



Wpływ regulacji Skawy na rozwój form korytowych

The impact of Skawa river channelization on development of bedforms

Karol Witkowski, Grzegorz Wyszomółka

Instytut Geografii, Uniwersytet Pedagogiczny w Krakowie; karolwitkow@gmail.com

Zarys treści: Rozwój form korytowych jest ściśle uzależniony od parametrów morfometrycznych koryta oraz wielkości i częstości przepływów wezbraniowych. Regulacja odcinków koryt rzecznych, w zakresie zwięzania i prostowania koryta, zabezpieczania brzegów, prowadzi do wykształcenia koryta transportującego. Kształt trasy regulacyjnej uniemożliwia rozwój bogatych form korytowych. W rozszerzeniach dna doliny, w których swobodnie mogą rozwijać się koryta wielonurtowe, powstają zróżnicowane formy korytowe. Porównanie dwóch, pierwotnie wielonurtowych, odcinków koryta dostarcza informacji o możliwościach jego rozwoju w przypadku zniszczenia zabezpieczeń brzegowych.

Słowa kluczowe: koryto wielonurtowe, łacha korytowa, mikroformy korytowe, Skawa

Abstract: The development of river channel forms depends from channel pattern and also from magnitude and frequency of floods. The river channelization including straightening bends and decreasing channel width is responsible for formation a channel transport sections. Channelized sections of the Skawa river are characterised by the lack of the channel bedforms unlike to natural, multi-current channel sections where occurs a lot of highly diversified bed forms and gravel clusters. In this paper authors compare river channel forms along two different sections of the Skawa river.

Key words: multi-current channel, bar, channel microforms, Skawa river

Wprowadzenie

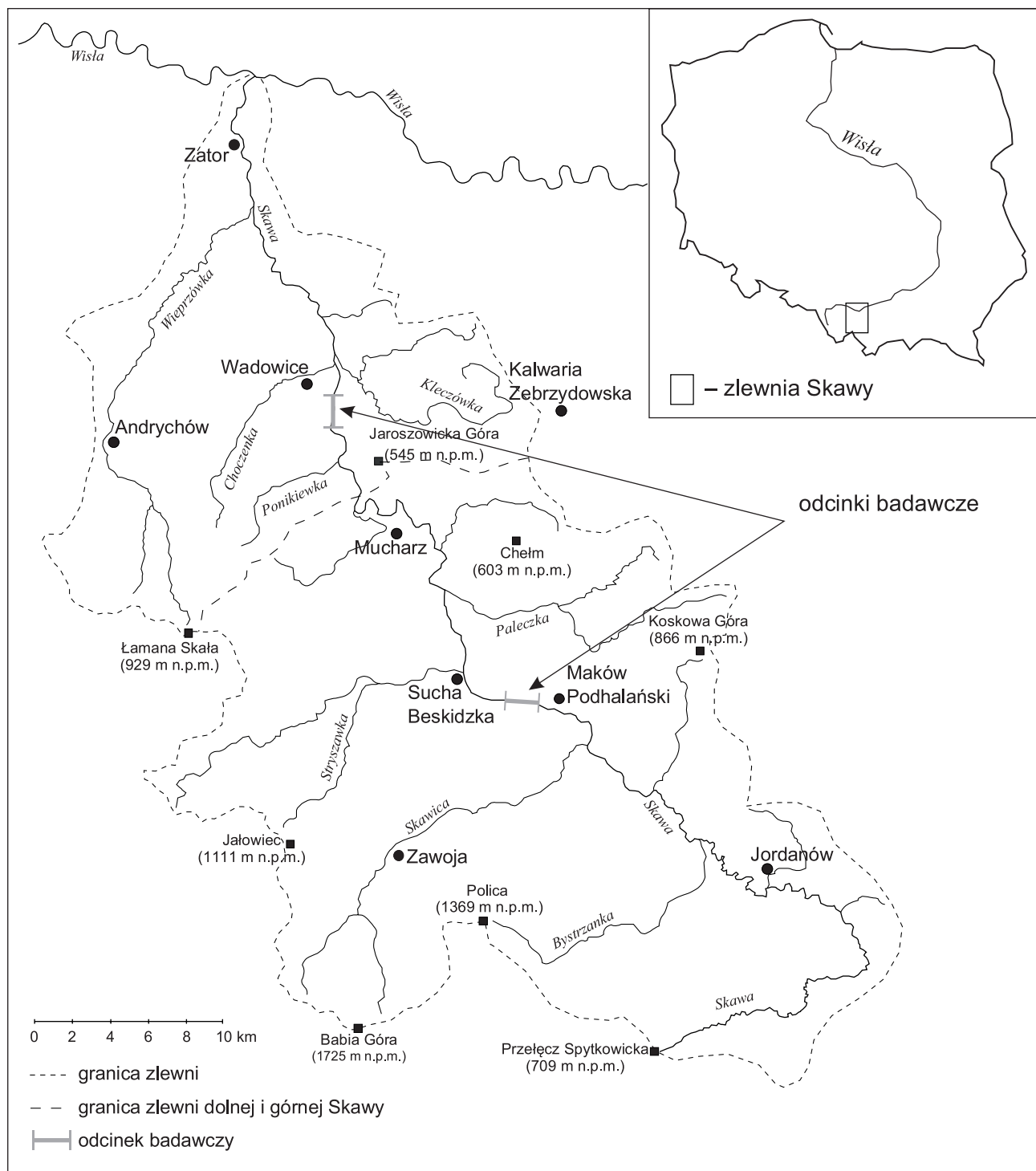
Wielkość, kształt i skład frakcjonalny żwirowych łach korytowych jest determinowany przez liczne czynniki do których m.in. zalicza się typ koryta w odcinku w którym zachodzi depozycja aluwów (Church 1983, Gradziński i in. 1986, Zieliński 1998, Radecki-Pawlik 2001, Żelazo, Popek 2002). Przekształcenia parametrów przekroju poprzecznego koryta w zakresie jego szerokości, głębokości czy kształtu, powodują zmiany zdolności transportowej (Klimek 1987, Wyżga 2008), rozkładu prędkości w korycie i przebiegu linii nurtu (Klimaszewski 1981) dokonując przekształceń typów odcinków z depozycyjnych w erozyjne lub transportacyjne i odwrotnie (Korpak 2012). Rozwój określonych typów koryta rzeczno jest uzależniony od wyżej wymienionych parametrów, jednakże ich wartości stanowią indywidualną cechę każdej rzeki.

Przekształcenia koryt dokonywane są zarówno pod wpływem czynników antropogenicznych jak i przyrodniczych (Klimek i in. 2003, Kalicki 2006). W ostatnim stuleciu w dolinach rzek karpacczych zmiany parametrów koryt rzecznych były w dużej mierze spowodowane pracami hydrotechnicznymi, w tym także zabezpieczaniem brzegów koryt i dostosowywaniem ich profili poprzecznych do określonych założeń projektów inżynierskich (Bednarczyk i in. 2003, Kościelniak 2004, Radecki-Pawlik 2004, 2010, Korpak i in. 2008). W wyniku tych działań doszło do przekształcenia typów koryt rzecznych, co w efekcie skutkowało pojawieniem się określonych form, charakterystycznych dla danego typu koryta. Zmiany kształtu koryta rzeczno wywołane zabudową hydrotechniczną są zatem elementem wiążącym zagadnienia dotyczące regulacji rzeczno z określonymi cechami żwirowych łach korytowych.

Obszar, metody i cel badań

Rzeka Skawa jest prawobrzeżnym dopływem Wisły o długości 96,4 km, odwadniającym północne stoki Beskidów Zachodnich. Źródła rzeki położone są na wysokości 701 m n.p.m. na Przełęczy Spytkowskiej w Beskidzie Żywieckim. Według klasyfikacji Schumma (1977), koryto Skawy należy do grupy koryt o obciążeniu dennym, w którym transport gruboklastycznych aluwiów zachodzi

w czasie wezbrań bliskich całkowitemu wypełnieniu koryta (Malarz 2002). Średni wyrównany spadek rzeki wynosi 5‰ i wykazuje silne lokalne zróżnicowanie (Kukulak 1998). Wysoka energia i duża zmienność przepływów Skawy (Chełmicki i in. 1998–1999) w warunkach naturalnych prowadziłyby do rozwoju koryta wielonurtowego, charakterystycznego dla niestabilnych rzek zwirowodnych (Radecki-Pawlik i in. 2005). Funkcjonowanie tego typu odcinków koryta było możliwe w warunkach swobodne-



Ryc. 1. Położenie odcinków badawczych
 Fig. 1. The research area location

go rozwoju koryta do końca XIX w. w dolnym biegu rzeki i do lat 60' ubiegłego wieku w górskiej części zlewni (Witkowski, Wyszkołek 2013, 2014). Badania prowadzono w dwóch odcinkach rzeki, z których pierwszy usytuowany jest w jej górnym biegu w granicach Beskidu Makowskiego na terenie miast: Maków Podhalański i Sucha Beskidzka. W wyniku wezbrań w roku 2010 w badanym odcinku nastąpiło zniszczenie zabezpieczeń brzegowych, co w efekcie doprowadziło do silnej migracji bocznej koryta (ryc. 1). Drugi odcinek badawczy zlokalizowano w przedgórskiej części zlewni Skawy, na obszarze Pogórza Wielickiego w granicach miasta Wadowice. Brzegi koryta w badanym odcinku rzeki zostały zabezpieczone odcinkowo narzutem z kamienia łamanego i opaskami faszynowymi w ramach prac hydrotechnicznych prowadzonych etapami w latach 1969–2012. Doprowadziło to do uformowania wąskiego, jednokorytowego koryta o niewielkiej krętości.

Badania w dolinie Skawy prowadzono w celu udokumentowania wpływu zabudowy hydrotechnicznej na kształt i skład frakcjonalny żwirowych łach korytowych. Określono rodzaje łach żwirowych i form typu *cluster bedforms* rozwijających się w warunkach koryta naturalnego i obudowanego opaskami brzegowymi.

W ramach prac terenowych przeprowadzono szczegółowe kartowanie geomorfologiczne wyznaczonych odcinków rzeki na podkładach map topograficznych i ortofotomap w skali 1:10 000. W celu określenia zróżnicowania średnich średnic otoczków na powierzchni łach wykonano pomiary otoczków metodą Wolmana (1954). Określono także miejsca występowania skupisk otoczków typu *cluster bedforms*. Z uwagi na brak stosownego polskiego nazewnictwa posłużono się angielskimi odpowiednikami (Giriati i in 2008). Wyniki prac terenowych zostały uzupełnione o analizę archiwalnych opracowań kartograficznych (Pierwsze zdjęcie wojskowe 1779–1783, Drugie zdjęcie wojskowe 1806–1862), obrazów satelitarnych i ortofotomap oraz dokumentacji projektowych Zarządu Zlewni Soły i Skawy w Żywcu dotyczących prac hydrotechnicznych prowadzonych w korycie Skawy.

Ewolucja koryta w rozszerzeniach dna doliny Skawy

Przeprowadzone analizy dokumentacji projektowych, źródeł historycznych oraz archiwalnych map doliny Skawy wykazują istnienie wielokorytowych odcinków koryta, które funkcjonowały w lokalnych rozszerzeniach dna doliny. W ramach akcji regulacyjnych prowadzonych na karpaccich dopływach Wisły na przełomie XIX i XX w. oraz w drugiej połowie wieku XX, brzegi koryta Skawy zostały odcinkowo zabezpieczone przy pomocy opasek z kamienia łamanego, kieszek faszynowych oraz koszy siatkowo-kamiennych. Powszechną praktyką było prostowanie odcinków koryta o dużej krętości oraz miejscowa redukcja jego szerokości (Kędzior 1928), co spowodowało przekształcenie dawnych odcinków wielokorytowych w koryto jednokorytowe o niewielkiej krętości. Efektem

tych działań było zmniejszenie sumarycznej długości koryta i koncentracja przepływu, co wiązało się z kolejno zwiększeniem spadku i zdolności transportowej rzeki. W warunkach wzmożonej dostawy materiału aluwialnego z wyższych partii zlewni Skawy, przyspieszenie transportu aluwii korytowych było zjawiskiem nader pożądanym, gdyż zapobiegało częstym awulsjom koryta, rozlewaniu i stagnacji wód powodziowych, będących przyczyną dotkliwych strat ekonomicznych (Ingarden 1922, Wyżga 1993). Jednakże w ostatnim pięćdziesięcioleciu zmiany struktury użytkowania gruntów w zlewniach rzek karpaccich, objawiające się głównie zmniejszeniem udziału powierzchni gruntów ornych, skutkowało ograniczeniem dostaw materiału do koryt rzecznych (Lach 1975, Ciołkosz i in. 2011). Zjawisko obniżania się granicy rolno-leśnej zostało także stwierdzone w zlewni Skawy (Ostafin 2009). Ograniczenie dostaw materiału do koryta Skawy zostało spotęgowane poprzez budowę poprzecznych przegród w obrębie ujściowych odcinków niektórych jej dopływów. Zabezpieczenia brzegowe uniemożliwiły naturalny proces dostosowywania się koryta do spadku ilości dostarczanego materiału, co w warunkach skoncentrowanego przepływu wezbraniowego skutkowało niedociążeniem rzeki i nasiliło proces erozji dennej (Wyżga 1993). W ostatnim 50-leciu, w odcinku przedgórskim, w Wadowicach zaobserwowano proces wcinania się koryta Skawy, który skutkowało obniżeniem dna rzeki o ok. 1,8 m w wyniku czego wzrosła częstość uszkodzeń opasek brzegowych (Wyżga 2001). Obecnie, jedynie regularne remonty zapewniają względną trwałość zabezpieczeń brzegowych, co pociąga za sobą znaczne koszty ich utrzymania. W miejscach, w których w czasie wezbrania dochodzi do przerwania narzutu rozpoczyna się migracja boczna koryta, która prowadzi do rozwoju koryta wielokorytowego. Tego typu proces został zainicjowany w wyniku wezbrań w roku 2010 w odcinku koryta Skawy w miejscowości Woźniki położonej na północ od Wadowic. Również w 2010 roku całkowite zniszczenie opasek brzegowych doprowadziło do przywrócenia wielokorytowego biegu koryta w górskiej części zlewni, w rozszerzeniu dna doliny Skawy na wysokości Makowa Podhalańskiego. Przemodelowany odcinek koryta rzeki o długości 3 km należy sklasyfikować jako typ wędrujący (ang. *wandering*) (Neill 1973, Church 1983), w obrębie którego występują zarówno śródkorytowe jak i przybrzegowe łachy żwirowe. Szerokość koryta osiąga niespełna 200 m, natomiast dominującym procesem jest depozycja materiału aluwialnego. W czasie przepływów wezbraniowych, boczne łachy są odcinane od brzegu i wówczas funkcjonują jako łachy śródkorytowe. Żwirowe łachy odcinka typu wędrującego charakteryzują się zróżnicowaniem powierzchni, w wyniku występowania licznych mikroform erozyjnych (ryny przelewowe, zagłębienia erozyjne) i akumulacyjnych (wały przykorytowe). Znacznie mniejszym zróżnicowaniem, zarówno pod względem występowania mikroform powierzchniowych, jak i składu frakcjonalnego, charakteryzują się żwirowe łachy odcinków jednokorytowych, utworzonych w wyniku

zwężenia i zmniejszenia krętości pierwotnego, wielonurtowego koryta za pomocą opasek brzegowych. Odcinek tego typu osiągający długość 5,7 km funkcjonuje obecnie w Wadowicach. Opaski z narzutu kamiennego zabezpieczają brzegi koryta o przebiegu prostym i wklęsłym, ograniczając jego szerokość do maks. 45 m. Takie warunki sprzyjają powstawaniu przybrzeżnych łach korytowych, charakteryzujących się mało urozmaiconą powierzchnią i klasycznym rozkładem wielkości materiału aluwialnego (Wolman 1954).

Zróznicowanie łach korytowych Skawy

Materiał budujący łachy korytowe doliny Skawy jest petrograficznie jednorodny, pochodzi z kompleksów płaszczowiny magurskiej. Żwiry, według pięciostopniowej skali Krumbeina i Slossa (Malarz, 2002), są obtoczone i dobrze obtoczone (4 i 5) co jest konsekwencją długiego transportu w korycie górskim. Wielkość żwirów nie maleje standardowo wzdłuż profilu podłużnego. Regulacja wielu odcinków Skawy, budowa zbiornika wodnego w Świnnej Porębie, ograniczenie transportu aluwium w dopływach doprowadziły do powstania sztucznych odcinków koryt transportowych i zachwiania naturalnych procesów redopozycyjnych.

Formy korytowe odcinka górskiego

W badanych rozszerzeniach dna doliny Skawy, łachy korytowe rozwijają się w odmienny sposób. W większości koryt rzek i potoków górskich nie są to struktury trwałe. Ulegają one dynamicznym przemianom, które są konsekwencją zmian warunków przepływu. Koryto warkoczowe pod Makowem Podhalańskim można zaklasyfikować do trzeciego typu roztokowania. Jest to koryto wielonur-

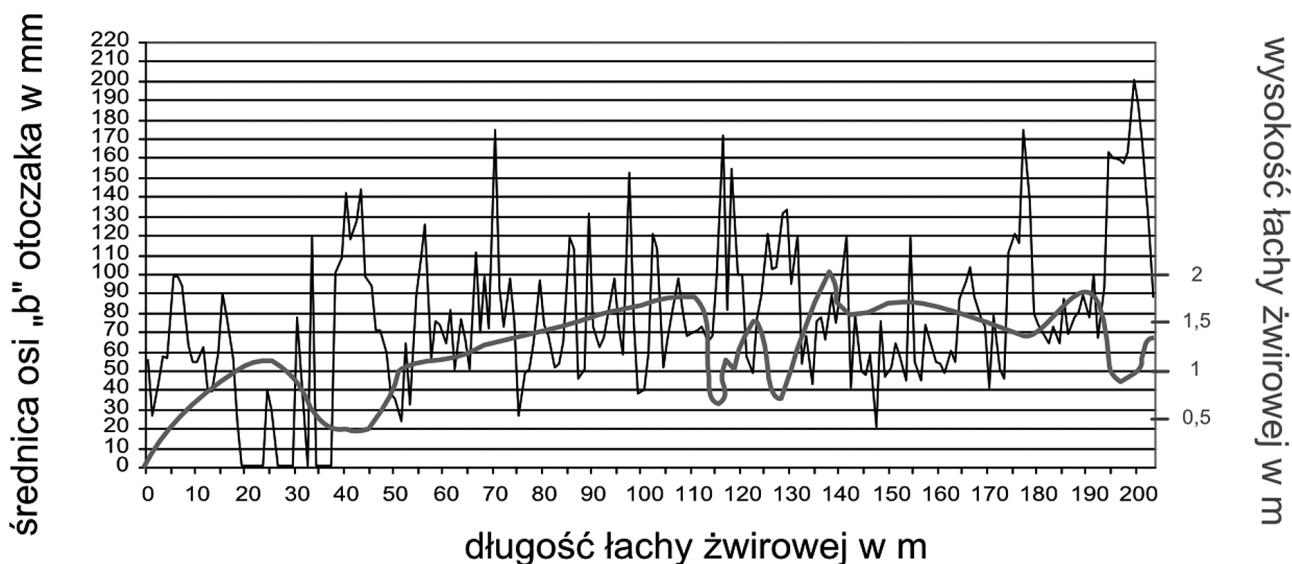
towe z roztokami rozdzielonymi łachami, które są zanurzane w czasie wezbrań (Radecki-Pawlik i in. 2005). Okresowe zanurzanie powierzchni odsypisk żwirowych sprzyja transformacjom ich rzeźby.

Rozszerzenie dna doliny Skawy pod Makowem Podhalańskim zajęte jest przez koryto wielonurtowe, którego szerokość dochodzi do 200 m. Koryto wypełnione jest aluwiami, w obrębie których rzeka prowadzi swój bieg. Zniszczenie zabezpieczeń brzegowych w Makowie Podhalańskim doprowadziło do nagłego rozszerzenia koryta. Rzeka wykształciła koryto kręte z bocznymi nurtami nie funkcjonującymi w czasie niskich stanów wody. W zakolach koryta wielonurtowego Skawa odsypała szereg podobnych łach.

Łacha, której powierzchnię poddano szczegółowej analizie znajduje się w wyżej położonej części odcinka wielonurtowego. Powyżej łachy, w odległości 350 m, znajduje się skalny fragment koryta, w naturalny sposób uniemożliwiający kręty bieg rzeki. Ograniczenie procesów erozyjnych w wyższym odcinku koryta mogło być jednym z katalizatorów zmian, które zaszły w rozszerzeniu dna doliny w wyniku wezbrania w 2010 roku.

Łachy korytowe na odcinku Makowskim są strukturami nietrwałymi. W czasie wezbrań dochodzi do przemodelowywania form korytowych. Powstała w wyniku wezbrania w 2010 roku łacha śródkorytowa w początkowym odcinku koryta wielonurtowego została rozmyta. W jej miejscu zostały odsypane listwowe, przybrzeżne łachy.

Analizowana łacha jest formą o wymiarach 430 × 90 m. W profilu podłużnym wyraźnie zaznacza się ścięty kraniec doprądowny. Łacha w swej pierwotnej formie miała kształt soczewki jednak postępująca powyżej erozja boczna doprowadziła do zmiany kierunku strumienia nurtu, a w konsekwencji do rozmycia łachy od strony górnej wody. Zalegające w części doprądownej *mega clusters*, będące wypłukanymi z narzutu kamiennego okruchami,



Ryc. 2. Zależność średnicy osi „b” otoczaka od wysokości łachy, nad poziomem zwierciadła wody, w profilu podłużnym łachy odcinka wielonurtowego pod Makowem Podhalańskim

Fig. 2. The dependence of the diameter of axis pebble “b” on the height of bar, in the longitudinal profile bar, near Maków Podhalański

utrwały łączę w części doprądowej wymuszając depozycję aluwiów za nimi.

W osi odsypiska, w części centralnej znajduje się niewielkie zadrzewienie przed którym powstało erozyjne zagłębienie wypełnione nieupakowanymi żwirami, których oś „b” dochodzi do 300 mm. Istnienie takiej mikroformy wskazuje na dużą siłę przepływu wezbraniowego, pokrywającego łączę wysoką warstwą wody. Za zadrzewieniem odsypiany został materiał piaszczysty. Wzdłuż przeszkody znajduje się jezor grubszego materiału naniesionego po rozbiu głównego nurtu opływającego zadrzewienie.

W dalszej, zaprądowej części odsypiska, w rzeźbie, uwidaczniają się kanały przelewowe, których górna, początkowa część oddzielona jest od nurtu żwirowym garbem. Kanały przelewowe wypełnione są materiałem frakcjonalnie większym w porównaniu z resztą odsypiska (ryc. 2).

Kanały zostały wypręparowane pod kątem 30–50° do osi koryta. Materiał w nich zalegający osiąga rozmiary 200 mm (w osi „b”). Żwiry leżą nieupakowane, tworząc lokalnie skupiska *heap cluster*. Brzegi kanałów są podcięte erozyjnie. Kształt form świadczy o dużej sile przepływu i nagłej depozycji aluwiów. Tylko w ostatnim, najbliższym dolnej wody, kanale żwiry są upakowane. Różnica jest efektem zalewania zaprądowej i odbrzegowej części łąchy w czasie wyższych stanów cofką, a co za tym idzie sedimentacji materiału drobnego. Kanały przelewowe mają ujście w bocznym korycie, które w swej środkowej i dolnej części jest stale płynące co wskazuje na zasilanie przez przesiak z wyżej położonej części łąchy. Kanał bocznego nurtu opiera się o prawy brzeg koryta w którym zachowane są ślady dawnych zabezpieczeń w postaci zerwanych koszy siatkowych, wypełnionych częściowo kamieniem łamanym. Lewy brzeg koryta bocznego stanowi skłon łąchy śródkorytowej. Żwiry, o niższej wartości średniej średnicy, zalegające w dnie kanału świadczą o wolniejszym, peryferyjnym przepływie oddalonym od linii nurtu wezbraniowego.

W zaprądowej części łąchy materiał rozłożony jest normalnie, wielkość ziaren maleje w kierunku dolnej wody. W osi odsypiska znajdują się skupiska zimbrykowanych żwirów. Brzegi łąchy porośnięte są roślinnością trawiastą, która zanika w wyższych częściach odsypiska z powodu słabego upakowania jego powierzchni.

Formy korytowe odcinka podgórskiego

W podgórskim rozszerzeniu dna doliny Skawy, w Wadowicach, zmniejsza się różnorodność oraz wielkość form korytowych, w stosunku do form obserwowanych w rozszerzeniu pod Makowem Podhalańskim. Zwężenie koryta Skawy i zwiększenie spadku w wyniku przekształcenia systemem zabezpieczeń brzegowych doprowadziło do powstania koryta, w którym, w wyniku wzmożonego transportu, dominuje erozja denną (Wyźga 2001). Systematyczna zabudowa hydrotechniczna zlikwidowała koryto wielonurtowe, w którym zachodziła głównie redepozycja.

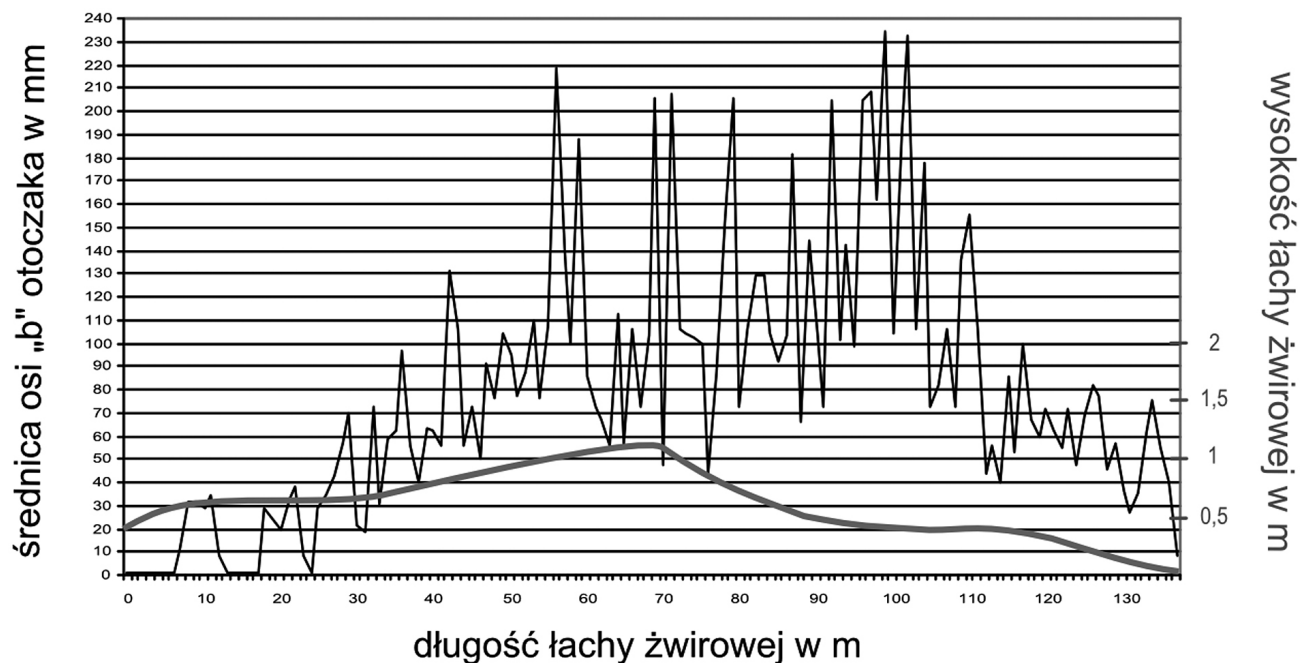
Stworzenie koryta o profilu trapezowym ustabilizowało je w układzie poziomym, a początkowo również pionowym. Postulowana przez projektantów zabezpieczeń stabilność trasy regulacyjnej została zachwiana przez erozję denną, w wyniku czego ukształtowało się koryto o trójkątnym przekroju poprzecznym. Obniżanie dna Skawy w Wadowicach jest efektem niedociążenia rzeki rumowiskiem, które z uwagi na istniejące opaski brzegowe, nie może być zrekomensowane wzrostem krętości, a tym samym lokalnym zmniejszeniem spadku (Wyźga i in. 2008). W niższych odcinkach rzeki po zniszczeniu opasek brzegowych w czasie wezbrań zaczęło rozwijać się koryto kręte, a miejscami wielonurtowe (Witkowski, Wyszczepan 2013).

Łachy korytowe w pobliżu Wadowic są strukturami względnie trwałymi. Większość z nich zostało odsypianych w łukach koryta naprzeciw brzegów wklęsłych. Zawieszenie opasek brzegowych i ich częściowe uszkodzenie od strony doprądowej świadczy o postępującej erozji bocznej, która może być efektem przegłębienia koryta wzdłuż zabezpieczeń. Zatrzymanie erozji bocznej pozwoliło na odsypanie tylko niedużych wąskich łąch korytowych.

Oprócz łąch przybrzeżnych w korycie w Wadowicach rozwinęły się dwa odsypiska śródkorytowe. Pierwsze z nich znajduje się tuż poniżej progu (ścianki szczelnej) zabezpieczającego rurociąg. Jako poszur progu odsypiano narzut kamienny, który został rozmyty, przy lewym brzegu, w czasie wezbrania. Ukierunkowanie nurtu wezbraniowego spowodowało rozmycie opaski brzegu i konsumpcję brzegu lewego. W linii dawnej opaski, na bazie pojedynczych okruchów narzutu, rozwinęła się łącha śródkorytowa. Odsypisko to można traktować jako stopniowo nadbudowywany zespół kilku *mega cluster* (Giriak i in. 2008). Na regularnie przemywanej powierzchni znajdują się tylko lokalne nagromadzenia nieupakowanych żwirów rzecznych w formie skupisk odsypianych przed okruchami z nasypu. Trwałość łąchy powodowana obecnością dużych (>500mm) nieobtoczonych okruchów wpływa na boczne ustabilizowanie koryta.

Druga śródkorytowa łącha leży w odległości 25 m od poprzedniej w obrębie rozległego głęboczka. Forma została odsypiana wzdłuż lewego brzegu Skawy w postaci soczewki rozszerzającej się w części zaprądowej. Łacha zbudowana jest z materiału piaszczystego, natomiast jej powierzchnia jest obrukowana. Wzdłuż lewego brzegu łąchy występuje forma typu *line cluster*. Morfologia odsypiska wskazuje na przejście głównej linii nurtu wezbraniowego wzdłuż przeciwnego brzegu prawego co potwierdza podcięcie erozyjne jego krawędzi.

Wszystkie formy korytowe rozwijające się między progami ze ścianki szczelnej, a pierwszym zakolem należy traktować jak zespół form, których istnienie jest uzależnione od siebie. Prądy nurtu na tym krótkim odcinku są modyfikowane przede wszystkim przez poprzeczny próg oraz zespoły dużych okruchów wymytych z narzutu, odpowiedzialnych za separowanie nurtu i tworzenie lokalnych stref erozyjnych.



Ryc. 3. Zależność średnicy osi „b” otoczaka od wysokości łachy, nad poziom zwierciadła wody, w profilu podłużnym łachy odcinka jednokorytowego pod Wadowicami

Fig. 3. The dependence of the diameter of axis pebble “b” on the height of bar, in the longitudinal profile bar, near Wadowice

Łachy przybrzeżne uregulowanego koryta Skawy są do siebie podobne. Łacha na której przeprowadzono szczegółowe pomiary znajduje się poniżej omówionych łach śródkorytowych. Jest to długie na 160 m odsypisko zdeponowane wzdłuż brzegu lewego, które w czasie wyższych stanów wody znajduje się pod jej powierzchnią. W części dopływowej, jak również w środkowej (w linii najwyższego punktu) łacha osiąga szerokość 35 m, zwężając się w części zapływowej. Łacha odbiega znacząco kształtem od klasycznej soczewki. Jej kształt i układ pozostałych form korytowych w pobliżu wskazuje na rozmycie dopływowej części łachy, w miejscu której powstało bystrze.

Powierzchnia łachy zbudowana jest z dobrze obtoczonych, upakowanych otoczków o normalnym rozkładzie – średnice w profilu podłużnym maleją z biegiem rzeki (ryc. 3).

Zidentyfikowane metodą Wolmana (1954) skupisko największych otoczków występuje w spłaszczeniu poprzedzającym najwyższą część łachy. Części dopływowa i środkowa zbudowane są z otoczków, o zróżnicowanej średniej średnicy. W części zapływowej, wyniesionej ponad zwierciadło wody średnio o 10 cm wyżej od części dopływowej, oprócz żwirów pojawiają się soczewki piasku. W części odwodnej odsypiska leżącej przy skłonie terasy znajduje się, powstały w wyniku spadku prędkości przepływu, piaszczysty pas. Ponad powierzchnią łachy występują fragmenty okruchów z narzutu kamiennego, przed którymi powstają skupiska żwirów tworząc formy *mega cluster*. W środkowej części, dowodnej, znajdują się zimbrzykowane skupiska otoczków. Nie zaobserwowano liniowych form aluwialnych co potwierdza funkcjonowanie łachy jako utrwalonego elementu trójkątnego koryta uregulowanego.

Wnioski

Regulacje Skawy spowodowały przekształcenie koryta wielonurtowego w jednokorytowe. W rozszerzeniach dna doliny Skawy współczesne odcinki transportujące powstały w wyniku prac regulacyjnych. Częściowe lub całkowite zniszczenie zabezpieczeń brzegowych, w rozszerzeniach dna doliny, prowadzi do rozwoju koryta krętego, a następnie wielonurtowego.

Różnice w genezie i transformacji żwirowych łach korytowych wynikają z odmiennego charakteru przepływu w obydwu odcinkach koryta, co uwidacznia się w ich składzie granulometrycznym. Mimo znacznej odległości między badanymi odcinkami (20 km) łachy obydwu badanych odcinków koryta nie różnią się znacznie pod względem długości średnich średnic otoczków. Więcej mikroform korytowych typu cluster bedform występuje w obrębie łach w odcinku wielonurtowym.

W przypadku zniszczenia regulacji brzegowych i migracji bocznej koryta możliwa jest depozycja żwirów na już istniejących upakowanych łachach. Sekwencja ta może zostać odsłonięta w profilu terasy w wyniku dalszej migracji i przegłębienia koryta.

Literatura

- Bednarczyk T., Radecki-Pawlik A., Słowik-Opoka E., 2003. Wpływ regulacji technicznej rzeki Łososiny na zmianę warunków transportu rumowiska wlezonego dostarczonego do zbiornika Czchów. *Acta Scientiarum Polonorum – Formatko Circumiectus* 2: 13–24.
- Chelmicki W., Skąpski R., Soja R., 1998–1999. Reżim hydrologiczny rzek karpackich w Polsce. *Folia Geographica, Series Geographica-Psychica* 29–30: 67–80.

- Ciołkosz A., Guzik C., Luc M., Trzepacz P., 2011. Zmiany użytkowania ziemi w Karpatach Polskich w okresie 1988–2006. IGiP UJ, Kraków.
- Church M., 1983. Pattern of instability in a wandering gravel bed river. *Modern and ancient fluvial systems*: 169–180.
- Giriart D., Kosieradzka K., Roszczyca U., 2008. Mikroformy korytowe typu „cluster bedforms” – występowanie i znaczenie. *Landform Analysis* 9: 83–87.
- Gradziński R., Kostecka A., Radomski A., Unrug R., 1986. Zarys sedimentologii. Wyd. Geologiczne, Warszawa.
- Ingarden R., 1922. Rzeki i kanały żeglowne w b. trzech zaborach i znaczenie ich gospodarce dla Polski. Ministerstwo Robót Publicznych, Warszawa.
- Kalicki T., 2006. Zapis zmian klimatu oraz działalności człowieka i ich rola w holocenijskiej ewolucji dolin środkowoeuropejskich. *Prace Geograficzne IGiPZ Warszawa* 204.
- Kędzior A., 1928. Roboty wodne i melioracyjne w Południowej Małopolsce wykonane z inicjatywy Sejmu i Wydziału Krajowego. Lwów.
- Klimaszewski M., 1981. Geomorfologia. PWN, Warszawa.
- Klimek K., 1987. Man's impact on fluvial processes in the Polish Western Carpathians. *Geografiska Annaler* 69A: 221–226.
- Klimek K., Malik I., Owczarek P., Zygmunt E., 2003. Climatic and human impact on episodic alluviation in small mountain valleys, The Sudetes. Extreme events and the transformation of landscape *Geographia Polonica* 76(2).
- Korpak J., Krzemień K., Radecki-Pawlik A., 2008. Wpływ czynników antropogenicznych na zmiany koryt cieków karpaccich. *Infrastruktura i ekologia terenów wiejskich, seria monografia* 4: 1–88
- Korpak J., 2012. Morfologia i funkcjonowanie uregulowanego koryta rzeki górskiej (na przykładzie Mszanki) w Gorcach. Przykład opracowania. W: K.Krzemień (red.), *Struktura koryt rzek i potoków (studium metodyczne)*. IGiP UJ, Kraków: 89–101.
- Kościelniak J., 2004. Zmiany funkcjonowania górskich systemów korytowych w wyniku przeprowadzonych regulacji hydrotechnicznych. W: M.Błaszczewicz, P.Gierszewski (red.), *Rekonstrukcja i prognoza zmian środowiska przyrodniczego w badaniach geograficznych. Prace Geograficzne IGiPZ PAN. IGiPZ PAN, Kraków*: 187–207.
- Kukulak J., 1998. Dojrzałość podłużnych profilów dopływów górnej Raby i Skawy w świetle analizy ich spadków. *Czasopismo Geograficzne* 69(1): 25–42.
- Lach J., 1975. Ewolucja i typologia krajobrazu Beskidu Niskiego z uwzględnieniem gospodarczej działalności człowieka, *Prace Monograficzne WSP w Krakowie* 16.
- Malarz R., 2002. Powodziowa transformacja gruboklastycznych aluwów w żwirowodnych rzekach Zachodnich Karpat fliszowych (na przykładzie Soły i Skawy). Wyd. Nauk. AP, Kraków.
- Neill C.R., 1973. Hydraulic and Morphologic Characteristics of Athabasca River Near Fort Assiniboine: The Anatomy of a Wandering Gravel River. Alberta Cooperative Research Program in Highway and River Engineering, Edmonton.
- Ostafin K., 2009. Zmiany granicy rolno-leśnej w środkowej części Beskidu Średniego od połowy XIX wieku do 2005 roku. Wyd. UJ, Kraków.
- Radecki-Pawlik A., 2001. Formy korytowe rzeki górskiej. *Gospodarka Wodna* 5: 210–213.
- Radecki-Pawlik A., 2004. Zmiana warunków hydrodynamicznych wzdłuż koryta potoku górskiego w zróżnicowanej zabudową techniczną małej zlewni karpacciej. *Inżynieria Rolnicza* 2: 21–33.
- Radecki-Pawlik A., Bencal J., Kowalski M., Radecki-Pawlik B., 2005. Zróżnicowanie warunków hydrodynamicznych i granulometrycznych podczas tworzenia się łachy środkowo-korytovej w potoku górskim o dnie żwirowym. *Infrastruktura i ekologia terenów wiejskich* 4: 115–130.
- Radecki-Pawlik A., 2010. O niektórych, bliskich naturze rozwiązaniach utrzymania koryt rzek i potoków górskich. *Gospodarka Wodna* 2: 78–85.
- Schumm S.A., 1977. *The Fluvial System*. Wiley – Interscience, New York.
- Witkowski K., Wymśolek G., 2013. Wpływ wielonurtowej Skawy na działalność człowieka w dnie doliny. *Wadoviana. Przegląd Historyczno-Kulturalny* 16: 115–138.
- Witkowski K., Wymśolek G., 2014. Prasa regionalna o zdarzeniach powodziowych na ziemi wadowickiej w latach 1945–1972. *Wadoviana. Przegląd Historyczno-Kulturalny* 17: 130–148.
- Wolman M.G., 1954. A method of sampling coarse river – bed material. *American Geophysical Union, Transactions* 35(6): 951–956.
- Wyżga B., 1993. Regulacja koryt karpaccich dopływów Wisły – zbudowania i rzeczywistość, *Gospodarka Wodna* 10.
- Wyżga B., 2001. Impact of the channelization-induced incision of the Skawa and Wisłoka Rivers, southern Poland, on the conditions of overbank deposition. *Regulated Rivers: Research & Management* 17: 85–100.
- Wyżga B., Zawiejska J., Radecki-Pawlik A., 2008. Określanie wielkości wycięcia się rzek i jego wpływu na hydraulikę przepływów wezbraniowych – przykłady z rzek karpaccich. *Landform Analysis* 9: 402–405.
- Zieliński T., 1998. Litofacyjna identyfikacja osadów rzecznych. W: E. Mycielska (red.), *Struktury sedimentacyjne i postedymentacyjne w osadach czwartorzędowych i ich wartość interpretacyjna*. WGiSR UW, Warszawa: 195–257.
- Żelazo J., Popek Z., 2002. *Podstawy renaturyzacji rzek*. SGGW, Warszawa.