

ELŻBIETA BONDAR-NOWAKOWSKA

Instytut Kształtowania i Ochrony Środowiska
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

MAPA RYZYKA EKOLOGICZNEGO W ROBOTACH KONSERWACYJNYCH NA CIEKACH

Streszczenie. W pracy dokonano oceny ryzyka ekologicznego w robotach konserwacyjnych na ciekach. Na podstawie badań terenowych przeprowadzonych na konserwowanym i pozostawionym w stanie naturalnym odcinku ciek ustalono zmiany ilościowe w zbiorowisku bezkręgowców wodnych. Zakres tych zmian oraz częstość ich występowania stanowiły podstawę do oceny zagrożenia oraz prawdopodobieństwa jego wystąpienia w tej grupie zwierząt w następstwie ingerencji technicznej w koryto ciek. Na podstawie tych danych opracowano mapę ryzyka ekologicznego. Może ona być przydatna w planowaniu i wykonawstwie robót konserwacyjnych.

Słowa kluczowe: roboty konserwacyjne na ciekach, mapa ryzyka ekologicznego

Wstęp

Ryzyko ekologiczne jest określane jako „...prawdopodobieństwo wystąpienia takich zdarzeń w funkcjonowaniu przedsiębiorstwa, które nie spowodują w nim bezpośrednich strat, nie zagrażą też życiu i zdrowiu pracowników, ale negatywnie wpłyną na stan środowiska przyrodniczego...” (LIZIŃSKI 2007). Pojęcie to dobrze wpisuje się do zadań przedsiębiorstw, które wykonują roboty wodnomelioracyjne, w tym regulację i konserwację cieków. Aby wykonawcy, a także projektanci, mogli realizować poprawnie swoje zadania, tzn. uwzględnić obok czynników społecznych, produkcyjnych i ekonomicznych również potrzebę ochrony środowiska przyrodniczego, powinni dokonać oceny ryzyka ekologicznego.

Określenie ryzyka ekologicznego w robotach wodnych i wodnomelioracyjnych, według powszechnie stosowanej reguły:

$\text{ryzyko} = \text{prawdopodobieństwo wystąpienia niekorzystnego zdarzenia} \times \text{skutki tego zdarzenia}$

sprawa duże trudności. Wynika to z niewystępowania cykliczności ingerencji technicznych w koryto ciek, niepowtarzalności warunków środowiskowych oraz ich zmienno-

ści w czasie. Nie powinno to jednak zniechęcać inwestorów i wykonawców robót do oceny tego ryzyka, nawet jeśli szacunek będzie obciążony błędem, jest to bowiem wskaźnik informujący o tym, czy i w jakim stopniu realizacja projektu może wpłynąć na zmiany przyrodnicze w korycie ciek.

Roboty konserwacyjne na ciekach obejmują:

- koszenie strefy przybrzeżnej,
- koszenie skarp,
- odmulenie dna wraz z usunięciem roślinności dennej,
- naprawę uszkodzeń dna, skarp, umocnień oraz budowli wodnych.

Realizacja tych czynności może przyczynić się do zmian jakościowych i ilościowych w zbiorowiskach roślinnych i zwierzęcych występujących w korycie ciek i jego strefie przybrzeżnej. O wielkości tych zmian decyduje szereg czynników, z których część zależy od decyzji osób, które planują i wykonują roboty (BONDAR-NOWAKOWSKA 2000), dlatego też czynniki ryzyka ekologicznego, czyli prawdopodobieństwo wystąpienia zmian w systemie koryta ciek oraz ich wielkość, będą zróżnicowane. Skala tego zróżnicowania zawiera się w szerokich granicach, od prawdopodobieństwa małego poprzez umiarkowane do dużego oraz od łagodnych do dotkliwych skutków. W ocenie ryzyka na podstawie szacowania tych czynników można posłużyć się mapą (matrycą, macierzą) ryzyka (BIEDUGNIS i IN. 2007, PRITCHARD 2002). Schemat takiej mapy przedstawiono na rysunku 1.

Skutki Prawdopodobieństwo	Łagodne	Umiar- kowane	Dotkliwe
	Duże		
Średnie		Średni poziom ryzyka	
Małe	Niski poziom ryzyka		

Rys. 1. Mapa oceny prawdopodobieństwa i skutków ryzyka ekologicznego

Fig. 1. Map for evaluation of the probability and consequence of ecological risk

Jeśli ryzyko jest usytuowane:

- blisko prawego, górnego rogu – świadczy to o dużym prawdopodobieństwie wystąpienia zagrożenia i jego dotkliwych skutkach,

- w obszarze prawego, dolnego rogu – zagrożenie charakteryzuje się małym prawdopodobieństwem wystąpienia, lecz dotkliwymi konsekwencjami,
- w lewej, dolnej części wykresu – zagrożenie jest najbardziej łagodne w skutkach i o małej częstotliwości występowania,
- w górnej, lewej powierzchni wykresu – zagrożenia występują często, lecz są zarazem łagodne w skutkach.

W pracy przeanalizowano możliwość opracowania takiej mapy w odniesieniu do ryzyka ekologicznego w konserwowanych ciekach.

Ryzyko ekologiczne w konserwowanym cieku

Rzeka jest typowym przykładem złożonego systemu. „Z biologicznego punktu widzenia system ten odznacza się różnorodnością siedlisk oraz stanowi pełny przekrój zbiorowisk organizmów przystosowanych morfologicznie i fizjologicznie do wód płynących” (OCHRONA... 1993). Na bezpieczeństwo tego systemu składa się bezpieczeństwo poszczególnych jego elementów, a więc każdej rośliny i każdego organizmu zwierzęcego. Wyeliminowanie ze zbiorowiska któregoś z nich lub zmiana jego liczebności powodują naruszenie równowagi w systemie. Im większe rozmiary będzie miała ta zmiana, tym zagrożenie dla środowiska przyrodniczego koryta ciek będzie większe. Ryzyko ekologiczne związane z wykonaniem robót konserwacyjnych należy rozpatrywać jako łączny efekt wszystkich zmian w biocenozie koryta ciek.

Dane do opracowania mapy ryzyka ekologicznego

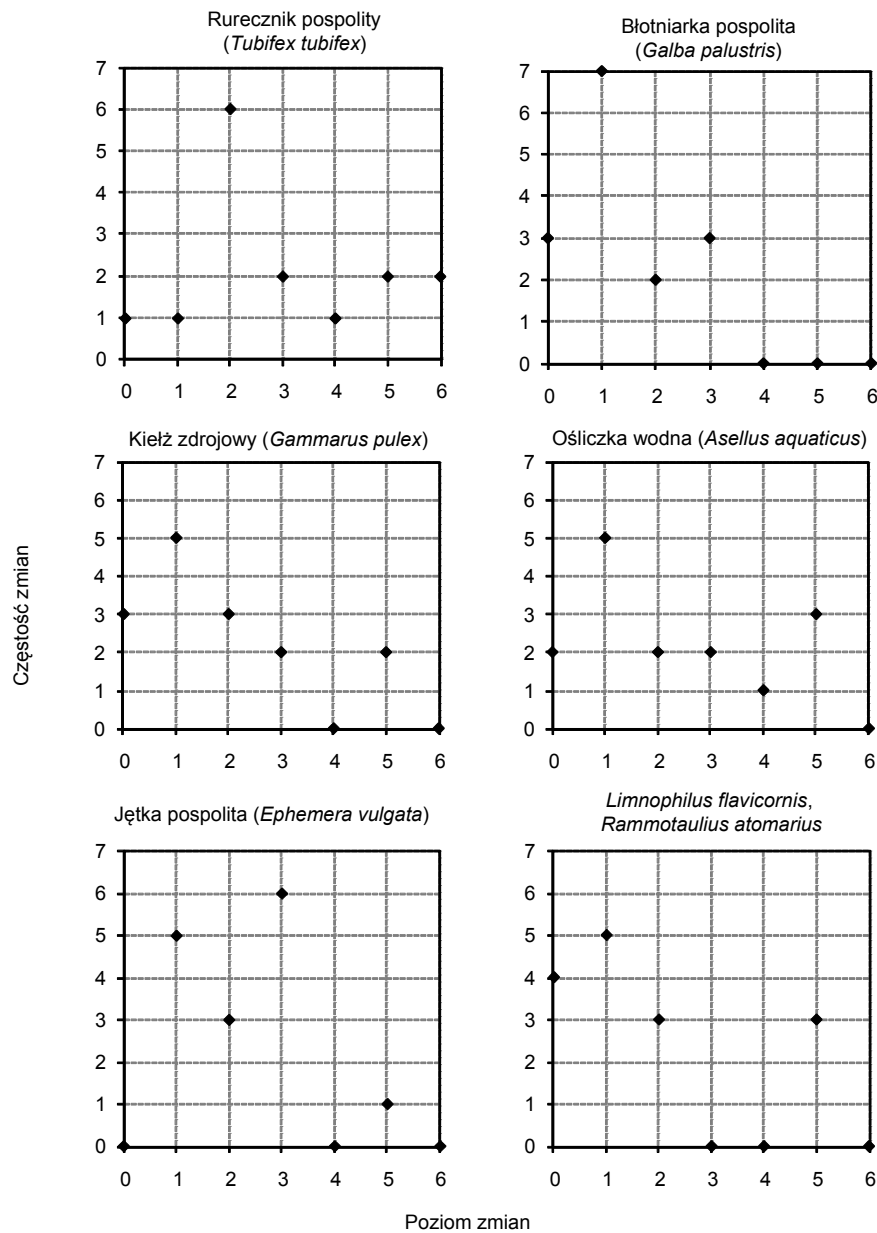
Do opracowania mapy ryzyka ekologicznego, jakie może wystąpić w wykonawstwie robót konserwacyjnych, wymagane są dane o prawdopodobieństwie wystąpienia zmian w biocenozie koryta ciek oraz o wielkości tych zmian. Dane takie zostały pozyskane z pracy „Mechanizacja robót konserwacyjnych na ciekach i jej oddziaływanie na środowisko przyrodnicze. Projekt badawczy KBN Nr 4 S40108907” (MECHANIZACJA... 1994, 1995, 1996, 1997).

Zakres mapy ograniczono do bezkręgowców wodnych. Podstawę do jej opracowania stanowiły wyniki badań terenowych wykonanych na dwu odcinkach koryta rzeki Dobra (dopływ Widawy). Na jednym z tych odcinków wykonano ręczne koszenie strefy przybrzeżnej i skarp oraz odmulenie dna koparko-odmularką Pelikan, drugi zaś pozostawiony był w stanie naturalnym. Badania terenowe polegające na określeniu składu jakościowo-ilościowego zbiorowiska bezkręgowców wodnych wykonano bezpośrednio po zakończeniu robót oraz jeden raz w miesiącu w sezonach wegetacyjnych w dwu kolejnych latach. W sumie było to 15 inwentaryzacji. Liczbę organizmów określano za pomocą skali Braun-Blanqueta według następującej klasyfikacji: organizmy występujące masowo – 6, bardzo licznie – 5, liczne – 4, spotykane – 3, rzadko spotykane – 2, pojedyncze okazy – 1, brak organizmu – 0. Wyniki tych badań, dla sześciu najliczniej występujących w cieku gatunków, przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Występowanie bezkręgowców na niekonserwowanym (N) i konserwowanym (K) odcinku ciek

Table 1. Occurrence of invertebrates on a maintained (K) and not maintained (N) segment of a water-course

Termin badań	Rurecznik pospolity (<i>Tubifex tubifex</i>)		Błotniarka pospolita (<i>Galba palustris</i>)		Kiełz zdrojowy (<i>Gammarus pulex</i>)	
	N	K	N	K	N	K
XI	5	0	4	3	4	2
IV	6	0	3	6	6	1
V	6	1	4	4	4	2
VI	6	0	3	6	6	1
VII	6	3	4	2	6	4
VIII	3	3	5	5	6	5
IX	3	1	3	2	3	3
X	2	1	2	1	2	1
XII	2	0	3	2	1	1
VI	5	1	3	1	6	3
VII	6	4	4	1	4	3
VIII	2	5	2	1	4	1
IX	3	1	2	1	2	2
X	2	0	1	1	4	3
XI	3	1	2	1	1	0
Termin badań	Ośliczka wodna (<i>Asellus aquaticus</i>)		Jętką pospolita (<i>Ephemera vulgata</i>)		<i>Limnophilus flavicornis</i> , <i>Ramnotaulius atomarius</i>	
	N	K	N	K	N	K
XI	4	3	4	1	0	0
IV	6	1	4	1	5	0
V	6	1	5	0	6	1
VI	6	1	4	1	5	0
VII	6	3	5	2	5	4
VIII	6	4	3	4	5	5
IX	5	1	4	3	3	1
X	3	1	3	1	2	1
XII	2	1	2	0	1	0
VI	5	2	4	1	4	5
VII	5	5	5	3	5	6
VIII	6	6	5	2	4	2
IX	1	2	1	2	2	0
X	2	1	3	2	2	2
XI	3	2	1	0	1	1



Rys. 2. Zakres zmian liczby bezkręgowców wodnych wskutek wykonywania robót konserwacyjnych na cieku Dobra

Fig. 2. Frequency of changes of water-invertebrates amounts as a consequence of maintenance work execution on water-course Dobra

Oceny oddziaływania robót konserwacyjnych na analizowane zbiorowisko zwierząt dokonano, porównując ich liczbę na odcinku konserwowanych oraz na odcinku pozostawionym w stanie naturalnym. Porównanie to wykazało, że oddziaływanie robót na liczbę osobników należących do poszczególnych gatunków było zróżnicowane. W większości przypadków na konserwowanym odcinku cieku bezkręgowce zmniejszyły swoją liczebność, w nielicznych zwiększyły, a w niektórych przypadkach ich liczba była porównywalna z występującą na odcinku naturalnym.

Na podstawie analizy tych różnic określono poziom zmian spowodowanych robotami konserwacyjnymi. Miarą ich jest skala, w której 1 oznacza, że liczba organizmów na obu porównywanych odcinkach cieku uległa zmianie na poziomie jednego stopnia skali Braun-Blanqueta, 2 – na poziomie dwóch stopni skali Braun-Blanqueta, 3 – trzech stopni itd. Maksymalna w tej skali wartość 6 odpowiada sytuacji, gdy na odcinku naturalnym organizmy występowały masowo, a w tym samym terminie, na odcinku objętym robotami konserwacyjnymi stwierdzono ich nieobecność.

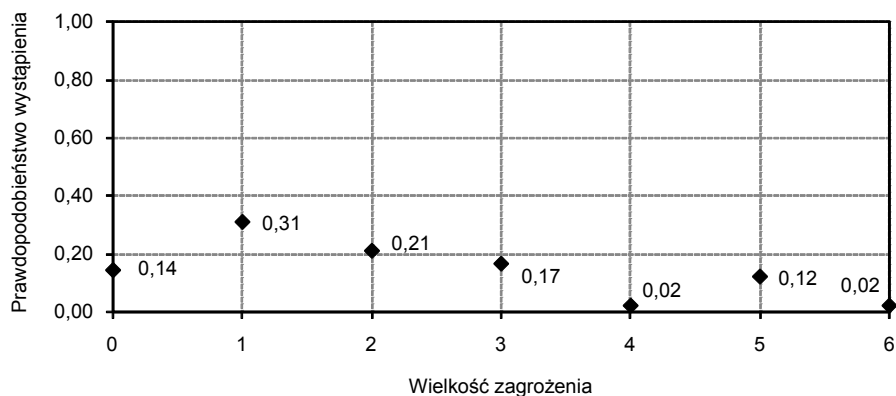
Drugi czynnik ryzyka ekologicznego, prawdopodobieństwo wystąpienia opisanych wyżej zmian na odcinku konserwowanym w stosunku do pozostawionego w stanie naturalnym, został ustalony na podstawie częstości zaobserwowanych zmian w stosunku do 15 wykonanych inwentaryzacji.

Wartości liczbowe będące podstawą do oszacowania czynników ryzyka ekologicznego na podstawie zmian liczbowych rozpatrywanych bezkręgowców przedstawiono w formie wykresów na rysunku 2. Na wykresach tych osie X odpowiadają przyjętej skali zmian liczby organizmów stwierdzonych na podstawie badań terenowych, a osie Y – liczbie zaobserwowanych na danym poziomie przypadków. Na podstawie przedstawionych danych należy stwierdzić, że najczęściej skutkiem odmulenia dna i koszenia skarp w cieku Dobra dla rozpatrywanych bezkręgowców wodnych były zmiany liczby osobników, które kształtowały się na poziomie jednego-dwóch stopni w skali Braun-Blanqueta.

Mapa ryzyka ekologicznego

Opracowanie mapy ryzyka polega na przedstawieniu na wykresie wielkości zagrożeń i prawdopodobieństwa ich wystąpienia. Przyjęto, że na osi X są to wartości wyrażające następstwa ekologiczne robót konserwacyjnych w postaci zmian w liczebności dominujących w cieku bezkręgowców wodnych. Współrzędnym na osi Y odpowiada prawdopodobieństwo wystąpienia tych zmian.

Biorąc za podstawę przedstawione na rysunku 2 dane oraz zgodnie z zasadą, że ryzyko ekologiczne jest miarą charakteryzującą bezpieczeństwo całego systemu, określono prawdopodobieństwo wystąpienia i wielkość zagrożeń obejmujące łącznie wszystkie rozpatrywane bezkręgowce. Uzyskane zależności przedstawiono na rysunku 3. Analiza tego rysunku wskazuje, że ryzyko ekologiczne związane z konserwacją cieku rozpatrywane w odniesieniu do bezkręgowców wodnych wiąże się przede wszystkim ze zmianami liczbowymi występowania tych zwierząt. Zmiany te mogą być niezauważalne (prawdopodobieństwo wystąpienia 14%), ale również dotkliwe w skutkach, bowiem prowadzące do wyeliminowania gatunku ze zbiorowiska (prawdopodobieństwo wystąpienia 2%).



Rys. 3. Prawdopodobieństwo wystąpienia zmian liczebności bezkręgowców wodnych w konserwowanym cieku

Fig. 3. Probability of occurrence of quantity change of invertebrates in water-course

Najbardziej prawdopodobne (31%) jest, że skutkiem robót konserwacyjnych będzie zmiana liczby osobników danego gatunku na poziomie pierwszego stopnia skali Braun-Blanqueta. Należy więc, planując roboty konserwacyjne, przyjmować takie rozwiązania technologiczno-organizacyjne, aby ryzyko zmian liczebnych nie przekraczało tego poziomu. Poziom ten powinien wyznaczać obszar dopuszczalnego ryzyka, co na mapie ryzyka przedstawionej na rysunku 4 zaznaczono najjaśniejszym kolorem.

Prawdopodobieństwo	Średni poziom ryzyka	Wysoki poziom ryzyka
	Niski poziom ryzyka	Średni poziom ryzyka
		Skutek

Rys. 4. Mapa ryzyka ekologicznego w konserwowanych ciekach

Fig. 4. Map of ecological risk in maintained water-courses

Podsumowanie

Planując roboty konserwacyjne na ciekach, należy dążyć do tego, by ryzyko ekologiczne z nimi związane było umiejscowione w obszarze położonym w lewym dolnym rogu mapy. Można to osiągnąć m.in. poprzez właściwy dobór rodzaju maszyn i osprzętów roboczych, zastosowanie przemiennych schematów technologiczno-organizacyjnych, dostosowanie długości konserwowanych odcinków cieku do rozmieszczenia w korycie zbiorowisk roślinnych i zwierzęcych, wykonywanie robót poza okresami ochronnymi organizmów, pozostawienie miejsc w stanie naturalnym w celu odbudowy biocenozy naruszonej w wyniku robót w korycie cieku (BONDAR-NOWAKOWSKA 2000, 2008, DEJAS i BONDAR-NOWAKOWSKA 1995).

Aby osobom odpowiedzialnym za planowanie i wykonawstwo robót konserwacyjnych można było dostarczyć narzędzia do podejmowania dobrych decyzji w zakresie ochrony środowiska przyrodniczego koryta cieku, zasięg obszaru dopuszczalnego ryzyka, przedstawiony na rysunku 4, powinien być przedmiotem dalszych badań i analiz.

Literatura

- BIEDUGNIS S., SMOLARKIEWICZ M., PODWÓJCI P., CZAPCZUK A., 2007. Mapy ryzyka funkcjonowania rozległych systemów technicznych. *Rocz. Ochr. Środ.* 9: 303-312.
- BONDAR-NOWAKOWSKA E., 2000. Oddziaływanie robót konserwacyjnych na florę i faunę koryt wybranych cieków nizinnych. *Zesz. Nauk. AR Wroc.* 173, Rozpr. 39.
- BONDAR-NOWAKOWSKA E., 2008. Wykorzystanie metody drzewa zdarzeń do podejmowania decyzji w wykonawstwie robót konserwacyjnych na ciekach. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 528: 33-40.
- DEJAS D., BONDAR-NOWAKOWSKA E., 1995. Mechanizacja robót konserwacyjnych na tle wymagań ekologicznych. *Zesz. Nauk. AR Wroc.* 266: 261-266.
- LIZIŃSKI T., 2007. Problemy zarządzania ryzykiem w kształtowaniu przestrzeni polderowej na przykładzie delty Wisły. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. Rozpr. Nauk. Monogr. IMUZ* 21.
- MECHANIZACJA robót konserwacyjnych na ciekach i jej oddziaływanie na środowisko przyrodnicze. Projekt badawczy KBN Nr 4 S40108907. Sprawozdania z lat 1994, 1995, 1996, 1997. Maszynopis. Instytut Kształtowania i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu.
- OCHRONA przyrody i środowiska w dolinach nizinnych rzek Polski. Red. L. Tomiałojć. Wyd. Instytutu Ochrony Przyrody PAN, Kraków.
- PRITCHARD C.L., 2002. Zarządzanie ryzykiem w projektach. Teoria i praktyka. WIG-Press, Warszawa.

MAP OF ECOLOGICAL RISK ON MAINTAINED WATER-COURSES

Summary. The paper presents the evaluation of ecological risk of maintenance work on water courses. Based on the field investigations on water-courses, where one segment was maintained and the other not, quantitative changes were found in water-invertebrates. The range and the

frequency of the changes have been the base to make evaluation of hazard and probability of these occurrences in this animal group as a consequence of the maintenance work. On the basis of these data a map of ecological risk was prepared. This map can be used in planning and execution of maintenance work.

Key words: execution of maintenance work, map of ecological risk

Adres do korespondencji – Corresponding address:

Elżbieta Bondar-Nowakowska, Instytut Kształtowania i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, pl. Grunwaldzki 24, 50-363 Wrocław, Poland, e-mail: elzbieta.bondar-nowakowska@up.wroc.pl

Zaakceptowano do druku – Accepted for print:
28.04.2009

Do cytowania – For citation:

*Bondar-Nowakowska E., 2009. Mapa ryzyka ekologicznego w robotach konserwacyjnych na ciekach. *Nauka Przyr. Technol.* 3, 3, #80.*

