

WPLYW GRUBEGO I DROBNEGO RUMOSZU ROŚLINNEGO NA HYDRODYNAMIKĘ KORYT RZECZNYCH

INFLUENCE OF COARSE AND FINE PLANT DEBRIS ON RIVER CHANNEL HYDRODYNAMICS

Tomasz Kałuża

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

Artur Radecki-Pawlik

Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

Streszczenie. W pracy opisano problemy związane z rumoszem drzewnym w ciekach, zarówno grubym, jak i drobnym. W ostatnim czasie obserwujemy na świecie i w Polsce coraz większe zainteresowanie tym tematem. Artykuł ma na celu przybliżenie zagadnienia rumoszu drzewnego oraz drobnego rumoszu roślinnego w odniesieniu do rzek górskich i nizinnych. W pracy przedstawiono również fragmenty terenowych prac badawczych dotyczące zróżnicowania parametrów hydrodynamicznych w rejonie występowania grubego rumoszu drzewnego. Uzyskane wyniki z tychże prac pokazują, że zalegający w korycie rumosz drzewny znacząco wpływa na parametry przepływu w rzece oraz jest przyczyną powstawania żwirowych łań korytowych. Badania, wykonane na odcinku rzeki Warty w okolicach miejscowości Pyzdry, łączą deponowanie rumoszu roślinnego na strukturze krzewów porastających tereny zalewowe ze zmniejszeniem przepustowości koryta wielkiej wody i aktywizacją procesów erozyjnych w obrębie koryta głównego.

Abstract. Along the paper the problems connected with fine and coarse woody debris in rivers are described. Especially last years many papers appear in Polish and international

Adres do korespondencji – Corresponding authors: dr hab. inż. Tomasz Kałuża, Katedra Inżynierii Wodnej i Sanitarnej, Zakład Inżynierii Wodnej, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Piątkowska 94A, 60-649 Poznań, e-mail: kaltom@gmx.net; prof. dr hab. inż. Artur Radecki-Pawlik, Katedra Inżynierii Wodnej i Geotechniki, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, al. Mickiewicza 24/28, 30-059 Kraków, e-mail: rmradeck@cyf-kr.edu.pl.

Praca sfinansowana ze środków Narodowego Centrum Nauki przyznanych na podstawie decyzji numer DEC-2011/01/B/ST10/06959 w ramach realizacji grantu badawczego: „Analiza zjawiska transportu i deponowania drobnego rumoszu roślinnego w obrębie koryta rzeki”.

literature covering that subject. Thus, the paper aims in getting acquainted the reader with the woody debris problems in mountain and lowland rivers. Parallel in the paper two case studies are presented, respectively from mountain and lowland river when some hydrodynamical parameters were measured and analyzed. The obtained results show that woody debris has the influence on changes of the values of hydrodynamics parameters within river channel. Case studies were run on the Warta River (lowland river) and the Raba River (mountain river).

Słowa kluczowe: rumosz drzewny, drobny rumosz roślinny, parametry hydrodynamiczne

Key words: woody debris, fine plant debris, hydrodynamic parameters

WSTĘP

Naturalnym warunkom przepływu wody w korytach rzecznych towarzyszy transport materiału organicznego. Materiał ten określa się najczęściej mianem rumoszu roślinnego lub organicznego, a jego skład zależy od charakterystyki cieków. W warunkach rzek górskich będzie to najczęściej tzw. gruby rumosz drzewny, na który składać się będą całe drzewa, krzewy oraz ich fragmenty, gałęzie, pnie. Natomiast specyfiką rzek nizinnych jest duży udział tzw. drobnej materii organicznej, na którą składać się będą zarówno fragmenty roślinności wodnej, jak i lądowej porastającej tereny zalewowe: liście, łodygi, źdźbła traw, gałęzie, pnie itp.

Powalone drzewa zalegające w korytach rzecznych (zarówno górskich, jak i nizinnych) stanowią integralny składnik systemów rzecznych. Rumosz drzewny wywiera przy tym istotny wpływ na kształtowanie się fizycznych cech cieków górskich. Obecność rumoszu sprzyja także zwiększeniu morfologicznego zróżnicowania cieków. Mimo pozytywnego znaczenia powalonych drzew dla funkcjonowania ekosystemów rzecznych, rola tych drzew była do niedawna słabo rozpoznana. Było to spowodowane wycinaniem nadbrzeżnych lasów w dolinach rzek oraz usuwaniem powalonych kłód drewna z koryta cieków. Takie działania miały na celu zapobieżenie zmniejszeniu przepustowości koryta w trakcie przejścia fali wezbraniowej, uniknięcie uszkodzeń budowli hydrotechnicznych oraz pozyskanie drewna opałowego [Wyźga i in. 2003a, Radecki-Pawlik 2006]. W latach 50. i 60. XX wieku podjęto działania mające na celu usuwanie powalonych drzew z koryt rzek i potoków spływających z Gór Kaskadowych i Gór Nadbrzeżnych w USA. Usunięcie drzew miało na celu ułatwienie migracji ryb łososiowatych na tarło. Podjęte działania przyniosły jednak odwrotny skutek – populacja ryb drastycznie zmalała. Ta niefortunna akcja stała się impulsem do zapoczątkowania badań nad rumoszem drzewnym zdeponowanym w korytach rzecznych [Wyźga i in. 2003b, Wyźga 2007].

Drobny rumosz roślinny ma istotną wagę w analizie przepływów rzek nizinnych. Znaczenie drobnego rumoszu roślinnego w ramach analizowanego zjawiska sprowadza się do kilku istotnych aspektów:

- hydrodynamicznego – przepływające z wodą elementy roślinne zatrzymują się na drzewach czy krzewach, zwiększając opory hydrauliczne przepływu, wpływają także na zmianę charakteru przepływu wody przez strefę roślinną z mikrostrukturalnego na makrostrukturalny;
- ekologicznego – transportowana biomasa zdeponowana w innych miejscach koryta znacząco wpływa na zmianę warunków siedliskowych;

- ekonomicznego – drobna materia organiczna osadzająca się na kratkach urządzeń hydrotechnicznych, np. wlotach do turbin elektrowni wodnych, ujęciach wody itp., stanowi istotne utrudnienie funkcjonowania tych urządzeń, a ich czyszczenie generuje znaczne koszty.

W pracy przedstawiono ocenę składu i charakterystyki rumoszu roślinnego w rzekach nizinnych i górskich. Porównano również wpływ obu rodzajów rumoszu na hydrodynamikę koryta rzecznego.

GRUBY RUMOSZ DRZEWNY

Drzewa rosnące w sąsiedztwie potoków i rzek obumierają, osiągnąwszy maksymalny dla danego siedliska oraz gatunku drzewa wiek, a także na poszczególnych etapach rozwoju lasu, przegrywając w konkurencji pomiędzy blisko rosnącymi osobnikami. Dostawa grubego rumoszu drzewnego do koryt spowodowana naturalną śmiertelnością drzew ma miejsce przede wszystkim w zlewniach porośniętych pierwotnym starodrzewem [Wyźga i in. 2003a, 2003b]. Jednocześnie zasadniczym czynnikiem, który w czasach historycznych ograniczył dostawę grubego rumoszu drzewnego do koryt cieków, było trwające od stuleci wylesianie zlewni, w tym zwłaszcza obszarów przykorytowych; w zlewniach górskich przeciętny stopień wylesienia był jednak mniejszy niż na obszarach nizinnych. Ale nawet w przypadku potoków i rzek o zalesionych brzegach działalność człowieka w istotny sposób wpływa na wielkość dostawy drewna do cieków i możliwość jego pozostawiania w korytach [Kaczka 1999].

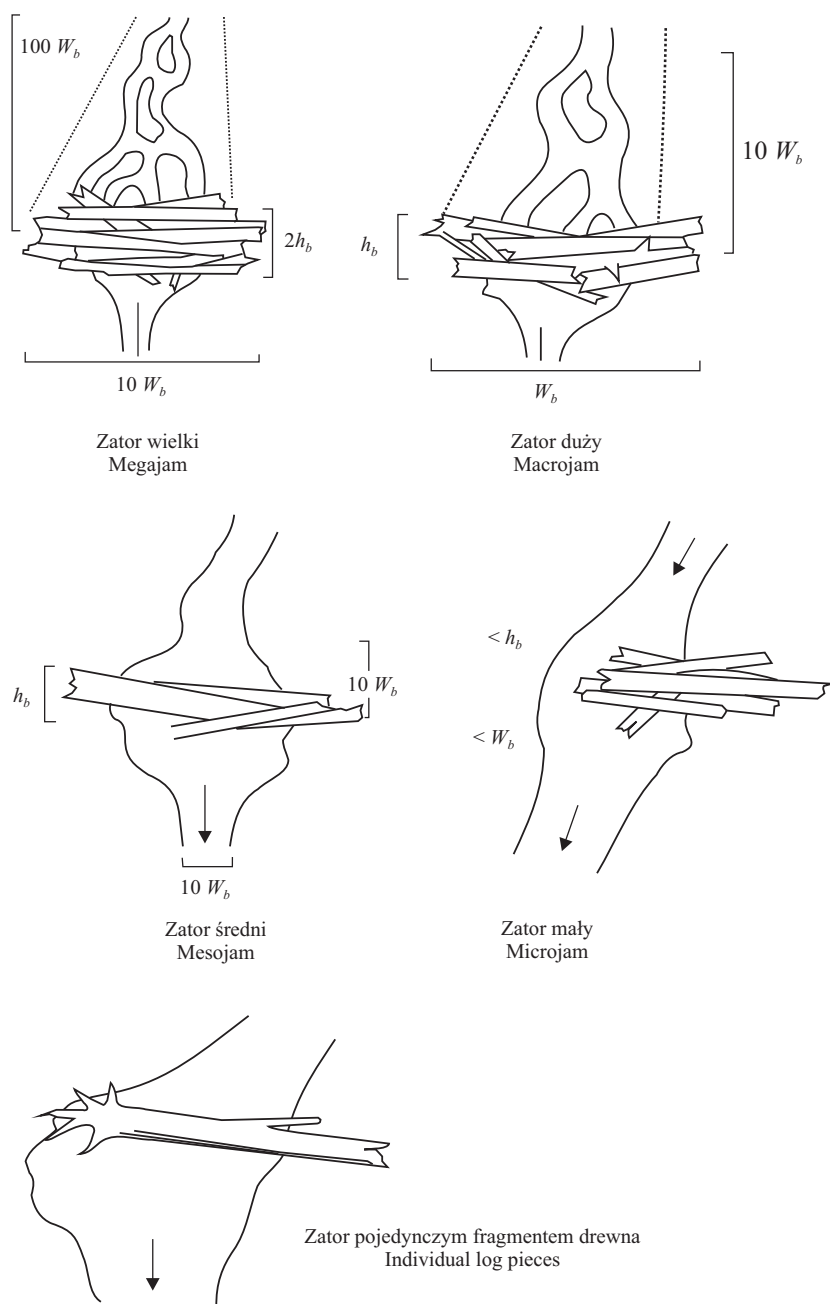
Wraz ze wzrostem wielkości cieków zmieniają się czynniki wpływające na lokalizację depozycji grubego rumoszu drzewnego, ulega także zmianie stabilność jego nagromadzeń oraz ich oddziaływanie na morfologię cieku. W źródłiskowych odcinkach rzek, w ciekach pierwszego i drugiego rzędu według klasyfikacji Strahlera, większość powalonych drzew jest znacznie dłuższa od szerokości koryta i przewieszają się ponad jego brzegami. Jeśli potok taki płynie dnem doliny wciosowej, powalone drzewa mogą zawieszać się na jej zboczach, pozostając wysoko ponad korytem do czasu, gdy spróchnieją i ulegną przełamaniu pod własnym ciężarem [Wyźga 2007].

Church [1996] określa zator drzewny jako nagromadzony w korycie cieku rumoszą drzewny. Podział rumoszu drzewnego podany przez Churcha jest następujący (ryc. 1):

- zator wielki rumoszu drzewnego,
- zator duży rumoszu drzewnego,
- zator średni rumoszu drzewnego,
- zator mały rumoszu drzewnego,
- zator pojedynczym fragmentem drewna.

Formy występowania rumoszu drzewnego przedstawili z kolei Wyźga i in. [2003a]:

- kłody, będące pojedynczymi pniami lub fragmentami pni, konarów i korzeni o długości większej od 1 m i średnicy mierzonej w połowie długości większej od 10 cm,
- krzewy i drzewa stanowiące zdeponowane w ciekach krzewy oraz drzewa z zachowaną koroną często także wiązką korzeni, cechujące się przestrzenną strukturą,
- zwaly, będące różnorodnymi mieszaninami pni, konarów, gałęzi korzeni wraz z materiałem mineralnym i drobniejszym materiałem organicznym.



Ryc. 1. Zatory z rumoszu drzewnego; h_b – głębokość koryta przy przepływie wody brzegowej, W_b – szerokość zwierciadła wody przy przepływie odpowiadającym stanowi wody brzegowej [Radecki-Pawlik 2006]

Fig. 1. Woody debris examples; h_b – bankfull height, W_b – bankfull width [Radecki-Pawlik 2006]

DROBNY RUMOSZ ROŚLINNY

Intensywność procesu transportu drobnej materii organicznej w korytach rzek nizinnych zależy od wielu czynników. Rodzaj rumoszu występujący na danym odcinku rzeki powiązać można m.in. z formami zagospodarowania doliny rzecznej (pola uprawne, łąki oraz odcinki leśne rzek), ze zmianami fenologicznymi (obumieranie roślinności wodnej, zrzucanie liści), a także z gwałtownymi zjawiskami hydro-meteorologicznymi (powodzie, silne wichury łamiące drzewa, konary i gałęzie). W praktyce można powiązać ilość i jakość rumoszu ze stanem ekologicznym rzek.

Kolejny problem stanowi identyfikacja parametrów rumoszu roślinnego dla odmiennych warunków przepływu (np. dla przepływów niskich i średnich, a rumoszem dla przepływów powodziowych). W warunkach przepływów niskich i średnich dominuje transport drobnej materii organicznej (liście, fragmenty makrolitów, gałązki). W trakcie wezbrań powodziowych po przekroczeniu stanu wody brzegowej unoszone są także suche żdzbla traw, liście, gałęzie i pnie drzew zalęgające na skarpach i w obrębie koryta wielkiej wody. Materia ta odkładana latami uruchamiana jest w okresie wezbrania siłą unoszenia wody (ryc. 2). Z tego powodu w warunkach powodziowych rzeki nizinne prowadzą zwiększoną ilość materii organicznej zarówno świeżej (łatwej do identyfikacji), jak i zdegradowanej różnymi procesami organicznymi (trudniejszej od oceny gatunkowej i jakościowej).

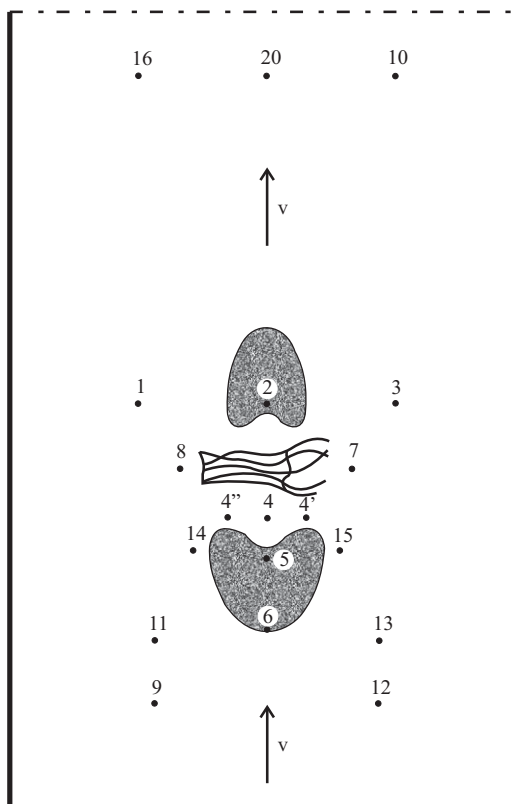
Deponowanie rumoszu roślinnego przy znacznych głębokościach przepływu odbywa się w obrębie struktury krzewów i drzew. Związane to jest z gęstością zakrzaceń



Ryc. 2. Rumosz roślinny deponowany w obrębie struktury krzewów. Wezbranie rzeki Warty w 2010 roku. Przekrój poniżej mostu w miejscowości Pyzdry (fot. T. Kałuża)

Fig. 2. Fine plant debris deposited within the brushes. Picture taken during the Warta River flooding, cross-section below Pyzdra bridge (photo T. Kałuża)

i rozmieszczenia drzew. Zatrzymywane są wówczas zarówno elementy grubego rumoszu drzewnego, jak i drobnego rumoszu roślinnego (ryc. 3). W warunkach rzek nizinnych rzadziej można spotkać naturalne formy zatorów drzewnych, choć niebagatelną rolę w kształtowaniu takich sytuacji ma np. działalność bobrów. Wynika to z faktu znacznego poszerzenia zasięg terytorialnego występowania bobra europejskiego w Polsce.



Ryc. 3. Rozmieszczenie punktów pomiarowych w rejonie rumoszu drzewnego
Fig. 3. Arrangement of measuring points at the woody debris

PRZYKŁADOWE WYNIKI BADAŃ PARAMETRÓW HYDRODYNAMICZNYCH – RZEKA RABA, GRUBY RUMOSZ DRZEWNY

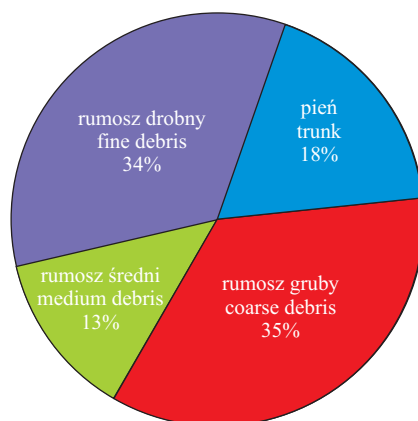
Case study przytoczone w pracy dotyczy rzeki Raby oraz utworzonego w jej ujściowym odcinku dużego zatoru drzewnego. Przedmiotem badań była drewniana kłoda sklasyfikowana jako zator pojedynczym fragmentem drewna (ryc. 4), znajdująca się w korycie rzeki i jej wpływ na procesy zachodzące w badanym odcinku koryta (ryc. 5). Zarówno przed, jak i za przeszkodą utworzyły się łachy korytowe.

W celu zrozumienia przebiegu procesów fluwialnych oraz zmian morfologicznych, a także określenia parametrów hydrodynamicznych w korycie ciek pod wpływem bada-



Ryc. 4. Pomiary hydrometryczne w rejonie rumoszu drzewnego zdeponowanego w rzece Rabe w celu określenia parametrów hydrodynamicznych (fot. B. Radecki-Pawlik)

Fig. 4. Hydrometric measurements at the woody debris located in Raba River to determine hydrodynamic parameters (photo B. Radecki-Pawlik)



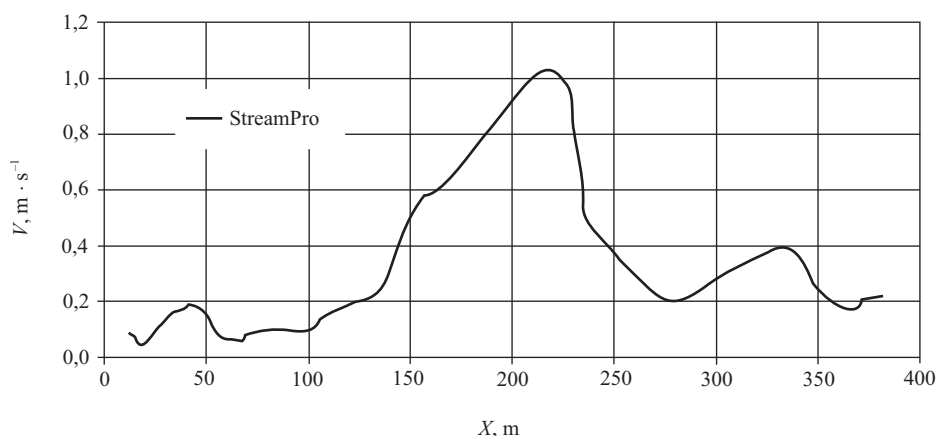
Ryc. 5. Udział poszczególnych frakcji rumoszu

Fig. 5. Percentage participation of plant debris fractions

nego zatoru drzewnego, konieczne było określenie rozkładu prędkości wody nad dnem cieku w rejonie oddziaływania zatoru. Pomiary te przedstawiono szczegółowo w pracy Radeckiego-Pawlika i in. [2011]. W tabeli 1 zestawiono parametry hydrodynamiczne występujące w pionach pomiarowych w rejonie rumoszu drzewnego. Lokalizację punktów pomiarowych w okolicach rumoszu drzewnego przedstawiono na rycinie 3.

Tabela 1. Parametry hydrodynamiczne występujące w pionach pomiarowych w rejonie rumoszu drzewnego
 Table 1. Hydrodynamic parameters in measuring points at the woody debris

Nr No	H cm	h cm	V m · s ⁻¹	V _{sr}	V _{max} m · s ⁻¹	V _*	τ N · m ⁻²	Re _{denna}	Re _{max}	Fr _{sr}	Fr _{max}	
1	27	1	0,142	0,209	0,154							
		2	0,211	0,267	0,290	0,343	0,367	0,023	0,548	75168	0,211	0,225
		3	0,328	0,290	0,334							
2	21	1	0,139	0,135	0,150							
		2	0,155	0,173	0,185	0,190	0,245	0,007	0,051	1073	0,133	0,171
		3	0,187	0,192	0,160							
3	49	1	–	–	–							
		2	0,440	0,430	0,435	0,556	0,586	0,008	0,069	3303	0,254	0,267
		3	0,452	0,441	0,470							
7	57	1	0,142	0,160	0,122							
		2	0,155	0,163	0,160	0,202	0,202	0,004	0,017	1073	0,085	0,146
		3	0,164	–	0,170							
8	55	1	0,166	0,170	0,183							
		2	0,201	0,182	0,195	0,230	0,452	0,007	0,048	1314	0,099	0,195
		3	0,193	–	0,242							
4	60	1	-0,002	-0,002	-0,007							
		2	-0,005	-0,005	0,007	0,005	0,007	0,0005	0,0002	28	0,002	0,003
4'	58	1	0,001	0,010	0,008							
		2	0,008	0,010	0,023							
		3	0,035	0,025	0,028	0,328	0,520	0,005	0,026	48	228997	0,138
		4	0,045	0,040	0,052							
4''	59	1	0,001	0,002	-0,003							
		2	0,005	0,008	0,009							
		3	0,020	0,011	0,031	0,354	0,494	0,005	0,026	15	221149	0,147
		4	0,035	0,058	0,040							
14	28	1	0,245	0,279	0,250							
		2	0,283	0,285	0,273	0,417	0,462	0,015	0,240	1959	0,251	0,279
		3	0,354	0,376	0,360							



Ryc. 6. Rozkład prędkości w przekroju km 353,5 pomierzony sondą StreamPro (04.06.2010)
 Fig. 6. Water velocity distribution in 353,5 km mesured with StreamPro (04.06.2010)

Na podstawie badań przeprowadzonych w warunkach terenowych na rzece Rabie można wysunąć następujące wnioski:

1. Zator rośliny w postaci pojedynczej kłody powoduje zmiany warunków hydrodynamicznych oraz jest przyczyną akumulacji rumowiska rzecznego i powstawania łach przed oraz za przeszkodą.
2. Przed zatorem utworzyła się łacha o kształcie barchanowym. Jej szczyt obsypany jest luźnym żwirem. Za zatorem również powstała łacha, ale o kształcie parabolicznym. Jest ona zbudowana z materiału drobniejszego niż łacha powstała przed zatorem. Szerokość obydwu łach jest zdeterminowana wielkością zatoru.
3. Największe naprężenia styczne zaobserwowano na szczycie łachy. Wynoszą one $\tau_0 = 2,447 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$. Natomiast najmniejsze wartości naprężeń stycznych zaobserwowano w punkcie zlokalizowanym z cienia łachy przed przeszkodą, gdzie wynoszą one $\tau_0 = 0,0002 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$.
4. Rumosz drzewny ma wpływ na warunki przepływu wody. Przed przeszkodą (punkt 4) zaobserwowano ujemne prędkości, co świadczy o przeciwrzadowym przepływie wody. Dodatkowo w punktach zlokalizowanych bezpośrednio przed rumoszem (punkty 4, 4' i 4'') zaobserwowano znaczny spadek prędkości wody oraz stosunkowo duże przegłębienia spowodowane obecnością zatoru.
5. W cieniu łachy, przed zatorem roślinnym następuje wyraźne zmniejszenie wartości prawie wszystkich parametrów hydrodynamicznych. W punkcie 4 najniższe wartości osiągają: prędkość dynamiczne $V^* = 0,0005 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, liczba Reynoldsa $Re = 3189$, naprężenia styczne $\tau_0 = 0,0002 \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$ oraz liczba Froude'a $Fr = 0,002$. W punkcie 4'' najniższą wartość osiąga liczba Reynoldsa denna $Re_{\text{denna}} = 15$.

BADANIA WARUNKÓW PRZEPLYWU W PRZYPADKU DROBNEGO RUMOSZU ROŚLINNEGO – RZĘKA WARTA

Wstępna analiza wpływu deponowania drobnego rumoszu roślinnego w strukturze krzewów dotyczy odcinka rzeki Warty powyżej przekroju mostowego w Pyzdrach. Badany odcinek zlokalizowany był pomiędzy kilometrem 351,82 a 352,04. Średnia szerokość doliny zalewowej wynosi tu 490 m, a szerokość koryta Warty waha się od 50 do 84 m. Tereny zalewowe pokryte są wysoką roślinnością trawiastą, zbiorowiskami krzewów oraz drzew. Prawy brzeg obszaru ograniczony jest wysoką naturalną skarżą, lewy zaś obwałowaniem przeciwpowodziowym. W trakcie przejścia fali powodziowej w maju i czerwcu 2010 roku na całym odcinku Warty środkowej odnotowano nasilone zjawisko transportu i deponowania materii organicznej w obszarze międzywał w strukturze rosnących tam krzewów i drzew. Materiał zatrzymany w obrębie krzewów znajdujących się na badanym odcinku posłużył do oceny składu i charakterystyki rumoszu roślinnego.

Badania rumoszu przeprowadzono w roku 2011 (w międzyczasie na badanym odcinku Warty nie odnotowano żadnego znaczącego wezbrania, które mogłoby zmodyfikować ilość i skład zatrzymanego rumoszu). W przedstawionych wynikach badań uwzględniono całość rumoszu, jaka zatrzymała się w obrębie reprezentatywnego skupiska drzew i krzewów, zlokalizowanego ok. 250 m przed mostem w Pyzdrach, na lewym brzegu rzeki. Rumosz zdeponowany był w formie zwartej wału o wysokości ok. 1,5 m całkowicie i ściśle wypełniającego przestrzeń między gałęziami od strony napływu wody. Materiał ten był dość mocno przemieszany i zaklinowany. Ogółem do badań wykorzystano prawie 388 kg materiału roślinnego, który udało się tu pozyskać. Materiał ten był wygrabiany i składowany na matach foliowych. W klasyfikacji badanego rumoszu przyjęto podział na rumosz drobny, średni, gruby oraz pnie (kłody). Na podstawie badań określono przeciętne parametry geometryczne rumoszu dla poszczególnych grup (tab. 2). Parametry wyznaczono na podstawie pomiarów prób o liczebności minimum 50 sztuk.

Tabela 2. Parametry geometryczne badanego rumoszu roślinnego

Table 2. Investigated fine plant debris parameters

Parametry Parameters	Rumosz drobny Fine plant debris	Rumosz średni Medium plant debris	Rumosz gruby Coarse plant debris	Kłody Logs
Średnica, mm Diameter, mm	4,5	21	48	140
Długość, m Length, m	–	0,67	1,66	8,0

Na podstawie zważonego materiału określono procentowy udział poszczególnych frakcji rumoszu (ryc. 5). Największy udział procentowy w przebadanej próbce miał rumosz gruby (35%) i drobny (34%). Udział rumoszu średniego wyniósł 13%, a kłód 18%. Pamiętać należy, że w przypadku rzek nizinnych elementami stałymi tworzącymi rumosz roślinny są w jednakowym stopniu rumosz drobny, średni i gruby. Natomiast udział kłód, pni drzew jest tu opcjonalny.

Objętościowo największą grupę stanowił drobny rumosz roślinny. W jego skład wchodziły 4 podstawowe frakcje: elementy zdrewniałe (fragmenty gałązek), żdźbła traw i innych roślin, korzenie oraz liście. Ze względu na stan tego materiału (zdecydowaną większość, ponad 90%, stanowiły fragmenty w zaawansowanym stadium rozkładu) nie określano długości elementów.

W trakcie powodzi w 2010 roku na badanym odcinku przeprowadzono za pomocą sondy StreamPro [Teledyne 2008] 18 pomiarów hydrometrycznych. Pomiarzy w okresie przejścia kulminacji fali powodziowej uwzględniały przekroje dolinowe. Pomiarzy dolinowe wykorzystano m.in. do weryfikacji wyznaczania aktywnej strefy przepływu w modelach jednowymiarowych [Laks i Kałuża 2012]. Wyniki pomiarów pozwoliły także ocenić wpływ zarosnięcia międzywala oraz zdeponowania tam materiału roślinnego na warunki przepływu (ryc. 6). Stan lewego międzywala w tym obecność zadrzewień i zakrzaceń, gdzie deponowany był rumosz roślinny, spowodował redukcję prędkości przepływu do ok. $0,10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Prędkości w nurcie rzeki przekraczały $1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, a na prawym brzegu średnio $0,3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

Ilość i sposób zdeponowania rumoszu roślinnego w strukturze krzewów na badanym odcinku Warty spowodowały zmianę charakteru przepływu w obrębie krzewów. Z przepływu mikrostrukturalnego (przepływ przez strukturę gałązek) zmienił się w przepływ makrostrukturalny (krzewy i grupy drzew traktowane są jako elementy nieprzepuszczalne opływane przez strumień wody). Hipoteza ta została poparta obserwacjami i pomiarami wykonanymi w trakcie powodzi w 2010 roku [Laks i Kałuża 2012], a także analizą stanu roślinności międzywala po ustąpieniu wody. Koncentracja przepływu na badanym odcinku doprowadziła do zniszczenia budowli regulacyjnych (ostrogi) oraz rozmycia prawego brzegu na łuku rzeki (ryc. 7).



Ryc. 7. Odtworzenie zniszczonej zabudowy regulacyjnej na odcinku lewego brzegu rzeki Warty km 353,7 (fot. T. Kałuża)

Fig. 7. Replacement of devastated river training structure on the left bank of the Warta River in km 353,7 (photo T. Kałuża)

PODSUMOWANIE

W niniejszej pracy zaprezentowano specyfikę i znaczenie rumoszu drzewnego oraz drobnego rumoszu roślinnego w odniesieniu do rzek górskich i nizinnych. Wykazano odmienny charakter oraz genezę występowania zjawisk związanych z transportem i akumulacją rumoszu w rzekach górskich i rzekach nizinnych. Stwierdzono, że zalegający w korycie rumosz drzewny zarówno w wypadku rzek nizinnych, jak i górskich będzie znacząco wpływać na morfologiczne zróżnicowanie cieków. Specyfiką rzek nizinnych jest drobny rumosz roślinny. Składa się on z niewielkich fragmentów drzew i krzewów (fragmenty gałązek) oraz części roślinności zielnej, makrofitów i traw. W normalnych warunkach deponowany jest on na obszarze międzywala, a uruchamiany, transportowany i akumulowany na obszarach porośniętych krzewami i drzewami w warunkach wezbrania.

Porównanie specyfiki akumulacji rumoszu drzewnego na rzece Rabie oraz rumoszu roślinnego na rzece Warcie pozwoliło sformułować następujące spostrzeżenia:

- Zator rośliny w korycie rzeki górskiej, nawet w postaci pojedynczej kłody, powoduje zmiany warunków hydrodynamicznych oraz jest przyczyną akumulacji rumowiska rzecznego i powstawania łach przed oraz za przeszkodą, przy czym kształt obu łach jest odmienny,
- Dodatkowo w wypadku rzek górskich zator przyczynia się do lokalnych zmian granulometrycznych w dnie cieku (łacha przed zatorem zbudowana jest z grubszego materiału niż łacha za zatorem),
- Rumosz drzewny ma wpływ na warunki przepływu wody. Przed przeszkodą odnotowano ujemne prędkości, co świadczy o przeciwpądowym przepływie wody. Dodatkowo w punktach zlokalizowanych bezpośrednio przed rumoszem zaobserwowano znaczny spadek prędkości wody oraz stosunkowo duże przegłębienia spowodowane obecnością zatoru.
- W przypadku rzek nizinnych elementami stałymi tworzącymi rumosz roślinny są w jednakowym stopniu rumosz drobny, średni i gruby. Zaproponowana w pracy klasyfikacja ma charakter wstępnego rozpoznania problemu badawczego. Przy rozpatrywaniu rzek nizinnych pamiętać należy, że udział kłód, pni drzew jest tu opcjonalny.
- Z przeprowadzonych na odcinku Warty badań wynika, że rumosz roślinny w trakcie wezbrania jest akumulowany w obrębie struktury krzewów i drzew porastających tereny zalewowe. Ilość i charakterystyka tego materiału przyczynia się do zmiany warunków przepływu na terenie zalewowym, co może prowadzić do aktywizacji procesów erozyjnych w obrębie koryta głównego.

PIŚMIENNICTWO

- Church M., 1996. Channel morphology and typology. [W:] River flows and channel forms. Red. G. Petts, P. Carlow. Blackwell Science Oxford.
- Kaczka R., 1999. Rola kłód w kształtowaniu systemu fluwialnego i związanych z nim biocenoz (Kamienica, Gorce). [W:] Interdyscyplinarność w badaniach dorzecza. Red. W. Chełmicki, J. Pociask-Karteczka. Instytut Geografii UJ Kraków.
- Laks I., Kałuża T., 2012. Modelowanie nieustalonych przepływów w rzekach nizinnych na przykładzie Warty. Wyd. Uniwersytetu Przyrodniczego Poznań.

- Radecki-Pawlik A., 2006. Podstawy hydrogeomorfologii cieków górskich dla biologów, ekologów, geografów oraz inżynierów kształtowania i ochrony środowiska (wraz z przykładami obliczeniowymi). Wyd. UR Kraków.
- Radecki-Pawlik A., Wieczorek M., Plesiński K., 2011. Zróżnicowanie parametrów hydrodynamicznych cieków w miejscu zdeponowania grubego rumoszu drzewnego. *Acta Sci. Pol., Formatio Circumiectus* 10(2), 35–46.
- Teledyne RD Instruments, 2008. *StreamPro ADCP Operation Manual*.
- Wyźga B., 2007. Gruby rumosz drzewny: Depozycja w rzece górskiej, postrzeżenie i wykorzystanie do rewitalizacji cieków górskich. *Rozpr. Hab. IOP PAN Kraków*.
- Wyźga B., Zawiejska J., Kaczka R., 2003a. Znaczenie rumoszu drzewnego w ciekach górskich. *Aura* 11, 18–20
- Wyźga B., Zawiejska J., Kaczka R., 2003b. Gruby rumosz drzewny w potokach i rzekach górskich. *Wszechświat* 104(4–6).

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 24.03.2014