

BADANIA NAD MOŻLIWOŚCIĄ BIOLOGICZNEJ ZABUDOWY ZWIROWYCH KORYT POTOKÓW KARPACKICH

Janina Koniar-Schaeferowa

Instytut Inżynierii Wodnej Politechniki Krakowskiej

WSTĘP

Trwałość brzegów i stabilizacja koryt potoków jest gwarancją zabezpieczenia terenów przyległych w dnie doliny przed skutkami wezbrań. Najmniej stabilne są koryta żwirowe na terenie Karpat i w związku z tym wymagają one regulacji. Najtańszym sposobem ochrony koryt tych potoków oraz ich terenów zalewowych przed niszczącym działaniem erozji wód wezbraniowych jest biologiczna zabudowa. Celowe zatem jest przeanalizowanie możliwości powszechnego zastosowania biologicznej zabudowy w regulacji potoków karpackich i oparcie analizy o rejestrację odcinków koryt trwale zachowanych w stanie naturalnym. Teren badań winien być jednak zróżnicowany pod względem klimatycznym, morfologicznym i geologicznym, aby ustalić wpływ środowiska na trwałość biologicznej obudowy. Winien on być także wylesiony lub bezleśny, gdyż taki właśnie najbardziej potrzebuje ochrony. Warunki te na ogół spełniają górskie potoki woj. krakowskiego.

W przeprowadzonych badaniach wykorzystano własne obserwacje z okresu 1961-1964 oraz 1971 r. na łącznej długości 1560 km koryt należących do zlewni o powierzchniach od 1,0 do 200 km², położonych w dorzeczach: Soły, Skawy, Raby i Dunajca. Ograniczono się jedynie do rejestracji odcinków i zlokalizowania ich na mapie, w związku z czym cyfry podane mają tylko orientacyjny charakter.

Na ogół we wszystkich inwentaryzowanych korytach stwierdzono tendencje do zarastania brzegów i terenów zalewowych wikliną, olszą, wierzbą, a lokalnie także świerkiem lub kaliną. Młody porost nie budził zaufania i nie dawał gwarancji trwałości chronionego koryta. Jako pierwsze kryterium trwałości koryta żwirowego przy biologicznej obudowie przyjęto zatem, że porost musi być co najmniej kilkunastoletni i winien pokrywać brzegi, a także teren zalewowy. W tym drugim przypadku wystarcza porost łąkowy. Warunki powyższe spełnia na przykład wiklina przycinana co kilka lat, którą w wielu miejscach obserwujemy np. w dorzeczcu Skawy (po miejscowość Skawę) lub stare wierzby czy olsze bro-

niące brzegów Raby (w Chabówce i powyżej). Odcinków prostych spełniających powyższe warunki znaleziono stosunkowo znaczne ilości (ok. 30% ogólnej długości cieków). Jednakże w łukach, pomiędzy prostymi odcinkami, koryto zazwyczaj było niszczone, jeśli nie chroniła go skała rodzima.

Drugie kryterium dotyczy zatem łuków. Dla regulacji istotne są bowiem takie warunki, w których biologiczna obudowa chronić będzie brzegi nie tylko w odcinkach prostych, ale i w łukach, głównie po zewnętrznej stronie łuku, gdyż tam skierowany jest najsilniejszy atak wezbranych wód.

Trzecie kryterium dotyczy budowy koryta. Koryto żwirowe winno być całe zbudowane ze żwiru. Przeto nie mogą to być koryta, w których dno i brzegi tylko na odcinkach prostych są żwirowe, a w łukach wprawdzie dno jest żwirowe, lecz w brzegu odsłania się lita skała (takich łuków w Karpatach jest najwięcej). Na takich odcinkach bieg potoku utrzymuje skała, wprowadzając nurt albo w łagodną krzywiznę łuku (najczęściej gdy odsłaniane są strukturalne powierzchnie kolejnych warstw, co generalnie zachodzi w korytach potoków na Spiszu), albo w gwałtowne zwroty, gdy w brzegu odsłonięte są czoła ławic piaskowców. Biologiczna obudowa erozyjnych krawędzi brzegów odgrywa wówczas drugorzędną rolę.

Odcinków, które spełniałyby warunki obu omawianych kryteriów, na ogólnej długości 1560 km, znaleziono zaledwie ok. 64 km (rys. 1).

BIOLOGICZNA OBUDOWA KORYT W OBNIŻENIACH KARPACKICH

Z rozmieszczenia odcinków odpowiadających powyższym kryteriom na całym obszarze badań wynika, że największe ich zagęszczenie przypada na obniżenie karpackie. Na przykład na Pogórzu Ciężkowicko-Różnowskim, na 35 km inwentaryzowanych koryt, 29,15% jest trwale zachowanych dzięki biologicznej obudowie brzegów (Białka Iwkowska, Łubinka, tab. 1). Na Podhalu na długości 117 km inwentaryzowanych koryt 10% utrzymuje się trwale dzięki biologicznej obudowie, Brama Sieniawska i Beskid Średni posiadają 13,5% dobrze utrzymanych koryt ze 179,5 km inwentaryzowanych. Na Spiszu mały stosunkowo procent (1,5% z ogólnej długości 88,5 km inwentaryzowanych koryt) wynika stąd, że brzegi tych koryt są na ogół skalne.

Na omawianym obszarze obniżeń karpackich biologiczna obudowa, głównie przy pomocy olszy karpackiej i wierzby, odgrywa rolę żywego opancerzenia brzegów koryta. Korzenie wrastają w żwirowy brzeg poniżej poziomu zwierciadła wody, a pnie wyrastają tuż ponad powierzchnią zwierciadła niskiej wody. One przeciwstawiają się erozyjnej energii wody, co bezpośrednio po wezbraniach można wnioskować ze świeżych licznych okaleczeń kory, sięgających do poziomu zalewu, zarastających

Tabela 1

Trwale zachowane w biologicznej obudowie sumy odcinków koryt żwirowych o długości powyżej 200 m każdy

Jednostka morfologiczna	Długość badanych odcinków km		Procentowy udział c w b
	ogółem	w biologicznej obudowie	
a	b	c	d
Beskid Wysoki, w tym Beskid Żywiecki, Gorce i Beskid Sądecki	821,4	11,026	1,34
Beskid Mały między Sołą a Skawą	156,6	—	0
Beskid Wyspowy	153,0	—	0
Brama Sieniawska i Beskid Średni	179,5	24,2	13,5
Podhale	117,0	11,7	10,0
Spisz	88,5	5,25	1,7
Pogórze Ciężkowicko-Roznowskie	35,0	12,0	29,15

następnie w okresach pomiędzy wezbraniem. Dno omawianych prostych odcinków koryt wyścielone jest piaskiem lub mułem, w łukach przeważnie żwirem 5-8 cm.

Naturalna biologiczna obudowa koryt żwirowych występuje tu nawet przy słabym zalesieniu, lub zupełnym wylesieniu zlewni. Zachowane są jednak następujące warunki: różnice wysokości terenu pomiędzy dnem doliny a grzbietem wododzielnym przeważnie nie przekraczają 100 m, w sporadycznych jedynie przypadkach dochodzą do 150 m; nachylenia stoków są łagodne, raczej poniżej 5‰; spadek terenu w dnach dolin przeważnie poniżej 3‰, większy w bardzo małych zlewniach, mniejszy (poniżej 1‰) w zlewniach dużych (powyżej 20 km²); dna dolin na ogół są szerokie, koryta najczęściej są płytko wcięte w zalewowe terasy (Podhale, Brama Sieniawska, Beskid Średni), a wody wezbraniowe szeroko rozlewają się po dnie doliny; rumowisko na tych odcinkach wleczone jest w niedużych ilościach i dotyczy ziaren mniejszych, głównie średniego i drobnego żwiru oraz piasku.

Duże ilości wleczonego materiału niszczą zadrzewienie. Biologiczna zabudowa chroni jedynie odcinki, gdzie istnieje równowaga pomiędzy transportem i akumulacją. Na odcinkach o przewadze akumulacji nad transportem, a szczególnie w węzłach hydrograficznych (takich potoków jak Rycerka-Rycerski lub Rycerski-Soła w zlewni Soły, czy Konina-Olszowy w zlewni Mszanki, tam gdzie dopływy głównego potoku przynoszą znaczne ilości rumowiska), na terenie stożków napływowych i poniżej nich, biologiczna obudowa nie chroni koryta. Potok obciążony rumowiskiem na odcinku stożka napływowego, gdzie zmniejsza się spadek, występuje z brzegów i natrafia na drzewa lub krzewy. Pokonując opór zużywa część swojej energii. Pozbawiony tej części energii nie może udźwignąć rumowiska i wysypuje je przed zaroślami tworząc zatory,

o które następnie odbija się nurt i przerzuca koryto na inne tory. Nurt potoku wyzwolony z rumowiska atakuje z większą energią napotkane drzewa i krzewy, podmywa je, przenosi i osadza wraz z rumowiskiem tworząc dalsze odmiały i przerzuty koryta.

Takim przykładem jest potok Ciche, zwany w środkowym i dolnym biegu Wielkim Rogoźnikiem. Na znacznej długości potok ten jest ustabilizowany dzięki biologicznej obudowie. Brzegi Cichego powyżej węzła hydrograficznego Ciche-Bystre porastają stare olsze, niekiedy wierzby. W miejscu gdzie Bystry wnosi znaczne ilości rumowiska i osadza je, drzewa na długości kilku kilometrów są podmywane i wyrwane. Dopiero na odcinku, gdzie następuje równowaga pomiędzy transportem a akumulacją, koryto się stabilizuje, a brzegi są utrwalone dzięki olchom lub wierzdom, by znowu w stożku napływowym Skrzypnego tworzyć odmiały i przerzuty.

Zestawiając badane zlewnie oraz ich geograficzne środowisko stwierdzić należy, że na terenie obniżeń karpackich trwałość biologicznej obudowy żwirowych koryt potoków nie zależy od geologicznej budowy podłoża w zlewni.

BIOLOGICZNA OBUDOWA KORYT W JEDNOSTKACH WYSOKICH

Pozostałe tereny należą do wysokich jednostek morfologicznych (Beskid Wysoki, Beskid Mały, Beskid Wyspowy), gdzie na ogół występują większe spadki zarówno stoków, jak i dna dolin. Na tych terenach utrzymywanie się koryta żwirowego w biologicznej obudowie zachodzi głównie na odcinkach o zlewniach zupełnie lub w większej części zalesionych, to jest takich, gdzie denudacja jest niewielka. W niższych strefach omawianych jednostek morfologicznych w zlewniach małych o powierzchni poniżej 20 km², na terenie gdzie nachylenia stoków nie przekraczają 10⁰%, a różnice pomiędzy dnem doliny a grzbietem wododzielnym nie są większe od 100 m oraz podłużne spadki koryt nie są większe od 20⁰%, biologiczna obudowa koryt posiada cechy analogiczne jak w niskich jednostkach morfologicznych. Olsze lub wierzby rosną w brzegach koryta płytko wciętego w terasę zalewową, tworząc prostokątny profil poprzeczny koryta małej i średniej wody. Korzenie i pnie tworzą żywe opancerzenie brzegów, a dając odpór uderzeniom wielkich wód są zdzierane przez wleczony materiał denny i chronią brzegi nie tylko w prostych odcinkach, ale i w łukach. Powyższe warunki występują jednak wyłącznie w tych zlewniach, gdzie w podłożu istnieje przewaga piaskowców. Dno koryt dobrze utrzymanych wyścielają na odcinkach prostych drobne (do 10 cm), a w łukach średnioziarniste (ok. 25 cm) otoczaki, które obserwujemy np. w potokach Czerna i Rasztoka w górnym dorzeczu Soły.

Biologiczna zabudowa występuje także w najwyższych partiach wysokich jednostek morfologicznych. W zlewniach tego samego rzędu (po-

niżej 20 km²) występuje ona nawet przy dużych spadkach koryt (np. Skawica Górna lub Jaworzyna w paśmie Babiej Góry, Lepietnica w Gorcach do 30‰), znacznych różnicach wysokości terenu pomiędzy dnem doliny a grzbietem wododzielnym (powyżej 200 m), oraz nachyleniach stoków znacznie przekraczających 10‰. W omawianych przypadkach biologiczna zabudowa odgrywa inną rolę niż na terenach karpackich obniżeń. Wyłącznie unieruchamia ona gruby żwir naniesiony przez potok w dnie doliny. Cel ten spełnia nie tylko olsza, lecz także płasko korzeniący się świerk, a nawet gęsta ruń trawy. Natomiast opancerzenie brzegów i dna koryta przeciwstawiające się niszczącemu działaniu erozji utworzone jest tu przez bardzo gruby żwir i ciężkie otoczone głazy.

Trwałość koryt żwirowych w Beskidzie Wysokim jest ściśle uzależniona od geologicznej budowy podłoża, to jest od litologicznego wykształcenia i od szczelinowatości podłoża. Bowiem duże głazy potrzebne do opancerzenia brzegów i dna koryt mogą się w sposób naturalny znaleźć jedynie w tych zlewniach, które są w stanie wyprodukować odpowiednio gruby rumosz, odporny na wietrzenie i na ścieranie. Są nimi zlewnie wycięte w gruboławicowych piaskowcach magurskich lub w niektórych strefach piaskowców godulskich, które z racji dużych miąższości ławic są słabo szczelinowate i dają w rozpadzie duże bloki skalne. Przy tych samych warunkach (lesistość, nachylenie terenu i dna, klimat, wielkość zlewni), lecz łupkowej względnie drobnoławicowej piaskowcowej budowie podłoża o gęstych spękaniach, czy rozsypliwych gruboławicowych piaskowcach, biologiczna obudowa w Beskidzie Wysokim, Małym lub Wyspowym nie daje dostatecznej ochrony koryt. Nawet przy zupełnie zalesionych zlewniach (np. Glinka, lub lewy dopływ Urwiska spod Rycerzowej w dorzeczu Soły), lub nieznacznie wylesionych (Skawica Sołtysia), położonych obok zlewni z trwale utrzymanymi korytami, w tej samej co one jednostce geologicznej, lecz rozcinających pakiety łupków, wielkie wody rujną biologiczną zabudowę i silnie erodują grunt, rozcinając i wynosząc nie tylko drobnoziarnistą zwietrzelinę łupków, ale także miękką, klastyczną skałę rodzimą, słabo chronioną przez cienkie i nieliczne wkładki piaskowców. Na ogół zawartość piaskowców poniżej 20‰, w warunkach jakie stwarza Beskid Wysoki, nie chroni już skały rodzimej przed erozją.

Dodatkowymi warunkami stabilności omawianych koryt żwirowych są: rozarty kształt koryta w formie bardzo płaskiego trójkąta z łagodnie opadającymi skarpami brzegów, w szczególności po zewnętrznej stronie łuku, tak by składowa uderzenia nurtu, normalna do powierzchni brzegu była jak najmniejsza, natomiast styczna była duża. W wyniku tego, energia wód przepływających w łuku rozprasza się na rozlewanie się strugi. Koryto potoku jest niezbyt głęboko wcięte w dno doliny i zapewnia wylewanie się z koryta i szerokie rozlewanie wielkich wód po dnie doliny. Nie może temu przeszkadzać żadna zabudowa doliny. Szosy winny być

odsunięte na teren ponadzalewowy, natomiast drogi leśne, które w zwiężeniach dolin schodzą poniżej poziomu zalewu powinny być na tym odcinku sytuowane w poziomie terenu i zbudowane z grubego kamienia, który skutecznie przeciwstawia się sile unoszenia. Taka droga swoim korpusem nie zwięża przekroju zwilżonego wielkich wód, a w przecięciach z potokiem wchodzi w dno koryta potoku. Wszelkie wbudowywanie korpusów szos w koryta potoków — a dzieje się to nagminnie w ostatnich latach — staje się powodem niszczenia tych korpusów. Zwięża się bowiem struga przepływającej wody a wskutek tego zwiększa się prędkość przepływu i erozja odmładza się. Żwir zostaje wymieniony i dawniej zwirowe odcinki zmieniają się w skalne. Biologiczna obudowa nie jest w stanie przeciwstawić się odmłodzonej erozji.

Tak wysokie wymagania dla zachowania stabilności koryt zwirowych w Beskidzie Wysokim, Małym i Wyspowym są przyczyną, że odcinków trwale zachowanych w biologicznej obudowie znaleziono bardzo niewiele: w Beskidzie Wysokim 1,34% z 821,4 km inwentaryzowanego biegu; w Beskidzie Małym na 165,6 km koryt nie znaleziono w ogóle; w Beskidzie Wyspowym duży procent niszczonych koryt zwirowych jest uregulowany ciężką zabudową.

Z podsumowania badań wynika, że dla ochrony koryt zwirowych sama biologiczna zabudowa może wystarczyć jedynie na obszarze obniżek karpackich, pod warunkiem powstrzymywania denudacji przez zabudowę biologiczną całej powierzchni zlewni. W wyższych morfologicznych jednostkach Karpat, biologiczna obudowa może zapewnić trwałość koryt zaledwie w nielicznych przypadkach zlewni zupełnie zalesionych, zbudowanych z gruboławicowych, odpornych na wietrzenie warstw piaskowców. W pozostałej, przeważającej części Karpat, zabudowa biologiczna utrwala koryta jedynie w połączeniu z budowlami ciężkimi. Omawiane typy regulacji tylko wówczas zdają egzamin, jeśli zagospodarowanie dna doliny nie naruszy stanu równowagi i nie zwięży przekroju zwilżonego wielkich wód przez wbudowywanie korpusów szos, lub innych obiektów w teren zalewowy, a także w koryta potoków.

STRESZCZENIE

W opracowaniu przedstawiono możliwości biologicznej zabudowy zwirowych koryt potoków w dorzeczu Soły, Skawy, Raby i Dunajca. Powierzchnie zlewni omawianych potoków wahały się w granicach od 1,0 do 200,0 km².

W inwentaryzowanych korytach (o łącznej długości 1560 km) stwierdzono tendencję do zarastania brzegów oraz sąsiednich terenów zalewowych wikliną, olchą, wierzbą, niekiedy kaliną lub świerkiem. Wiele krótkich odcinków biologicznej zabudowy jest dobrze utrzymanych, natomiast w łuku koryta jest niszczone. Występowanie takich odcinków związane jest z jednostką morfologiczną przez którą przebiega potok.

Trwale utrzymanie się koryta zwirowego o biologicznej obudowie w Beskidzie Wysokim zachodzi głównie na odcinku zlewni zalesionych, nawet przy dużych spadkach

koryt (Lepietnica 30‰) i przy ruchu grubego żwiru. Trwale zachowane w Beskidzie Wysokim są koryta potoków odpływających ze zlewni na podłożu wykształconym z gruboławicowych piaskowców, słabo uszczelinionych, odpornych na wietrzenie. Biologiczna obudowa na podłożu łupkowym przy podobnych parametrach nie ma praktycznie ochronnego znaczenia. W przeważającej ilości karpaccich koryt żwirowych, którym biologiczna obudowa nie może zapewnić trwałości należy stosować łączną zabudowę biologiczno-techniczną.

Янина Коняр-Шеферова

ВОЗМОЖНОСТИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАСТРОЙКИ ГРАВИЕВЫХ РУСЕЛ КАРПАТСКИХ РУЧЬЕВ

Резюме

В статье изложены возможности биологической застройки гравиевых русел ручьёв в бассейне Сола, Скавы, Рабы и Дунайца. Водосборные площади исследуемых ручьёв колебались в пределах от 1,0 до 200,0 км². Констатировано в инвентаризованных руслах (общая длина которых составляла 1560 км) тенденцию к зарастанию берегов и соседних заливных мест пурпурной ивой, ольхой, ивой, иногда калиной или елью. Много коротких отрезков биологической застройки хорошо содержится, зато в излучине реки русло разрушается. Существование таких отрезков связано с морфологической единицей, через которую проплывает ручей.

Постоянное удержание гравиевого русла с биологической застройкой в Высоком Бескиде имеет место, главным образом, на отрезке водосборной площади облесенной даже при больших уклонах русла (Лепетница 30‰) и при движении крупного гравия. Постоянно удерживаются в Бескиде Высоком русла ручьёв стекающих с водосборной площади на субстрате образованном из крупно-глыбовых песчаников не поддающихся выветриванию. Биологическая застройка на сланцевом основании при сходных параметрах практически не имеет защитного свойства. В преобладающем количестве карпатских гравиевых русел, которым биологическая застройка не может обеспечить прочности, следует применять её вместе с технической застройкой.

Janina Koniar-Schaeferowa

THE POSSIBILITIES OF THE BIOLOGICAL STABILIZATION OF GRAVEL BEDS OF CARPATHIAN STREAMS

Summary

The report presents the possibilities of the biological stabilization of gravel beds of streams in the catchment basins of the Rivers Soła, Skawa, Raba, and Dunajec. The areas of the catchment basins ranged from 1.0-200.0 sq. km.

In the investigated river beds (of the total length of 1,560 km) a tendency of overgrowing river banks and adjacent inundation areas by willow brake, elder, willow, and sometimes by cranberry or spruce was observed. Many short sectors of the biologically stabilized banks are well kept but on the curves connected with the morphological unit the stream flows through.

In High Beskids solid gravel beds with biologically stabilized banks chiefly occur in the afforested sectors of the catchment basins even with high gradients of the river

bed (the stream Lepietnica 30‰) and with the movement of coarse gravel. In this Beskid stabilized river beds are found in streams which drain the catchment areas on the substratum formed from thick-bedded, weakly joined, and resistant sandstones. Biological stabilization on shale substratum with similar parameters is practically of no protective value. In the majority of Carpathian rivers gravel beds which cannot be fixed by means of the biological stabilization, this kind of stabilization should be combined with technical lining.