

Artur Szwałec, Paweł Mundala, Artur Radecki-Pawlik, Artur Szymacha

**WPLYW ANTROPOPRESJI NA SUKCESJĘ ROŚLINNĄ
I DEPONOWANIE PIERWIASTKÓW ŚLADOWYCH
W OSADACH DENNYCH W REJONIE BUDOWLI
HYDROTECHNICZNYCH NA PRZYKŁADZIE
WYBRANYCH POTOKÓW KARPACKICH**

***THE INFLUENCE OF ANTHROPOPRESSION ON PLANTS
COVER AND DEPOSITION OF TRACE ELEMENTS
WITHIN THE REGION OF BOTTOM SEDIMENTS
OF HYDRAULIC STRUCTURES – THE EXAMPLES FROM
POLISH CARPATHIANS STREAMS***

Streszczenie

Celem badań przedstawionych w niniejszej pracy było porównanie oznaczonych zawartości wybranych pierwiastków śladowych (Cd, Cr, Cu, Ni, Pb i Zn) gromadzonych w osadach dennych w rejonie zapór przeciwrumowiskowych i bystrotoków wybudowanych w dolnych odcinkach potoków Młynne i Kudowski, a także potoku Lubański, który jest częściowo uregulowany oraz porównanie w rejonie punktów pomiarowych, szaty roślinnej wykazującej cechy zmian antropopresyjnych. W kontekście przeprowadzonych badań za „najbardziej zanieczyszczone” należy uznać osady denne potoku Młynne, które wykazują mierne zanieczyszczenie niklem i miedzią (próba pobrana przed zaporą) oraz chromem (próba pobrana przy zaporze). W odniesieniu do szaty roślinnej należy zauważyć, iż zbiorowiska roślinne występujące wzdłuż potoków Kudowski, Lubański i Młynne w przeważającym stopniu determinowane są przez antropopresję wyrażającą się ich zabudową techniczną, jak również przez wielkość, charakter przepływu i reżim wodny omawianych cieków. Największą dynamikę stosunków ilościowo-jakościowych roślinności zaobserwowano w rejonie zapór przeciwrumowiskowych zlokalizowanych na potokach Kudowski i Młynne.

Słowa kluczowe: potoki karpackie, osady denne, metale ciężkie, szata roślinna

Summary

The aim of the following paper was to present the level of the chosen trace elements such as: Cd, Cr, Cu, Ni, Pb and Zn which were deposited within the bottom sediments in the region of hydraulic structures. Special attention was put to sediments trapped in the pools of check-dams and small channel bars found along the channelized parts of the mountain streams. The research was conducted on three Polish Carpathian streams: the Mlynne stream, the Kudowski, and the Lubański stream – all in the Gorce Mountains. All of the investigated streams are partly channelized and partly are in natural conditions. The contamination was stated in sediments of the Mlynne Stream in case of Ni, Cu and Cr. The samples were collected upstream the barrage (Ni and Cu) and at the barrage Cr. The plant covers were determined mainly by hydraulic structures. In case of vegetation the biggest anthropopression was stated in upstream of barrage sections located on the Mlynne and Kudowski Streams.

Key words: anthropopressure, mountain streams, sediments, heavy metals, plant cover

WSTĘP

Substancje chemiczne, w tym pierwiastki śladowe, obecne w wodzie i osadach dennych mogą pochodzić z dostawy atmosferycznej, obiegu biologicznego, procesów denudacyjnych oraz w coraz w większym stopniu z dostawy związanej z działalnością człowieka. Zmiany antropogeniczne, szczególnie w zlewniach silnie zurbanizowanych, mogą być bardzo intensywne i dynamiczne. Ocena skali tych zmian jest często bardzo trudna, gdyż w wielu obszarach czynniki antropogeniczne oddziałują wielokierunkowo, poza tym zwykle brak jest odniesienia do tła geochemicznego. Jednym ze wskaźników stopnia antropopresji w zlewni [Ciszewski 1994; Radecki-Pawlik, Florencka 2004] może być analiza chemiczna osadów umożliwiająca wykrywanie i obserwację zmian w zawartości pierwiastków śladowych nawet przy stosunkowo niewielkim stopniu zanieczyszczenia. Celem badań przedstawionych w niniejszej pracy było porównanie oznaczonych zawartości wybranych pierwiastków śladowych (Cd, Cr, Cu, Ni, Pb i Zn), gromadzonych w osadach dennych w rejonie zapór przeciwrumowiskowych i bystrotoków wybudowanych w dolnych odcinkach potoków Mlynne i Kudowski, a także potoku Lubański, który jest częściowo uregulowany oraz porównanie w rejonie punktów pomiarowych, szaty roślinnej wykazującej cechy zmian antropopresyjnych.

OPIS ZLEWNI

Zlewnie potoków Mlynne, Kudowski i Lubański położone są całkowicie na terenie Gorców, zbudowanych w przeważającej części ze skał osadowych

serii magurskiej. Skały tej serii zajmują w Zewnętrznych Zachodnich Karpatach Fliszowych największy obszar i są budulcem Beskidu Żywieckiego, większej części Beskidu Średniego, Beskidu Wyspowego, Beskidu Sądeckiego i części Beskidu Niskiego. Skały serii magurskiej zaliczamy do tzw. fliszu składającego. Wszystkie szczyty Gorców zbudowane są z piaskowców magurskich, które osadziły się w morzu w górnym eocenie. Potoki Kudowski i Lubański są prawobrzeżnymi, natomiast potok Młynne jest lewobrzeżnym dopływem potoku Ochotnica, prawobrzeżnego dopływu Dunajca.

METODYKA BADAŃ

OZNACZENIE KADMU, OŁOWIU, CYNKU, CHROMU I NIKLU W OSADACH DENNYCH

Osady denne pobierano w okresie letnim 2005 roku w wyznaczonych przekrojach pomiarowych. Próbę reprezentatywną dla każdego punktu badawczego uzyskano poprzez wymieszanie sześciu prób pierwotnych pobranych na kilkumetrowych odcinkach po obydwu stronach nurtu. Przygotowanie prób i mineralizację przeprowadzono na mokro w mieszaninie stężonych kwasów azotowego i nadchlorowego (HNO_3 i HClO_4), zgodnie z metodyką stosowaną przez IUNG w Puławach. Oznaczenie Cd, Pb, Zn, Cu, Cr, Ni przeprowadzono metodą AAS, stosując parametry aparaturowe zgodne z wytycznymi producenta oraz deuterową korekcję tła. Do oznaczeń wykorzystano spektrofotometr absorpcji atomowej Solaar M6 firmy Unicam. Mineralizację i oznaczenia wykonano w laboratorium Katedry Ekologicznych Podstaw Inżynierii Środowiska AR w Krakowie.

INWENTARYZACJA ROŚLINNOŚCI

Inwentaryzacji i opisu roślin dokonano na podstawie metody Braun-Blanquet'a [1928], w której za pomocą skali liczbowej określono cechy ilościowo-jakościowe występujących gatunków. Opisu zbiorowisk roślinnych dokonano latem 2005 roku, w wyznaczonych punktach badawczych.

WYNIKI I DYSKUSJA

Dla ułatwienia interpretacji zebranych danych pomiarowych przedstawiono je w formie tabelarycznej. I tak w tabelach 1, 2 i 3 pokazano zawartość Cd, Pb, Zn, Cr, Cu, Ni w osadach dennych potoków, odpowiednio: Kudowski, Lubański i Młynne. Z kolei w tabelach 4–6 pokazano roślinność występująca w strefie przybrzeżnej badanych cieków.

Tabela 1. Zawartość Cd, Pb, Zn, Cr, Cu, Ni w osadach dennych potoku Kudowski
Table 1. Content of Cd, Pb, Zn, Cr, Cu, Ni in the Kudowski Stream residues

Miejsce poboru Localisation	mg * kg ⁻¹ s.m. d.m.					
	Cd	Pb	Zn	Cr	Cu	Ni
Bystrotok Rapid flow	0,100	8,49	39,72	31,87	7,49	14,52
Zapora Barrage	0,125	7,57	49,05	31,28	8,56	15,07
Powyżej zapory Upstream of barrage	0,112	7,52	49,61	41,51	10,56	17,34

Tabela 2. Zawartość Cd, Pb, Zn, Cr, Cu, Ni w osadach dennych potoku Lubański
Table 2. Content of Cd, Pb, Zn, Cr, Cu, Ni in the Lubański Stream residues

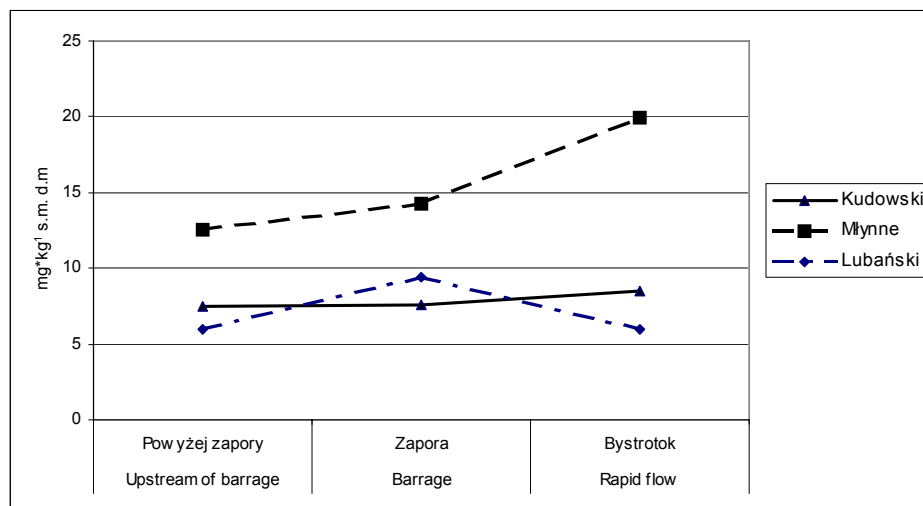
Miejsce poboru Localisation	mg * kg ⁻¹ s.m. d.m.					
	Cd	Pb	Zn	Cr	Cu	Ni
Odcinek górny Upper segment	0,056	6,01	33,63	26,53	8,61	13,931
Odcinek środkowy Middle segment	0,067	9,39	45,98	23,32	13,18	19,77
Odcinek dolny Lower segment	0,063	7,00	49,61	50,01	17,47	22,119

Tabela 3. Zawartość Cd, Pb, Zn, Cr, Cu, Ni w osadach dennych potoku Młynne
Table 3. Content of Cd, Pb, Zn, Cr, Cu, Ni in the Mlyne Stream residues

Miejsce poboru Localisation	mg * kg ⁻¹ s.m. d.m.					
	Cd	Pb	Zn	Cr	Cu	Ni
Bystrotok Rapid flow	0,087	19,96	48,52	21,50	10,65	21,50
Zapora Barrage	0,302	14,24	84,76	52,06	17,79	23,09
Powyżej zapory Upstream of barrage	0,230	12,56	84,70	47,66	20,12	23,68

We wszystkich badanych próbach osadów dennych, stężenia analizowanych pierwiastków charakteryzują się średnim i niskim zróżnicowaniem pomiędzy poszczególnymi punktami pomiarowymi wyznaczonymi dla omawianych cieków. W przypadku potoków Kudowski i Młynne najwyższe wartości dla wszystkich analizowanych metali (z wyjątkiem ołowiu) oznaczono w próbach pobranych w rejonie zapór przeciwrumowiskowych i bezpośrednio powyżej

nich. Tendencja ta jest szczególnie wyraźna w przypadku stężeń Cd ($0,302 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ s.m.}$), Cr ($52,06 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ s.m.}$) i Zn ($84,76 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ s.m.}$) oznaczonych w osadach pobranych w rejonie zapory zlokalizowanej na potoku Młynne. Wymienione zawartości metali przekraczają kilkakrotnie (kadm trzykrotnie, chrom dwukrotnie, cynk półtorakrotnie), stężenia zarejestrowane w próbach pobranych na bystrotoku. Na tak zaznaczające się różnice (zapora/bystrotok) w zawartościach oznaczonych pierwiastków ma wpływ niewątpliwie znacznie większa ilość zatrzymanych w rejonie zapór osadów dennych (szczególnie w odniesieniu do frakcji koloidalnych, sorbujących metale). W tym kontekście wydają się być zastanawiające odmienne od tej tendencji stężenia Pb oznaczone w próbach pobranych na bystrotokach potoku Kudowski ($8,49 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ s.m.}$) i Młynne ($19,96 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ s.m.}$), wyższe od zawartości tego pierwiastka oznaczonych w rejonie zapór (rys.1).



Rysunek 1. Zawartości Pb w opisywanych przekrojach potoków Kudowski, Lubański i Młynne (dla potoku Lubańskiego są to części: górna, środkowa i dolna)

Figure 1. Content of Pb in described sections of the Kudowski, Lubanski and Mlynne Streams (for the Lubanski Stream are upper, middle and lower segments)

Te podwyższone stężenia ołowiu mogą być wynikiem oddziaływania zanieczyszczeń motoryzacyjnych, lub innych form antropopresji związanych np. z przeróbką drewna. Jest to szczególnie widoczne w przypadku osadów dennych potoku Młynne, którego zlewnia jest znacznie bardziej zurbanizowana niż pozostałe (większa ilość gospodarstw, szkoła). Wzdłuż prawie całego ciek poprowadzona jest także droga gminna, a dodatkowo w bezpośrednim sąsiedztwie

bystrzotoku znajduje się łąka, na której podczas zbierania prób zaobserwowano ślady przerobu drewna (składowane deski, wióry, ślady parkowania maszyn). Należy jednak zauważyć, iż stężenia ołowiu oznaczone w osadach dennych potoku Młynne, nawet dwukrotnie wyższe niż zawartości tego pierwiastka w osadach potoków Lubański i Kudowski, mieszczą się w granicach przyjmowanych przez Kabatę-Pendias i Pendiasa [1993] za tłowe, należy je uznać również za osady niezanieczyszczone Bojakowska [2001].

W przypadku potoku Lubański najniższe zawartości wszystkich analizowanych pierwiastków oznaczono w punkcie pomiarowym zlokalizowanym w części górnej tego cieku. Natomiast najwyższe stężenia Cd ($0,067 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ s.m}$) i Pb ($9,39 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ s.m}$) oznaczono w osadach pobranych w części środkowej potoku, wszystkie pozostałe pierwiastki występowały w najwyższych stężeniach w próbach pobranych w punkcie pomiarowym znajdującym się za obudowanym odcinkiem cieku (dolna część potoku). Porównując uzyskane wyniki badań z stosowanymi aktualnie kryteriami oceny zanieczyszczenia osadów dennych [Bojakowska 2001], należy stwierdzić, iż we wszystkich badanych osadach dennych potoku Kudowski zawartości analizowanych metali za wyjątkiem stężenia niklu ($17,34 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ s.m}$) oznaczonego powyżej zaporę występowały w zakresie charakterystycznym dla osadów niezanieczyszczonych. W przypadku potoku Lubański stężenia Ni ($19,77$ i $22,12 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ s.m}$), oraz Cr ($50,01 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ s.m}$) oznaczone w osadach pobranych w odcinku środkowym i dolnym wykazywały mierne zanieczyszczenie (II st. zanieczyszczenia), przy czym należy dodać, iż biorąc pod uwagę dokładność oznaczenia w przypadku chromu przekroczenie to jest znacznie mniejsze niż dopuszczalny błąd pomiaru (odpowiednio przekroczenie $0,01$ i błąd $0,1 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ s.m}$).

W kontekście przeprowadzonych badań za „najbardziej zanieczyszczone” należy uznać osady denne potoku Młynne. W tym przypadku we wszystkich pobranych próbach stwierdzono mierne zanieczyszczenie niklem, miedzią (próba pobrana przed zaporą) i chromem (próba pobrana przy zaporze). Przy ocenie zawartości Cr i Ni należy jednak pod uwagę wziąć fakt, iż naturalne tło geochemiczne osadów w ciekach górskich jest wyższe od analogicznych osadów rzek nizinnych. Potwierdzają to badania prowadzone w zlewni Dunajca w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska, wykazujące podwyższone zawartości tych pierwiastków [Bojakowska, Gliwicz 2003]. Na wyższe tło geochemiczne odnośnie zawartości tych metali w skałach i glebach górskich zwraca uwagę również Kabata-Pendias, Pendias [1993]. W tym kontekście należałoby się zastanowić, czy granice klasyfikacji osadów odnośnie zawartości Cr i Ni w przypadku omawianych cieków nie powinny być skorygowane.

Tabela 4. Roślinność występująca w strefie przybrzeżnej potoku Kudowski
Table 4. Plant cover in the Kudowski Stream banks

Gatunek Species	Zapora przeciwrumowiskowa Barrage		Bystrotok Rapid flow	
	P	T	P	T
<i>Aegopodium podagraria L.</i>	+		+	
<i>Alchemilla spec.</i>	+		n.w	n.w
<i>Alopecurus geniculatus L.</i>	1	1–2	2	2–3
<i>Artemisia absinthium L.</i>	n.w	n.w	+	
<i>Artemisia vulgaris L.</i>	+		+	
<i>Betula pendula Roth</i>	+		n.w	n.w
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	n.w	n.w	+	
<i>Carex pilosa Scop</i>	+		n.w	n.w
<i>Cerastium arvense L.</i>	n.w	n.w	+	
<i>Chamomilla recutita (L.)</i>	n.w	n.w	+	
<i>Chenopodium album L.</i>	n.w	n.w	+	
<i>Cirsium arvense (L.) Scop.</i>	+		+	
<i>Cruciata glabra (L.)</i>	1	1	n.w	n.w
<i>Dactylis glomerata L.</i>	+	2	n.w	n.w
<i>Deschampsia caespitosa L.</i>	n.w	n.w	+	2
<i>Dryopteris filix-mas</i>	+		n.w	n.w
<i>Epilobium angustifolium L.</i>	n.w	n.w	+	
<i>Equisetum arvense L.</i>	+		n.w	n.w
<i>Equisetum palustre L.</i>	+		+	
<i>Euphrasia rostkoviana Hayne</i>	+		n.w	n.w
<i>Fallopia convolvulus (L.)</i>	n.w	n.w	+	
<i>Festuca rubra (L.)</i>	2	2-3	+	2
<i>Fragaria viridis L.</i>	+		n.w	n.w
<i>Galeopsis tetrahit L.</i>	+		n.w	n.w
<i>Galium aparine L.</i>	n.w	n.w	+	2
<i>Galium verum L.</i>	+		n.w	n.w
<i>Geranium robertianum L.</i>	+	2	n.w	n.w
<i>Glyceria fluitans (L.)</i>	+		+	
<i>Glyceria maxima L.</i>	n.w	n.w	+	
<i>Heracleum sphondylium L.</i>	+		n.w	n.w
<i>Hypericum perforatum L.</i>	+		n.w	n.w
<i>Impatiens glandulifera</i>	n.w	n.w	+	
<i>Leontodon autumnalis L.</i>	+		n.w	n.w

Gatunek Species	Zapora przeciwrumowiskowa Barrage		Bystrotok Rapid flow	
	P	T	P	T
<i>Lysimachia nummularia</i> L.	n.w	n.w	+	2
<i>Mentha longifolia</i> (L.) Huds.	+		+	2
<i>Molinia caerulea</i> (L.) Moench	n.w	n.w	+	
<i>Myosotis palustris</i> (L.) L.	n.w	n.w	1	1–2
<i>Petasites albus</i> (L.)			1	1–2
<i>Petasites hybridus</i> (L.)	1	1–2	1	1–2
<i>Pimpinella major</i> (L.)	+		n.w	n.w
<i>Plantago lanceolata</i> L.	n.w	n.w	+	
<i>Plantago media</i> L.	+		n.w	n.w
<i>Plantago media</i> L.			+	
<i>Poa pratensis</i> L.	2	2–3	1	1–2
<i>Polygonum hydropiper</i> L.	+		+	
<i>Potentilla anserina</i> L.	+		n.w	n.w
<i>Prunella vulgaris</i> (L.)	+	2	n.w	n.w
<i>Ranunculus acris</i> L.	+		+	
<i>Rosa canina</i> L.	+		n.w	n.w
<i>Rumex acetosella</i> L.	n.w	n.w	1	1–2
<i>Rumex crispus</i> L.	+		n.w	n.w
<i>Rumex obtusifolius</i> L.	n.w	n.w	+	
<i>Salix caprea</i> L.	+		n.w	n.w
<i>Salix viminalis</i> L.	+		+	
<i>Scirpus sylvaticus</i> (L.)	n.w	n.w	+	
<i>Sinapis arvensis</i> L.	n.w	n.w	+	
<i>Stellaria graminea</i> L.	n.w	n.w	+	
<i>Taraxacum officinale</i> coll.	+		n.w	n.w
<i>Thymus serpyllum</i> L.	+	2	n.w	n.w
<i>Tragopogon pratensis</i> L.	n.w	n.w	+	
<i>Trifolium hybridum</i> L.	+		n.w	n.w
<i>Trifolium repens</i> L.	+	1–2	n.w	n.w
<i>Urtica dioica</i> L.	+		+	
<i>Vicia cracca</i> L.	+		n.w	n.w

n.w. – nie występuje (nie zarejestrowano) n.w. – is absent

Tabela 5. Roślinność występująca w strefie przybrzeżnej potoku Lubański
Table 5. Plant cover in the Lubanski Stream banks

Gatunek	Cześć górna Upper section		Cześć środkowa Middle		Cześć dolna Lower section	
	P	T	P	T	P	T
<i>Plantago lanceolata L.</i>	+		n.w	n.w	n.w	n.w
<i>Heracleum sphondylium L.</i>	2	2	+	1–2	+	
<i>Glechoma hederacea L.</i>	n.w	n.w	n.w	n.w	+	
<i>Melandrium album (MILL.)</i>	n.w	n.w	+		n.w	n.w
<i>Geranium robertianum L.</i>	n.w	n.w	+		+	
<i>Geranium columbinum L.</i>	n.w	n.w	n.w	n.w	1	1–2
<i>Geranium pratense L.</i>	n.w	n.w	+		n.w	n.w
<i>Vaccinium myrtillus L.</i>	+	2	n.w	n.w	n.w	n.w
<i>Artemisia vulgaris L.</i>	n.w	n.w	n.w	n.w	+	
<i>Teesdalea nudicaulis (L.)</i>	n.w	n.w	+		n.w	n.w
<i>Briza media L.</i>	+	2	n.w	n.w	n.w	n.w
<i>Carlina acaulis L.</i>	+		n.w	n.w	n.w	n.w
<i>Hypericum maculatum</i>	+		n.w	n.w	n.w	n.w
<i>Campanula patula L.</i>	n.w	n.w	+		n.w	n.w
<i>Prunella vulgaris L.</i>	+		n.w	n.w	n.w	n.w
<i>Crataegus monogyna</i>	n.w	n.w	n.w	n.w	+	
<i>Lathyrus pratensis L.</i>	n.w	n.w	+		+	
<i>Stellaria graminea L.</i>	+		n.w	n.w	n.w	n.w
<i>Centaurea jacea L.</i>	+		n.w	n.w	n.w	n.w
<i>Ranunculus repens L.</i>	n.w	n.w	+		n.w	n.w
<i>Acer negundo L.</i>			+		+	
<i>Trifolium repens L.</i>	n.w	n.w	+		n.w	n.w
<i>Trifolium hybridum L.</i>	+		n.w	n.w	n.w	n.w
<i>Trifolium dubium SIBTH.</i>	n.w	n.w	+		n.w	n.w
<i>Luzula sylvatica (HUDS.)</i>	n.w	n.w	+	2	n.w	n.w
<i>Festuca rubra L. s. s.</i>	2	2–3	+	2	n.w	n.w
<i>Myosoton aquaticum (L.)</i>	n.w	n.w	+		n.w	n.w
<i>Achillea millefolium L.</i>	+		n.w	n.w	+	
<i>Dactylis glomerata L.</i>	1	2–3	+	2	+	2
<i>Petasites hybridus (L.)</i>	1	2	+	2	1	1–2
<i>Medicago lupulina L.</i>	n.w	n.w	+		n.w	n.w
<i>Medicago sativa L.</i>	+	1	n.w	n.w	n.w	n.w
<i>Medicago sativa L.</i>	+		+		+	
<i>Daucus carota L.</i>	n.w	n.w	n.w	n.w	+	2
<i>Agrostis stolonifera L.</i>			1	2–3	2	2–3
<i>Mentha longifolia (L.)</i>	+	2	n.w	n.w	+	2
<i>Pulmonaria obscura</i>	+		n.w	n.w	n.w	n.w

Gatunek	Cześć górna Upper section		Cześć środkowa Middle		Cześć dolna Lower section	
	P	T	P	T	P	T
<i>Taraxacum officinale</i>	+		+		+	
<i>Dryopteris filix-mas (L.)</i>	+		n.w	n.w	n.w	n.w
<i>Impatiens parviflora DC.</i>	n.w	n.w	n.w	n.w	1	2–3
<i>Myosotis palustris (L.) L.</i>	n.w	n.w	n.w	n.w	+	
<i>Sinapis arvensis L.</i>	n.w	n.w	n.w	n.w	+	
<i>Cirsium vulgare (SAVI) TEN.</i>	+		n.w	n.w	n.w	n.w
<i>Cirsium arvense (L.)</i>	n.w	n.w	n.w	n.w	+	
<i>Pastinaca sativa L.</i>	n.w	n.w	n.w	n.w	+	
<i>Potentilla erecta (L.)</i>	+		+		n.w	n.w
<i>Potentilla argentea L. s. s.</i>	+		n.w	n.w	n.w	n.w
<i>Aegopodium podagraria L.</i>	+	2	+		+	
<i>Urtica dioica L.</i>	+		+		+	
<i>Galeopsis tetrahit L.</i>	+		+	1–2	n.w	n.w
<i>Fragaria viridis</i>	+		+	2		
<i>Galium odoratum (L.)</i>	+		+		n.w	n.w
<i>Galium verum L.</i>	+	1–2	+		n.w	n.w
<i>Alchemilla spec.</i>	+		n.w	n.w	n.w	n.w
<i>Fallopia convolvulus (L.)</i>			+		n.w	n.w
<i>Rosa canina L.</i>	+		n.w	n.w	n.w	n.w
<i>Trientalis europaea L.</i>	+		n.w	n.w	n.w	n.w
<i>Scirpus sylvaticus L.</i>	+	2	n.w	n.w	n.w	n.w
<i>Equisetum palustre L.</i>			+		n.w	n.w
<i>Equisetum sylvaticum L.</i>	+		n.w	n.w	n.w	n.w
<i>Equisetum arvense L.</i>	n.w	n.w	n.w	n.w	+	
<i>Deschampsia caespitosa (L.)</i>	1	2	+	2	n.w	n.w
<i>Knautia arvensis (L.)</i>	+		n.w	n.w	n.w	n.w
<i>Lysimachia thyrsoflora L.</i>	+		+		n.w	n.w
<i>Lysimachia nummularia L.</i>	+	2	+		1	1–2
<i>Carex gracilis</i>	+		n.w	n.w	n.w	n.w
<i>Carex hirta L.</i>	1	1–2	n.w	n.w	n.w	n.w
<i>Bidens tripartita L.</i>	n.w	n.w	n.w	n.w	+	2
<i>Poa pratensis L.</i>	1	2–3	n.w	n.w	n.w	n.w
<i>Poa annua L.</i>	n.w	n.w	n.w	n.w	+	
<i>Chamaenerion angustifolium (L.)</i>	n.w	n.w	+	2	+	2
<i>Alopecurus geniculatus L.</i>	n.w	n.w	+		n.w	n.w
<i>Vicia cracca L.</i>	+		n.w	n.w	n.w	n.w
<i>Leucanthemum vulgare LAM. s. s.</i>	+		n.w	n.w	n.w	n.w
<i>Echium vulgare L.</i>	+		n.w	n.w	n.w	n.w
<i>Lolium perenne L.</i>	n.w	n.w	n.w	n.w	+	

n.w. – nie występuje (nie zarejestrowano) n.w. – is absent

Tabela 6. Roślinność występująca w strefie przybrzeżnej potoku Młynne
Table 6. Plant cover in the Młynne Stream banks

Gatunek Species	Zapora przeciwrumowiskowa Barrage		Potok Młynne Rapid flow	
	P	T	P	T
<i>Armoracia rusticana</i>	+		n.w	n.w
<i>Bidens tripartita</i> L.	+	2	+	
<i>Calystegia sepium</i> (L.)	+		n.w	n.w
<i>Centaurea jacea</i> L.	n.w	n.w	+	
<i>Cirsium arvense</i> (L.)	+		n.w	n.w
<i>Dactylis glomerata</i> L.	n.w	n.w	+	2
<i>Daucus carota</i> L.	+	1	n.w	n.w
<i>Deschamsia caespitosa</i> L.	+	2	+	2
<i>Elymus repens</i> (L.)	+	2	+	2
<i>Festuca rubra</i> L.	n.w	n.w	+	1–2
<i>Galium verum</i> L.	n.w	n.w	+	2
<i>Heraclium sphondylium</i> L.	+		+	
<i>Impatiens glandulifera</i>	+	2	n.w	n.w
<i>Impatiens parviflora</i> DC.	+		n.w	n.w
<i>Juncus conglomeratus</i> L.	+	2	n.w	n.w
<i>Juncus effusus</i> L.	n.w	n.w	+	2
<i>Leontodon autumnalis</i> L.	n.w	n.w	+	
<i>Lotus corniculatus</i> L.	n.w	n.w	+	
<i>Lysimachia nummularia</i> L.	+	2	n.w	n.w
<i>Lysimachia thysiflora</i> L.	n.w	n.w	+	
<i>Melampyrum nemorosum</i> L.	n.w	n.w	+	
<i>Mentha longifolia</i> (L.)	+	2	+	2
<i>Myosotis palustris</i> (L.)	n.w	n.w	+	
<i>Petasites albus</i> (L.)	+	2	n.w	n.w
<i>Petasites hybridus</i> (L.)	n.w	n.w	+	
<i>Phragmites australis</i> (L.)	+		n.w	n.w
<i>Pimpinella saxifraga</i> L.	n.w	n.w	+	
<i>Plantago lanceolata</i> L.	+		+	
<i>Poa annua</i> L.	n.w	n.w	1	1–2
<i>Poa palustris</i> L.	1	1–2	+	2
<i>Polygonum persicaria</i> L.	+		n.w	n.w
<i>Ranunculus acris</i> L.	n.w	n.w	+	
<i>Ranunculus repens</i> L.	+		+	
<i>Rumex acetosella</i> L.	1	1–2	n.w	n.w
<i>Salix caprea</i> L.	3	3–4	+	
<i>Salix fragilis</i> L.	+		+	2
<i>Scirpus sylvaticus</i> L.	+	2	n.w	n.w
<i>Taraxacum officinale</i> coll.	n.w	n.w	+	
<i>Trifolium repens</i> L.	+		n.w	n.w
<i>Typha latifolia</i> L.	+	2	n.w	n.w
<i>Urtica dioica</i> L.	1	2–3	+	

n.w. – nie występuje (nie zarejestrowano) n.w. – is absent

Zbiorowiska roślinne występujące wzdłuż potoków Kudowski, Lubański i Młynne w przeważającym stopniu determinowane są przez antropopresję wyrażającą się ich zabudową techniczną, jak również przez wielkość, charakter przepływu i reżim wodny omawianych cieków. Największą dynamikę stosunków ilościowo-jakościowych roślinności zaobserwowano w rejonie zapór przeciwrumowiskowych zlokalizowanych na potokach Kudowski i Młynne. Pojawiają się tutaj przede wszystkim rośliny charakterystyczne dla obszarów podmokłych: skrzyp błotny (*Equisetum palustre*), lepiężnik różowy (*Petasites hybridus*), wierzba wiciowa (*Salix viminialis*). Dodatkowo w rejonie zapory zlokalizowanej na potoku Młynne zarejestrowano również gatunki roślin charakterystycznych dla brzegów wód wolno płynących (pałka szerokolistna i trzcina pospolita). Należy jednak zaznaczyć, iż w tym przypadku ilość osadzonego sedymentu jak i stopień rozwoju roślinności wskazuje na brak działań mających na celu oczyszczenie zbiornika z nagromadzonego materiału. Wpływa to niewątpliwie na pogorszenie parametrów eksploatacyjnych tej budowli i zmniejsza w diametralny sposób jej główne zadanie. Zdecydowanie największe zubożenie pod względem florystycznym występuje na wszystkich omawianych ciekach w rejonie budowli wodnych przyspieszających odpływ wody (bystrzoków). Przyczyną takiego stanu jest silny wpływ oddziaływania człowieka na środowisko naturalne, przejawiający się przede wszystkim wytrzebieniem form drzewiastych z pasa brzeżnego, i w większości przypadków łąkowo-pastwiskowym użytkowaniem terenów położonych w bezpośrednim sąsiedztwie cieku. Na pojawianie się w takich miejscach sukcesji wtórnej objawiającej się przede wszystkim porastaniem brzegów zbiorowiskami roślinności trawiastej zwraca uwagę w swych obserwacjach również Ilnicki i Lewandowski [1997]. Przeprowadzone obserwacje składu botanicznego wykazały również, iż najbardziej zbliżone do stanu naturalnego są leżące na obszarach leśnych górne odcinki badanych potoków [Mundała i in. 2006]. Inwentaryzowana tu roślinność nie wykazuje dużej zmienności gatunkowej. Oprócz gatunków typowo leśnych, drzew i ich siewek dominują tutaj rośliny charakterystyczne dla gruntów o genezie aluwialnych o stosunkowo dużej granulacji podłoża. Skład florystyczny w aspekcie ilościowo-jakościowym jest w tych miejscach uwarunkowany jedynie przez reżim wodny potoków, a wzrost roślin w strefie brzegowej zależy głównie od wysokości i prędkości płynącej wody, na co zwraca uwagę Allan [1998].

WNIOSKI

1. Wśród przebadanych cieków antropopresja przejawia się najwyraźniej w przypadku potoku Młynne. Dotyczy to zarówno zawartości analizowanych metali (szczególnie w odniesieniu do ołowiu), jak i rejestrowanej roślinności.

2. Wyraźne podwyższenie stężeń Cd, Zn, Cr, Cu i Ni w osadach dennych występuje w rejonie zapór przeciwrumowiskowych zlokalizowanych na potokach Kudowski i Młynne.

3. Podwyższona zawartość ołowiu w rejonie bystrotoku znajdującego się na potoku Młynne może być wynikiem antropopresji przejawiającej się w tym miejscu depozycją zanieczyszczeń typowo motoryzacyjnych, związanych m.in. z transportem osób i towarów oraz zwózką i cięciem drewna.

4. Skład gatunkowy roślinności porastającej brzegi badanych potoków determinowany jest w znacznej mierze przez ich reżim wodny i budowle hydrotechniczne, wpływające na zmianę prędkości płynącej wody.

5. Największą dynamikę stosunków ilościowo-jakościowych rejestrowanej roślinności obserwuje się w rejonie zapór przeciwrumowiskowych zlokalizowanych na potokach Kudowski i Młynne.

6. Największe zubożenie składu botanicznego rejestrowanej roślinności występuje na wszystkich omawianych ciekach w rejonie bystrotoków.

BIBLIOGRAFIA

- Allan J. D. *Ekologia wód płynących*. PWN, Warszawa 1998.
- Bojakowska I. *Kryteria oceny zanieczyszczenia osadów wodnych*. Przegląd Geologiczny vol.49 nr 3, 2001, s. 213–218.
- Bojakowska I., Gliwicz T. *Wyniki geochemicznych badań osadów wodnych Polski w latach 2000–2002*. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa 2003.
- Braun-Blanquet. *Pflanzensoziologie, Biologische Studienbücher*, Verlag von Julius Springer, Berlin 1928.
- Ciszewski D. *Rozprzestrzenianie metali ciężkich w osadach dennych rzeki Chechło*. Przegląd Geologiczny vol.42, 2, 1994, s. 116–121.
- Ilnicki P., Lewandowski P. *Ekomorfolożyczna waloryzacja dróg wodnych Wielkopolski*, AR Poznań 1997.
- Kabata-Pendias A., Pendias H. *Biogeochemia pierwiastków śladowych*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1993.
- Kabata-Pendias A., Piotrowska M., Motowicka-Terelak T., Maliszewska-Kordybach B., Filipiak K., Krakowiak A., Pietruch Cz. *Podstawy oceny chemicznego zanieczyszczenia gleb, metale ciężkie siarka i WWA*. Państwowa Inspekcja ochrony Środowiska, IUNG Puławy 1995.
- Mundała P., Radecki-Pawlik A., Szwałec A., Szymacha A. *Wpływ antropopresji na skład chemiczny aluwii, transport rumowiska oraz roślinność wzdłuż cieku górskiego na przykładzie potoku Młynne w Gorcach*. Zesz. Nauk. AR w Krakowie, 2006.
- Radecki-Pawlik A., Florencka N. *Odkładanie wybranych pierwiastków chemicznych w osadach zapory przeciwrumowiskowej*. Zesz. Nauk. AR. w Krakowie, 2004.

Artur Szwalec, Paweł Mundała, Artur Radecki-Pawlik, Artur Szymacha

Artur Szwalec, Paweł Mundała, Artur Szymacha
Akademia Rolnicza
Zakład Ekologicznych Podstaw Inżynierii Środowiska
al. Mickiewicza 24/28, 30-059 Kraków

Artur Radecki-Pawlik
Akademia Rolnicza
Katedra Inżynierii Wodnej
al. Mickiewicza 24/28, 30-059 Kraków

Recenzent: *Prof. dr hab. Włodzisław Parzonka*