



BADANIA RUMOWISKA DENNEGO W WYBRANYCH PRZEKROJACH RZEKI PRZEMSZY I JEJ GŁÓWNYCH DOPLÝWÓW

Marta Łopuszek, Anna Lenar-Matyas
Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszko

STUDIES OF RIVERBED SEDIMENT IN SELECTED GAUGING STATIONS OF PRZEMSZA RIVER AND ITS MAIN TRIBUTARIES

Streszczenie

W artykule przedstawiono ocenę zmienności granulacji rumowiska rzecznoego na długości rzeki Przemszy i jej głównych dopływów w powiązaniu z zaobserwowanymi w niej zakłóceniami wywołanymi działalnością hydrotechniczną w korycie ciek. Skład granulometryczny rumowiska rzecznoego zależy od stanu równowagi hydrodynamicznej i od wielkości przepływu wody w korycie. W korytach z dnem stabilnym wielkość ziaren rumowiska regularnie maleje z biegiem ciek licząc od źródła do ujścia. W ciekach, na których występują odcinki zmienione antropogenicznie, przebieg zmienności składu uziarnienia rumowiska może być nieregularny na długości. W artykule przedstawiono wyniki pomiarów i obliczeń jakie wykonano w profilach wodowskazowych: Łysa Góra, Będzin, Sosnowiec, Jęzor, Chełmek na Przemszy, w profilach Golczowice, Okradzionów, Sławków, Maczki, Niwka na Białej Przemszy oraz w profilach Brynica, Kozłowa Góra (w cofce zbiornika Kozłowa Góra i poniżej zapory), Szambelnia na Brynicy. Wyniki badań wykazały, że we wszystkich profilach badawczych Przemszy i jej dopływów zmienność średnic charakterystycznych d_{10} jest znikoma, natomiast średnice d_{50} oraz d_{90} charakteryzuje znaczne zróżnicowanie na długości badanych cieków. Na Brynicy, gdzie zlokalizowany jest zbiornik zaporowy Kozłowa Góra obserwuje się zakłócenie naturalnego procesu stopniowego zmniejszania się ziaren na

długości rzeki. Na odcinkach badanych rzek (Przemsza, Biała Przemsza), w których ma miejsce dostawa rumowiska niesionego przez ich dopływy, obserwuje się wzrost wielkości średnic charakterystycznych na długości.

Słowa kluczowe: koryto rzeczne, skład granulometryczny, równowaga hydrodynamiczna

Summary

The article presents an assessment of the variability of riverbed sediment throughout the Przemsza river course and its main tributaries in relation with the observed disturbances of grain size changes caused by hydro-engineering activity in the channel. Sediment grain size composition in the river channel depends on the hydrodynamic balance and the water flow. In the stable river channel sediment grain size decreases regularly with the river course from the source to the mouth. In the channel where there are sections of anthropogenically modifications, the variation of sediment grain size composition may be irregular in the river course. The article presents the results of measurements and calculations which were made in the following gauging stations: Łysa Góra, Będzin, Sosnowiec, Jęzor, Chelmek non Przemsza river, in Golczowice, Okradzionów, Sławków, Maczki, Niwka on Biała Przemsza river and in Brynica, Kozłowa Góra (above the back of the reservoir Kozłowa Góra and downstream the dam), Szambelnia on Brynica river. The results of studies shows that variability of characteristic diameter of d_{10} is minimal, while the diameters of d_{50} and d_{90} is characterized by significant differences in all the tested gauging stations of Przemsza river and its tributaries. In Brynica river where Kozłowa Góra reservoir is located disturbances of natural process of grain size gradual decrease upstream and downstream the dam is observed. In the river course of Przemsza river and Biała Przemsza downstream their tributaries characteristic diameters of sediment have been increasing.

Key words: river channel, grain size distribution, hydrodynamic balance

WSTĘP

Z przepływem wody w korytach naturalnych nierozzerwalnie związany jest ruch rumowiska. Rumowisko to może pochodzić z procesów denudacyjnych, zachodzących w zlewni lub też może być produktem erozji dennej i bocznej zachodzącej w korycie ciekłu. Intensywność tych procesów związana jest z czynnikami morfogenetycznymi. Bardzo dużą rolę odgrywa też działalność człowieka, polegająca na zmianie sposobu użytkowania terenu, wznoszeniu bu-

dowli hydrotechnicznych przegradzających trwale koryto i dolinę cieków, regulacji koryt rzecznych. Ingerencje te wywołują zaburzenia równowagi w korycie, a występujące procesy korytowe są jednokierunkowe. W artykule przedstawiono ocenę zmienności granulacji na długości rzeki Przemszy i jej głównych dopływów w powiązaniu z zaobserwowanymi w niej zakłóceniami wywołanymi na przykład działalnością hydrotechniczną w korycie cieków lub ze zmianą sposobu użytkowania doliny cieków.

Skład granulometryczny rumowiska rzecznych zależy od stanu równowagi hydrodynamicznej i od wielkości przepływu wody w korycie. W korytach z dnem stabilnym wielkość ziaren rumowiska regularnie maleje z biegiem cieków licząc od źródła do ujścia. W ciekach, na których występują odcinki zmienne antropogenicznie, przebieg zmienności składu uziarnienia rumowiska może być nieregularny na długości. Związane jest to z przyjętymi w projekcie warunkami hydraulicznymi, które mogą powodować sortowanie rumowiska i wymywanie drobnych frakcji lub akumulowanie niesionego materiału. (Lisle 2002). Dlatego określenie charakterystyki składu granulometrycznego wzdłuż całego cieków stanowi istotny aspekt oceny warunków stabilności koryta lub jej braku. W artykule przedstawiono wyniki pomiarów składu granulometrycznego rumowiska dennego w wybranych profilach rzeki Przemszy i jej największych dopływów. Dokonano też oceny zmienności granulacji na długości badanych cieków w powiązaniu z zaobserwowanymi w nich zakłóceniami wywołanymi czynnikami antropogenicznymi.

METODYKA BADAŃ

Określenie rodzaju materiału dennego i jego granulometrii przeprowadzono w dwóch etapach.

W pierwszym etapie prac dokonano poboru rumowiska z koryta metodą sitową, zgodnie z normą (PN-ISO 4364:2005). Badania wykonano za pomocą pomiarów bezpośrednich, pobierając próby z koryta rzeki a także zbierając bezpośrednio materiał piaskowy do pojemników, aby potem poddać go analizie wagowo-sitowej w laboratorium.

Waga pobieranych prób w zależności od rodzaju i zróżnicowania rumowiska wahała się w granicach od 5 kg (piaski) do 50 kg (rumowisko grube). W każdym profilu dokonywano od 2 do 3 poborów próbek w celu wyeliminowania błędów wynikających z losowego charakteru poboru.

Drugi etap badań stanowiły prace kameralne, które wykonano zgodnie z normą (PKN-CEN ISO/TS 17892-4). Pobrane rumowisko przygotowano do badań (wytrząsanie, rozczłonkowanie i suszenie), a następnie przesiano na zestawie znormalizowanych sit. Badania wykonano w laboratorium Instytutu Geotechniki PK. Na podstawie otrzymanych wyników określono skład granulome-

tryczny pobranego materiału i określono wartości średnic charakterystycznych rumowiska: d_{10} , d_{50} i d_{90} .

Następnie dokonano analizy zmienności granulacji na długości badanych cieków w powiązaniu z zaobserwowanymi w nich zakłóceniami wywołanymi na przykład działalnością hydrotechniczną w korycie cieków lub ze zmianą sposobu użytkowania doliny cieków.

CEL I OBSZAR BADAŃ

W artykule przedstawiono wyniki badań dotyczących składu granulometrycznego materiału dennego w wybranych przekrojach badawczych. Badania miały na celu ocenę zmienności granulacji na długości cieków w powiązaniu z zaobserwowanymi w nich zakłóceniami. W artykule przedstawiono wyniki pomiarów i obliczeń jakie wykonano w profilach wodowskazowych: Łysa Góra, Będzin, Sosnowiec, Jęzor, Chełmek na Przemszy, w profilach Golczowice, Okradzionów, Sławków, Maczki, Niwka na Białej Przemszy oraz w profilach Brynica, Kozłowa Góra (w cofce zbiornika Kozłowa Góra i poniżej zapory), Szambelnia na Brynicy.

Źródła Przemszy zlokalizowane są na zachodniej krawędzi Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej, w Bzowie (*Wodowskazy na Rzekach Polskich*, 1972.). W Mysłowicach Przemsza łączy się z Białą Przemszą, tworząc ciek o nazwie Przemsza. Długość rzeki od połączenia Czarnej i Białej Przemszy wynosi 24 km. Jednak obecnie za całkowitą długość Przemszy przyjmuje się jej długość licząc od źródeł Czarnej Przemszy i wynosi ona 88,6 km. Czarna Przemsza uważana jest za górny bieg rzeki Przemszy (*Podział hydrograficzny Polski* 1980.). Przemsza po połączeniu Białej i Czarnej Przemszy płynie w kierunku Chełmka jako granica między Mysłowicami i Jaworzniem i tym samym tworzy ona granicę między Zagłębiem Dąbrowskim, Małopolską i Śląskiem (Kondracki 1978.). W 1963 roku na Czarnej Przemszy, w okolicach Przeczyc oddano do eksploatacji zbiornik Przeczycze. Maksymalny poziom piętrzenia zbiornika wynosi 8,0 m, powierzchnia zalewu – 5,1 km² (Dynowska i in. 1991.). Zbiornik pełni funkcję przeciwpowodziową, turystyczno-rekreacyjną, zaopatrzenia w wodę, zapewnienia przepływu nienaruszalnego i wymaganego na Czarnej Przemszy poniżej zbiornika (Dynowska i in. 1991.). Do prawobrzeżnych głównych dopływów Przemszy należą: Byczynka, Brynica, która uchodzi do Czarnej Przemszy oraz potok Pager (*Podział hydrograficzny Polski* 1980.). Do lewobrzeżnych dopływów Przemszy należą: Trzebyczka uchodząca do Czarnej Przemszy oraz Mitręga, która kończy swój bieg w wodach zbiornika Przeczycze (*Podział hydrograficzny Polski* 1980.). Ponadto rzeka Przemsza zasilana jest lewobrzeżnie przez wody systemu kilku zbiorników o nazwie Pogoria (Pogoria I-IV) (Dynowska i in. 1991.). Są to zbiorniki utworzone w wyrobiskach kopalni piasku. Rzeka

Przemsza uchodzi do Wisły w miejscowości Gorzów (*Podział hydrograficzny Polski* 1980.).

Biała Przemsza wypływa ze środkowej części Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej, na Wyżynie Olkuskiej, w okolicy miejscowości Sucha (Kondracki 1978.). Biała Przemsza od źródła płynie pod nazwą Centary w kierunku południowo – zachodnim (SW) w płaskodennej dolinie głębokiej na 8–12 m i szerokiej na 200–300 m. Dolina ta jest prawie całkowicie zalesiona. Wzdłuż całego swego biegu rzeka tworzy liczne odnogi i meandry (Kiryk i in.1978.). Między Golczowicami a Kluczami rzeka jest zasilana kilkoma dopływami, następnie od miejscowości Klucze płynie w kierunku zachodnim przepływając przez Pustynię Błędowską, dzieląc ją w zasadzie na dwie połowy. Od połączenia z potokiem o nazwie Biała Biała Przemsza zmienia kierunek na południowy i płynie wąską głęboką doliną, następnie przecinając Garb Ząbkowicki płynie do Sławkowa. Odtąd już przez cały swój bieg płynie przez tereny zagospodarowane i zurbanizowane (Kiryk i in. 1978.). Na granicy Niwki, Boru oraz Mysłowic rzeka Biała Przemsza łączy się na wysokości około 250 m n.p.m. z Czarną Przemszą i już jako rzeka Przemsza płynie do Wisły jako jej lewobrzeżny dopływ (*Podział hydrograficzny Polski* 1980.).

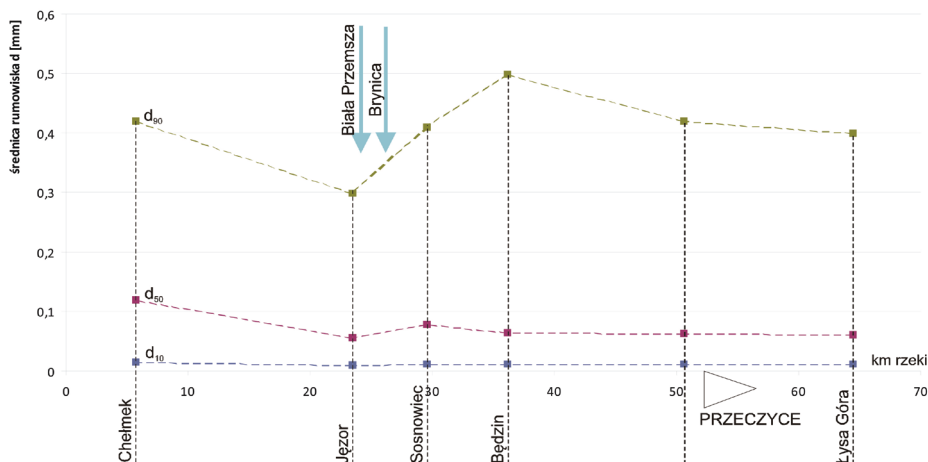
Tabela 1. Zestawienie profili badawczych na Przemszy i jej głównych dopływach.

Table 1. The studied gauging stations of Przemsza river and its main tributaries.

Lp.	Rzeka	Recypient	Przekrój	Kilometr
1.	Przemsza	Wisła	Łysa Góra Będzin Sosnowiec Jęzor Chelmek	64 + 400 36 + 200 29 + 600 23 + 500 5 + 700
2.	Brynica	Przemsza	Brynica Kozłowa Góra – cofka zbiornika Kozłowa Góra – poniżej zapory Szambelnia	35 + 500 29 + 000 25 + 900 0 + 800
3.	Biała Przemsza	Przemsza	Golczowice Okradzionów Sławków Maczki Niwka	46 + 900 30 + 100 23 + 800 10 + 400 0 + 800

Brynica jest prawobrzeżnym dopływem Czarnej Przemszy. Jej źródła znajdują się w okolicach Mysłowca (*Wodowskazy na Rzekach Polskich* 1972.). Brynica jest rzeką typu nizinnego, jej średni spadek podłużny wynosi 1,5%. Płynie ona przez Bobrowniki, Piekary Śląskie, Czeladź, Siemianowice Śląskie, Kato-

wi-ce, Sosnowiec i Mysłowice (Kondracki 1978.). Koryto Brynicy było wielokrotnie przekształcane i bieg rzeki również ulegał zmianom. W 28+000 km biegu Brynicy zlokalizowany jest zbiornik Kozłowa Góra (Dynowska i in. 1991.). Wysokość zapory wynosi 6,0 m, całkowita pojemność zbiornika wynosi 13 mln m³, powierzchnia zalewu – 5,5 km², a średnia głębokość – 2,4 m. Podstawowe funkcje zbiornika to: funkcja przeciwpowodziowa oraz zaopatrzenie w wodę pitną pobliskiej stacji uzdatniania wody GPW. Brynica uchodzi do Czarnej Przemszy na terenie Mysłowic (*Podział hydrograficzny Polski* 1980.).



Rysunek 2. Zróżnicowanie średnic charakterystycznych rumowiska na długości Przemszy.

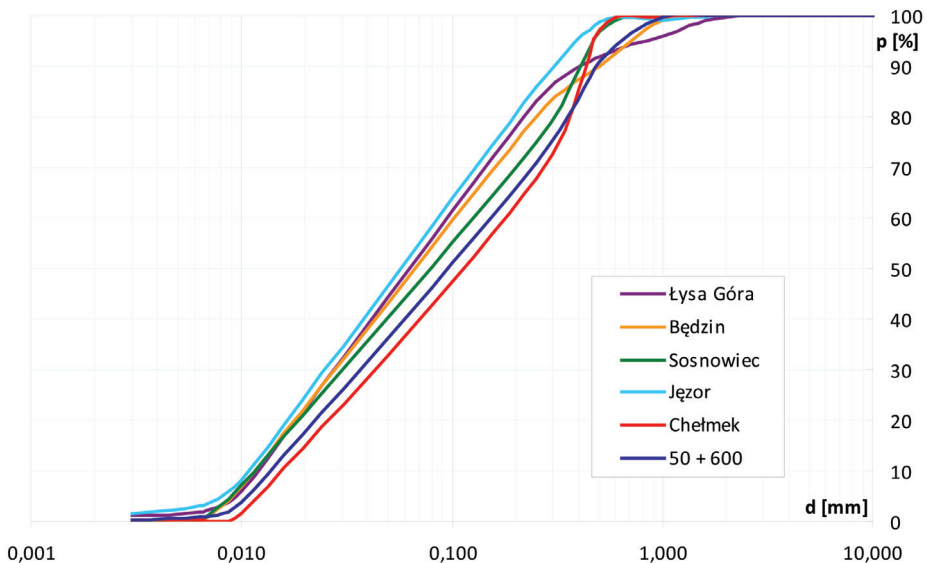
Figure 2. The variability of characteristic diameters of sediment on Przemsza river course.

ANALIZA WYNIKÓW POMIARÓW I OBLICZEŃ

Do określenia zmienności składu uziarnienia rumowiska wykorzystano 15 prób pobranych w/w wcześniej wymienionych przekrojach wodowskazowych. Uzyskane wyniki zostały przedstawione na zbiorczym wykresie rozkładu uziarnienia dla Przemszy, Białej Przemszy i Brynicy (rys.3, 5, 7). Na podstawie krzywych określono średnice charakterystyczne rumowiska dla poszczególnych badanych profili (rys.2, 4, 6).

W wyniku analizy zmienności średnic charakterystycznych materiału korytowego na długości Przemszy stwierdzono, że w zakresie d_{10} średnice rumowiska zawierają się w granicach od 0,02 mm do 0,03 mm na długości cieku. Na odcinku od przekroju Łysa Góra do profilu wodowskazowego Będzin średnice d_{50} przyjmują wartość 0,07 mm, a od Będzina do profilu Jezor średnice te zawierają

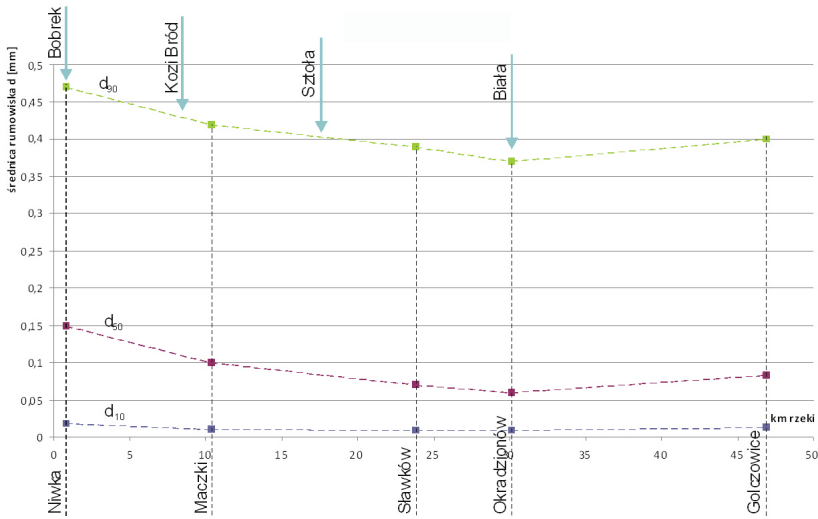
się w przedziale od 0,07 mm do 0,08 mm. Na odcinku poniżej ujścia rzek Białej Przemszy i Brynicy obserwuje się wzrost wielkości średnicy d_{50} . W profilu Chełmek wielkość d_{50} wynosi 0,11 mm (rys. 2). Wielkość średnicy d_{90} na długości Przemszy jest bardzo zróżnicowana. W górnym jej biegu na odcinku od profilu Łysa Góra do zbiornika Przeczyce średnica przyjmuje wartość od 0,4 mm do 0,42 mm, natomiast poniżej zbiornika, na długości około 12 km, wielkość średnicy wzrasta do 0,5 mm. Wzrost ten wynika z braku dostawy rumowiska w tym odcinku ciek, zlokalizowanym poniżej zbiornika, na którym w dniu koryta nastąpiło wysortowanie się ziaren. Na odcinku poniżej Będzina aż do ujścia Brynicy średnica maleje do 0,3 mm. W wyniku dostarczenia rumowiska przez dopływy (Biała Przemsza, Brynica) od profilu Jęzor do profilu Chełmek średnica zmienia się w zakresie od 0,3 mm do 0,4 mm (rys. 2).



Rysunek 3. Krzywe uziarnienia w badanych profilach Przemszy.

Figure 3. Grain size distribution in investigated gauging stations of Przemsza river.

Po szczegółowej analizie rozkładu uziarnienia rumowiska rzeczno-ego w poszczególnych przekrojach badawczych stwierdzono, że na długości badanego odcinka Przemszy dominuje materiał frakcji typu piasek drobny (F_{sa}), stanowiący od 50% (profil Chełmek) do 66% (profil Jęzor) próby. Zawartość ziaren o średnicy większej od 0,3 mm (frakcja typu piasek grubo – C_{sa}) wynosi od 10% (profil Jęzor) do 30% (profil Sosnowiec). Udział ziaren o średnicy mniejszej od 0,02 mm, czyli frakcji drobnoziarnistej typu pył (S_i) wynosi od 22% (profil Jęzor) do 18% (profil Chełmek) – rys. 3.



Rysunek 4. Zróżnicowanie średnic charakterystycznych rumowiska na długości Białej Przemszy.

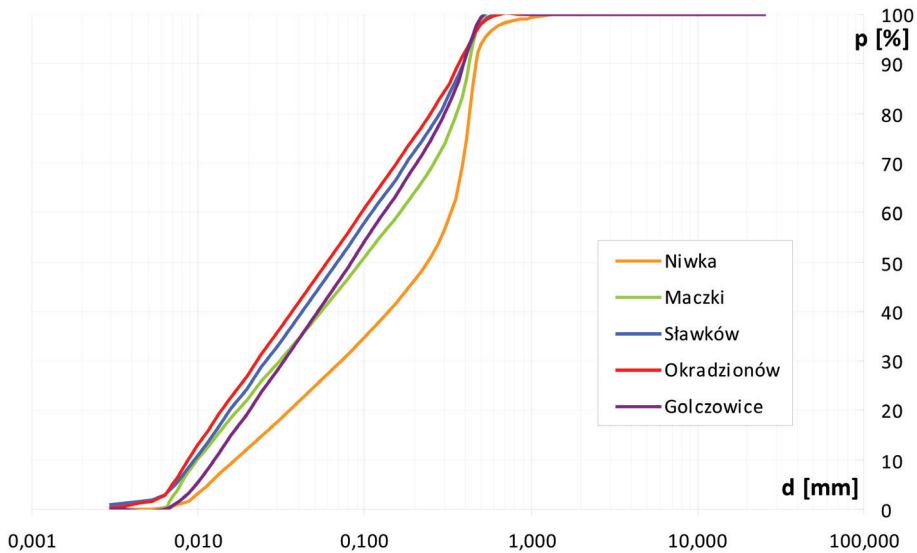
Figure 4. The variability of characteristic diameters of sediment on Biała Przemsza river course.

Z zaobserwowanej zmienności średnic charakterystycznych na długości Przemszy i z analizy rozkładu uziarnienia w badanych profilach wynika, że stopniowe zmniejszanie się ziaren na długości rzeki jest zakłócone na odcinku rzeki o długości około 12 km poniżej zbiornika zaporowego Przeczyce oraz na odcinku poniżej dopływów Biała Przemsza i Brynica (rys. 2).

Analizując przebieg zmian średnic charakterystycznych materiału dennego na długości Białej Przemszy stwierdzono, że w zakresie d_{10} średnice rumowiska zawierają się w granicach od 0,001 mm do 0,002 mm (rys. 4). Wielkość średnic d_{50} na odcinku od profilu Golczowice do profilu Okradzionów zawiera się między 0,06 mm a 0,07 mm, natomiast średnice d_{90} przyjmują odpowiednio wartości od 0,37 mm do 0,4 mm. Na odcinku Białej Przemszy od przekroju Okradzionów do przekroju Niwka zaobserwowano wzrost średnic charakterystycznych d_{50} oraz d_{90} , których wartości zawarte są odpowiednio w przedziałach: $d_{50} = 0,06\text{--}0,15$ mm, $d_{90} = 0,37\text{--}0,46$ mm. Ta obserwowana tendencja wzrostu średnic charakterystycznych d_{50} i d_{90} na długości cieków aż do ujściowego odcinka ma związek z dostawą rumowiska przez cztery dopływy na tym odcinku zasilające Białą Przemszę (Biała, Sztoła, Kozi Bród, Bobrek), (rys.4). W materiale dennym na odcinku Golczowice–Maczki obserwuje się dominację frakcji typu piasek drobny (FSA), której zawartość w badanej próbce stanowi od 50% w profilu Maczki do 62% w profilu Okradzionów. Cząstki o średnicy nieprzekraczającej

0,02 mm (pył średni – MSi) stanowią odpowiednio od 20% w Golczowicach do 27% w Okradzionowie. Procentowy udział ziaren o średnicy większej od 0,5 mm w badanej próbie jest zbliżony dla wszystkich krzywych i nie przekracza 1–2% (rys.4).

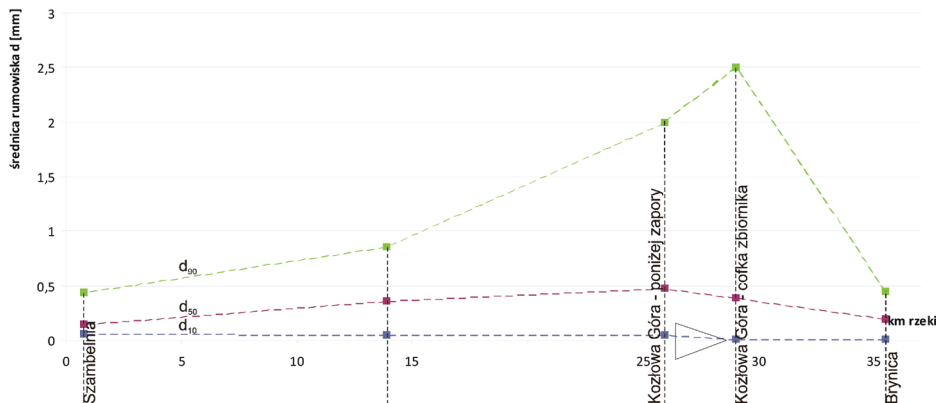
W profilu wodowskazowym Niwka, który zlokalizowany jest w ujściowym odcinku Białej Przemszy, przebieg krzywej uziarnienia ma nieco inny charakter niż pozostałe omówione wyżej krzywe analizowanego odcinka ciekłu. W Niwce materiał denny odznacza się zdecydowanie większą zawartością frakcji typu piasek średni (MSa) niż w pozostałych profilach i stanowi średnio 60% badanej próby. Zawartość materiału droбноziarnistego o średnicy maksymalnej do 0,02 mm (pył średni – MSi) stanowi w profilu Niwka 12% badanej próby. Frakcje o średnicy powyżej 0,5 mm stanowiły jedynie 4% próby (rys.5). Taki rozkład uziarnienia materiału dennego obserwowany w ujściowym odcinku rzeki świadczy o zdolności transportowej ciekłu rozumianej w kategorii wydajności, czyli zdolności do transportu ziaren o maksymalnej średnicy i określonym ciężarze właściwym przy danych warunkach panujących w ciekłu. Obserwowany rozkład uziarnienia świadczy też o dostawie materiału z dużą zawartością frakcji typu piasek średni (MSa) z trzech dopływów zlokalizowanych na tym odcinku rzeki (rys.5).



Rysunek 5. Krzywe uziarnienia w badanych profilach Białej Przemszy.

Figure 5. Grain size distribution in investigated gauging stations of Biała Przemsza river.

W wyniku analizy zmian średnic charakterystycznych materiału koryto-
wego na długości Brynicy stwierdzono, że w zakresie d_{10} średnice rumowiska
zawierają się w granicach od 0,005 mm na odcinku powyżej zbiornika Kozłowa
Góra do 0,02 mm na odcinku poniżej zbiornika Kozłowa Góra do Szabelni.
Wielkość średnicy d_{50} na odcinku od przekroju Brynica do profilu Kozłowa Góra
wzrasta z 0,35 mm do 0,4 mm. Ten wzrost średnicy rumowiska obserwowany
na długości jest spowodowany lokalnym zmniejszeniem spadku podłużnego ko-
ryta ciek, wywołanym oddziaływaniem cofki zbiornika na ten fragment ciek.
Poniżej zbiornika Kozłowa Góra obserwuje się stopniowe zmniejszanie się śred-
nicy d_{50} . Z 0,5 mm maleje ona na długości do 0,4 mm w 13,5 km biegu rzeki,
a w profilu Szabelnia wynosi 0,2 mm. Wielkość średnicy d_{90} na długości Brynicy
jest bardziej zróżnicowana niż średnica d_{50} . W górnym jej biegu na odcinku od
profilu Brynica do zbiornika Kozłowa Góra wielkość średnicy d_{90} wzrasta z 0,4
mm do 2,5 mm. Poniżej zbiornika, na długości rzeki około 12,5 km, średnica
maleje z 2,0 mm do 0,8 mm, a w profilu Szabelnia osiąga wartość 0,4 mm (rys.6).

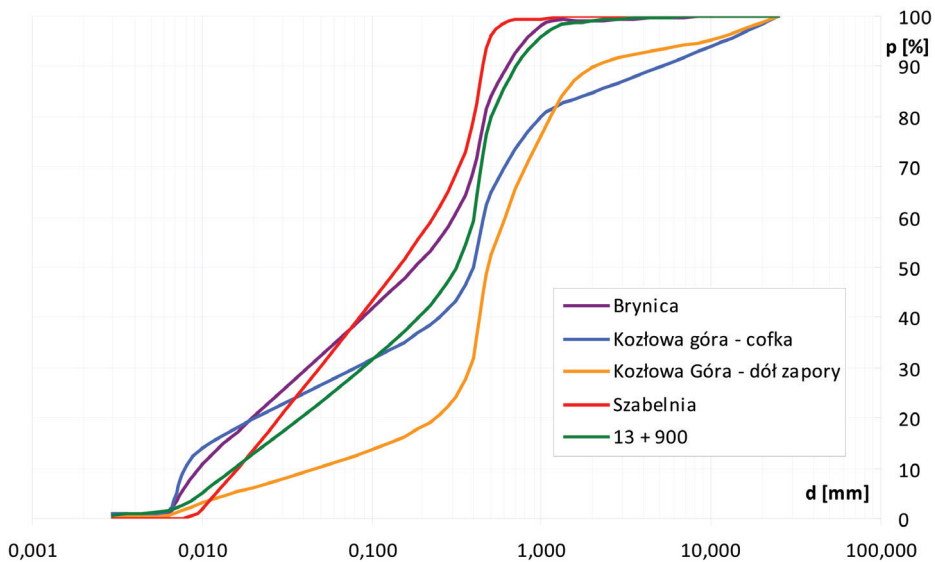


Rysunek 6. Zróżnicowanie średnic charakterystycznych rumowiska
na długości Brynicy.

Figure 6. The variability of characteristic diameters of sediment
on Brynica river course.

Na długości badanego odcinka Brynicy dominuje materiał frakcji
gruboziarnistej. Materiał frakcji typu piasek średni (MSa) stanowi od 50%
(w 13+900 km biegu rzeki) do 70% (w profilu Szabelnia) próby. Zawartość zia-
ren o średnicy większej od 0,5 mm (frakcja typu piasek gruby – Csa) wynosi od
15% (w 13+900 km biegu rzeki) do 1% (w profilu Szabelnia), zawartość ziaren
o średnicy mniejszej od 0,01 mm (pył średni – MSi) wynosi od 12% (w profilu
Brynica) do 1% (w profilu Szabelnia) w odcinku ujściowym rzeki (rys.6).

Na podstawie obserwacji zmienności średnic charakterystycznych na długości Brynicy oraz z analizy rozkładu uziarnienia w poszczególnych profilach badawczych stwierdzono, że stopniowe zmniejszanie się ziaren na długości rzeki jest zakłócone na odcinkach powyżej i poniżej zbiornika zaporowego Kozłowa Góra. W profilu powyżej cofki zbiornika w materiale dennym obserwuje się dominację frakcji typu piasek gruby (CSa), której zawartość określono na 70% próby. Udział ziaren o średnicy mniejszej od 0,05 mm (piasek drobny – FSa) zawiera 28% próby (rys.7). W profilu zlokalizowanym tuż poniżej zapory zawartość frakcji typu piasek gruby (CSa) wynosi tylko 50% zawartości całkowitej badanej próby, a frakcji typu piasek drobny (FSa) – 10% próby. Zmniejszony lokalny spadek podłużny koryta cieku powyżej cofki zbiornika i poniżej zapory ma istotny wpływ na intensywność transportu materiału dennego oraz na wielkość ziaren transportowanych w tych warunkach hydrodynamicznych. Stąd w wyżej wymienionych rejonach obserwowana jest inna tendencja rozkładu i zmienności uziarnienia niż ma to miejsce w pozostałych badanych profilach Brynicy (rys.7).



Rysunek 7. Krzywe uziarnienia w badanych profilach Brynicy.

Figure 7. Grain size distribution in investigated gauging stations of Brynica river.

WNIOSKI

Na podstawie przeprowadzonych pomiarów terenowych i obliczeń stwierdzono, że:

- we wszystkich analizowanych profilach badawczych Przemszy i jej dopływów zmienność średnic charakterystycznych d_{10} jest znikoma, natomiast średnice d_{50} oraz d_{90} charakteryzuje znaczne zróżnicowanie na długości badanych cieków;
- na Przemszy we wszystkich analizowanych profilach obserwuje się występowanie w korycie materiału dennego, w którego skład wchodzi głównie frakcja typu piasek drobny (FSA), na Brynicy we wszystkich badanych profilach przeważa frakcja typu piasek średni (MSA);
- na Brynicy, gdzie zlokalizowany jest zbiornik zaporowy Kozłowa Góra obserwuje się zakłócenie naturalnego procesu stopniowego zmniejszania się ziaren na długości rzeki. W profilu znajdującym się powyżej cofki tego zbiornika następuje zwiększenie wielkości średnic charakterystycznych d_{50} i d_{90} ;
- na odcinkach badanych rzek (Przemsza, Biała Przemsza), w których ma miejsce dostawa rumowiska niesionego przez ich dopływy, obserwuje się wzrost wielkości średnic charakterystycznych d_{50} i d_{90} na długości;
- konieczne jest ponowne wykonanie pomiarów terenowych dotyczących składu granulometrycznego uziarnienia rumowiska rzeczno, szczególnie po wystąpieniu przepływów wezbraniowych. Możliwa będzie wówczas ocena zmian warunków hydrodynamicznych mających wpływ na objętość transportowanego rumowiska.

LIRERATURA

- Dynowska I., Maciejewski M. (red.), *Dorzecze Górnej Wisły*, PWN, Warszawa–Kraków 1991.
- Kiryk F., Kołodziejczyk R., *Dzieje Olkusza i regionu olkuskiego*, t. 1, PWN, Warszawa–Kraków 1978.
- Kondracki J., *Geografia fizyczna Polski*, PWN, Warszawa 1978.
- Lisle T. E. *Sediment transport-storage relations for degradation of gravel bed channel*. Water Resources Research, vol. 38, No. 11, 2002.
- PKN-CEN ISO/TS 17892-4, *Oznaczenie składu granulometrycznego*.
- PN-ISO 4364:2005, *Pomiar przepływu w korytach otwartych. Pobieranie próbek materiału dennego*.
- Podział hydrograficzny Polski, cz. I, Zestawienie liczbowo-opisowe, 1983, cz. II, Mapa, WKiŁ, Warszawa 1980.
- Wodowskazy na Rzekach Polskich*, Część II. *Wodowskazy w dorzeczu Wisły i na rzekach Przymorza na wschód od Wisły*, WKiŁ, Warszawa 1972.

dr inż. Marta Łapuszek
dr inż. Anna Lenar-Matyas
Politechnika Krakowska, Instytut Inżynierii i Gospodarki Wodnej
ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków, tel. 012 628 28 89
mlapusze@iigw.pl
alengar@iigw.pl

*Badania przedstawione w artykule są finansowane z projektu badawczego
Komitetu Badań Naukowych nr PB-5546/B/T02/2010/38.*

Wpłynęło: 26.09.2014

Akceptacja do druku: 11.02.2015