

Justyna Hachoł, Elżbieta Bondar-Nowakowska

**ZMIANY W ZBIOROWISKACH
NACZYNIOWEJ ROŚLINNOŚCI WODNEJ
W OCENIE RYZYKA EKOLOGICZNEGO W CIEKACH**

***CHANGES OF AQUATIC PLANT COMMUNITIES
BY THE VALUATION OF THE ECOLOGICAL RISK
ON WATER-COURSES***

Streszczenie

W pracy przeprowadzono ocenę czynników ryzyka w ciekach, w których planowane jest wykonanie robót wodnych. Przedmiotem jej jest jeden z obszarów ryzyka ekologicznego – ryzyko zmian jakościowych i ilościowych w zbiorowiskach naczyniowej roślinności wodnej. Analiza oparta jest na badaniach terenowych, przeprowadzonych w sezonach wegetacyjnych 2007 i 2008 roku, na sześciu nizinnych rzekach Dolnego Śląska. W korytach tych cieków wykonano budowle wodne oraz roboty regulacyjne i konserwacyjne. Badania terenowe obejmowały identyfikację gatunków występujących w zbiorowiskach roślinności wodnej oraz ocenę jej zagęszczenia w dnie cieku. Do oceny tej zastosowano pięciostopniową skalę Braun-Blanqueta. Badania terenowe wykazały, że w naturalnych odcinkach koryt cieków występowało od 4 do 7 gatunków, a zagęszczenie roślin w dnie kształtowało się od 5 do 100%. W korytach cieków objętych ingerencją techniczną występowało od 0 do 5 gatunków, zaś zagęszczenie dochodziło do 25%. Świadczy to o tym, że wykonane inwestycje spowodowały zmiany jakościowe i ilościowe w zbiorowiskach naczyniowej roślinności wodnej, które należy rozpatrywać jako niekorzystne. Przedstawiono to w formie map ryzyka. Mogą one być bardzo przydatne w planach zarządzania ryzykiem ekologicznym w ciekach. Opracowanie ich, wymaga jednak pozyskiwania dalszych danych dotyczących oddziaływania robót wodnych na zbiorowiska roślinności.

Słowa kluczowe: naczyniowa roślinność wodna, roboty wodne w ciekach, ryzyko ekologiczne

Summary

This paper presents the evaluation of the risk factors in the watercourses which will be regulated or maintained in the future. The analysis concerns one of the components of the ecological risk – the risk of the qualitative and quantitative changes by the aquatic plant communities. The basis of the analysis were field studies, which were carried out during the years 2007-2008 in six lowland watercourses in the Lower Silesia. On the river beds there were executed regulation or the maintenance works.

The field studies comprised identification of aquatic plant species and estimation of their cover-abundance. For the abundance analysis we used the Braun-Blanquet Scale. At the natural transects the number of aquatic plant species ranged from 4 to 7, and abundant from 5 to 100% of the bottom surface. At the altered stretches the number of aquatic plant species ranged from 0 to 5. The plant abundant did not exceed 25% of the bottom surface. On the ground on these dates were prepared a maps of ecological risk, which can be used in planning and execution on watercourses regulation and maintenance works.

Key words: *aquatic plants, watercourses regulation, maintenance works, ecological risk*

WSTĘP

Wykonywanie robót wodnych w ciekach jest przyczyną wywołującą ryzyko ekologiczne. Jego rozpoznanie i ocena warunkują takie zarządzanie nim, które prowadzi do jego ograniczenia, a nawet uniknięcia. Podstawę tych działań powinny stanowić różnego rodzaju informacje dotyczące zagrożeń ekosystemów koryt cieków w następstwie ich przebudowy, gromadzone w formie baz danych, rejestrów, katalogów itp. Dane te służą identyfikowaniu zagrożeń ekologicznych w ciekach, określaniu prawdopodobieństwa ich wystąpienia, ocenie ich skutków, a także działaniom prowadzącym do ich eliminowania bądź ograniczania.

W pracy dokonano oceny dwóch czynników ryzyka tj. prawdopodobieństwa wystąpienia zagrożeń oraz ich wielkości, w ciekach objętych ingerencją techniczną w koryto. Analiza oparta jest na badaniach terenowych. Przedmiotem jej jest jeden z obszarów ryzyka ekologicznego w ciekach – ryzyko zmian jakościowych i ilościowych w zbiorowiskach naczyniowej roślinności wodnej. Jest to szczególnie rodzaj ryzyka, gdyż konsekwencją zmian roślinności występującej w dnie cieków może być [Biggs 1996; Sand-Jensen 1997; Kajak 2001]:

- zmniejszenie różnorodności siedliska,
- zmniejszenie ilości i różnorodności gatunków bezkręgowców i kręgowców wodnych,
- zmniejszenie ilości organizmów peryfitonowych,
- zubożenie zespołów owadów, ptaków oraz innych zwierząt związanych z wodą,
- pogorszenie warunków tlenowych panujących w wodzie,

- zmniejszenie intensywności mineralizacji substancji organicznej, będące przyczyną obniżenia zdolności cieków do samooczyszczania,
- zwiększenie prędkości przepływu wody.

OBIEKTY I METODY BADAWCZE

Badania terenowe wykonano na sześciu nizinnych ciekach Dolnego Śląska. W ciekach tych przeprowadzono prace, które obejmowały zmianę parametrów przekroju poprzecznego (Dobra II), wykonanie budowli piętrzących wodę (Smortawa III i IV, Ślęza II), konserwację cieków polegającą na koszeniu skarpi i odmuleniu dna wraz z usunięciem roślinności dennej (Żurawka na dwu odcinkach), umocnienie skarpi z wykorzystaniem koszy siatkowo-kamiennych (Dobra III), narzutu kamiennego (Sławka II), oraz kieszki faszynowej (Żurawka IV). Na Dobrej, Sławce, Ślęży i Żurawce roboty wykonano w latach 2006–2008, na Orlej w 1998 roku, w Smortawie na początku lat dziewięćdziesiątych. Charakterystykę odcinków badawczych przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Obiekty badawcze
Table 1. Study objects

Odcinek badawczy Study section	Rodzaj przekształcenia koryta Type of watercourse's beds transformation	Średnia szerokość dna Mean bottom width [m]	Średnia głębokość koryta Mean depth [m]	Dominujący substrat dna Dominant substrate
Dobra	I Odcinek naturalny	3,0	1,5	piasek
	II Ukształtowanie przekroju poprzecznego ze skarpiami o nachyleniu 1:2, umocnienie podstawy skarpi kieszką faszynową	3,0	1,5	piasek
	III Ukształtowanie przekroju poprzecznego z pionowymi skarpiami, wykonanie umocnień brzegowych (kosze siatkowo-kamienne)	6,0	1,8	piasek
Orla	I Odcinek naturalny	10,0	1,8	organiczny
	II Umocnienie podstawy skarpy kieszką faszynową	8,0	1,5	organiczny
Sławka	I Odcinek naturalny	2,0	1,7	żwir
	II Ubezpieczenie skarpy narzutem kamiennym	2,0	1,7	żwir
Smortawa	I Odcinek naturalny	5,0	2,0	piasek
	II Ukształtowanie przekroju poprzecznego ze skarpiami o nachyleniu 1:2, umocnienie podstawy skarpi kieszką faszynową	10,0	2,1	piasek

Odcinek badawczy Study section	Rodzaj przekształcenia koryta Type of watercourse's beds transformation	Średnia szerokość dna Mean bottom width [m]	Średnia głębokość koryta Mean depth [m]	Dominujący substrat dna Dominant substrate
	III Budowa stopnia wodnego – odcinek powyżej budowli	4,0	1,5	piasek
	IV Budowa stopnia wodnego – odcinek poniżej budowli	4,0	1,5	piasek
Śleza	I Odcinek naturalny	5,0	1,5	piasek
	II Ukształtowanie przekroju poprzecznego z pionowymi skarpami, wykonanie umocnień brzegowych (murek oporowy), zmniejszenie spadku dna przez budowę kaskady stopni wodnych	5,0	2,5	beton
Żurawka	I Odcinek naturalny	3,0	2,2	piasek
	II Konserwacja koryta – odmulenie dna, wykonanie roślinności wodnej i porastającej skarpy, wykoszenie roślin w strefie przybrzeżnej	3,5	1,5	piasek
	III Umocnienie podstawy skarpy kieszka faszynową	3,0	1,4	piasek
	IV Umocnienie podstawy skarpy kieszka faszynową	3,0	2,0	piasek

Badania terenowe obejmowały identyfikację gatunków występujących w zbiorowiskach roślinności wodnej oraz określenie zagęszczenia tej roślinności w dnie cieku. Do oceny tej zastosowano pięciostopniową skalę Braun-Blanquetta, w której 1 oznacza, że roślinność wodna pokrywała do 5% powierzchni dna, 2 – od 5 do 25%, 3 – od 25 do 50%, 4 – od 50 do 75%, 5 – od 75 do 100% powierzchni dna.

Badania przeprowadzono w latach 2007 i 2008, w sezonach wegetacyjnych, na odcinkach cieków objętych przekształceniem oraz na przylegających do nich, pozostawionych w stanie naturalnym,. Długość odcinków badawczych wynosiła zawsze 100 m [Schaumburg i in. 2006].

WYNIKI BADAŃ

W czasie badań terenowych zinventaryzowano łącznie 19 gatunków naczyniowych roślin wodnych. Do gatunków, które obserwowano najczęściej, należały jeżogłówka pojedyncza, manna mielec, rzęsa drobna oraz strzałka wodna. Na nieobjętych ingerencją techniczną odcinkach cieków, liczba gatunków w poszczególnych zbiorowiskach wynosiła od 4 do 7. Roślinność wodna

pokrywał w nich one od 5 do 100% powierzchni dna. Na przekształconych odcinkach koryt występowało od 0 do 5 gatunków, a zagęszczenie roślinności w dnie dochodziło przeważnie do 25%. Tylko w jednym przypadku, w konserwowanym na przełomie 2007 i 2008 roku odcinku rzeki Żurawki, roślinność wodna pokrywała prawie 100% powierzchni dna. W czasie badań terenowych w uregulowanych i konserwowanych odcinkach koryt zaobserwowano gatunki, które nie występowały w miejscach nieobjętych robotami. Były to: grąźel żółty i łączeń baldaszkowaty w Orlej, moczarka kanadyjska i rześl wodna na Dobrej, żabieniec babka wodna w Żurawce.

Szczegółowe wyniki badań terenowych przedstawione są w tabeli 2. Wykazują one, że oddziaływanie wykonanych budowli oraz robót w poszczególnych ciekach na zbiorowiskach naczyniowej roślinności wodnej jest bardzo zróżnicowane. Komplikuje to bardzo ocenę ryzyka ekologicznego w ciekach.

Tabela 2. Skład gatunkowy naczyniowych roślin wodnych na odcinkach badawczych cieków

Table 2. Aquatic plant species composition at the natural and altered transects of the examined watercourses

Gatunki roślin wodnych Aquatic plant species	Odcinki nieobjęte wykonaniem robót Natural transects						Odcinki uregulowane Regulated transects		Odcinki konserwowane Maintained transects		Piętrzące budowle wodne Structures for water damming			Ubezpieczenie skarp Slope protection			
	Dobra I	Orla I	Sławka I	Smortawa I	Śleza I	Żurawka I	Dobra II	Smortawa II	Żurawka II	Żurawka III	Smortawa III	Smortawa IV	Śleza II	Dobra III	Sławka II	Orla II	Żurawka IV
1. Grąźel żółty <i>Nuphar lutea</i> L.				x												x	
2. Jęzogliwka pojedyncza <i>Sparganium emersum</i> Rehm.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x
3. Łączeń baldaszkowaty <i>Butomus umbellatus</i> L.																x	
4. Manna Mielec <i>Glyceria maxima</i> (Hartm.) Holmb.	x	x			x	x											
5. Moczarka kanadyjska <i>Elodea canadensis</i> Michaux							x							x			
6. Mozga trzcinowata <i>Phalaris arundinacea</i> L.				x	x						x	x					

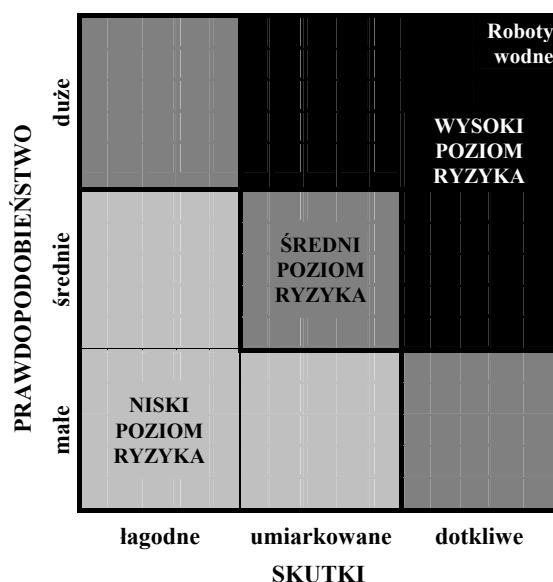
Gatunki roślin wodnych Aquatic plant species	Odcinki nieobjęte wykonaniem robót Natural transects						Odcinki uregulowane Regulated transects		Odcinki konserwowane Maintained transects		Piętrzące budowle wodne Structures for water damming			Ubezpieczenie skarp Slope protection			
	Dobra I	Orla I	Sławka I	Smortawa I	Śleza I	Żurawka I	Dobra II	Smortawa II	Żurawka II	Żurawka III	Smortawa III	Smortawa IV	Śleza II	Dobra III	Sławka II	Orla II	Żurawka IV
7. Niezapominajka wodna <i>Myosotis palustris</i> (L.) L.em Rchb.	x																
8. Pałka wąskolistna <i>Typha angustifolia</i> L.	x			x				x				x					
9. Potoczniczek wąskolistny <i>Berula erecta</i> (Hudson) Coville,	x						x	x			x	x		x			
10. Rdestnica grzebieniasta <i>Potamogeton pectinatus</i> L.		x															
11. Rdestnica kędzierzawa <i>Potamogeton crispus</i> L.	x					x			x								
12. Rdestnica nitkowata <i>Potamogeton filiformis</i> Pers.			x														
13. Rzęsa drobna <i>Lemna minor</i> L.		x	x		x	x									x	x	
14. Rześl wiosenna <i>Calitriche palustris</i> L.			x				x							x	x		
15. Spirodela wielokorzeniowa <i>Spirodela polyrhiza</i> L.		x															
16. Strzałka wodna <i>Sagittaria sagittifolia</i> L.	x	x		x	x						x					x	
17. Trzcina pospolita <i>Phragmites communis</i> Trin.		x			x												
18. Żabieniec babka wodna <i>Alisma plantago-aquatica</i> L.									x								x
19. Żabiściek pływający <i>Hydrocharis morsus-ranae</i> L.				x													
Liczba gatunków w korycie cieką Number of plant species	7	7	4	6	6	4	3	3	2	2	4	4	0	3	3	5	2
Zagęszczenie roślin w dnie cieką Aquatic plants abundant	5	5	3	5	2	5	1	2	1	5	2	2	0	1	2	2	5

x – występowanie rośliny w cieką

Do oceny ryzyka powszechnie stosowana jest zależność [Pritchard 2002]:

$$R = P \cdot S$$

Wskazuje ona, że poziom ryzyka (R) zależy od prawdopodobieństwa wystąpienia zdarzenia w danym czasie (P) oraz skutków tego zdarzenia (S). Określenie wielkości tych czynników w odniesieniu do naczyniowej roślinności wodnej nie sprawia trudności tylko w jednym przypadku, tj. w okresie następującym bezpośrednio po wykonaniu robót. Na tym etapie, oba czynniki ryzyka przyjmują najwyższe wartości, gdyż roślinność wodna jest całkowicie usunięta z dna cieku. Wynika to z rozwiązań projektowych oraz stosowanych w budownictwie wodnym technologii robót [Bala, Pichór 1987; Bondar-Nowakowska 2001]. Skutkiem tego jest najwyższy poziom ryzyka dotyczącego zmian w zbiorowiskach roślinności wodnej. Przedstawiono to na mapie ryzyka, na rysunku 1.



Rysunek 1. Mapa oceny prawdopodobieństwa i skutków ryzyka
Figure 1. Map for evaluation on the probability and consequence of risk

Przeprowadzone badania wykazały, że po wykonaniu robót, niektóre gatunki roślin zregenerowały się odtwarzając swój udział w zbiorowisku. Z tego względu wysoki poziom ryzyka zmian w strukturach zbiorowisk roślinności wodnej koryta cieku, wraz z upływem czasu, może w niektórych przypadkach ulec obniżeniu i przesunąć się do obszarów średniego lub nawet niskiego ryzyka. Obszary te oznaczone są na rysunku 1 jaśniejszymi kolorami. Jednak w mo-

mencie podejmowania decyzji o wykonaniu robót regulacyjnych bądź konserwacyjnych nie można przewidzieć czy ta tendencja na pewno wystąpi oraz jak długo będzie trwało odtwarzanie się poszczególnych gatunków roślin. Dlatego potrzebne jest pozyskiwanie takich informacji z obiektów już zrealizowanych. Do zapisywania tych danych mogą być wykorzystane mapy ryzyka, jak przedstawiona na rys.1, uwzględniające prawdopodobieństwo wystąpienia zmian w szacie roślinnej oraz wielkość tych zmian. W niniejszej pracy zostały one zastosowane do przedstawienia zmian w zbiorowiskach roślinności wodnej zaobserwowanych, w analizowanych ciekach, w czasie badań terenowych. Są one przedstawione na rys. 2–4. Uwzględniają one ryzyko:

1. zmiany liczby gatunków w zbiorowiskach,
2. zmian zagęszczenia roślinności naczyniowej w dnie cieku.
3. wyeliminowania gatunku ze zbiorowiska.

Do określenia prawdopodobieństwa wystąpienia powyższych zmian oraz ich wielkości zastosowano trójstopniowe skale. Prawdopodobieństwo rozpatrywano, jako małe, średnie i duże, a skutki wykonanych robót w odniesieniu do roślinności wodnej jako łagodne, umiarkowane i dotkliwe.

Badania terenowe wykazały, że w każdym cieku w następstwie wykonanych robót wystąpiły zmiany w zbiorowiskach roślinnych (tab. 2). Z tego powodu prawdopodobieństwo wystąpienia zmian zakwalifikowano w większości przypadków jako wysokie. Natomiast skutki realizacji robót dla roślinności dna cieku były zróżnicowane. Jeśli zmiana w liczbie gatunków występujących w zbiorowisku kształtowała się poniżej 30% przyjęto, że skutki robót były łagodne, gdy występowała na poziomie 30–60% – umiarkowane, jeśli powyżej 60% – skutki robót oceniono jako dotkliwe. W przypadku rozpatrywania wpływu robót na poszczególne gatunki roślin, podstawą do tej kwalifikacji było to czy dany gatunek, po wykonaniu robót, odtworzył swój udział w zbiorowisku czy też został z niego wyeliminowany. W sytuacji, gdy po wykonaniu robót rozpatrywany gatunek w jednym cieku odtworzył swój udział w zbiorowisku, a w innym cieku nie – skutki robót traktowano, jako umiarkowane. Przypadek ten dotyczy pałki wąskolistnej (8), rdestnicy kędzierzawej (11) oraz strzałki wodnej (16).

Rysunki 2–4 przedstawiają ryzyko zmian w zbiorowiskach roślinności wodnej związane z wykonaniem robót wodnych na objętych badaniami ciekach.

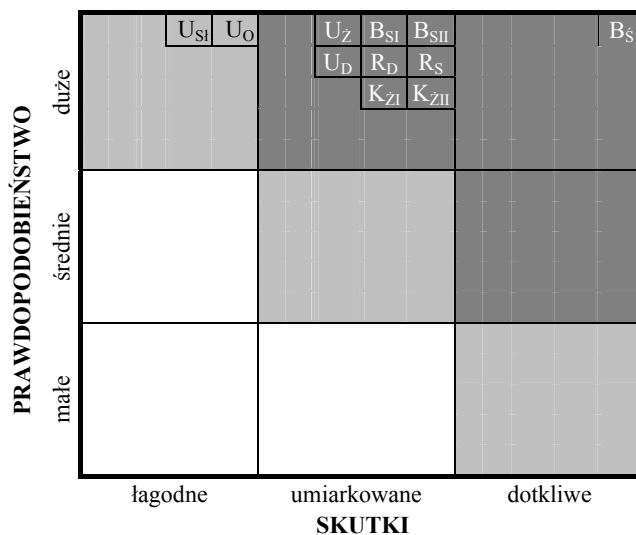
Na rysunkach 2, 3 zastosowano następujące oznaczenia:

R_D, R_S – wykonanie robót regulacyjnych na ciekach Dobra i Smortawa,

K_{ZI}, K_{ZII} – wykonanie robót konserwacyjnych na rozpatrywanych odcinkach cieku Żurawka,

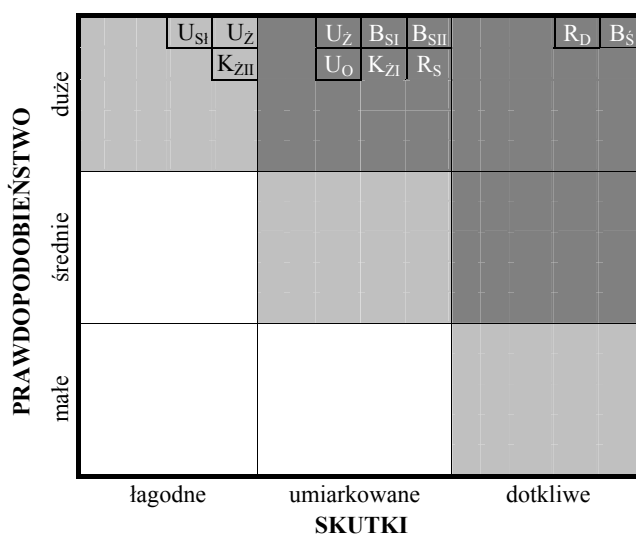
B_S, B_Ś – wykonanie budowli piętrzących na ciekach Smortawa i Śleza,

U_D, U_{Sl}, U_O, U_Z – wykonanie ubezpieczenia skarp na ciekach Dobra, Sławka, Orla i Żurawka.



Rysunek 2. Ryzyko zmian w liczbie gatunków naczyniowych roślin wodnych w wyniku wykonania robót

Figure 2. The risk of changes of aquatic plant species as a consequence of work execution on the watercourses

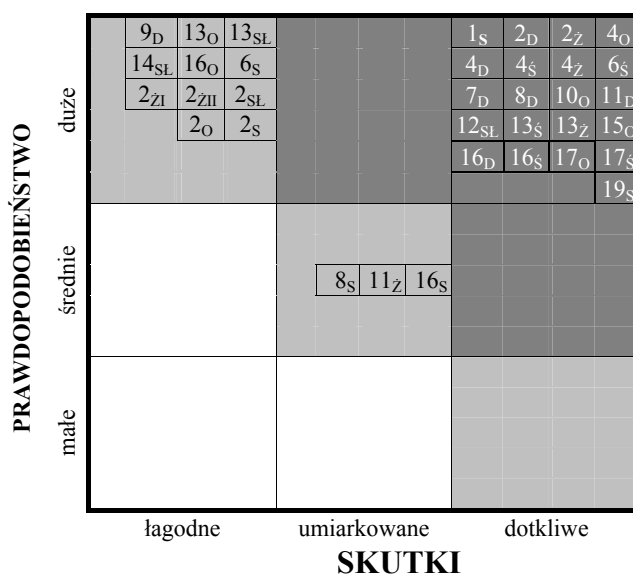


Rysunek 3. Ryzyko zmian w zagęszczeniu roślinności wodnej w wyniku wykonania robót wodnych

Figure 3. The risk of changes of aquatic plant abundant as a consequence of work execution on the watercourses

Na rysunku 4, oznaczenia 1, 2, 3.....,19, odpowiadają numerom poszczególnych gatunków wymienionych w tabeli 2, natomiast – D, O, Sł, S, Ś, Ż, rzekom w których stwierdzono występowanie tych roślin.

Przedstawione na rysunkach mapy mogą być pomocne przy ocenianiu ryzyka występującego w ciekach, w których planowane jest wykonanie robót o podobnym jak w Dobrej, Orlej, Sławce, Smortawie, Ślęzy i Żurawce zakresie. Będzie to jednak bardzo przybliżona ocena. Dlatego też, wskazane jest dalsze rozbudowywanie i uszczegółowianie takich map.



Rysunek 4. Ryzyko wyeliminowania poszczególnych gatunków roślin z miejsc objętych robotami.

Figure 4. The risk of elimination of aquatic plant species as a consequence of work execution on the watercourses

Na podstawie analizy rysunków 2–4 można wskazać dwie cechy ryzyka ekologicznego w ciekach. Pierwsza to wysoki poziom ryzyka w ciekach objętych ingerencją techniczną, niezależnie od rodzaju i zakresu robót. Dotyczy on zarówno liczby gatunków w zbiorowiskach jak i zagęszczenia roślinności w dnie cieku. Druga cecha to łagodzące oddziaływanie czynnika czasu na poziom ryzyka, przy czym w większym stopniu dotyczy ona składu zbiorowisk i zagęszczenia roślinności w dnie cieku, w mniejszym zaś niektórych gatunków roślin. Na obecnym etapie badań można jedynie przyjąć, że roślinność wodna rozpatrywanych cieków w dalszym ciągu będzie odtwarzała swój stan jakościowy i ilościowy. Nie można jednak stwierdzić czy proces ten obejmie wszystkie gatunki

oraz czy ich udział w zbiorowiskach będzie porównywalny z tym, który występuje na „nieprzekształconych” odcinkach cieków. Wyjaśnienie tych problemów jest niezbędne dla prawidłowego sporządzania planów zarządzania ryzykiem. Należy, zatem prowadzić dalsze szczegółowe obserwacje roślinności w miejscach prowadzenia robót i rejestrować informacje:

- z okresu przed wykonaniem robót:
 - jakie gatunki roślin występowały w korycie cieku oraz jaki był ich udział w zbiorowiskach roślinności wodnej,
 - jak zagospodarowana była strefa przybrzeżna,
- z okresu prowadzenia robót:
 - jaki zakres robót wykonano w cieku i w strefie przybrzeżnej,
 - w jakim terminie wykonywano prace,
 - jaką zastosowano technologię robót,
 - jakich użyto materiałów do wykonania budowli i umocnień skarp,
- z okresu po wykonaniu robót:
 - jakie zmiany ilościowe i jakościowe wystąpiły w zbiorowiskach roślinności wodnej,
 - jak długo trwało odtwarzanie struktury zbiorowisk roślinnych do stanu porównywalnego z roślinnością w korycie nie objętym robotami.

Na podstawie tak pozyskanych danych będzie można dokładniej szacować czynniki ryzyka ekologicznego związanego z wykonawstwem robót wodnych w ciekach, a następnie oceniać poziom tego ryzyka. Pozwolą one na przyjęcie metod łagodzenia tego ryzyka m.in. poprzez wybór odpowiednich terminów robót oraz rozwiązań technologiczno-organizacyjnych. Dzięki temu projektanci i wykonawcy robót uzyskają odpowiednie narzędzia do ochrony ekosystemu koryta cieku.

PODSUMOWANIE

Zarządzanie ryzykiem ekologicznym w ciekach, w których wykonuje się roboty wodne powinno być procesem ciągłym. Wymaga to tworzenia i aktualizowania baz danych na temat zagrożeń ekosystemów koryt cieków oraz ich skutków. Obserwacje zbiorowisk naczyniowej roślinności wodnej przeprowadzone w latach 2007–2008 w korytach sześciu cieków, po wykonaniu robót polegających na zmianie parametrów przekroju poprzecznego, konserwacji cieku, wykonaniu budowli piętrzących oraz różnego rodzaju umocnień wykazały, że skutkiem tych robót jest:

1. zmniejszenie liczby gatunków w zbiorowisku,
2. wyeliminowanie niektórych gatunków ze zbiorowiska,
3. zmniejszenie zagęszczenia roślin w dnach cieków,
4. pojawienie się w cieku nowych gatunków roślin.

Badania terenowe wykazały również, że po wykonaniu robót, roślinność dna cieków wykazuje tendencję do odtworzenia swojego stanu jakościowego i ilościowego. Właściwość tę należy wykorzystać w tworzeniu planu zarządzania ryzykiem ekologicznym w robotach regulacyjnych i konserwacyjnych na ciekach. Warunkiem dobrego opracowania takiego planu jest gromadzenie danych dotyczących składów jakościowych i ilościowych zbiorowisk roślinnych w ciekach – przed wykonaniem robót, w czasie ich realizacji oraz po ich zakończeniu. Jest to działanie czasochłonne, wymagające zaangażowania osób związanych z wykonawstwem robót oraz przyrodników. Jednak warto je podjąć gdyż jest to dobra droga prowadząca do przestrzegania zasady zrównoważonego rozwoju w gospodarce wodnej.

BIBLIOGRAFIA

- Bala W., Pichór W. *Technologia i organizacja robot wodno-melioracyjnych*. PWRiL. Warszawa 1987.
- Biggs B. J. F. *Hydraulic habitat of plants in streams*. Reg. Riv. Res. Manage 12, 1996, s. 131–144.
- Bondar-Nowakowska E. *Oddziaływanie robót konserwacyjnych na florę i faunę wybranych cieków nizinnych*. Zeszyty Naukowe AR we Wrocławiu. 2000, nr 391,
- Kajak Z. *Hydrobiologia – limnologia: ekosystemy wód śródlądowych*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2001.
- Pritchard C.L. *Zarządzanie ryzykiem w projektach. Teoria i praktyka*. WIG-PRESS. Warszawa 2002.
- Sand-Jensen K. *Macrophyte as biological engineers in the ecology of Danish streams*. Freshwater Biology. Priorities and Development in Danish Research. The Freshwater Biological Laboratory, University of Copenhagen and G.E.C. Gad Publishers Ltd., Copenhagen 1997, 74–101.
- Schaumburg J., Schranz C., Stelzer D., Hofmann G., Gutowski A. & Foerster J. *Handlungsanweisung für die ökologische Bewertung von Fließgewässern zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie: Makrophyten und Phytobenthos*. Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, 2006, s. 120.

Mgr inż. Justyna Hachoł
Instytut Kształtowania i Ochrony Środowiska
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
50-363 Wrocław, Plac Grunwaldzki 24
justyna.kleka@wp.pl

Recenzent: Prof. dr hab. Wojciech Fiałkowski

Projekt jest współfinansowany ze środków Unii Europejskiej – Europejskiego Funduszu Społecznego oraz budżetu Województwa Dolnośląskiego w ramach Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki.



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI FUNDUSZ
SPOŁECZNY