

ELŻBIETA BALA-PAWŁOWSKA

WAŻNIEJSZE KOMPONENTY ROŚLINNE WYSTĘPUJĄCE W OBUDOWIE BIOLOGICZNEJ POTOKÓW GÓRSKICH ORAZ OCENA ICH TRWAŁOŚCI NA WYBRANYCH ODCINKACH KORYT

W pracy dokonano inwentaryzacji naturalnej roślinności występującej w obudowie biologicznej potoków górskich w dorzeczu: Soły, Skawy i Dunajca. Wytypowano gatunki roślin, które mogą mieć zastosowanie przy projektowaniu zabudowy roślinnej. Poza tym podjęto badania w zakresie ustalenia bezpiecznych prędkości dla umocnień biologicznych cieków. Praca oparta została na własnych wynikach badań przeprowadzonych na naturalnie zachowanych potokach górskich.

I. WSTĘP

Cechą charakterystyczną zabudowy biologicznej potoków górskich dorzecza Soły, Skawy i Dunajca są w większości przypadków naturalne zbiorowiska roślinne. Względem koryt potoków spełniają one na ogół dobrze swą rolę ochronną. Z tego też względu powinny stać się wzorem do naśladowania przy projektowaniu zabudowy biologicznej potoków górskich, w przybliżonych warunkach środowiska geograficznego.

Wyniki badań nad naturalnymi zbiorowiskami roślinnymi wybranych potoków pozwalają na wytypowanie gatunków roślin, które w połączeniu z zabudową techniczną powinny się przyczynić do właściwego uregulowania i umocnienia brzegów przed niszczącym działaniem wód przepływowych.

II. CEL I METODYKA PRACY

Celem niniejszej pracy jest wytypowanie gatunków roślin tworzących naturalną obudowę biologiczną karpackich potoków górskich, w zależności od prędkości przepływów i odpowiadającym im sił unoszenia.

Do badań wybrano odcinki potoków górskich, które miały następujące właściwości:

- podłoże żwirowe (nieskaliste i bez progów skalnych),
- przekrój koryta zwarty i regularnie wykształcony na całej długości,
- brak jakiegokolwiek budowli regulacyjnej bądź innych obiektów, jak np. jazów, mostów itp.
- brzegi koryta porośnięte roślinnością drzewiastą i krzewiastą,
- odcinki wolne od działania jakiegokolwiek użytkowania czy budowli, jak pobór żwiru i otoczków, wypas bydła, ujęcie wody powyżej odcinka, cofki budowli piętrzącej itp.

Wyszukanie odcinków potoków, które odpowiadałyby przyjętym kryteriom, było trudne, gdyż naturalne zbiorowiska roślinne obrzeży rzek i potoków należą już dziś do rzadkości. W wyniku regulacji rzek, eksploatacji piasków i kamienia rzeczno, budowy mostów i ubezpieczeń technicznych brzegów uległy one zniszczeniu prawie na terenie całego kraju.

Po przeanalizowaniu hydrografii górnej Wisły przyjęto do badań potoki górskie w dorzeczu: Soły, Skawy i Dunajca. W dorzeczu Soły badaniami objęto potoki źródłowe, a to: Roztokę, Czerną i Skalany — usytuowane na terenie Beskidu Wysokiego. W dorzeczu Skawy potok Markowy i Malejówkę, a w dorzeczu Dunajca potok Cichy oraz potok Białką Iwkowską na Pogórzu Rożnowskim. W tabeli 1 podano charakterystykę odcinków badawczych wybranych potoków w dorzeczu Soły, Skawy i Dunajca.

W zakres prac terenowych weszły: badania fitosocjologiczne obudowy biologicznej brzegów koryt na potokach: Roztoka, Czerna, Skalany, Markowy, Malejówka, Cichy i Białka Iwkowska (razem 95 profilów), pomiary rumowiska, prace geodezyjne obejmujące przekroje poprzeczne i podłużne badanych odcinków oraz z zakresu geologii i gleboznawstwa.

W każdym profilu wykonane zostały 4 zdjęcia fitosocjologiczne metodą Braun-Blanqueta. Dwa zdjęcia dotyczyły roślinności pasów korytowych (lewego i prawego brzegu), a pozostałe dwa pasów przykorytowych.

Prace kameralne objęły hydrologię badanych potoków. Ponieważ badane zlewnie nie są kontrolowane, dlatego ich maksymalne przepływy określono za pomocą empirycznego wzoru Raczyńskiego i Rozwoły [6]. Po obliczeniu wód charakterystycznych, wywierających istotny wpływ na występującą roślinność w pasie korytowym i przykorytowym, określono krzywe konsumpcyjne dla każdego profilu florystycznego koryta

Tabela 1 — Table 1

Charakterystyka odcinków badawczych wybranych potoków w dorzeczu Soły, Skawy i Dunajca
 Characteristics of investigational segments — of selected streams in drainage area of Soła, Skawa and Dunajec

	Dorzecze Soły Drainage area of Soła			Dorzecze Skawy Drainage area of Skawa			Dorzecze Dunajca Drainage area of Dunajec	
	Jed- no- stka Unit	Roztoka	Czerna	Skalany	Markowy	Malejówka	Cichy	Białka Iwkowska
Lokalizacja ba- danego odcinka koryta Localization of investigational segment of bed	km	6+800—8+250	0+200—2+000	0+200—0+700	0+500—1+000	0+500—2+000	2+000—3+500	0+250—3+500
Długość odcin- ka badanego Length of se- gment	m	1450	1800	500	500	1500	1500	3250
Powierzchnia zlewni Superficy of drainage area	km ²	12	10	8	2	16,3	23	50
Średni spadek koryta na ba- danym odcinku Mean gradient of studied se- gment	%	12	9	20	36	4	5,5	3

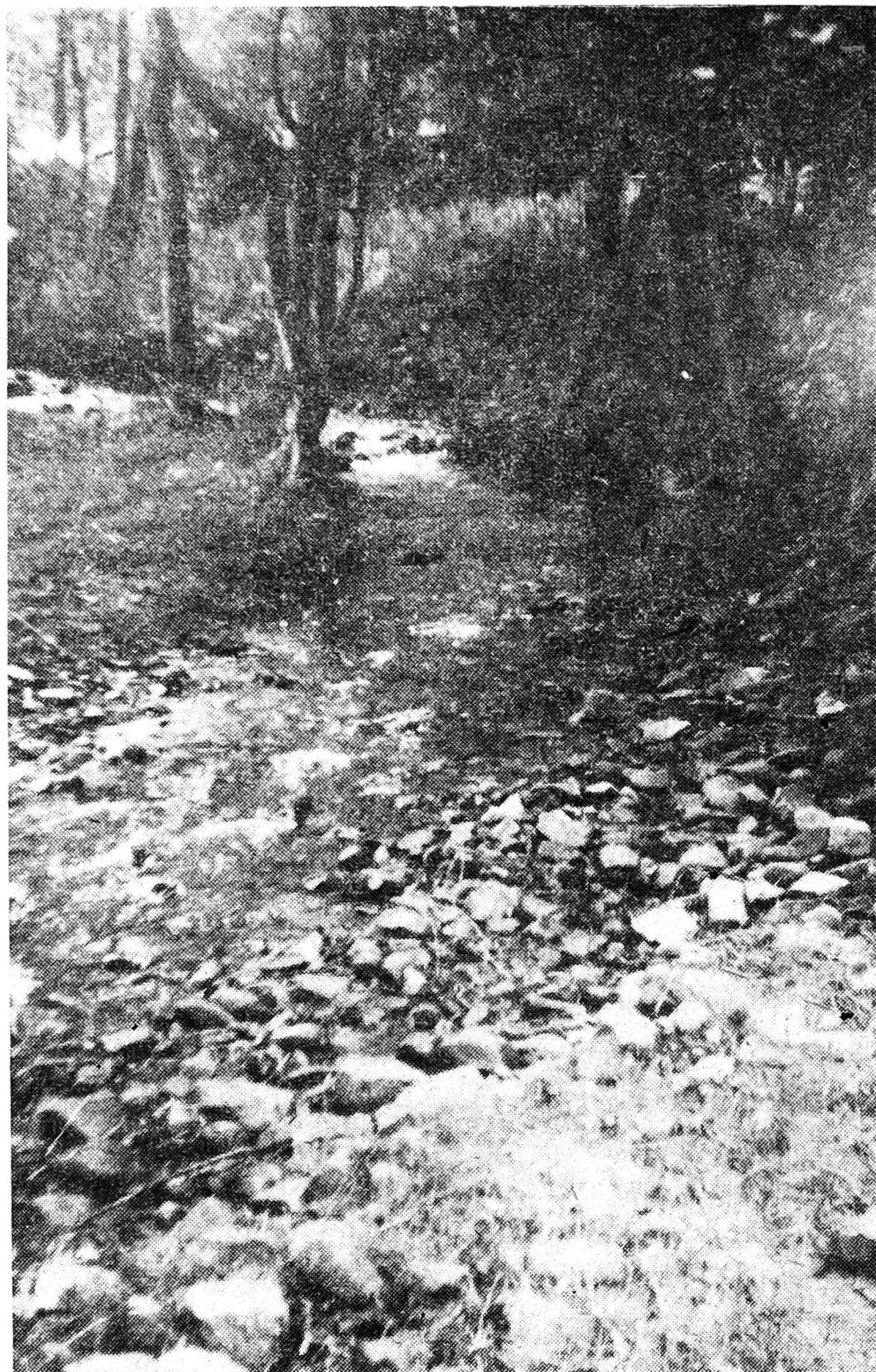
	%	55	50	70	80	30	16	16
Zalesienie Forestation								
Srednie wzniesienie n.p.m. Mean altitude in m a.s.l.	m	550	600	500	800	480	600	250
Najwyższe wzniesienie n.p.m. The highest altitude a.s.l	m	850	900	1183	1200	580	980	300
Roczny opad Annual precipitation	mm	1120	1120	1300	1010	780	980	800

potoku. Wobec uniemożliwienia uśrednienia krzywej konsumpcyjnej dla całego badanego odcinka wybrano charakterystyczny profil florystyczny, w którym policzona graniczna siła unoszenia dla dna odpowiadała średniej wartości granicznej siły unoszenia na całym badanym odcinku. Wybrany profil florystyczny posłużył też do dalszych obliczeń, a przede wszystkim do określenia średniej prędkości i odpowiadającej jej siły unoszenia dla wody $Q_{50\%}$ przy której roślinność pasa korytowego dobrze spełnia rolę obudowy biologicznej. Zostały również podane maksymalne przepływy ostatniego dziesięciolecia powyżej wody $Q_{50\%}$. Określono dla nich średnie prędkości przepływu i odpowiadającą im siłę unoszenia, przy której także roślinność pasa przykorytowego dobrze spełnia swą rolę w obudowie biologicznej.

III. INWENTARYZACJA ROŚLINNOŚCI WYSTĘPUJĄCEJ W OBUDOWIE BIOLOGICZNEJ POTOKÓW GÓRSKICH

W skład zbiorowisk roślinnych występujących na badanych odcinkach potoków wchodzi zarówno rośliny krzewiaste i drzewiaste, jak również trawiaste i zielne. Jak wykazują przeprowadzone badania, bardzo istotną rolę w obudowie biologicznej potoków górskich odgrywają gatunki drzewiaste i krzewiaste. Występują one głównie w obrębie tzw. pasów roślinności przykorytowej, które na wszystkich badanych potokach są bardzo dobrze wykształcone. Występowanie roślinności przykorytowej ograniczone jest zasięgami napełnień koryt wodą $Q_{50\%}$ oraz $Q_5\%$ [3]. Wszystkie gatunki roślin należące do podanej strefy cechują się głębokim systemem korzeniowym o dużej wytrzymałości na różnorodne uszkodzenia. Spośród drzew największe znaczenie w umacnianiu brzegów potoków górskich ma olsza szara (*Alnus incana*). Jest ona najbardziej rozpowszechnionym gatunkiem na wszystkich badanych potokach. Dzięki zdolności wzrastania korzeni olszy szarej poniżej poziomu wody spotyka się ją zarówno w pasie przykorytowym, jak i korytowym, gdzie pojawia się niekiedy w bezpośrednim sąsiedztwie średniego rocznego lustra wody. Silnie rozwinięte korzenie olszy szarej bardzo skutecznie przeciwdziałają niszczeniu koryta przez przepływy wielkich wód. Z tego też względu gatunek ten winien być znacznie lepiej wykorzystywany przy regulacjach. Dzięki zdolności tworzenia odrośli może też olsza szara zostać wykorzystana do tworzenia w pasie korytowym żywych opasek, a dzięki symbiozie z bakteriami asymilującymi azot, najbardziej nadaje się jako roślina pionierska do utrwalania żwirowisk.

Drugim cennym elementem zabudowy biologicznej potoków górskich są niektóre gatunki wierzb, a szczególnie: wierzba biała (*Salix alba*) i wierzba krucha (*S. fragilis*), purpurowa (*S. pulpurea*) i inne. Podobnie



Fot. 1. Potok Dopływ Markowego — umocnienie brzegu olszą szarą. Fot. Elżbieta Bala-Pawłowska

Phot. 1. The Dopływ Markowego stream — stabilization of bank with alder. Phot. Elżbieta Bala-Pawłowska

jak olsza szara rozwijają się one wzdłuż koryt w pobliżu zwierciadła przepływów wielkiej wody rocznej. Dzięki szybkiemu rozwojowi systemu korzeniowego zabezpieczają one w dostateczny sposób brzegi przed erozyjną działalnością płynących wód. Ponadto jako częsty komponent obudowy biologicznej badanych potoków notowano też jesion wyniosły (*Fraxinus excelsior*), który również odznacza się głębokim i rozległym systemem korzeniowym.



Fot. 2. Potok Skalny — świerk zajmuje stanowisko w strefie nadbrzeżnej. Fot. Elżbieta Bala-Pawłowska

Phot. 2. The Skalny stream — spruce occurring in littoral zone. Phot. Elżbieta Bala-Pawłowska

Inne notowane gatunki, jak: lipa drobnolistna (*Tilia cordata*), jawor (*Acer pseudoplatanus*), świerk (*Picea excelsa*), topola osika (*Populus tremula*), zajmują z reguły stanowiska w strefie nadbrzeżnej, powyżej zasięgu olszy szarej.

Spośród gatunków tworzących podrost w miejscach prześwietlonych pasa przykorytowego należy zwrócić uwagę na liczne występowanie jarzębiny (*Sorbus aucuparia*), którą z uwagi na jej znaczenie biocenotyczne i małe wymagania siedliskowe należałoby powszechniej wprowadzać do obudowy roślinnej potoków górskich.



Fot. 3. Potok Malejówka — wierzby schodzące do samego lustra wody, skutecznie chroniące brzeg. Fot. Elżbieta Bala-Pawłowska

Phot. 3. The Malejówka stream — willows descending to the very water level, effectively protecting banks. Phot. Elżbieta Bala-Pawłowska

Nad tymi z badanych potoków, które wykazywały mniejsze wzniesienia zlewni (do 600 m n.p.m.), stwierdzono występowanie w obudowie biologicznej topoli czarnej (*Populus nigra*). Drzewo to rozrasta się bardzo silnie, chociaż pochodzi głównie z nasadzeń. Stan zdrowotności tego gatunku nie budzi zastrzeżeń, a uzyskiwane w okresie wegetacji przyrosty masy drzewnej są bardzo duże. Można stąd wnosić, że gatunek ten powinien znaleźć szersze zastosowanie w obudowie biologicznej potoków górskich.



Fot. 4. Potok Skalny — w pasie korytowym występuje lepiężnik (*Petasites officinalis*).

Fot. Elżbieta Bala-Pawłowska

Phot. 4. The Skalany stream — butterbur (*Petasites officinalis*) occurring in bed strip.

Phot. Elżbieta Bala-Pawłowska

Krzewami najczęściej występującymi w obudowie biologicznej potoków górskich są wierzby: siwa, iwa, purpurowa, wiciowa oraz krucha. Na szczególne uznanie zasługuje wierzba wiciowa. Może ona rosnąć zarówno w pasie korytowym, jak i przykorytowym. Dobrze znosi zalewy i napór wezbranych wód, ma obfity system korzeniowy, skutecznie zapobiegający podmywaniu brzegów i utrzymujący koryto w dużej stabilności. W pasie korytowym można z niej tworzyć żywe opaski brzegowe, które muszą być wycinane co dwa lata. Wszystkie niemal wierzby rozmnażają się bardzo łatwo wegetatywnie z odcinków pędów lub gałęzi. Są one też

bardzo odporne na niszczące działanie płynących wód. Mają silne ukorzenie i potrafią wegetować nawet w niekorzystnych warunkach siedliskowych, o ile w glebie jest dostatek wilgoci.

Oprócz wierzb częstym komponentem zabudowy biologicznej potoków górskich jest malina właściwa (*Rubus idaeus*). Tworzy ona długie, silne korzenie rozłogowe, skutecznie chroniące glebę przed rozmywaniem. Spokrewniona z nią jeżyna popielica (*Rubus caesius*) ma natomiast długie, płożące się wiciowe pędy, którymi także ochrania brzegi przy wysokich stanach wody. Oba te gatunki powinny być wprowadzone do praktyki przy pracach regulacyjnych koryt potoków górskich. Na potoku Malejówka stwierdzono też masowe występowanie czeremchy (*Padus avium*), która ma również duże znaczenie przy utrzymywaniu brzegów, a szczególnie o głębszej warstwie glebowej. Na uwagę zasługuje też bez koralowy (*Sambucus racemosus*) i bez czarny (*Sambucus nigra*). Oba te gatunki dzięki silnie rozwiniętemu systemowi korzeniowemu mogą również być stosowane do zabudowy biologicznej w pasach korytowych. Spośród roślinności krzewiastej często też w obudowie biologicznej pojawia się dzika róża (*Rosa canina*), o głęboko wrastającym systemie korzeniowym, oraz dereń swidwa (*Cormus sanguinea*).

Pasem korytowym nazywamy pas roślinności nadbrzeżnej utworzony głównie z bylin i ograniczony poziomami wody średniej rocznej (SQ) i wody $Q_{50\%}$ [3]. Rozwijają się w nim głównie rośliny pionierskie, o silnym systemie korzeniowym. Mają one dużą odporność na niszczące działanie wód przepływowych i zdolność szybkiej regeneracji.

Z występujących nad badanymi potokami gatunków tworzących zabudowę biologiczną pasów korytowych największe znaczenie mają lepiężniki (*Petasites sp.*). Tworzą one zazwyczaj zwarte płyty, występujące niekiedy w bezpośrednim sąsiedztwie wody korytowej. Rośliny te mają grube i silne kłącza, gęsto przerastające pobrzeża potoków. Wielkie blaszki liściowe osadzone na grubych i mocnych ogonkach ścielą się pod naporem wielkich wód przepływowych, skutecznie chroniąc brzegi koryt przed rozmyciem. S c h i e c h t l [przeprowadził analizę korzeni lepiężnika oraz zbadał możliwości wykorzystania tego gatunku przy zabudowie biologicznej potoków. Praktyka zastosowania tego gatunku przyniosła bardzo korzystne rezultaty, tym bardziej że rozmnażanie wegetatywne poprzez rozsady korzeniowe jest bardzo łatwe. Zawsze prawie przyjmowało się 100% rozsąd. Ukorzeniały się nawet odcinki kłączy umieszczane w gruncie odwrotną górną stroną. Jednąkże w porównaniu z roślinami wyhodowanymi z nasion ich rozwój był wolniejszy. Dobre wyniki przy eksperymentalnym stosowaniu lepiężnika do umocnienia brzegów świadczą o dużych możliwościach wykorzystania tej rośliny w zabudowie biologicznej większości potoków górskich naszego kraju [8].

Podobne znaczenie ma także podbiał (*Tussilago farfara*). Występuje on najczęściej jako roślina pionierska w miejscach o silniejszym uwilgotnie-

niu zarówno aluwii, jak też zboczy. Masowe występowanie w obudowie biologicznej pasów przykorytowych wszystkich badanych potoków podagrycznika pospolitego (*Aegopodium podagraria*) wiąże się z jego cienioznością. System korzeniowy tej rośliny głęboko przerasta i wiąże glebę. Część nadziemna nie jest jednak tak odporna na działanie fali, jak to ma miejsce w przypadku lepiężnika. Ochronne znaczenie tego gatunku polega przede wszystkim na zabezpieczeniu przed osypywaniem się gruntu w warunkach stromizn zboczowych, gdzie często masowo występuje. Podobną rolę spełnia w zabudowie biologicznej świerzabek leśny (*Chaerophyllum hirsutum*), a także mięta długolistna (*Mentha longifolia*), z tym jednak że rozrasta się ona często na płaskich aluwiach przykorytowych, schodząc miejscami prawie do samego lustra wody. W miejscach spływów, wysięków i źródeł występuje zazwyczaj obficie knieć górską (*Caltha laeta*), przetacznik bobowniczek (*Veronica beccabugna*), a czasami i kuklik zwisły (*Geum rivale*). Takie gatunki jak starzec Fuchsa (*Senecio Fuchsii*) oraz niecierpek pospolity (*Impatiens nolitangere*) trzymają się zwykle stref roślinności przykorytovej najbardziej oddalonych od koryt. Bodziszek cuchnący (*Geranium Rabertianum*) jako gatunek charakterystyczny raczej dla runa leśnego nie odgrywa większej roli ochronnej i stabilizacyjnej, chociaż spotyka się go czasami masowo na korytowych odsypiskach rumoszu.

Odrębną grupę roślin wchodzących w skład obudowy biologicznej potoków górskich stanowią trawy, a zwłaszcza ich gatunki, które charakteryzują się tworzeniem rozłogów oraz zdolnością znoszenia zacienienia. Roślinność trawiasta spełnia dobrze rolę ochronną, ale tylko wtedy, gdy występuje w dostatecznym nagromadzeniu, całkowicie pokrywającym powierzchnię gleby. Z traw rozłogowych największe znaczenie ma mietlica rozłogowa (*Agrostis stolonifera*) oraz mietlica biaława (*Agrostis alba*). Z traw rozłogowo-luźnokępkowych: wiechlina zwyczajna (*Poa trivialis*), wiechlina spłaszczona (*Poa compressa*) oraz kostrzewa czerwona (*Festuca rubra* var. *genuina*). Trawy te dostatecznie zazwyczaj wiążą i umacniają wierzchnią warstwę gleby. Wiechlina spłaszczona występuje przeważnie jako gatunek pionierski na suchych lub średnio wilgotnych zwirowiskach i kamieńczyskach. Tworzy ona wprawdzie luźną darń, lecz bardzo silnie związaną podziemnymi rozłogami. Tym też przyczynia się do ich umacniania.

Z innych roślin nadbrzeżnych pasa korytovej należy wymienić takie gatunki pionierskie jak: gwiazdnica średnia (*Stellaria media*), jaskier rozłogowy (*Ranunculus repens*), jaskier ostry (*Ranunculus acer*) oraz manna jadalna (*Glyceria fluitans*).

W runie pasa przykorytovej zasadniczą rolę odgrywają gatunki cienioznośne. Z traw występują tu: kupkówka pospolita (*Dactylis glomerata*), wiechlina gajowa (*Poa nemoralis*), kłosownica leśna (*Brachypodium silvaticum*), a także śmiełek darniowy (*Deschampsia caespitosa*).

Tabela 2 — Table 2

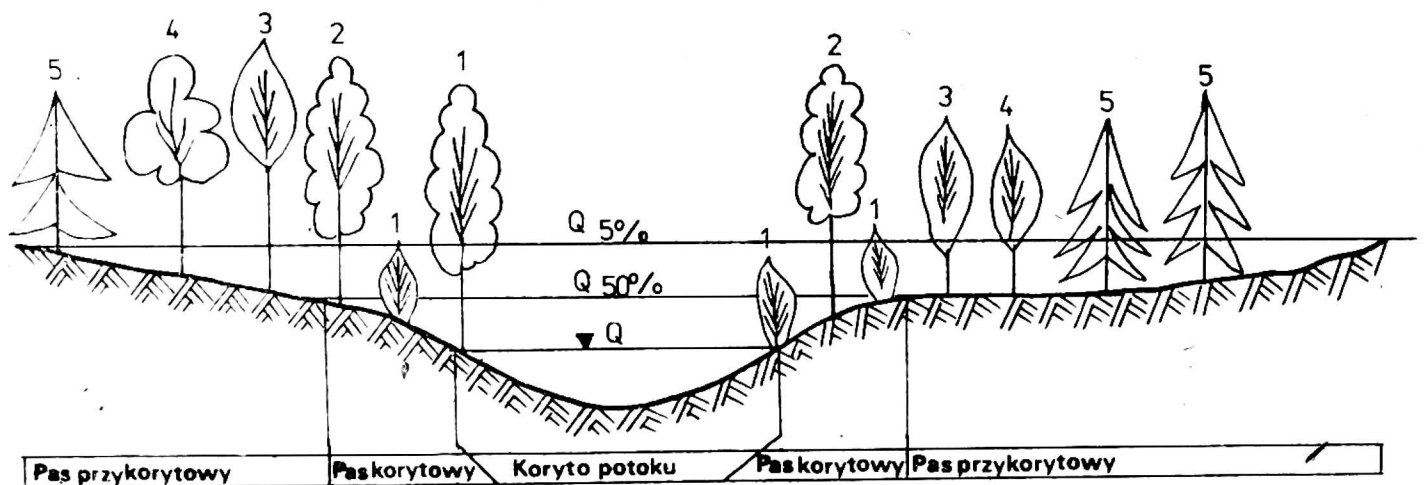
Zestawienie ważniejszych komponentów roślinnych występujących w pasie korytowych i przykorytowym i przykorytowym na badanych potokach.
List of more important plant's component in bed and near bed zones of investigational streams.

Pas Zone	Drzewa Trees	Krzewy Shrubs	Roślinność zielna Herbaceous plants	Trawy Grosses	Roślinność pionierska Pioneer vegetation
Korytowy Bed		1) <i>Salix purpurea</i> (wierzba purpurowa) 2) <i>Salix incana</i> (wierzba siwa) 3) <i>Salix viminalis</i> (wierzba wiciowa)	1) <i>Aegopodium podagraria</i> (podagrycznik pospolity) 2) <i>Angelica silvestris</i> (dzięgiel leśny) 3) <i>Astrantia maior</i> (jarmianka wiejsza) 4) <i>Barbarea vulgaris</i> (gorczycznik pospolity) 5) <i>Caltha palustris</i> (knieć błotna) 6) <i>Chaerophyllum hirsutum</i> (świerzabek leśny) 7) <i>Cirsium palustre</i> (ostrożeń błotny) 8) <i>Equisetum palustre</i> (skrzyp błotny) 9) <i>Geranium Robertianum</i> (bodziszek cuchnący) 10) <i>Geum rivale</i> (kuklik zwisty) 11) <i>Impatiens noli-</i>	1) <i>Agrostis alba</i> (mietlica biała) 2) <i>Agrostis vulgaris</i> (mietlica pospolita) 3) <i>Agropyron repens</i> (perz właściwy) 4) <i>Brachypodium silvaticum</i> (kłosownica leśna) 5) <i>Dactylis glomerata</i> (kupkówka pospolita) 6) <i>Deschampsia caespitosa</i> (śmiałek darniowy) 7) <i>Festuca gigantea</i> (kostrzewa olbrzymia) 8) <i>Festuca rubra</i> (kostrzewa czerwona) 9) <i>Festuca pratensis</i> (kostrzewa łąkowa) 10) <i>Glyceria fluitans</i> (manna jadalna) 11) <i>Lolium perenne</i> (życica trwała) 12) <i>Poa annua</i> (wiechlina roczna)	1) <i>Agrostis stolonifera</i> (mietlica rozłogowa) 2) <i>Caltha laeta</i> (knieć górską) 3) <i>Cardamine amara</i> (rzeżucha gorzka) 4) <i>Geranium Robertianum</i> (bodziszek cuchnący) 5) <i>Glyceria fluitans</i> (manna jadalna) 6) <i>Myosotis palustris</i> (niezapominajka błotna) 7) <i>Poa annua</i> (wiechlina roczna) 8) <i>Poa compressa</i> (wiechlina spłaszczona) 9) <i>Poa trivialis</i> (wiechlina zwyczajna) 10) <i>Ranunculus acer</i> (jaskier ostry) 11) <i>Ranunculus repens</i> (jaskier rozłogowy) 12) <i>Stellaria media</i>

1) <i>Alnus incana</i> (olsza szara)	1) <i>Cornus sanguinea</i> (dereń świdwa)	-tangere (niecierpek pospolity)	13) <i>Poa compressa</i> (wiechlina spleczona)	(gwiazdnica średnia)
2) <i>Acer pseudoplatanus</i> (jawor)	2) <i>Padus avium</i> (czeremcha)	12) <i>Myosotis palustris</i> (niezapominajka błotna)	14) <i>Poa nemoralis</i> (wiechlina gajowa)	13) <i>Tussilago farfara</i> (podbiał pospolity)
3) <i>Fraxinus excelsior</i> (jesion wyniosły)	3) <i>Rosa canina</i> (róża dzika)	13) <i>Mentha longifolia et aquatica</i> (mięta długolistna i nadwodna)		14) <i>Veronica beccabugna</i> (przetacznik bowniczek)
4) <i>Picea excelsa</i> (świerk pospolity)	4) <i>Rubus caesius</i> (jeżyna popielica)	14) <i>Petasites officinalis</i> (lepieźnik różowy)		
5) <i>Populus tremula</i> (topola osika)	5) <i>Rubus idaeus</i> (malina właściwa)	15) <i>Plantago maior</i> (jarczmianka większa)		
6) <i>Salix alba</i> (wierzba biała)	6) <i>Sambucus nigra</i> (bez czarny)	16) <i>Ranunculus acer</i> (jaskier ostry)		
7) <i>Salix fragilis</i> (wierzba krucha)	7) <i>Sambucus racemosa</i> (bez koralowy)	17) <i>Ranunculus repens</i> (jaskier rozłogowy)		
8) <i>Sorbus aucuparia</i> (jarząb pospolity)	8) <i>Salix caprea</i> (wierzba iwa)	18) <i>Rumex obtusifolius</i> (szczaw tępolistny)		
9) <i>Tilia cordata</i> (lipa drobnolistna)	9) <i>Salix incana</i> (wierzba siwa)	19) <i>Salvia glutinosa</i> (szalwia lepka)		
	10) <i>Salix purpurea</i> (wierzba purpurowa)	20) <i>Senecio Fuchsii</i> (starzec Fuchsa)		
	11) <i>Salix viminalis</i> (wierzba wiciowa)	21) <i>Stellaria nemorum</i> (gwiazdnica gajowa)		
		22) <i>Tussilago farfara</i> (podbiał pospolity)		
		23) <i>Urtica dioica</i> (pokrzywa zwyczajna)		
		24) <i>Veronica beccabugna</i> (przetacznik bowniczek)		

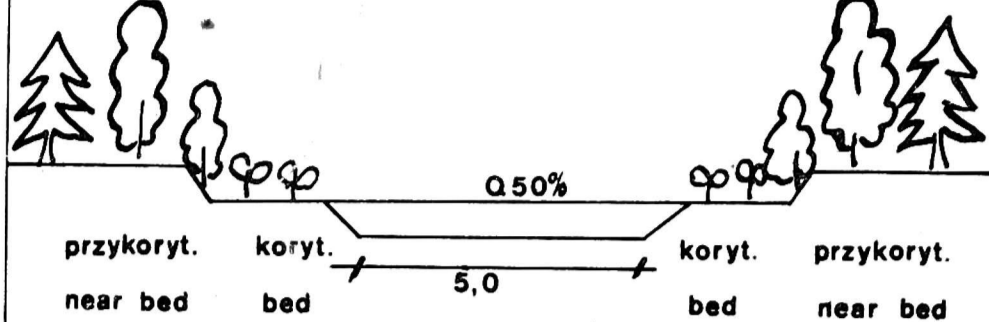
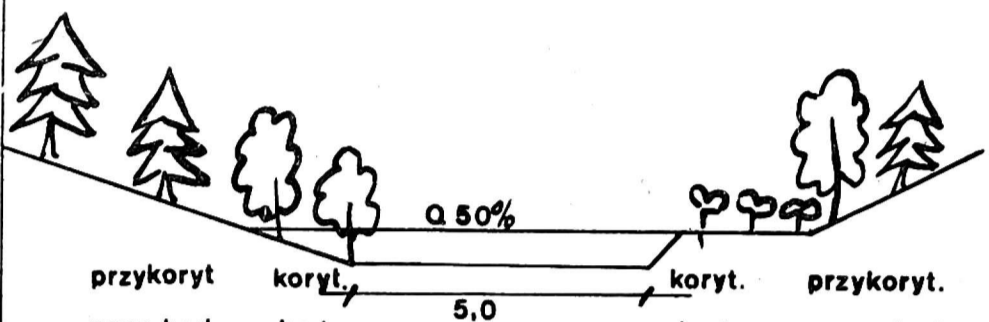
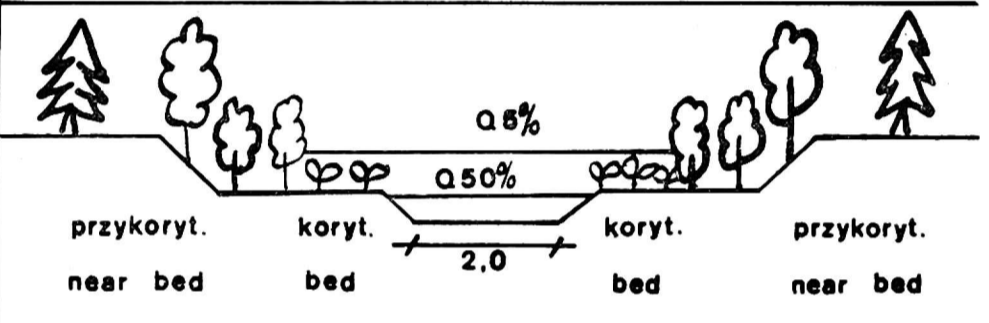
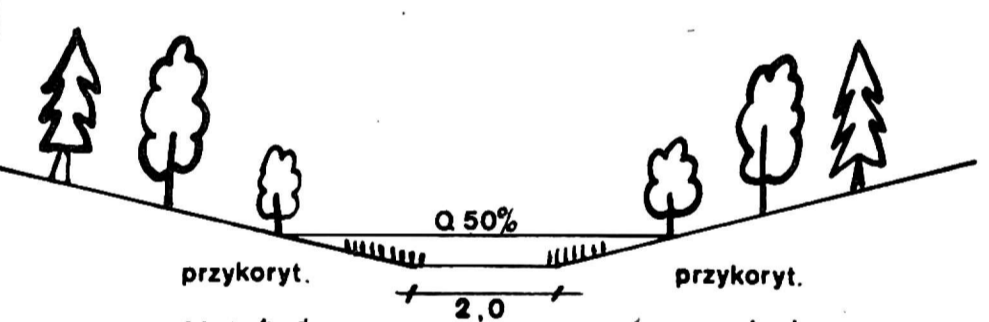
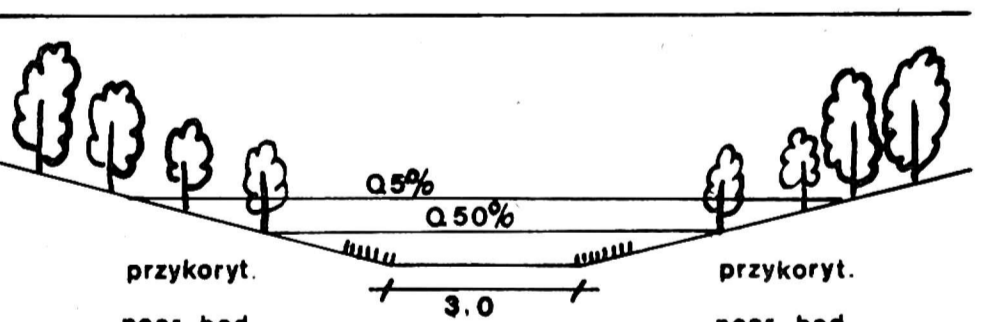
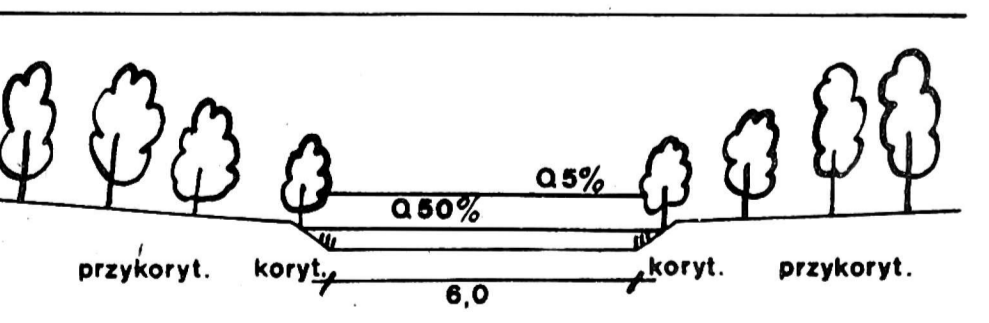
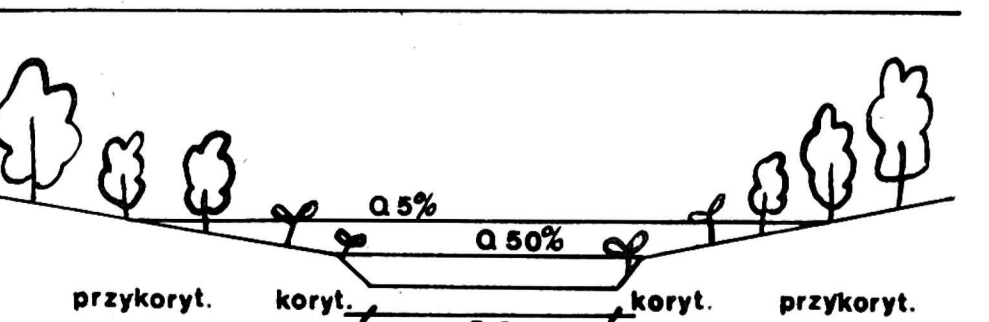
Wszystkie komponenty roślinne występujące na badanych potokach, a mogące mieć zastosowanie przy projektowaniu zabudowy biologicznej zebrano w tabeli 2.

Rozmieszczenie poszczególnych gatunków roślin w pasie korytowym i przykorytowym na potokach górskich jest na ogół dość charakterystyczne. Stałość rozmieszczenia roślin wiąże się głównie z ich wymaganiami ekologicznymi. W zależności od wzniesienia terenu n.p.m., podłużnego spadku koryta oraz szerokości cieku mogą zaznaczyć się nieco większe różnice florystyczne, niż to ma zazwyczaj miejsce w wypadku średnich, płaskich profilów koryt rzek górskich. Szczególnie duże znaczenie dla składu florystycznego obudowy biologicznej potoków górskich ma rodzaj użytkowania terenu bezpośrednio przylegającego do danego cieku. Las, użytek zielony lub pole orne wprowadzają każdorazowo do obudowy biologicznej pewną ilość gatunków związanych ściśle z ekologicznym charakterem sąsiadujących siedlisk. Największy wpływ na fitosocjologiczny charakter zabudowy biologicznej potoków górskich ma las. Przekształca on niekiedy te zbiorowiska roślinne prawie całkowicie i nadaje im typowy charakter zbiorowisk leśnych. Mniejszy nieco wpływ terenów sąsiadujących uwidacznia się w przypadkach kształtowania tworzących zabudowę biologiczną zbiorowisk roślinności korytowej. Ich charakter i struktura zależą głównie od kształtowania się przepływów w korycie potoku i ewentualnie od wzniesienia n.p.m. Początkowo jest to najczęściej przypadkowa roślinność pionierska, która pojawia się samorzutnie na odsypiskach przybrzeżnych. Z czasem natomiast przekształca się ona w zbiorowiska lepiężnika, wśród których pojawiają się gdzieniegdzie pojedyncze osobniki olszy szarej lub wierzby.



Ryc. 1. Przykładowy projekt składu gatunkowego drzew i krzewów oraz rozmieszczenie ich w pasie korytowym i przykorytowym. 1 — wierzby, 2 — olsza szara, 3 — jesion wyniosły; jarzębina, malina, jeżyna, bez koralowy, bez czarny, róża dzika, 4 — czeremcha; dereń świdwa, lipa, jawor; 5 — świerk

Fig. 1. Exemplary project of species composition of trees and shrubs, and their distribution in bed- and near bed-zone. 1 — Willows, 2 — Alder, 3 — Ash; Sorb, Raspberry, Blackberry, Common elder, *Sambucus racemosa*, Dog rose; 4 — Bird cherry; Cornel, Line, Maple; 5 — Spruce

Roślinność występująca w pasie: Plants occurring in zone:		Geologia Geology	Gleby Soils	Profil poprzeczny koryta potoku Transversal profile of stream bed
korytowym bed	przykorytowym near bed	15	16	17
13	14	15	16	17
<i>Petasites officinalis</i> <i>Equisetum palustre</i> <i>Chaerophyllum hirsutum</i> <i>Senecio Fuchsii</i> <i>Mentha longifolia</i> <i>Tussilago farfara</i> <i>Impatiens noli-tangere</i> <i>Aegopodium podagraria</i> <i>Brachypodium silvaticum</i>	<i>Alnus incana</i> <i>Salix caprea</i> <i>Sorbus aucuparia</i> <i>Picea excelsa</i> <i>Rubus idaeus</i> <i>Petasites officinalis</i> <i>Astrantia maior</i> <i>Salvia glutinosa</i> <i>Aegopodium podagraria</i> <i>Festuca gigantea</i>	Podłoże doliny stanowią utwory fliszowe. Brzegi koryta zbudowane są z grubookruchowych aluwów. Badany odcinek nie wykazuje podatności na erozję Flysh formations constitute the substrate of the valley. Banks of the bed are built of thick-clastic aluvia. The section studied does not show susceptibility to erosion	Mady brunatno-górskie z dużą zawartością części szkieletowych. Wierzchnia warstwa to gliny lekkie w składzie prawie jednolite. Gleby mają odczyn kwaśny, wyjątek stanowi profil II, gdzie ma odczyn alkaliczny, wpłynęły na to zmywy z sąsiedniego pola Brown mountain muds with a great content of skeletal parts. The upper layer is formed by sandy loam almost uniform in its composition. Soils show an acid reaction except the profile II, where soil shows an alkaline reaction, what is a result of soil washings from the adjacent field	
<i>Alnus incana</i> <i>Agrostis vulgaris</i> <i>Veronica beccabugna</i> <i>Stellaria nemorum</i> <i>Tussilago farfara</i> <i>Glyceria fluitans</i> <i>Equisetum palustre</i> <i>Agrostis alba</i> <i>Deschampsia caespitosa</i>	<i>Picea excelsa</i> <i>Alnus incana</i> <i>Rubus idaeus</i> <i>Salix caprea</i> <i>Petasites officinalis</i> <i>Salix viminalis</i> <i>Astrantia maior</i> <i>Aegopodium podagraria</i> <i>Tussilago farfara</i>	Podłoże doliny ma osady fliszowe. Erozja zachodzi w dolnej części odcinka potoku, gdzie brzegi koryta są zbudowane z terasy gliniasto-rumoszowej Flysh sediments occur in the substrate of the valley. The lower part of the stream section, where banks of the bed are built of clay-grass terrace, is subjected to erosion	Mady górskie z dużą zawartością części szkieletowych, dominuje tutaj glina na przemian z lekką, średnią i ciężką, a nawet materiałem ilastym. Występują związki żelaza, gleby posiadają odczyn lekko kwaśny zbliżony do obojętnego Mountain muds with a high content of skeletal parts, heavy loam prevailed interlayered with sandy loam, medium-heavy loam, and even with clay material. Iron compounds occur, the reaction of soils is slightly acid closed to neutral	
<i>Petasites officinalis</i> <i>Poa trivialis</i> <i>Mentha longifolia</i> <i>Equisetum silvaticum</i> <i>Angelica silvestris</i> <i>Alnus incana</i> <i>Salix purpurea</i> <i>Salix incana</i>	<i>Picea excelsa</i> <i>Alnus incana</i> <i>Abies alba</i> <i>Acer pseudoplatanus</i> <i>Rubus idaeus</i> <i>Vaccinium myrtillus</i> <i>Equisetum silvaticum</i> <i>Deschampsia caespitosa</i> <i>Tussilago farfara</i>	W dolnej części koryta występują wychodne piaskowców, które są wyjątkowo odporne na erozję. Oprócz tego występują wychodne podłoża fliszowe In the bottom part of the bed seam exits of sandstone occur, which are exceptionally resistant to erosion. Besides are seam exits of the Flysh substrate	Mady nadrzeczne, aluwialne, w skład których wchodzi glina średnia pylasta lub spiaszczona. Kwasowość gleb wykazuje duże zróżnicowanie od pH 5,5—8 Alluvial warp soils, their composition comprises medium-dusty loam or sandy loam. Acidity of soils oscillated between 5,5 and 8,0 pH.	
<i>Veronica beccabugna</i> <i>Glyceria fluitans</i> <i>Poa trivialis</i> <i>Agrostis vulgaris</i> <i>Poa nemoralis</i> <i>Cardamine amara</i> <i>Tussilago farfara</i> <i>Ranunculus repens</i>	<i>Alnus incana</i> <i>Salix fragilis</i> <i>Rubus idaeus</i> <i>Abies alba</i> <i>Picea excelsa</i> <i>Fraxinus excelsior</i> <i>Sorbus aucuparia</i> <i>Caltha palustris</i> <i>Myosotis palustris</i> <i>Geum rivale</i>	Zbocze zbudowane jest z glin zwietrzelinowych zmieszanych z okruchami zwietrzałego piaskowca i łupka. Siła erozyjna potoku jest znikoma a to ze względu na małe przepływy oraz doskonale zachowany stan brzegów The slope is built of weathered loams mixed with detritus of weathered sandstone and slate. Erosion force of the stream is insignificant because of low flows and the exceptionally well conserved state of banks	Mady średnie z wyraźnym przewarstwieniem. W skład mady wchodzi gliny średnie, ciężkie, a w dolnych warstwach il, gleby są wyraźnie kwaśne pH od 4,0—6,0 Medium-heavy muds, distinctly interlayered. They are composed of medium-heavy and loams, in the bottom part — of clay. Soils are clearly acid, pH from 4,0 to 6,0	
Brak pasa korytowego Lack of near bed zone	<i>Alnus incana</i> <i>Populus nigra</i> <i>Populus tremula</i> <i>Salix fragilis</i> <i>Salix purpurea</i> <i>Prunus padus</i> <i>Frangula alnus</i> <i>Rubus idaeus</i> <i>Urtica dioica</i> <i>Poa trivialis</i>	Dno koryta zbudowane jest z osadów piaszczysto-zwirowych pokrytych gdzieśgdzie warstwą namułu. Erozja jest znikoma ze względu na mały spadek The bottom of the bed is formed by sandy-gravelly sediments covered with a layer of silt, here and there. Erosion is insignificant because of low stream gradient	Mady brunatne-pyłowe piaszczyste. W skład ich wchodzi pyły zwykle ilaste, gliny średnie lub piaski gliniaste. Kwasowość gleb obojętna lub zasadowa Brown dusty sandy muds, their composition is formed by very fine sandy soil, medium-heavy loam or loamy sands. The reaction of soils is neutral or alkaline	
<i>Petasites officinalis</i> <i>Poa trivialis</i> <i>Agrostis stolonifera</i> <i>Ranunculus repens</i> <i>Myosotis palustris</i> <i>Mentha longifolia</i> <i>Ranunculus repens</i> <i>Veronica beccabugna</i> <i>Deschampsia caespitosa</i>	<i>Alnus incana</i> <i>Fraxinus excelsior</i> <i>Tilia cordata</i> <i>Ulmus campestris</i> <i>Salix fragilis</i> <i>Salix alba</i> <i>Aegopodium podagraria</i> <i>Rubus idaeus</i> <i>Poa trivialis</i> <i>Mentha longifolia</i>	Brzegi koryta są zbudowane z podatnych na erozję utworów gliniastych i drobnych otoczków Banks of the bed are built of loamy formations and small rounded rock fragments susceptible to erosion	Mady średnie pochodzenia aluwialnego, szkieletowe. Gleby mają odczyn lekko zasadowy lub obojętny Medium-heavy mud of the alluvial derivation, a skeletal one. The reaction of soils is slightly alkaline or neutral	
<i>Petasites officinalis</i> <i>Agrostis stolonifera</i> <i>Poa trivialis</i> <i>Glyceria fluitans</i> <i>Myosotis palustris</i> <i>Deschampsia caespitosa</i> <i>Agrostis alba</i> <i>Scirpus silvaticus</i> <i>Tussilago farfara</i>	<i>Alnus incana</i> <i>Alnus glutinosa</i> <i>Populus tremula</i> <i>Salix fragilis</i> <i>Salix alba</i> <i>Populus nigra</i> <i>Rubus caesius</i> <i>Sambucus nigra</i> <i>Rosa canina</i> <i>Padus avium</i>	Dno koryta jest zbudowane z osadów zwirowo-kamienistych. W środkowym i górnym odcinku są łatwo wypłukiwalne aluwia, proces erozji bocznej przebiega tutaj intensywniej The bottom of the bed is built of gravelly-stony sediments. In the middle and upper sections there are aluvia easily leached. The process of lateral erosion runs more intensively there	Mady brunatne średnie, których materiał budulcowy stanowią przeważnie gliny lekkie słabo spiaszczony-pylaste. Gleby posiadają odczyn wyraźnie obojętny, a nawet zasadowy, pH 7,0—8,0 Brown medium-heavy muds, built mainly of sandy loam. The reaction of soils is clearly neutral, and even alkaline, pH 7,0—8,0	

Charakterystyka badanych potoków z podaniem prędkości przepływu oraz odpowiadającej sile unoszenia
 Characteristic of streams studied together with flow velocity and corresponding carrying force

Potoki Streams	<i>I</i>	<i>d_m</i>	<i>Q</i> _{50%}	<i>R</i>	<i>V</i>	<i>S</i>	Maksymalny przepływ ostatniego dziesięciolecia powyżej wody <i>Q</i> _{50%} Maximal flow of last decade above <i>Q</i> _{50%} of water		<i>R</i>	<i>V</i>	<i>S</i>
	‰	cm	m ³ /s	m	m/s	N/m ²	m ³ Q/s	p‰	m	m/s	N/m ²
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Roztoka	12	6,8	15	0,45	1,88	52,97	nie było not being	—	—	—	—
Czerna	9	8,0	14	0,71	2,17	64,64	nie było not being	—	—	—	—
Skalny	20	8,8	10	0,71	3,19	139,30	1965 rok 16	25	0,80	3,51	156,96
Markowy	36	7,1	2	0,28	1,50	98,88	nie było not being	—	—	—	—
Malejówka	4	4,3	16	0,96	1,83	37,67	1970 rok 50	5	1,0	1,90	39,24
Cichy	5,5	5,5	15	0,56	1,87	30,21	30.VI.1973 rok 50	5	1,08	2,42	58
Białka Iwanowska	3	4,3	30	1,34	1,21	39,43	30.VI.1973 rok 70	5	2,08	1,76	61,21

Niekiedy pas roślinności korytowej bywa silnie zredukowany do bardzo wąziutkich pasemek nie przekraczających kilkudziesięciu centymetrów szerokości albo w ogóle zanika na skutek zaistniałego zniszczenia przez wysokie stany przepływającej wody.

Pas przykorytowy tworzą przeważnie drzewa i krzewy z bardzo niekiedy bogatym runem. Skład gatunkowy i rozmieszczenie drzew uzależnione jest zazwyczaj od wysokości usytuowania koryta nad poziomem morza oraz od sposobów użytkowania terenów przylegających do brzegów (ryc. 1).

IV. OCENA TRWAŁOŚCI ZABUDOWY BIOLOGICZNEJ KORYT WYBRANYCH ODCINKÓW BADAWCZYCH

Dokonując inwentaryzacji roślinności występującej w naturalnej obudowie biologicznej wszystkich badanych potoków stwierdzono, że charakteryzuje się ona dużym bogactwem florystycznym i dobrze stabilizuje brzegi. W celu wyjaśnienia skuteczności ochrony koryt przez istniejącą zabudowę biologiczną podjęto próbę określenia średniej prędkości przepływu oraz odpowiadającej jej siły unoszenia dla wody $Q_{50\%}$. Przy takim właśnie napełnieniu koryt roślinność pasa korytowego najlepiej spełnia swą rolę ochronną i korytostabilną. Zostały również uwzględnione maksymalne przepływy z ostatniego dziesięciolecia powyżej wody $Q_{50\%}$, dla których także określono średnie prędkości przepływu i odpowiadające im siły unoszenia, przy których roślinność pasa przykorytowego także dobrze spełnia swą rolę. W tabeli 3 przedstawiono charakterystykę hydrologiczną badanych potoków, a to: średnie prędkości przepływu oraz odpowiadające im siły unoszenia dla wody $Q_{50\%}$ i większej, która wystąpiła w ostatnim dziesięcioleciu. Z tabeli tej wynika, że na czterech potokach w ostatnim dziesięcioleciu notowano przepływy większe od wody $Q_{50\%}$. W roku 1965 w dorzeczu Soły na potoku Skalany wystąpił przepływ wody o prawdopodobieństwie $Q_{25\%}$, o średniej prędkości przepływu 3,51 m/s i sile unoszenia 156,96 N/m². Pomimo tego że potok ma duży spadek podłużny wynoszący 20‰, jest on dobrze zachowany. Po obu stronach koryta wykształcone są bardzo wyraźnie pasy roślinności korytowej, gdzie dużymi płatami występuje lepieźnik (*Petasites officinalis*), który skutecznie chroni brzegi przed rozmywaniem i zmianą koryt.

W roku 1970 w dorzeczu Skawy na potoku Malejówka wystąpił przepływ wody o prawdopodobieństwie $Q_{5\%}$ o średniej prędkości 1,90 m/s i silne unoszenia 39,24 N/m². Potok jest dobrze zachowany, mimo że nie ma pasa korytowego, a jedynie bardzo bujnie zarośnięty pas przykorytowy, o dużym bogactwie różnych gatunków drzew i roślinności zielonej.

Na potoku Cichy w dorzeczu Dunajca w roku 1973 wystąpił przepływ

wody o prawdopodobieństwie $Q_{5\%}$, o średniej prędkości przepływu 2,42 m/s i sile unoszenia 58,27 N/m², powodując dewastację dolnej partii potoku na tym odcinku, gdzie lewy brzeg o wysokości 1,5 m, zbudowany z utworów gliniastych, był wryty w pola orne i pozbawiony obudowy biologicznej. Natomiast w górnej partii, gdzie występuje naturalna zabudowa biologiczna, potok jest zachowany bardzo dobrze.

Na potoku Białka Iwkowska w tym samym dorzeczu, również w roku 1973 wystąpił przepływ wody o prawdopodobieństwie $Q_{5\%}$. Średnia

Tabela 4 — Table 4

Dane dotyczące stosowania budowli biotechnicznych wg [10]
Data concerning biotechnical constructions acc. to [10]

Sposób umocnienia Bank protections	Dopuszczalna prędkość Flow velocity limits	
	V m/s	S N/m ²
Wierzbowy płotek pleciony oraz wierzbowy okład zbocza Willow wattle fence and willow rod lining	2,8—3,0	78,48— 98,10
Ożywiona ściana zrębowa Wooden poles foramework with living willow rods	2,3—2,5	66,70— 72,59
Faszyny i faszynady Fascine	3,2—3,5	117,72—137,34
Ożywiona żerdziowa poprzeczka (półprzepustowa) Timber groyne (semipermeable)	2,6	94,17
Ożywiona wykładzina kamienna Stone lining with living willow rods	2,9	102,02

prędkość przepływu wynosiła tu 1,76 m/s, a siła unoszenia 61,21 N/m². I w tym przypadku potok jest dobrze zachowany.

Z przeprowadzonych obserwacji wynika, że wszędzie tam, gdzie utrzymała się naturalna roślinność pasa korytowego i przykorytowego, obudowa biologiczna potoków bardzo skutecznie wytrzymuje średnie prędkości przepływu i siły unoszenia, uważane już jako graniczne przy zabudowie biologicznej. Dla przykładu podano w tabeli 4 prędkości i siły unoszenia, jakie zalecane są przy zabudowie biotechnicznej w Czechosłowacji [10].

V. WNIOSKI

W wyniku analizy naturalnej zabudowy biologicznej omówionych potoków górskich można wyciągnąć następujące wnioski:

1. W naturalnej zabudowie biologicznej badanych potoków wyróżniają się dwie strefy roślinności, a to:

- korytowa, składająca się głównie z gatunków trawiasto-zielnych i podlegająca zalewom rocznych wielkich wód przepływowych, oraz
- przykorytowa umieszczona na nieco wyższym terenie brzegowym i podlegająca jedynie zalewom wód powierzchniowych. Roślinność tej strefy tworzą głównie gatunki krzewiasto-drzewiaste.

2. Gatunkami najbardziej przydatnymi do zabudowy biologicznej potoków górskich są:

- dla pasa korytowego: lepieźniki, podbiał pospolity, mietlica rozłogowa, wiechlina spłaszczona, wiechlina zwyczajna oraz niektóre gatunki wierzb,
- dla pasa przykorytowego: olsza szara, wierzba biała, wierzba krucha, wierzba wiciowa, wierzba purpurowa.

3. Sukcesja zbiorowisk roślinnych zarówno w strefie korytowej, jak i przykorytowej zdąża poprzez wiele ogniw do wykształcenia się najbardziej wartościowego w tych warunkach zespołu *Alnetum incanae*, charakterystycznego dla siedlisk łągowych większości potoków karpackich.

4. Znaczenie pasa korytowego polega głównie na stabilizacji żwirowisk, a przez to na zmniejszeniu ruchu rumowiska. Znaczenie pasa przykorytowego polega na ochronie brzegów przed działaniem wielkich wód przepływowych.

5. Naturalna roślinność pasa korytowego i przykorytowego wytrzymuje prędkości i siły unoszenia takie, które są uznawane jako graniczne przy zabudowie biotechnicznej.

Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej
Oddział w Krakowie

LITERATURA

- [1] Bala-Pawłowska E., *Uwagi o naturalnej zabudowie biologicznej niektórych potoków karpackich*, „Wiad. Melior. i Łąkar.”, z. 1, 1977.
- [2] Bala-Pawłowska E., Fröss R., *Ważniejsze komponenty roślinne występujące w obudowie roślinnej niektórych potoków górskich w dorzeczu górnej Soły*, „Wiad. Melior. i Łąkar.”, z. 7, 1975.

- [3] Bala-Pawłowska E., Fröss R., *Wytyczne projektowania zagospodarowania roślinnego przy regulacji potoków górskich*, IMGW, 1975 (maszynopis).
- [4] Fabijanowski J., *Biologiczna zabudowa brzegów rzek w związku z ich regulacją*, „Ochrona Przyrody”, R. 22, 1954.
- [5] Jagła S., Kopeć S., *Uwagi do obudowy biologicznej potoków i rzek górskich*, „Wiad. Melior. i Łąkar.”, z. 10, 1967.
- [6] Kąkol T., Mizgalewicz J.; *Ocena przydatności istniejących wzorów empirycznych dla obliczenia prawdopodobnych przepływów maksymalnych w warunkach małej zlewni karpackiego dorzecza górnej Wisły*, Politechnika Krakowska, 1974.
- [7] Prochal P., Jagła S., *Analiza obudowy biologicznej brzegów i rzek potoków dorzecza górnego Sanu w Bieszczadach Zachodnich*, Wiad. IMUZ, 1966.
- [8] Valtyni J., *Biotechnické upravy v zakradzani bystrin*, Min. Las i Vod. Hosp. CSR, Priroda, Bratislava 1970.
- [9] Valtyni J., *Zrubove vykany a vegetacne spevnovanie bystrinnych koryt*, Zvolen 1970.
- [10] Valtyni J., *Vegetacne upravy tokov*, Bratislava 1974.
- [11] Valtyni J., *Prosperok k poznaniu pratieroznoj adolnosti vegetacne spernenych bystrinnych koryt*, Zvolen 1975.

Elżbieta Bala-Pawłowska

MORE IMPORTANT PLANT COMPONENTS CONSTITUTING BIOLOGICAL SAFEGUARDING OF MOUNTAIN STREAMS AND ESTIMATION OF THEIR STABILITY IN BED SECTIONS SELECTED

S u m m a r y

Biological safeguarding serving to regulation of mountain streams is a problem poorly recognized up to now, as regards the determination of basal parameters of a bed, and selection of adequate plant species for bed- and near-bed zones effectively protecting banks from erosion. The aim of that study was to find which plant components constitute the natural biological safeguarding of Carpathian mountain streams, and which of them can be used in planning such a safeguarding for the regular sections of mountain streams depend on flow velocities and carrying forces corresponding to them. Determination of the behavior of the bed with the durable biological safeguarding depend on different filling of a bed was founded on the author's own studies and on foreign papers where that problem was presented partially.

Эльжбета Баля-Павловска

ВАЖНЕЙШИЕ РАСТИТЕЛЬНЫЕ КОМПОНЕНТЫ,
ВСТРЕЧАЮЩИЕСЯ В БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАСТРОЙКЕ ГОРНЫХ ПОТОКОВ
И ОЦЕНКА ИХ ПРОЧНОСТИ НА НЕКОТОРЫХ ОТРЕЗКАХ РУСЕЛ

Резюме

Биологическая установка крепи служащая регулированию горных потоков является проблемой еще слабо изученной в аспекте устанавливания основных параметров русла и подбора соответствующих видов растений для русловых поясов, эффективно охраняющих берега от эрозии. Целью настоящей работы было узнать, какие растительные компоненты образуют естественную застройку карпатских горных потоков и которые из них могут иметь применение при проектировании такой установки крепи на регулярных отрезках горных потоков в зависимости от скорости течения и соответствующим им сил уношения. Мы главным способом пользовались собственными исследованиями, оценивая поведение русла с прочной биологической застройкой при различных наполнениях водой, а также на иностранной литературе, где эта проблема уже частично представлена.

Институт метеорологии и водного хозяйства
Краковский отдел