INFRASTRUKTURA I EKOLOGIA TERENÓW WIEJSKICH
INFRASTRUCTURE AND ECOLOGY OF RURAL AREAS

Nr 13/2010, POLSKA AKADEMIA NAUK, Oddział w Krakowie, s. 157–166
Komisja Technicznej Infrastruktury Wsi

Elżbieta Bondar-Nowakowska, Justyna Hachoł

WPŁYW CZYNNIKÓW TECHNICZNYCH NA STAN EKOLOGICZNY MAŁYCH I ŚREDNICH CIEKÓW NIZINNYCH

THE EFFECT OF TECHNICAL FACTORS ON THE ECOLOGICAL STATUS OF SMALL AND MEDIUM-SIZED LOWLAND WATERCOURSES

Streszczenie

W pracy przedstawiono ocenę stanu ekologicznego cieków nizinnych Dolnego Śląska, na podstawie jednego z biologicznych komponentów, składających się na ten stan – makrofitów wodnych. Badania terenowe prowadzono w latach 2007–2008 na ciekach nieprzekształconych, konserwowanych oraz regulowanych. Badania obejmowały identyfikację występujących w korycie gatunków makrofitów wodnych oraz określenie stopnia pokrycia przez nie dna. Na tej podstawie obliczono wskaźnik RI, służący do oceny stanu ekologicznego cieków.

Badania wykazały, że stan ekologiczny cieków zależy od wielu czynników. W celu ich zidentyfikowania, przeanalizowano związek klasy stanu ekologicznego koryt cieków z ich parametrami technicznymi. Pod uwagę brano: szerokość dna, głębokość koryta, nachylenie skarp oraz spadek podłużny. Z analiz wynika, że oddziaływanie parametrów koryta na stan ekologiczny cieków było podobne w przypadku cieków o stanie zbliżonym do naturalnego, jak również przekształconych w następstwie działań technicznych. Na podstawie przeprowadzonych badań nie można jednak jednoznacznie stwierdzić czy parametry koryta, kształtowane w następstwie robót regulacyjnych i konserwacyjnych, wpływają na poprawę czy na pogorszenie stanu ekologicznego. Jest to związane z faktem, że oddziaływanie robót prowadzonych w korycie na makrofity wodne ma charakter dynamiczny. Dlatego, oceniając stan ekologiczny koryt cieków, należy zawsze brać pod uwagę czas, jaki upłynął od ich wykonania.

Słowa kluczowe: makrofity wodne, parametry techniczne koryta, regulacja rzek, roboty konserwacyjne, stan ekologiczny cieków

Summary

This paper presents an assessment on the ecological status of various lowland watercourses found in Lower Silesia, determined by using aquatic macrophytes as the primary biological indicator on the health and condition of such watercourses. Field studies were conducted during 2007-2008 on various unregulated, conserved and regulated watercourses. Research included identifying the species of aquatic macrophytes found in the streambed as well as determining the degree of coverage. On this basis was the RI index calculated and the ecological status of watercourses defined.

The field studies showed, that the watercourse's ecological status depends on many factor. To identify those factors we analyzed the correlation between the class of watercourse's ecological status and technical parameters like: bottom width, watercourse's depth, inclination of the slope and longitudinal profile. The analysis showed that the impact of channel parameters on the ecological condition of watercourses was similar in the case of natural watercourses and those that were transformed as a result of technical interference. However based on the survey cannot be found, that the technical parameters of watercourse's bed shaped as a result of regulatory and maintenance works affect the improvement or the deterioration of the ecological status. This follows from the fact that the effect of those interferences is dynamic. Therefore assessing the ecological status of watercourses must always be taken into account the time that elapsed from the technical interference in the watercourse's bed.

Key words: *aquatic macrophytes, ecological status of watercourses, maintenance works, technical parameters of watercourse's bed, watercourses regulation*

WSTĘP

Warunkiem zrównoważonego rozwoju jest wszechstronne zharmonizowanie procesów gospodarczych z możliwościami środowiska przyrodniczego. Wymaga to dobrego rozpoznania wzajemnych relacji pomiędzy działaniami technicznymi a środowiskiem przyrodniczym. Problem ten nabiera szczególnego znaczenia, gdy zapewnienie ochrony przeciwpowodziowej wymaga poprawy warunków hydraulicznych przepływu wody. Potrzebne jest wówczas wykonanie na cieku robót konserwacyjnych lub regulacyjnych w celu odpowiedniego ukształtowania koryta cieku. Konserwacja cieków obejmuje odmulenie dna wraz z usunięciem roślinności wodnej, koszenie skarp oraz usuwanie szkód i przeszkód utrudniających odpływ. Regulacja cieku jest silniejszą ingerencją techniczną w koryto gdyż najczęściej wiąże się ze zmianą jego parametrów technicznych.

Celem pracy jest określenie związku pomiędzy działaniami technicznymi, takimi jak roboty konserwacyjne i regulacyjne, ukształtowanymi przez nie parametrami technicznymi koryta a stanem ekologicznym cieku określonym na podstawie makrofitów wodnych.

OBIEKTY BADAWCZE

Badania terenowe prowadzono w okresach wegetacyjnych 2007 i 2008 roku, na 46 stumetrowych, jednorodnych morfologicznie odcinkach badawczych, zlokalizowanych na ośmiu ciekach nizinnych Dolnego Śląska. Cieki te reprezentowały trzy kategorie wielkościowe rzek, określonych w Ramowej Dyrektywie Wodnej (2000/60/WE) – rzeki małe (powierzchnia zlewni do 100 km^2), średnie (powierzchnia zlewni do 1000 km^2) i duże (powierzchnia zlewni do 10000 km^2). Występowały one na obszarach o podobnych warunkach klimatycznych, geologicznych i glebowych. Strefy przybrzeżne wszystkich odcinków badawczych użytkowane były rolniczo. Dominowały w nich użytki zielone i grunty orne. Wody rozpatrywanych cieków nie były zanieczyszczone ściekami. Informacje dotyczące lokalizacji odcinków badawczych na poszczególnych ciekach przedstawiono w tabeli 1. Wynika z niej, że wybrane do badań odcinki cieków charakteryzowały się zróżnicowanym stopniem przekształcenia antropogenicznego. W przypadku 18 odcinków badawczych nie stwierdzono w korycie cieku śladów działań technicznych. Miejsca te były zbliżone do naturalnych koryt cieków. Dwadzieścia trzy odcinki badawcze charakteryzowały się tym, że znajdowały się w korytach cieków, w których w ostatnim dziesięcioleciu przeprowadzono roboty konserwacyjne. Najmniej, bo tylko 5 odcinków badawczych było zlokalizowanych w korytach cieków, które w ostatnich latach zostały uregulowane.

Tabela 1. Obiekty badawcze
Table 1. Study objects

Nazwa rzeki Watercourse's name	Ujście River-mouth	Długość rzeki Watercourse's length [km]	Odcinki badawcze Study sections		
			nieprzekształcone unregulated N	konserwowane conserved K	uregulowane regulated R
Czarna Woda	Bystrzyca	43,8	1, 2	1,2, 3, 4, 5	–
Dobra	Widawa	36,1	3, 4, 5, 6, 7, 8	–	1, 2, 3, 4
Oleśnica	Widawa	46,6	9,10,11,12, 13	6	–
Orla	Barycz	95,1	14, 15	–	5
Sąsiecznica	Barycz	43,8	–	7, 8, 9, 10, 11,12	–
Smortawa	Odra	39,0	16	13, 14, 15	–
Żalina	Żurawka	10,9	17,18	16,17, 18, 19	–
Żurawka	Ślęza	27,5	–	20, 21, 22, 23	–

METODYKA

Ocenę stanu ekologicznego badanych odcinków cieków wykonano na podstawie wskaźnika makrofitowego RI [Schaumburg i in. 2006]. Metoda ta była stosowana w Polsce przed wdrożeniem Makrofitowej Metody Oceny Rzek [Szoszkiewicz i in. 2006, 2009]. Podstawę do oceny stanu ekologicznego cie-

ków, wg wskaźnika RI, stanowią makrofity wodne. W metodzie tej ustalonych jest 197 gatunków makrofitów, będących indykatorami stanu ekologicznego wód płynących. Gatunki te podzielone są na trzy grupy – A, B i C. Grupa A obejmuje gatunki referencyjne, występujące w ciekach o stanie zbliżonym do naturalnego. Świadczą one o ich bardzo dobrym stanie ekologicznym. W skład grupy B wchodzą taksony, o szerokiej tolerancji ekologicznej, pospolicie występujące w ciekach. Grupa C to gatunki rozprzestrzeniające się na stanowiskach zdegradowanych.

Podczas badań terenowych zidentyfikowano występujące w dnie cieków gatunki roślin oraz określono procentowy udział osobników, należących do poszczególnych gatunków, w pokryciu dna. Pod uwagę brano wszystkie rośliny, zakorzenione w wodzie przez przynajmniej 90% okresu wegetacji, a także rośliny wyższe, swobodnie pływające na powierzchni wody lub pod nią. Do określenia stopnia pokrycia dna przez makrofity zastosowano pięciostopniową skalę, w której 1 oznacza, że rośliny wodne pokrywają do 5% powierzchni dna, 2 – od 5 do 25%, 3 – od 25 do 50%, 4 – od 50 do 75%, a 5 – od 75 do 100% jego powierzchni. Stopień pokrycia dna przez rośliny przekształcono następnie na wartość metryczną według wzoru:

$$Q = P^3,$$

gdzie:

Q – wartość metryczna stopnia pokrycia dna przez osobniki danego gatunku,

P – stopień pokrycia dna przez osobniki danego gatunku.

Wskaźnik RI obliczono według wzoru [Schaumburg i in. 2006]:

$$RI = \frac{\sum_{i=1}^{n_A} Q_{Ai} - \sum_{i=1}^{n_C} Q_{Ci}}{\sum_{i=1}^{n_g} Q_{gi}} \cdot 100,$$

w którym:

RI – indeks makrofitowy,

Q_{Ai} – wartość metryczna stopnia pokrycia dna dla i-tego gatunku z grupy A,

Q_{Ci} – wartość metryczna stopnia pokrycia dna dla i-tego gatunku z grupy C,

Q_{gi} – wartość metryczna stopnia pokrycia dna przez gatunki wszystkich grup,

n_A – liczba gatunków z grupy A,

n_C – liczba gatunków z grupy C,

n_g – liczba wszystkich gatunków.

Wskaźnik makrofitowy RI, zgodnie z wymogami Ramowej Dyrektywy Wodnej [2000/60/WE], zakłada ocenę stanu ekologicznego koryta cieku wg 5 klas. W klasyfikacji tej 1 – oznacza bardzo dobry stan ekologiczny cieku, 2 – dobry, 3 – umiarkowany, 4 – słaby, 5 – zły.

Na poszczególnych odcinkach badawczych, oprócz inwentaryzacji naczyniowych roślin wodnych, dokonano pomiaru parametrów technicznych koryta cieku. Były to: szerokość dna, głębokość koryta oraz nachylenie skarp. Ponadto na podstawie dokumentacji technicznych, będących w posiadaniu Dolnośląskiego Zarządu Melioracji i Urządzeń Wodnych określono spadek podłużny koryt cieków oraz czas od wykonania robót.

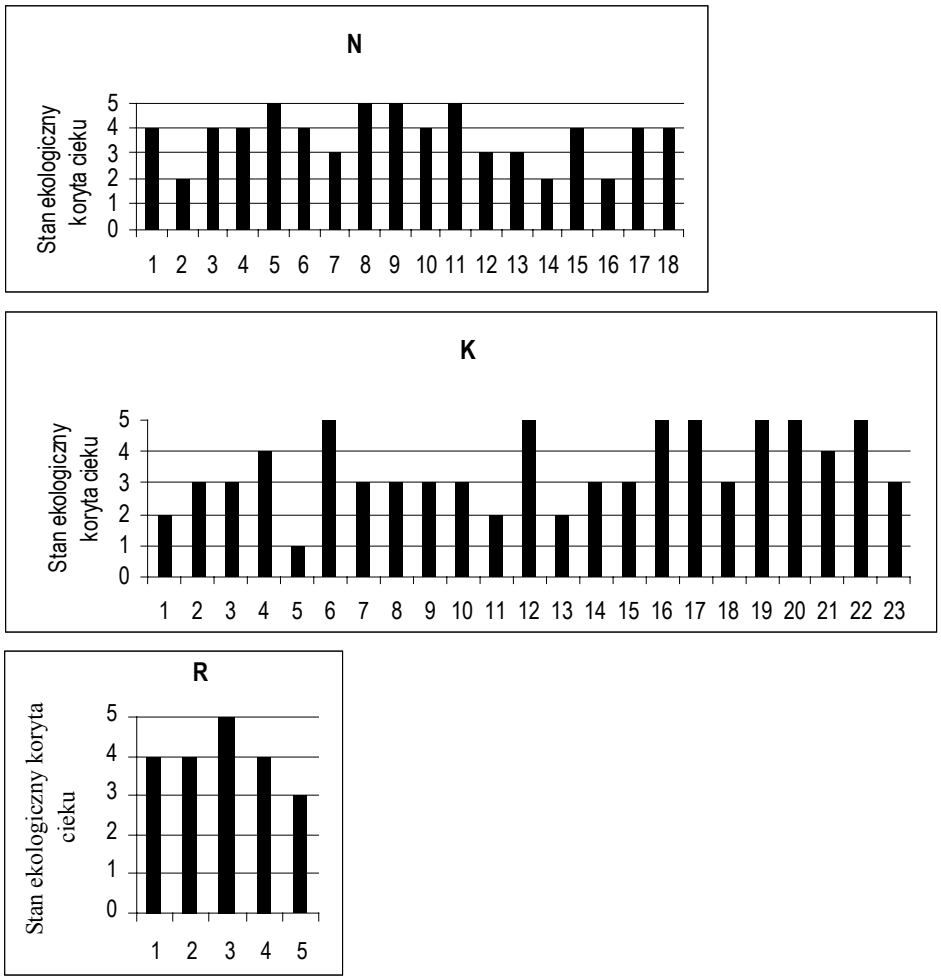
WYNIKI BADAŃ

W czasie badań terenowych, na odcinkach badawczych stwierdzono występowanie dwóch gatunków roślin należących do grupy A, 13 gatunków z grupy B oraz czterech gatunków z grupy C.

Stan ekologiczny cieków, określony na podstawie wyliczonego wskaźnika makrofitowego RI, na poszczególnych odcinkach badawczych przedstawiono na rysunku 1.

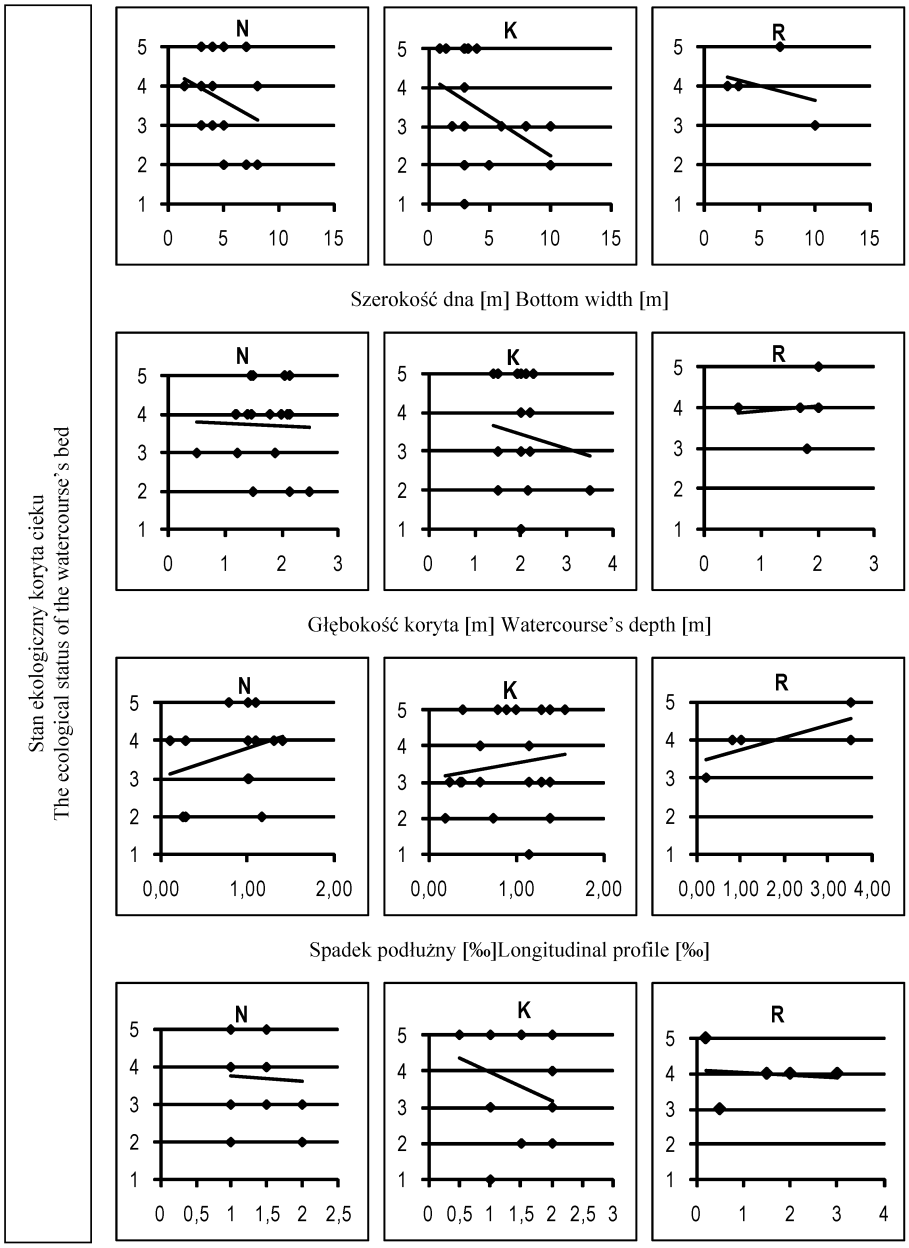
Z rysunku 1 wynika, że na odcinkach nieprzekształconych w wyniku działań technicznych występował najczęściej słaby stan ekologiczny (4), na odcinkach objętych robotami konserwacyjnymi było nieco lepiej, gdyż przeważał tam stan umiarkowany (3), natomiast na uregulowanych odcinkach koryt, podobnie jak na nieobjętych działaniem technicznym dominował stan słaby (4). Największe zróżnicowanie stanu ekologicznego wystąpiło w ciekach, w których przeprowadzono roboty konserwacyjne. Tylko tam stwierdzono stan ekologiczny bardzo dobry (1), ale również najczęściej tam występował stan zły (5).

Wyniki badań, uzyskane w ciekach o zbliżonych do naturalnych korytach wskazują, że ich stan ekologiczny zależy od czynników, które nie są związane z ingerencją techniczną w koryto cieku. W celu zidentyfikowania tych czynników, przeanalizowano związek parametrów technicznych koryt cieków z ich stanem ekologicznym. Wybór tych elementów był podyktowany również tym, że są one na ogół kształtowane w wyniku robót wodnych [Wołoszyn i in. 1994]. W związku z tym rozpoznanie oddziaływania tych elementów na stan ekologiczny koryta cieku może być pomocne przy projektowaniu robót regulacyjnych. Analizą objęto: szerokość dna, głębokość koryta, nachylenie skarp oraz spadek podłużny. Wyniki badań przedstawiono na rysunku 2.



Legenda
N – odcinki badawcze zlokalizowane w nieprzekształconych korytach cieków,
K – odcinki badawcze zlokalizowane w konserwowanych korytach cieków,
R – odcinki badawcze zlokalizowane w uregulowanych korytach cieków,
1, 2, 3.... – odcinki badawcze.
Legend
N – unregulated study sections,
K – conserved study sections,
R – regulated study sections,
1, 2, 3.... – study sections

Rysunek 1. Stan ekologiczny koryt cieków na odcinkach badawczych
Figure 1. The ecological status of the study sections



Rysunek 2. Wpływ parametrów technicznych koryt cieków na ich stan ekologiczny
Figure 2. The effect of the technical parameters of watercourse's bed on their ecological status

Analiza tego rysunku wskazuje, że oddziaływanie parametrów technicznych koryt na stan ekologiczny cieków jest bardzo słabe. Jedynie na podstawie zaznaczonych, na poszczególnych rysunkach, linii trendu można zauważyć, że:

– wraz ze wzrostem szerokości dna koryta cieku jego stan ekologiczny ulega poprawie. Dotyczy to wszystkich koryt, zarówno tych zbliżonych do naturalnych jak i tych, które zostały przekształcone w wyniku robót konserwacyjnych lub regulacyjnych;

– głębokość koryta cieku nie ma wpływu na stan ekologiczny koryt w ciekach nieprzekształconych. Natomiast w ciekach konserwowanych, tj. takich, w których wykonano koszenie skarp i odmulenie dna można zauważyć, że wraz ze wzrostem głębokości koryta występuje tendencja do poprawy stanu ekologicznego. W przypadku silniejszej ingerencji, tj. wykonania robót regulacyjnych, podobnie jak na ciekach nieprzekształconych nie stwierdzono zależności stanu ekologicznego od głębokości cieku;

– spadek podłużny koryta cieku wpływa na zubożenie gatunkowe i ilościowe naczyniowej roślinności wodnej [Allan 1998; Ilnicki 1987]. Skutkiem tego może być również pogorszenie stanu ekologicznego koryta cieku. Z rysunku 2 wynika, ze tendencja taka występuje na odcinkach cieków zbliżonych do naturalnych, na odcinkach cieków poddanych robotom konserwacyjnym, a najwyraźniej na ciekach uregulowanych;

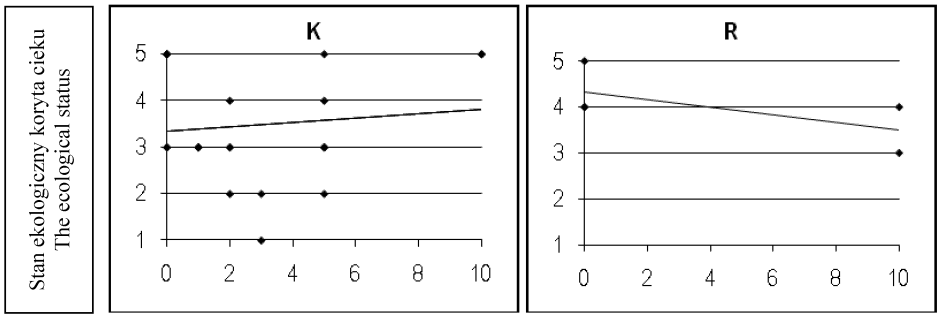
– nachylenie skarp w ciekach nieprzekształconych w następstwie działań antropogenicznych oraz uregulowanych nie wpływa na stan ekologiczny koryta cieku. Jedynie w ciekach konserwowanych można zauważyć, że złagodzenie pochylenia skarp prowadzi do polepszenia stanu ekologicznego cieku.

Przedstawione wyniki badań wskazują, że na ciekach, o korytach zbliżonych do naturalnych, jak również przekształconych w następstwie działań technicznych występuje podobne oddziaływanie parametrów przekroju poprzecznego na stan ekologiczny. Na tej podstawie można przyjąć, że kształtowanie przekroju poprzecznego koryta cieku, polegające na odmuleniu dna w przypadku robót konserwacyjnych oraz zmianie parametrów technicznych koryta cieku w przypadku robót regulacyjnych nie powinno wpłynąć niekorzystnie na jego stan ekologiczny, jeśli jest on określony na podstawie wskaźnika makrofitowego RI.

Rozpatrując oddziaływanie robót konserwacyjnych i regulacyjnych na stan ekologiczny cieków, należy brać pod uwagę, że zagadnienie to ma charakter dynamiczny. Wynika to z technologii robót wodnych. W trakcie wykonywania robót konserwacyjnych następuje całkowite usunięcie roślinności z dna cieku, a podczas realizacji robót regulacyjnych zarówno z dna, jak i skarp cieku. Po wykonaniu tych robót usunięta roślinność dość szybko ulega odtworzeniu [Hachoł, Bondar-Nowakowska 2010]. Dlatego, oceniając stan ekologiczny koryt cieków, należy zawsze brać pod uwagę czas, jaki upłynął od wykonania robót.

Na rozpatrywanych odcinkach badawczych czas ten wynosił od kilku miesięcy (odcinki 16, 17, 20, 22, 23 – roboty konserwacyjne, odcinki 2, 3, 4 – ro-

boty regulacyjne) do 10 lat (odcinek 19 i odcinki 1, 5). Wyznaczone na podstawie badań zależności stanu ekologicznego koryta cieku od czasu od ingerencji technicznej pokazane są na rysunku 3.



Rysunek 3. Wpływ czasu od ingerencji technicznej na stan ekologiczny koryt cieków
Figure 3. The effect of the time that elapsed from the last technical interferences on the ecological status of watercourse's bed

Z rysunku 3 wynika, że najkorzystniejszy stan ekologiczny w konserwowanych ciekach występuje po 3 latach od wykonania robót. W następnych latach ulega on pogorszeniu. Natomiast w przypadku robót regulacyjnych wraz z upływem czasu od ich wykonania następuje powolna poprawa stanu ekologicznego cieku.

PODSUMOWANIE

Przedstawione wyniki badań wskazują, że ocena związku działań technicznych w korycie cieku z jego stanem ekologicznym jest złożonym zagadnieniem. Na podstawie przeprowadzonych badań nie można jednoznacznie stwierdzić, że roboty konserwacyjne i roboty regulacyjne oraz kształtowane w ich następstwie parametry koryta wpływają na poprawę lub na pogorszenie stanu ekologicznego cieku. Wskazane na rysunkach 1, 2 i 3 zależności są bardzo słabe i w celu ich sprecyzowania należy prowadzić dalsze badania nad tym zagadnieniem. Należy też podkreślić, że przedstawione zależności odnoszą się do stanu ekologicznego cieku, który został wyznaczony na podstawie wskaźnika makrofitowego RI, uwzględniającego skład jakościowy i ilościowy naczyniowej roślinności wodnej, a jest ona tylko jednym z elementów biocenozy koryta cieku. Dalsze badania pozwolą na uwzględnienie w pracach projektowych i bezpośrednich działaniach technicznych, związanych z kształtowaniem i utrzymywaniem cieków, obok zaleceń technicznych, technologicznych organizacyjnych i ekonomicznych również ekologicznych. Jest to problem szczególnie aktualny, gdyż

zapewnienie skutecznej ochrony przeciwpowodziowej na terenach wiejskich uwarunkowane jest m.in. wykonywaniem prac regulacyjnych na ciekach i systematycznym prowadzeniem robót konserwacyjnych.

BIBLIOGRAFIA

Allan J. David *Ekologia wód płynących*. Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 1998, s. 452.

Dyrektywa 2000/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2000 r. ustanawiająca ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej, Dz.Urz. WE 327 z 22.12.2000.

Hachoł J., Bondar-Nowakowska E. *Oddziaływanie robót konserwacyjnych i regulacyjnych na zbiorowiska naczyniowych roślin wodnych na przykładzie rzek Dobrej, Żaliny i Żurawki.* Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych 2010, z. 548, s.157–165.

Ilnicki P. *Ekologiczne podstawy ochrony biotopów cieków wodnych.* Wiadomości Melioracyjne i Łąkarskie 1987, 10, s. 264–267.

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 Umwelt, München 2006, s. 120.

Szoszkiewicz K., Zbierska J., Jusik S., Zgoła T. *Opracowanie podstaw metodycznych dla monitoringu biologicznego wód powierzchniowych w zakresie makrofitów i pilotowe ich zastosowanie dla części wód reprezentujących wybrane kategorie i typy. Etap II Opracowanie metodyki badań terenowych makrofitów na potrzeby rutynowego monitoringu wód oraz metoda oceny i klasyfikacji stanu ekologicznego wód na podstawie makrofitów. Tom I – rzeki.* Warszawa–Poznań–Olsztyn 2006. Maszynopis.

Szoszkiewicz K., Zbierska J., Staniszewski R., Jusik S. *The variability of macrophyte metrics used in river monitoring.* Oceanological and Hydrobiological Studies. Vol. XXXVIII, 4, 2009, s. 117–126.

Wołoszyn J., Czamara W., Eliasiewicz R., Krężel J. *Regulacja rzek i potoków.* Wydawnictwo Akademii Rolniczej we Wrocławiu, 1994, s. 549.

Dr hab. inż. Elzbieta Bondar-Nowakowska, prof. nadzw.
Mgr inż. Justyna Hachoł
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
Instytut Kształtowania i Ochrony Środowiska
50-363 Wrocław, Plac Grunwaldzki 24
tel. 71 3205590

justyna.kleka@wp.pl
elzbieta.bondar-nowakowska@up.wroc.pl

Recenzent: *Prof. dr hab. Jerzy Ratomski*