości rumowiska występującego na danym odcinku rzeki. Ponadto transport rumowiska nie ulega całkowitej redukcji po zakończeniu pracy zapory przeciwrumowiskowej, czyli po jej załadowaniu, ze względu na transport drobnych frakcji w fali wezbrania.



Rysunek 1. Etapy pracy zapory, schemat zapory całkowicie i częściowo zaszutrowanej
Figure 1. Final and intermediate stages of rubble dosing dam operation

Próba wykorzystania zapory przeciwrumowiskowej, jako akwenu wodnego, podyktowana jest rozwojem turystyki. Przyroda tej części Beskidu Małego przyciąga wielu turystów, którzy znajdują tutaj malownicze pasma górskie, różnorodnie siedliska roślinne oraz naturalnie ukształtowane koryta potoków [Strategia 2003].

Celem pracy jest zbadanie możliwości zmiany sposobu wykorzystania zapory przeciwrumowiskowej na potoku Wieprzówka I w miejscowości Rzyki poprzez wytworzenie sztucznego zalewu. Utrzymanie stałego piętrzenia wymagać będzie między innymi uszczelnienia korpusu zapory poprzez likwidację

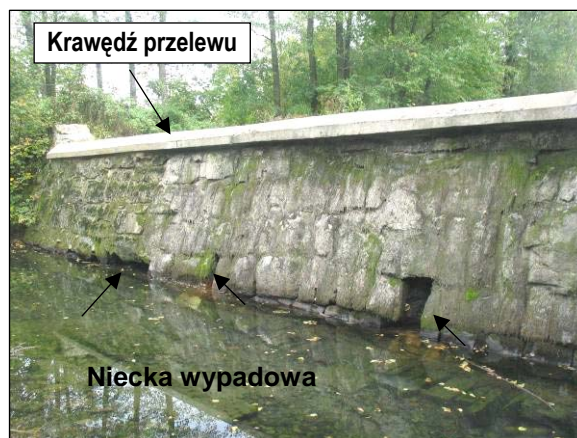
otworów dozująco-szutrujących. Spowoduje to zmianę sposobu użytkowania zapory i przeznaczenie jej do nowego zadania – piętrzenia wody.

CHARAKTERYSTYKA OBIEKTU BADAŃ

Odcinek badawczy zlokalizowany jest na potoku Wieprzówka I [Atlas 2005] w km 0+580 w miejscowości Rzyki. Powierzchnia zlewni cząstkowej do badanego przekroju wynosi 10,68 km², długość cieku 6,12 km, a różnica poziomów pomiędzy źródłami a badanym odcinkiem wynosi 0,46 km. Średni roczny opad w miejscowości Rzyki z wielolecia 1992-2002 miał wartość 889 mm [Książek, Szkaradek 2005]. W systemie zasilania Wieprzówki przeważa zasilanie powierzchniowe, którego udział oszacowano na 80%.

Zapora przeciwrumowiskowa wybudowana została w 1936 r. Na zaporę składają się dwa stopnie o wysokości 4,0 m i 2,5 m. Obecnie dolne stanowisko umocnione jest narzutem kamiennym tworzącym bystrze o różnicy poziomów 2 m. Szerokość korpusu zapory wynosi 110 m, a przelewu 20,5 m. Zapora wyposażona jest w otwory dozująco-szutrujące, których wymiary to 0,10 × 0,40 m, 0,15 × 0,45 m, 0,55 × 0,30 m i 0,10 × 0,30 (fot. 1). Głębokość niecki wypadowej ma wartość 0,70 m.

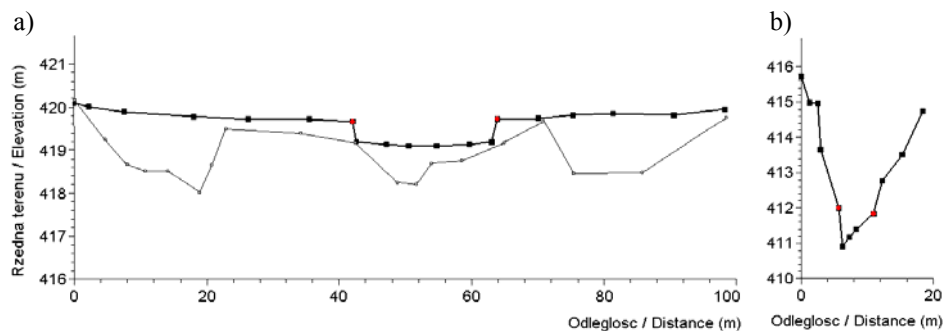
Brak remontów spowodował pogorszenie stanu zapory, zarówno pod względem technicznym, jak i bezpieczeństwa [Wykaz 1998]. Stwierdzono uszkodzenia spoiwa, wypadanie kamieni z korpusu zapory oraz uszkodzenia niecki wypadowej i dylatacji [Projekt remontu 1998]. Wykonany remont doprowadził do poprawy stanu technicznego zapory.



Fotografia 1. Fragment zapory przeciwrumowiskowej, Wieprzówka I, październik 2006 r.
Picture 1. The fragment of rubble dosing dam, the Wieprzówka I stream, October 2006

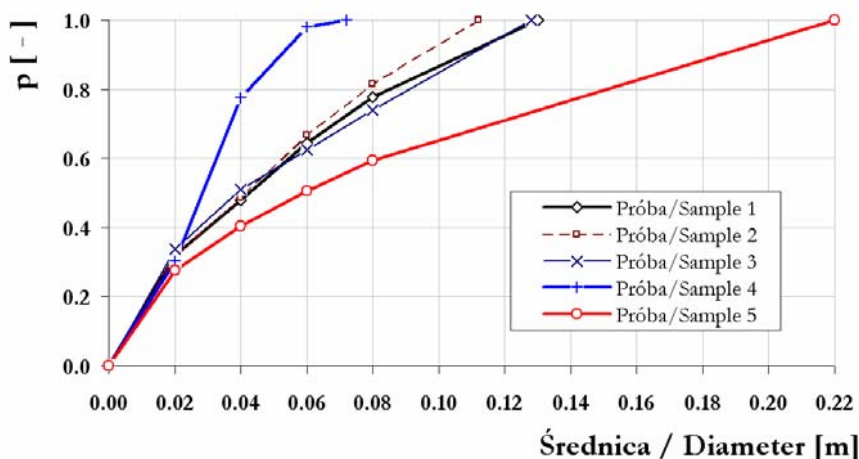
Długość profilu podłużnego, na którym wykonano pomiary, wynosiła 740 m i obejmowała część potoku powyżej zapory o długości 410 m oraz fragment potoku poniżej zapory. Wyrównany spadek dna powyżej zapory wynosił $I = 0,015$ oraz $I = 0,022$ poniżej zapory, a lokalnie spadki dna osiągają wartość $I = 0,026$. W bezpośrednim sąsiedztwie zapory spadek dna zmienia kierunek na ujemny, a spadek bystrza wynosi $I = 0,060$.

Przykładowe przekroje poprzeczne zaprezentowano na rysunkach 2a i 2b. Koryto główne powyżej zasięgu oddziaływania zapory jest zwarte. Jego szerokość wynosi od 8 m do 30 m, a wysokość brzegów dochodzi do 1,3–2 m. Widoczne są łachy, których wysokość dochodzi do 0,6 m. W przekroju km 0+580 (rys. 2a) wykonanym wzdłuż zapory widoczne są odkłady materiału wleczanego. Szerokość koryta w przekroju km 0+508 (rys. 2b) wynosi ok. 6–8 m. Brzegi dochodzące do 4 m są strome, obsypujące się. Na tym odcinku dno potoku przecięło warstwę aluwialną i obecnie potok płynie w warstwie skalnej.



Rysunek 2. Przekroje poprzeczne, potok Wieprzówka I; a) km 0+580, b) km 0+0508
Figure 2. The cross-sections on the Wieprzówka I stream; a) km 0+580, b) km 0+0508

Koryto Wieprzówki I na badanym odcinku pokryte jest gruboziarnistym materiałem dennym, na który składają się głównie frakcje kamieniste i zwirowe. Największa średnica ziarna z pobranej próby wynosiła 0,27 m. Skład granulometryczny rumowiska poszczególnych prób przedstawiono w sposób graficzny na rysunku 3. Próby 1, 2 i 3, pobrane w górnej części odcinka badawczego, poza zasięgiem oddziaływania zapory (odpowiednio km 0+910, km 0+780, km 0+690) mają zbliżony skład granulometryczny rumowiska, średnice miarodajne mają wartość $d_m = 0,045\text{--}0,049$ m. W zasięgu oddziaływania zapory przeciwrumowiskowej średnica miarodajna ulega zmniejszeniu do wartości $d_m = 0,029$ m oraz brak jest ziaren $>0,08$ m (próba 4, km 0+600). Próba numer 5, pobrana poniżej zapory w przekroju km 0+250 charakteryzuje się najgrubszym rumowiskiem; średnica miarodajna ma wartość $d_m = 0,079$ m.



Rysunek 3. Krzywe przesiewu rumowiska, potok Wieprzówka I, październik 2006 r.
Figure 3. Grain size distribution curves, the Wieprzówka I stream, October 2006

Wyniki pomiarów składu granulometrycznego rumowiska posłużyły do identyfikacji współczynnika szorstkości n dla koryta głównego $n = 0,028$ na górnym odcinku, $n = 0,026$ w rejonie zapory i $n = 0,031$ poniżej zapory, dla terenów zalewowych $n = 0,0494$.

OBLICZENIA HYDROLOGICZNE I HYDRAULICZNE

Do obliczeń wielkości charakteryzujących dynamikę koryta potoku Wieprzówka I wykorzystano: wzór karpacki Punzeta [1977] do obliczeń przepływów o określonym prawdopodobieństwie $Q_{\%}$ wystąpienia oraz program HEC-RAS dla określenia reżimu przepływu w czasie przejścia fali wezbrania.

Wybrane przepływy $Q_{\%}$ dla zlewni cząstkowej potoku Wieprzówka I mają wartość $Q_{50\%} = 5,66 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, $Q_{20\%} = 14,44 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, $Q_{10\%} = 22,71 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, $Q_{1\%} = 49,80 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Przepływy średnie z wielolecia SQ obliczone wzorami Punzeta, Iszkowskiego i Krzanowskiego wahały się w granicach $Q = 0,135 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} - 0,162 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

Obliczenie przeprowadzono dla przepływów SQ oraz o prawdopodobieństwie wystąpienia $Q_{50\%}$, $Q_{20\%}$, $Q_{10\%}$ i $Q_{1\%}$ dla dwóch przypadków:

Przypadek 1 – stan zerowy: zapora całkowicie zaszutrowana,

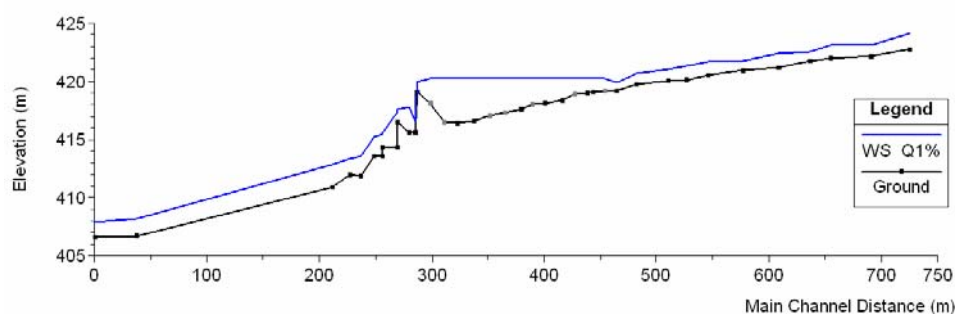
Przypadek 2 – symulacja układu zwierciadła wody w przypadku zmiany konfiguracji dna wskutek eksploatacji rumowiska z czaszy zbiornika zmierzającej do powstania rozlewiska.

SYMULACJA ZASIĘGU FALI WEZBRANIA DLA PRZEPIYWÓW $Q_{P\%}$ (PRZYPADK 1)

Przepływ $Q_{1\%}$ na badanym odcinku potoku Wieprzówka nie stwarza zagrożenia powodziowego. Na odcinku poniżej zapory, gdzie koryto jest wąskie i bardzo wcięte, napęlnienia dochodzą do 2,2 m. Napęlnienia powyżej zapory wynoszą średnio 1,0 m, a lokalnie dochodzą do 1,6 m.

UKŁAD ZWIERCIADŁA WODY W WARUNKACH OBNIŻENIA DNA (PRZYPADK 2)

Ze względu na zwiększoną wielkość przekroju poprzecznego w rejonie zapory prędkości wody ulegają redukcji do wartości niepowodujących transportu rumowiska. Na rysunku 4 przedstawiono poziom zwierciadła wody dla przepływu $Q_{1\%}$. W wyniku piętrzenia wody powstanie cofka, której zasięg będzie widoczny na długości około 200 m.



Rysunek 4. Układ zwierciadła wody dla przepływu $Q_{1\%}$, potok Wieprzówka I,
Figure 4. Simulated water surface profile for a discharge of $Q_{1\%}$, the Wieprzówka I stream

Pogłębienie dna spowoduje niewielkie obniżenie poziomu zwierciadła wody w czasie przejścia fali powodziowej, np. przy przepływie $Q_{1\%}$ wynosi ono maksymalnie 0,15 m. W tym przypadku napęlnienie w przekroju km 0+593 wynosi około 2,5 m przy przepływie $Q_{50\%}$ i około 3,5 m przy przepływie $Q_{1\%}$. Średnie prędkości przepływu wody w tym przekroju ulegają redukcji i wynoszą: dla przepływu $Q_{50\%}$ $v_{\text{sr}} = 0,13 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ (w przypadku 1 $v_{\text{sr}} = 0,56 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) oraz $v_{\text{sr}} = 0,72 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ (przypadek 1 $v_{\text{s}} = 1,68 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) przy przepływie $Q_{1\%}$.

OBLICZENIA TRANSPORTU RUMOWISKA WLECZONEGO

Całkowity transport rumowiska w fali wezbrania G [N] oblicza się z zależności:

$$G = \sum q'_{si} \cdot b_w \cdot t \quad (1)$$

gdzie:

$\sum q'_{si}$ – suma transportów jednostkowych, które oblicza się stosując zmodyfikowane równanie Meyera-Petera i Mullera [$N \cdot s^{-1} \cdot m^{-1}$],

b_w – szerokość pasa wleczenia [m],

t – czas trwania wezbrania [s].

Obliczenia wykonano w trzech przekrojach poprzecznych; w górnej części odcinka badawczego – km 0+874, w zasięgu oddziaływania zapory przeciwrumowiskowej – km 0+593 (przypadek 1 i 2) oraz poniżej zapory – km 0+334. Wyniki obliczeń transportu przedstawiono w tabeli 1.

W przekroju km 0+874 ilość przetransportowanego rumowiska w fali wezbrania została oszacowana przy przepływie $Q_{50\%}$ na $G = 4701,9$ kN, przy przepływie $Q_{1\%}$ wynosi ona $G = 70687$ kN, a przy przepływie średnim rocznym SQ transportowane są tylko najdrobniejsze frakcje rumowiska. W przekroju km 0+593 w przypadku 1, w bezpośrednim sąsiedztwie zapory transport rumowiska ulega zmniejszeniu, a frakcje większe od $d_i = 0,08$ m nie są transportowane, np. całkowity transport rumowiska w fali wezbrania oszacowano przy przepływie $Q_{50\%}$ na $G = 831,8$ kN, a przy przepływie $Q_{1\%}$ $G = 17116,4$ kN. Bilansując ilość przetransportowanego rumowiska w przekrojach km 0+874 oraz km 0+593 należy stwierdzić, że znaczna jego część będzie się odkładała w czaszy zapory. Pomimo odkładania się rumowiska w czaszy zapory, zachowana jest dostawa rumowiska na odcinek potoku poniżej zapory, zapewniająca zachowanie równowagi hydrodynamicznej ciekłu.

Tabela 1. Ilość przetransportowanego rumowiska wleczonego
Table 1. Amount of bedload transport

Przeływ Discharge	Transport całkowity G [kN] w przekroju Amount of bedload transport G [kN] at cross-section			
	km 0+874	km 0+593		km 0+334
	przypadek 1 run 1	przypadek 1 run 1	przypadek 2 run 2	przypadek 1 run 1
SQ	2.5	4,6	0.00	0.00
$Q_{50\%}$	4 701.9	831.8	0.00	718.3
$Q_{20\%}$	20 572.7	3 400.6	0.00	6 109.8
$Q_{10\%}$	30 010.7	8 100.4	22.38	31 112.8
$Q_{1\%}$	70 687.0	17 116.4	194.41	285 723.3

Ilość transportowanego rumowiska w przekroju km 0+593 dla przypadku obliczeniowego 2 wskazuje na całkowite zatrzymywanie rumowiska przy przepływach do $Q_{20\%}$ oraz prawie całkowite przy przepływach do $Q_{10\%}$ i $Q_{1\%}$ w czasie zapory przeciwrumowiskowej i przerwanie ciągłości ruchu rumowiska na długości cieku.

Na odcinku potoku zlokalizowanym poniżej zapory, km 0+334 ze względu na warunki przepływu wody, które odbywają się przy stosunkowo dużych napełnieniach, warunki początku ruchu są przekroczone wcześniej niż na odcinku powyżej zapory. Pomimo że napełnienie graniczne, przy którym następuje początek ruchu rumowiska w przekroju km 0+874 wynosi $h_{gr} = 0,20$ m, a w przekroju km 0+334 $h_{gr} = 0,65$ m, to ilość transportowanego rumowiska jest większa w przekroju poniżej zapory. Wynika to, między innymi z faktu, że koryto jest wąskie, wcięte, a napełnienia w czasie przejścia fali wezbrania dochodzą do $h = 2,2$ m. Ponadto, pomimo że frakcja najdrobniejsza 0–0,02 m jest frakcją najszybciej wchodzącą do transportu oraz jest transportowana najdłużej i najintensywniej, to jej obecność wpływa na opóźnienie transportu frakcji grubszych, wywołując efekt klinowania ziaren.

Zachwianie bilansu ilości rumowiska dostarczanego i transportowanego w cieku prowadzi do przerwania ciągłości ruchu rumowiska, czego efektem jest intensyfikacja procesów erozyjnych, co widać na odcinku poniżej zapory. Stwierdzono, że historyczny poziom dna koryta odbiega od obecnego o kilka metrów. O poprzednim poziomie dna świadczą pojedyncze ziarna widoczne w pionowych ścianach brzegów, łukowaty kształt pni drzew oraz korzenie podążające za obniżającym się poziomem zwierciadła wody.

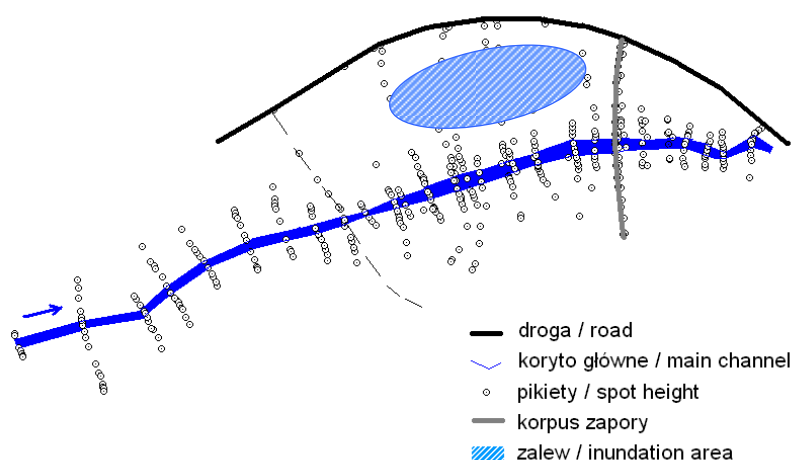
Na stabilność koryt rzecznych ma także wpływ działalność człowieka, widoczna na odcinku badawczym. Uwidacznia się ona poprzez eksploatację żwiru oraz wybieranie najgrubszych kamieni z nurtu [Książek, Michalik 2005]. Wybieranie pojedynczych kamieni z nurtu osłabia warstwę obrukowania dna, która jest bardzo ważnym elementem stabilności koryt rzecznych.

DYSKUSJA ODDZIAŁYWANIA ZAPORY PRZECIWRUMOWISKOWEJ

Rzeki i potoki są korytarzami ekologicznymi, w których następuje ruch wody i rumowiska oraz migracja organizmów żywych. Zabudowa koryt rzecznych zakłóca te naturalne procesy. Poniżej zapór, w wyniku ograniczenia dostawy rumowiska, często występuje erozja – ten sam proces, przed którym zapora miała zabezpieczać. Wcięcie się koryta do innej warstwy geologicznej niż ta, którą płynęła woda przed budową zapory wpływa na zmiany w strukturze dna i chemizmie wody. Obniżanie się lustra wody w korycie, a tym samym poziomu wód gruntowych prowadzi do zastępowania gatunków i zespołów roślinnych przystosowanych do wysokiego poziomu wody, przez te, przystosowane do poziomu niższego [Jankowski 2004]. Ponadto w czasie gromadzenia wody,

w rzece będzie utrzymywał się niski stan wody, który powoduje jej szybsze nagrzewanie się i związany z tym spadek zawartości tlenu w wodzie, a zimą zamrażanie wody do dna. Prowadzi to do zmniejszenia populacji zwierząt bezkręgowych i ryb.

Mając na uwadze konieczność zapewnienia równowagi hydrodynamicznej ciek, wydaje się, że najkorzystniejszym rozwiązaniem jest lokalizacja rozlewiska poza korytem głównym. Miejscem najlepiej przystosowanym do wytworzenia rozlewiska jest teren zalewowy pomiędzy korytem głównym a drogą po lewej stronie doliny Wieprzówki I (rys. 5).



Rysunek 5. Proponowana lokalizacja rozlewiska poza korytem głównym
Figure 5. Possible localization of inundation terrain outside of the main channel

WNIOSKI

1. Zapora przeciwrumowiskowa na potoku Wieprzówka I w miejscowości Rzyki i jej praca w znaczący sposób zmieniły budowę morfologiczną badanego odcinka. Wysokości brzegów zmieniają się w zakresie od 1,3 m do 6 m, a szerokość koryta głównego od 6 m do 20 m. Podobnie skład granulometryczny rumowiska, który zależy od charakteru procesów morfologicznych przeważających na badanym odcinku potoku: górna część odcinka badawczego jest odcinkiem tranzytowym, w rejonie zapory przeważa akumulacja rumowiska, a na dolnym odcinku erozja.

2. Aktualna przepustowość koryta Wieprzówki I na badanym odcinku jest wystarczająca do zapewnienia bezpiecznego przejścia fali powodziowej o prawdopodobieństwie wystąpienia $p = 1\%$. Pogłębienie dna powyżej zapory nie

spowoduje znaczącej zmiany układu zwierciadła wody w czasie przejścia fali powodziowej. Spowoduje to natomiast redukcję prędkości przepływu wody, co będzie sprzyjało odkładaniu się rumowiska.

3. Powstanie zalewu będzie wymagało między innymi likwidacji otworów dozująco-sztrujących w korpusie zapory oraz okresowego opróżniania czaszy zapory z materiału dennego. Działania te oznaczają zmianę przeznaczenia zapory, która polega na ograniczeniu transportu i dozowaniu rumowiska, a nie na całkowitym jego zatrzymaniu. Przerwanie ciągłości ruchu rumowiska na długości cieku prowadzi do intensyfikacji procesów erozyjnych. Już teraz poniżej zapory stwierdzono intensywną erozję, w tym erozję wsteczną.

4. Utrzymywanie stałego piętrzenia wody wymaga jej gromadzenia, co przy utrzymujących się przez dłuższy czas na badanym odcinku minimalnych przepływach nie zapewnia ciągłości biologicznej rzeki.

5. W wyniku procesów transportu rumowiska wlezonego i unoszonego nastąpiło zakolmatowanie zapory. Cykliczne opróżnianie czaszy zapory z rumowiska może budzić obawy o jej konstrukcję ponieważ katastrofalne przepływy wody mogą spowodować jej rozszczelnienie i utratę stateczności.

6. Biorąc także pod uwagę ograniczenia wynikające z wieku zapory (ponad 70 lat) oraz konieczność zapewnienia równowagi hydrodynamicznej na całym odcinku, wydaje się, że najkorzystniejszym rozwiązaniem jest lokalizacja zalewu wodnego poza korytem głównym. Niewątpliwie, zwiększy to atrakcyjność miejscowości, będąc jednocześnie elementem poprawiającym retencję doliny.

Badania terenowe zostały sfinansowane przez Urząd Miejski w Andrychowie.

BIBLIOGRAFIA

- Atlas podziału hydrograficznego Polski – praca zbiorowa pod kierunkiem Haliny Czarneckiej. Seria Atlasy IMGW, Warszawa 2005.
- Jankowski W. *Współczesne poglądy dotyczące funkcjonowania zbiorników zaporowych na ekosystemy dolin rzecznych*. Bliskie naturze kształtowanie dolin rzecznych, Monografia Wyd. Budown. i Inż. Środ. Nr 103, Politechnika Koszalińska, 2004, s. 141–156.
- Książek L., Michalik A. *Degradacja koryt rzecznych jako skutek działalności człowieka*. Typologia i Warunki Referencyjne Wód Powierzchniowych, Wyd. IMiGW w Warszawie, 2005, s. 121–131.
- Książek L., Szkaradek D. *Określenie warunków przepuszczenia wód katastrofalnych na zagrożonym odcinku potoku Targaniczanka*. Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu, Seria Inż. Środ. XV, nr 534, 2005, s. 165–174.
- Punzet J. *Ocena przepływów wielkich wód małych zlewni górnej Wisły*. Gospodarka Wodna, nr 6, 1977, s. 161–165.
- Projekt remontu zapory przeciwrumowiskowej - stopni, potok Wieprzówka w Rzykach-Praciakach. Rejonowy Zarząd Wodnych Melioracji, Wadowice 1998.

- Przedwojski B., Błażejowski R., Pilarczyk K. W. *River training Techniques*. A.A. Balkema, 1995, s.18–135.
- Ratomski J. *Podstawy projektowania zabudowy potoków górskich*. Politechnika Krakowska, Kraków 2000.
- Strategia rozwoju gminy Andrychów. Wydział Rozwoju i Polityki Gospodarczej, 2003, www.um.andrychow.pl
- Wykaz obiektów hydrotechnicznych zlokalizowanych na obszarze województwa o klasie ważności I–III i IV oraz pozostałych o piętrzeniu wody powyżej 1,0 m. Ewidencja urządzeń melioracji podstawowej, Rejonowy Zarząd Wodnych Melioracji, Wadowice 1998.

dr inż. Leszek Książek
mgr inż. Anna Jednorąg
mgr inż. Mateusz Strutyński
Katedra Inżynierii Wodnej
Akademia Rolnicza w Krakowie
Al. Mickiewicza 24/28, 30-059 Kraków
tel. (012) 662-40-23, rmksiaze@cyf-kr.edu.pl

Recenzent: *Prof. dr hab. Włodzimierz Parzonka*