

## SKŁAD UZIARNIENIA RUMOWISKA JAKO WSKAŹNIK LOKALNEJ DEGRADACJI KORYTA RZECZNEGO

Leszek Książek, Alicja Michalik, Tomasz Śladowski

Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

**Streszczenie.** Degradacja koryta rzeczne­go występuje poniżej elementów zabudowy hydro­technicznej oraz jako skutek niekontrolowanego poboru rumowiska lub plantowania dna. Proces ten jest szczególnie widoczny w potokach górskich, gdyż lokalna degradacja wywołuje lokalną agradację, co ma istotny wpływ na przepustowość koryta rzeczne­go. Jednym z czyn­ników, który może być wykorzystywany do oceny warunków równowagi hydrodynamicznej koryta, jest skład granulometryczny rumowiska. Zmienia się on na całym zdegradowanym odcinku zarówno w przekroju podłużnym, jak i w przekrojach poprzecznych. W artykule przedstawiono ten problem na przykładzie potoku Targaniczanka (woj. małopolskie), gdzie na odcinku 480 m zbadano skład granulometryczny materiału dennego i pokazano jego zróż­nicowanie. Krzywe uziarnienia wyznaczono dla 9 prób pobranych metodą konwencjonalną i 3 prób uzyskanych metodą zamrażania z użyciem ciekłego azotu. Stwierdzono, że sortowanie się rumowiska w przekrojach poprzecznych jest inne niż wzdłuż nurtu. Wykazano, jak istotne jest to dla transportu rumowiska bądź jego odkładania się w tych przekrojach. Obliczenia wykonano z wykorzystaniem zmodyfikowanego równania Meyera-Petera i Muellera.

**Słowa kluczowe:** skład granulometryczny, rumowisko wleczone, degradacja koryta

### WSTĘP

Skład granulometryczny rumowiska wleczonego rzek i potoków górskich jest ściśle związany z warunkami hydrodynamicznymi występującymi w ich korytach. Stanowi on zarazem funkcję reżimu przepływu wody i morfologii dna oraz procesów zachodzących w korycie. Ponieważ materiał denny potoków jest mieszaniną różnej wielkości żwirów i otoczków, możliwości jego transportu bądź zatrzymywania zależą od wielkości poszczególnych frakcji i ich zawartości procentowej w całej próbce (Odgaard i Bergs 1998, Książek i Michalik 2002, Lisle i Church 2002). Na odcinkach stabilnych koryta potoku obserwuje się warstwę opancerzenia dna, tj. powierzchnię zbudowaną z grub­szych frakcji rumowiska (Parker i Klingeman 1982, Ergenzinger i in. 1994), oraz podłoża o znacznie drobniejszych ziarnach. Skład uziarnienia tych warstw pozostaje jednakowy

---

Adres do korespondencji – Corresponding author: dr inż. Leszek Książek, Katedra Inżynierii Wodnej, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, al. Mickiewicza 24–28, 30-059 Kraków,  
e-mail: rmksiaze@cyf-kr.edu.pl

na całej stabilnej długości dna. Przemieszczanie takich warstw możliwe jest tylko podczas przepływów wody, gdy naprężenia występujące na dnie są znacznie większe od naprężeń krytycznych ruchu poszczególnych frakcji rumowiska.

W częściach niestabilnych koryta skład uziarnienia rumowiska wlezonego jest lokalnie zmienny zarówno w profilu podłużnym, jak i w przekrojach poprzecznych. Można to pokazać na krzywych uziarnienia prób pobranych z odcinków erozyjnych i agradacyjnych oraz miejsc, w których zmienia się kierunek strumienia wody. Taka zmienność składu granulometrycznego materiału dennego jest cechą charakterystyczną dla zachwianej lokalnie równowagi hydrodynamicznej na dowolnie długim odcinku rzeki lub potoku górskiego. Przykładem dobrze ilustrującym taki proces jest odcinek górskiego potoku Targaniczanka.

Celem badań była analiza składu granulometrycznego rumowiska wlezonego na niestabilnym odcinku potoku. Określono jego zmienność w profilu podłużnym oraz w przekroju poprzecznym koryta na podstawie krzywych uziarnienia materiału pobranego w punktach istotnych dla morfologii dna.

## MATERIAŁ I METODY

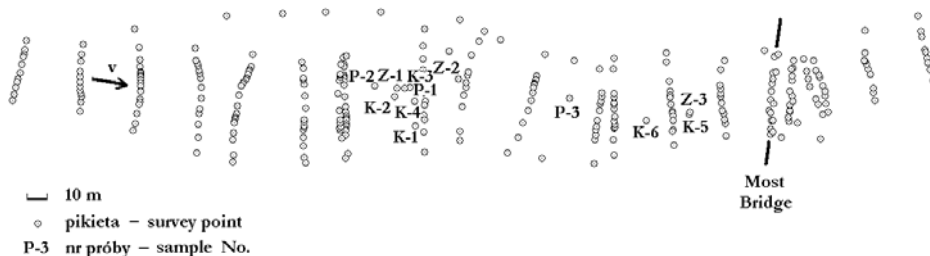
Potok Targaniczanka jest lewobrzeżnym dopływem rzeki Wieprzówki, zaliczonym do potoków górskich. Jego zlewnia leży na obszarze Beskidu Małego, a źródła znajdują się na stokach Potrójnej (884 m n.p.m.). Największą część zlewni, tj. 60% całej jej powierzchni, zajmują lasy. Tereny rolnicze stanowią 30% badanego obszaru, pozostała część to tereny zabudowane wraz z infrastrukturą.

Odcinek badany zamyka zlewnię o powierzchni 16,76 km<sup>2</sup>. Odległość od źródeł do badanej części przekroju mierzy 8,25 km. Różnica wzniesień pomiędzy źródłami a odcinkiem badawczym wynosi 523 m. Średni roczny opad z wielolecia w tym regionie Beskidów kształtuje się na poziomie ok. 889–898 mm.

Odcinek pomiarowy znajduje się na terenie zurbanizowanym. Po przejściu fali powodziowej w 2006 r. uszkodzeniu uległ prawy brzeg na odcinku ok. 80 m. Podjęto wówczas prace w korycie głównym, które polegały na wyrównywaniu powierzchni dna odkształconej przez materiał pochodzący z erozji brzegowej i nadmiernej akumulacji materiału dennego. Prace ziemne spowodowały wykształcenie nowych skarp i wymieszanie podłoża z warstwą obrukowania. Doprowadziło to do zachwiania wytworzonej po przejściu fali wezbrania równowagi hydrodynamicznej; w konsekwencji zmiany te przyczyniły się do degradacji dna na odcinku o długości 480 m.

Skład granulometryczny rumowiska wyznaczono dla prób materiału pobranych w różny sposób, w miejscach istotnych dla charakterystyki degradacji badanego odcinka (rys. 1). Pobrano sześć prób metodą konwencjonalną (K) z wycinka dna potoku o powierzchni 1 m<sup>2</sup>, z warstwy obrukowania i podłoża, przesiewając je następnie przez typowy zestaw sit dla materiału żwirowego i kamienistego (tab. 1). Pozostałe trzy próby pozyskane metodą konwencjonalną pochodziły tylko z warstwy powierzchniowej (P). Do poboru prób wykorzystano także metodę zamrażania rumowiska wokół miedzianej rurki [Michalik i in. 1996]. W wyniku zastosowania tej metody uzyskuje się próbę o nienaruszonej strukturze, dzięki czemu można wyznaczyć krzywe uziarnienia dla poszczególnych głębokości, z których pobrano próbę. Przede wszystkim zaś można ocenić, czy w warstwie rumowiska o głębokości ok. 0,5 m występuje materiał wymieszany, czy też warstwa obrukowania odróżnia

się od warstwy podłoża. Zamrożono trzy takie próby (Z); wyznaczono dla nich krzywe uziarnienia dla grubości warstwy rumowiska 0–10 cm, 10–20 cm, 20–30 cm, 30–40 cm i powyżej 40 cm. Opis miejsca poboru prób i ich wielkość przedstawiono w tabeli 1.



Rys. 1. Rozmieszczenie punktów poboru prób rumowiska wleczonego: K – próby konwencjonalne z warstwy obrukowania i podłoża, P – próby konwencjonalne powierzchniowe, Z – próby zamrażarkowe (patrz tabela 1)

Fig. 1. Location of bedload sampling sites: K – conventional samples from surface and subsurface layer, P – conventional surface samples, Z – frozen samples (see Table 1)

Tabela 1. Rozmieszczenie prób rumowiska wleczonego

Table 1. Location of bedload samples

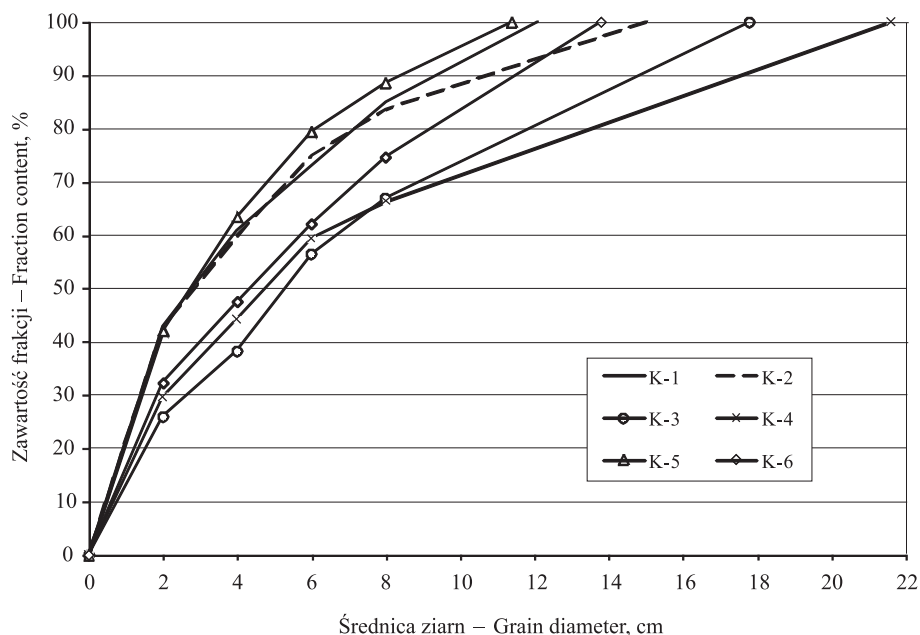
Przekrój poprzeczny Cross-section	Nr próby Sample No.	Masa – Mass <i>m</i> , kg	Opis Description
Próby konwencjonalne z warstwy obrukowania i podłoża Conventional samples from surface and subsurface layer			
2+696	K-1	66,5	prawy brzeg potoku right bank of stream
2+696	K-2	82,0	łacha w środku koryta mid-channel gravel bar
2+696	K-3	77,0	lewa część nurtu głównego left part of main current
2+696	K-4	75,8	nurt główny main current
2+572	K-6	79,0	nurt główny main current
2+547	K-5	65,5	nurt główny main current
Próby konwencjonalne powierzchniowe – Conventional surface samples			
2+736	P-2	88,3	łacha w środku koryta mid-channel gravel bar
2+696	P-1	112,3	łacha w środku koryta mid-channel gravel bar
2+626	P-3	106,8	środek koryta mid-channel
Próby zamrażarkowe – Frozen samples			
2+696	Z-1	15,5	nurt główny main current
2+677	Z-2	14,6	nurt główny main current
2+572	Z-3	20,7	nurt główny main current

Na podstawie otrzymanych wszystkich krzywych uziarnienia możliwa była charakterystyka zmian zachodzących w składzie granulometrycznym rumowiska wlezonego dla całego zdegradowanego odcinka.

## WYNIKI

Dla wszystkich pobranych prób wyznaczono krzywe uziarnienia oraz obliczono cechy charakterystyczne tych krzywych, takie jak wskaźnik wysortowania wg Traska  $S_0$ , wskaźnik różnoziarnistości wg Knoroza  $\varepsilon$ , wskaźnik wysortowania wg Hazena  $u$ , współczynnik dominacji  $C_d$  oraz odchylenie standardowe krzywej uziarnienia  $\delta$ . Na rysunku 2 przedstawiono wykres krzywych uziarnienia dla prób pobranych metodą konwencjonalną.

Próby K-1 do K-4 pobrano w tym samym przekroju poprzecznym km 2+696, dzięki czemu można stwierdzić zmiany składu granulometrycznego rumowiska w tymże przekroju. W zależności od miejsca poboru próby (brzeg, łącha, nurt) średnica  $d_{50}$  zmienia się od 0,028 do 0,048 m, a średnica  $d_{95}$  – w zakresie od 0,107 do 0,196 m. Świadczy to o sortowaniu materiału w poprzek koryta. W miarę oddalania się od tego przekroju widać wzrost zawartości procentowej frakcji mniejszych od 0,02 m. Dla próby km 2+696 pobranej z nurtu zawartość ta wynosi  $p=29,7\%$ , dla km 2+572 –  $p=32,3\%$ , a dla km 2+547 –  $p=42,0\%$ . Spowodowane jest to tym, że maleje spadek podłużny



Rys. 2. Krzywe uziarnienia dla próbek konwencjonalnych z warstwy obrukowania i podłoża ( $K_1, \dots, K_6$ )

Fig. 2. Grain-size composition curves for conventional samples from surface and subsurface layer ( $K_1, \dots, K_6$ )

potoku od  $I=0,021$  do  $I=0,009$ . Ponadto wraz z biegiem strumienia w nurcie głównym maleje średnica  $d_{50}$  od 0,048 m do 0,027 m.

W tabeli 2 zestawiono cechy charakterystyczne tych krzywych uziarnienia. Wynika z nich, że rumowisko jest umiarkowanie lub słabo wysortowane we wszystkich próbach, ale każda próba charakteryzuje się innym stopniem różnoziarnistości i różnym odchyleniem standardowym. Jest to również potwierdzenie zmienności składu granulometrycznego w badanych próbach.

Analizując krzywe uziarnienia dla prób powierzchniowych, wyznaczono również krzywe uziarnienia oraz obliczono wskaźniki charakteryzujące badany materiał, które zamieszczono w tabeli 3.

Tabela 2. Wskaźniki charakteryzujące skład granulometryczny rumowiska – próby konwencjonalne z warstwy obrukowania i podłoża (K-1, ..., K-6)

Table 2. Indicators characterising grain-size composition of bedload – conventional samples from surface and subsurface layer (K-1, ..., K-6)

Wskaźnik Indicator	K-1*	K-2	K-3	K-4	K-6	K-5
$S_0 = (d_{75}/d_{25})^{0,5}$	2,29	2,24	2,29	2,60	2,32	2,14
$u = d_{60}/d_{10}$	7,80	8,00	8,38	8,86	9,50	7,40
$\varepsilon = d_{95}/d_5$	53,50	64,50	40,75	65,33	42,00	49,50
$C_d = d_{90} \cdot d_{10}/d_{50}^2$	0,60	0,64	1,09	0,53	0,37	0,58
$\delta = (d_{84}/d_{16})^{0,5}$	3,72	3,89	3,53	4,22	3,43	2,87

$S_0$  – wskaźnik wysortowania wg Traska – sorting coefficient by Trask

$u$  – wskaźnik wysortowania wg Hazena – sorting coefficient by Hazen

$\varepsilon$  – wskaźnik różnoziarnistości wg Knoroza – grain size non-uniformity coefficient by Knoroz

$C_d$  – współczynnik dominacji – dominance coefficient

$\delta$  – odchylenie standardowe krzywej uziarnienia – standard deviation of grain-size composition curve

\* Opis prób – patrz tabela 1 – See Table 1 for description of samples

Tabela 3. Wskaźniki charakteryzujące skład granulometryczny rumowiska – próby konwencjonalne powierzchniowe (P-1, ..., P-3)

Table 3. Indicators characterising grain-size composition of bedload – conventional surface samples (P-1, ..., P-3)

Wskaźnik Indicator*	P-2**	P-1	P-3
$S_0$	1,73	1,60	1,41
$u$	6,13	5,53	2,83
$\varepsilon$	20,57	17,88	6,72
$C_d$	0,34	0,36	0,61
$\delta$	2,49	2,33	1,73

\* Opis wskaźników – patrz tabela 2 – See Table 2 for description of indicators

\*\* Opis prób – patrz tabela 1 – See Table 1 for description of samples

Przedstawione wielkości świadczą o tym, że powierzchnie łach charakteryzują się dobrze wysortowanym rumowiskiem, co ma związek ze stopniowym zmienianiem się wskaźnika różnoziarnistości. Odchylenie standardowe krzywej uziarnienia wskazuje na tendencję do obrukowania dna.

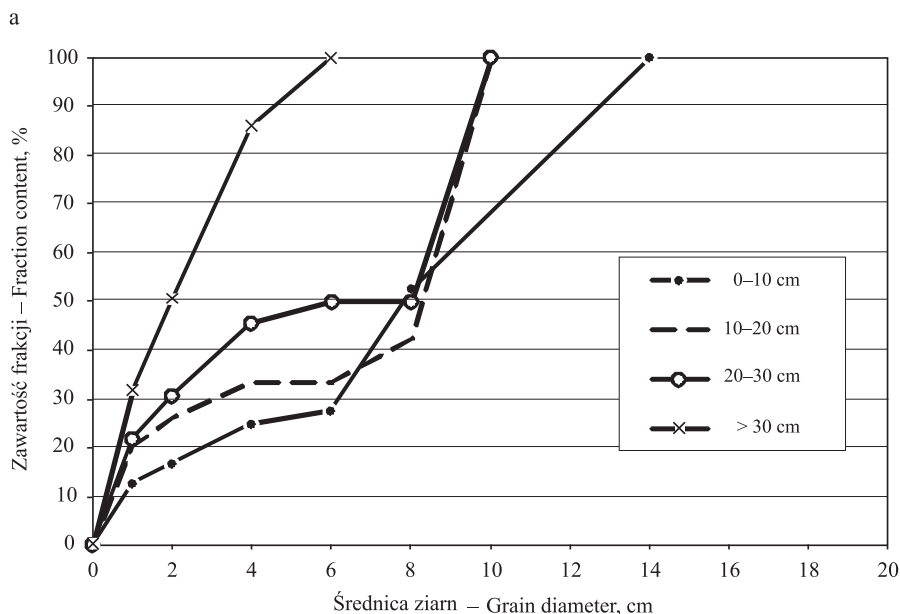
Lepszym uzasadnieniem tej tendencji jest skład granulometryczny rumowiska wyznaczony z prób zamrażarkowych (rys. 3). Jak wynika z krzywych uziarnienia w poszczególnych warstwach, najdrobniejszy materiał w próbce Z-1 (rys. 3a) znajduje się na głębokości większej od 0,30 m i ma średnicę  $d_{50} = 0,02$  m. W warstwach od 0,00 m do 0,30 m materiał jest całkowicie wymieszany i  $d_{50}$  ma wartość 0,08 m.

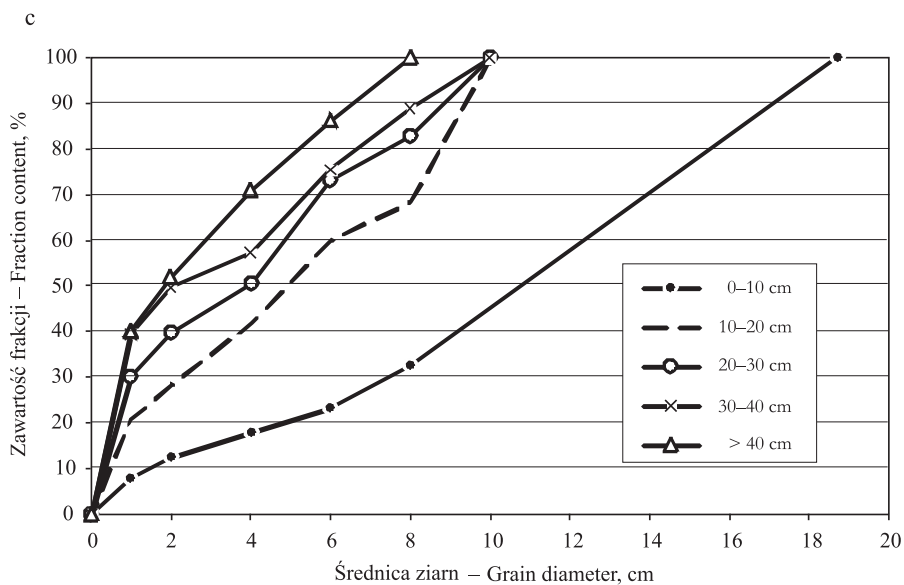
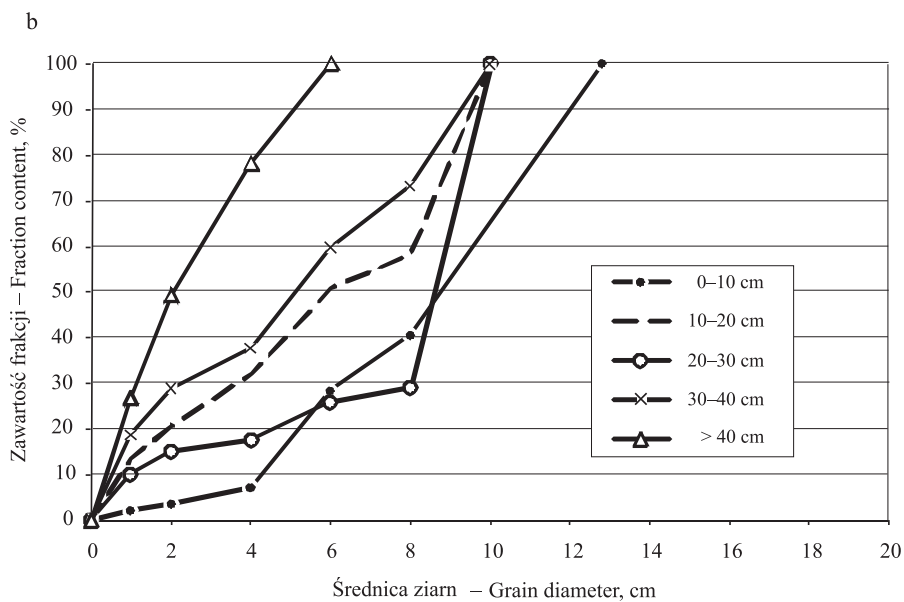
Przebieg krzywych uziarnienia dla próby Z-2 (rys. 3b) wskazuje na sortowanie się materiału w poszczególnych warstwach. Najdrobniejszy materiał znajduje się na głębokości większej od 0,40 m ( $d_{50} = 0,02$  m), natomiast w warstwach o grubości 0,10 m da się zauważyć stopniowy wzrost zawartości grubszych frakcji. W warstwach podpowierzchniowych można stwierdzić stopniowe wytwarzanie się warstwy obrukowania dna.

Warstwowe krzywe uziarnienia próby Z-3 (rys. 3c) wyraźnie pokazują, że 50 m powyżej mostu występuje warstwa obrukowania. Świadczy o tym krzywa uziarnienia w warstwie 0–0,10 m, gdzie znajdują się największe ziarna w całym pobranym materiale.

W podłożu, podobnie jak w poprzednich próbach,  $d_{50} = 0,02$  m, a w kolejnej warstwie 0,20–0,30 m –  $d_{50} = 0,04$  m. Do głębokości 0,20 m maksymalna średnica ziarna nie przekracza  $d_{\max} = 0,09$  m, natomiast w warstwie powierzchniowej  $d_{50} = 0,11$  m, a  $d_{\max} = 0,19$  m.

Zamrażarkowe próby pokazują, że w miarę oddalania się od zdegradowanej części potoku zmienia się pionowy rozkład uziarnienia: od jednorodnej mieszaniny w całej warstwie rumowiska o grubości 0,4 m, poprzez stopniowe rozwarstwienie materiału pod





Rys. 3. Warstwowe krzywe uziarnienia dla prób zamrażarkowych: a – próba Z-1, b – próba Z-2, c – próba Z-3

Fig. 3. Layer grain-size composition curves for frozen samples: a – sample Z-1, b – sample Z-2, c – sample Z-3

względem wielkości ziaren, aż do obrukowania powierzchni dna. Procesem prowadzącym do upakowania powierzchni największymi frakcjami w danym materiale jest wymywanie drobniejszego materiału z coraz głębiej położonych warstw.

Stopniowe wytwarzanie się obrukowania dna związane jest również z warunkami transportu poszczególnych frakcji rumowiska na badanym odcinku, co można wykazać, obliczając intensywność transportu.

### Transport rumowiska

Obliczenia transportu rumowiska wykonano w celu pokazania zmian jego intensywności. Intensywność transportu rumowiska określono w trzech różnych przekrojach poprzecznych różniących się morfologią i spadkiem lokalnym. W każdym przekroju obliczenia wykonano dla średnicy rumowiska  $d_{50}$  w próbach pobranych w danym przekroju. Dla lepszego zilustrowania intensywności transportu rumowiska wlezonego wykorzystano warunki związane z przepływami  $Q_{50\%} = 7,9 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ,  $Q_{10\%} = 30,6 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , oraz przepływem brzegowym  $Q_b = 87,7 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  wyznaczonym w przekroju km 2+524. W obliczeniach wykorzystano zmodyfikowane równanie Meyera-Petera i Muellera [Michalik 2000].

$$g_{s50}^{2/3} = \frac{\gamma \cdot h \cdot I - 0,033 \cdot \Delta\gamma_s \cdot d_{50}}{0,25\rho^{1/3}}$$

gdzie:

- $g_{s50}$  – intensywność transportu (transport jednostkowy) ( $\text{N} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$ ),
- $h$  – głębokość wody (m),
- $I$  – spadek hydrauliczny (–),
- $d_{50}$  – średnia średnica rumowiska (m),
- $f_{50}$  – bezwymiarowe naprężenie styczne dla ziaren o średnicy  $d_{50}$  ( $f_{50} = 0,033$ ),
- $\gamma_w, \gamma_s$  – ciężar właściwy wody i rumowiska ( $\text{N} \cdot \text{m}^{-3}$ ),
- $\Delta\gamma_s$  – ciężar właściwy rumowiska w wodzie  $\Delta\gamma_s = \gamma_s - \gamma_w$  ( $\text{N} \cdot \text{m}^{-3}$ ).

Dla każdej próby rumowiska uwzględniono lokalne napełnienia występujące w miejscu jej poboru oraz lokalnie uśredniony spadek hydrauliczny. Na przykład, w tabeli 4 zestawiono wyniki obliczeń intensywności transportu dla prób pobranych w głównym nurcie.

Uzyskane wartości transportu rumowiska wlezonego pozwalają stwierdzić, że pomimo uwzględnienia lokalnych warunków hydraulicznych intensywność transportu jest w każdym przekroju inna. W przekroju km 2+696 w całym zakresie przepływów intensywność transportu jest większa niż w przekroju km 2+572, co oznacza, że część rumowiska do niego dopływająca jest akumulowana. W takich warunkach wytwarza się warstwa obrukowania, co znalazło potwierdzenie w przebiegu krzywych uziarnienia materiału próby zamrażarkowej Z-3, w której stwierdzono istnienie takiej warstwy. Intensywność transportu w przekroju km 2+547 wskazuje natomiast, że więcej materiału z tego przekroju odpływa, niż do niego dopływa, co oznacza, że w tej części przekroju dna jest niestabilne.



Tabela 4. Intensywność transportu rumowiska wleczonego ( $g_{s50}$ ) – potok Targaniczanka, nurt głównyTable 4. Intensity of bedload transport ( $g_{s50}$ ) – Targaniczanka stream, main current

Przekrój Cross-section	Próba* Sample	Średnica Diameter $d_{50}$ , m	Spadek Slope	Przepływ Discharge $Q$ , $m^3 \cdot s^{-1}$	Napełnienie Water depth $H$ , m	$g_{s50}$ $N \cdot s^{-1} \cdot m^{-1}$
km 2+696	K-4	0,048	0,015	7,9	0,46	92,3
				30,6	0,73	238,2
				87,7	1,14	533,6
km 2+572	K-6	0,043	0,021	7,9	0,40	73,2
				30,6	0,71	235,8
				87,7	1,05	474,7
km 2+547	K-5	0,027	0,009	7,9	0,54	149,2
				30,6	0,89	354,7
				87,7	1,42	761,4

\* Opis prób – patrz tabela 1 – See Table 1 for description of samples

Analizując intensywność transportu rumowiska w poszczególnych przekrojach, można stwierdzić, że w nurcie głównym występują warunki przepływu, które świadczą o braku równowagi hydrodynamicznej.

## PODSUMOWANIE

Na podstawie krzywych uziarnienia uzyskanych dla dwunastu prób rumowiska wleczonego pobranych różnymi metodami w punktach istotnych dla morfologii badanego odcinka stwierdzono, że skład granulometryczny może być wskaźnikiem świadczącym o stanie równowagi hydrodynamicznej potoku. Skład uziarnienia zmienia się zasadniczo nie tylko w profilu podłużnym zdegradowanego odcinka, ale również w przekrojach poprzecznych. Wielkość tych zmian związana jest z lokalną możliwością przemieszczania się materiału dennego.

Wykorzystanie różnych metod poboru prób pokazało ich przydatność do opisu zachodzącego procesu za pomocą odpowiednich krzywych uziarnienia. Krzywe uziarnienia oparte na próbach pobranych metodą konwencjonalną pokazują zmiany zachodzące w całej warstwie rumowiska. Próby pobrane tylko z powierzchni przynoszą informację o materiale, z którego tworzy się warstwa obrukowania, natomiast krzywe uziarnienia sporządzone na podstawie materiału zamrożonego pozwalają na zobrazowanie pionowego rozkładu uziarnienia. Świadczą o wymieszaniu materiału, czyli braku stabilności badanego odcinka, lub pokazują tworzenie się warstwy obrukowania.

Dokładne określenie zmian składu granulometrycznego w przekrojach poprzecznych, po uwzględnieniu lokalnych warunków hydraulicznych, umożliwia poprawną ocenę intensywności transportu rumowiska. Na tej podstawie można stwierdzić, czy ilość rumowiska dopływającego równa się ilości rumowiska wymywanego, co jest potwierdzeniem stabilności danego odcinka koryta ciek. Opierając się na analizie intensywności transportu rumowiska w poszczególnych przekrojach, można określić strefy akumulacji rumowiska bądź erozji dennej w korycie.

## PIŚMIENNICTWO

- Ergenzinger P.E., de Jong C., Christaller G., 1994. Interrelationships between bedload transfer and river-bed adjustment in mountain rivers: an example from Squaw Creek, Montana. [W:] Process models and theoretical geomorphology. Red. M.J. Kirkby. John Wiley & Sons Ltd. New York, 141–158.
- Książek L., Michalik A., 2002. Some aspects of mountain river bed degradation. 11th Int. Conf. „Transport and sedimentation of solid particles”. Zesz. Nauk. AR Wroc., Konferencje 36, 73–82.
- Książek L., Szkaradek D., 2006. Determination of the passage conditions of catastrophic floods on the threatened reach of mountain stream Targaniczanka. Zesz. Nauk. AR Wroc., Inż. Środ. 15, 165–174.
- Lisle T.E., Church M., 2002. Sediment transport–storage relations for degrading gravel bed channels. Water Resour. Res. 38(11), 1219.
- Michalik A., 2000. Bedload transport in mountain rivers – measurements and results. 10th Int. Conf. „Transport and sedimentation of solid particles”. Zesz. Nauk. AR Wroc., Konferencje 26, 41–58.
- Michalik A., Bartnik W., Król T., Książek L., Niziołek A., Radecki-Pawlik A., 1996. Badanie składu granulometrycznego rumowiska w rzekach górskich metodą zamrażania próby *in situ*. Zesz. Nauk. AR Krak., Inż. Środ. 16, 79–92.
- Odgaard A.J., Bergs M.A., 1998. Flow processes in a curved alluvial channel. Water Resour. Res. 24(1), 45–56.
- Parker G., Klingeman P.C., 1982. On why gravel bed streams are paved. Water Resour. Res. 18(5), 1409–1423.

## GRAIN-SIZE COMPOSITION OF BEDLOAD AS INDICATOR OF LOCAL DEGRADATION OF RIVER CHANNEL

**Abstract.** The degradation of river channels may occur downstream of hydraulic structures or may be a consequence of the uncontrolled exploitation of bed material or of the bed levelling. Such a process is especially visible in mountain streams because local degradation causes also local aggradation, which considerably affects the water-flow capacity of their channels. One of the factors that may be used for evaluating the equilibrium conditions of a river channel is the grain-size composition of bedload material. The grain-size composition changes both in the longitudinal profile and the cross-sections of the channel over the whole length of the degraded sector. The present paper addresses this problem using the Targaniczanka stream (Małopolska Province, Poland) as an example. The grain-size composition of the bed material was investigated along a 480 m channel sector and its variability was determined. The samples of bedload were collected by different ways: 9 samples were obtained by conventional method from the surface and/or subsurface layer, and 3 samples were obtained by freezing method using liquid nitrogen. It was found that the sorting of the bed material along the stream differs from that in the cross-sections, which is important for bedload transport or sediment deposition in those sections. The calculations were performed using the Meyer-Peter and Mueller modified formulas.

**Key words:** grain-size composition, bedload, channel degradation

*Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 25.07.2008*