INFRASTRUKTURA I EKOLOGIA TERENÓW WIEJSKICH
INFRASTRUCTURE AND ECOLOGY OF RURAL AREAS

Nr 5/2009, POLSKA AKADEMIA NAUK, Oddział w Krakowie, s. 83–92
Komisja Technicznej Infrastruktury Wsi

Elżbieta Bondar-Nowakowska

BENCHMARKING EKOLOGICZNY W ROBOTACH WODNYCH

ECOLOGICAL BENCHMARKING IN WATER-ENGINEERING WORKS

Streszczenie

W pracy przeprowadzono rozważania na temat możliwości wykorzystania benchmarkingu do doskonalenia wykonawstwa robót konserwacyjnych pod kątem ochrony flory i fauny koryt cieków. Metoda ta, stosowana w technice i w biznesie, w wielu przypadkach przyniosła korzystne efekty. W wykonawstwie robót wodnych i wodno-melioracyjnych nie była dotychczas wykorzystywana. Istotnym zadaniem w robotach konserwacyjnych na ciekach jest skuteczna ochrona biocenozy koryta cieku. Źródłem trudności w tym zakresie jest niepowtarzalność warunków wykonawstwa robót oraz różnorodność zbiorowisk roślinnych i zwierzęcych w dnie, na skarpach i w strefie przybrzeżnej koryta cieku. Działania proekologiczne, polegające na prowadzeniu analiz ryzyka ekologicznego, odpowiednim doborze terminów wykonania robót, stosowaniu przemiennych schematów technologicznych, wykorzystaniu odpowiednich maszyn i osprzętów roboczych są właściwe dla jednych organizmów, a niewystarczające dla innych. W pracy wykazano to na przykładzie sześciu bezkręgowców wodnych – rurecznika pospolitego *(Tubifex tubifex)*, błotniarki pospolitej *(Galba palustris)*, kiełża zdrojowego *(Gammarus pulex)*, ośliczki wodnej *(Asellus aquaticus)*, bagiennika żółtorogiego (*Limnophilus flavicornis)* oraz jętki pospolitej *(Ephemera vulgata)*. W przypadku trzech spośród nich – rurecznika pospolitego, błotniarki pospolitej oraz bagiennika żółtorogiego zastosowane rozwiązania proekologiczne były odpowiednie, natomiast w przypadku kiełża zdrojowego, ośliczki wodnej i jętki pospolitej nie przyniosły spodziewanych efektów. Aby ograniczyć liczbę takich niekorzystnych przypadków, należy w dalszym ciągu poszukiwać rozwiązań technicznych, które mogłyby być zastosowane w wykonawstwie robót. Odpowiednim narzędziem do tego celu jest, benchmarking, czyli naśladowanie dobrych wzorów.

Słowa kluczowe: benchmarking, benchmark, bezkręgowce wodne, roboty konserwacyjne na ciekach

Summary

This paper describe the possibility to application the benchmarking for betterment the executing of maintenance works from the point of view the flora and fauna protection on water-course bed. Benchmarking used in the engineering and business gives in many cases profitable results. This method was don't be used in executing works of water engineering and land reclamation. By the maintenance work the essential problem is the effective protection of biocenosis on the water-course bed, because the conditions in work execution are changeable. Also the plant and animal community on the water-course bed, the slopes the coastal zone are changeable. The proecological activity consist in analysis of the ecological risk, properly time-limit to executive the maintenance-works, application of alternate technological schemes and machines suitable machine equipment. These activities can have a positive influence on ones kind of organisms and inadequately on another organism. The evaluation of those activities is the changes of organisms quantity as the consequence of executive works on water-courses. In this paper those consequence has been shoved on an example of six water-invertebrates Tubifex tubifex, Galba palustris, Gammarus pulex, Asellus aquaticus, Limnophilus flavicornis and Ephemera vulgate. For three of them this – Tubifex tubifex, Galba palustris, and Gammarus pulex solutions were well. In case of another three – Asellus aquaticus, Limnophilus flavicornis and Ephemera vulgate the solutions don't has been satisfied. A suitable method for minimize the undesirable changes in water organisms, is the application of benchmarking.

Key words: *benchmarking, benchmark, water-invertebrates, maintenance works on water courses*

WSTĘP

Zasada zrównoważonego rozwoju wymusza od przedsiębiorstw, by w swojej działalności w większym stopniu zwracały uwagę na problemy związane z ochroną środowiska przyrodniczego. Wymaga to od nich stosowania metod działania, w których kryteria ekologiczne są równoważne z technicznymi, ekonomicznymi i jakościowymi. Podejście to, obok korzyści wynikających z ochrony przyrody, może też wpłynąć na większą konkurencyjność przedsiębiorstw. Jedną z dróg, w realizowaniu tego celu, jest benchmarking ekologiczny.

Benchmarking to ciągły proces porównywania produktów, usług i praktyk do tych, które stosowane są u najpoważniejszych konkurentów na rynku i u liderów w branży [Bogan, English 2006]. Proces ten ma na celu gromadzenie informacji, które umożliwiają zidentyfikowanie oraz wprowadzanie udoskonaleń. Hasła takie jak „benchmarking jako klucz do najlepszych praktyk", „wykorzystuj pomysły najlepszych firm" [Bogan, English 2006] sprawiają, że benchmarking częściej kojarzony jest z procesami biznesowymi niż z ochroną środowiska przyrodniczego. Można jednak wskazać wiele przykładów, że to co sprawdziło się w jednej dziedzinie może być również z powodzeniem wykorzystane w innej, nawet całkowicie odmiennej. Tak więc, benchmarking powinien służyć

rozwiązywaniu problemów, usprawnianiu procesów, wprowadzaniu innowacji w wielu różnych obszarach. Z tego też powodu należy poszukiwać, rozpoznawać i rozpatrywać możliwości jego wykorzystania w takich przedsięwzięciach, w realizacji których występuje ingerencja środkami technicznymi w środowisko przyrodnicze, aby kształtować je dla potrzeb gospodarczych. Dotyczy to również projektowania i wykonawstwa obiektów i urządzeń związanych z gospodarką wodną. Nie chodzi tu tylko o szukanie i naśladowanie dobrych wzorów, lecz również o stosowanie w tym obszarze działalności gospodarczej, nowoczesnych metod rozwiązywania problemów.

W pracy przeprowadzono analizę na temat możliwości wykorzystania wyników badań naukowych, dotyczących oddziaływania robót konserwacyjnych na florę i faunę koryt cieków, jako podstawy do benchmarkingu ekologicznego. Jest to zarazem próba zainicjowania wykorzystania metody benchmarkingu do rozwiązywania problemów występujących w budownictwie wodnym i wodno-melioracyjnym.

Konserwacja cieku obejmuje wszystkie te prace, których celem jest przywrócenie jego naturalnej lub narzuconej projektem funkcji. Pracami tymi są: odmulanie dna wraz z usunięciem roślinności wodnej, koszenie skarp i strefy przybrzeżnej, usuwanie szkód i przeszkód utrudniających odpływ. Wykonawstwo tych robót wiąże się z rozwiązywaniem problemów technicznych, technologiczno-organizacyjnych, ekonomicznych oraz ekologicznych. Zagadnienia techniczne i technologiczno-organizacyjne związane z realizacją robót konserwacyjnych wchodzą w zakres inżynierii wodnej i wodno-melioracyjnej. Zagadnienia ekonomiczne powiązane są z zarządzaniem i ekonomiką przedsiębiorstw, a ekologiczne obejmują kształtowanie i ochronę środowiska. Tak więc przedsiębiorstwo, które realizuje roboty konserwacyjne na ciekach, powinno prowadzić benchmarking w obszarach – technicznym, ekonomicznym oraz przyrodniczym. Benchmarking ekologiczny oznacza poszukiwanie wzorców do naśladowania oraz ich stosowanie w celu ochrony środowiska przyrodniczego. Benchmarking, w tym również ekologiczny, jest narzędziem służącym do wprowadzania ulepszeń poprzez wskazanie punktów odniesienia będących równocześnie wzorcami do naśladowania. Są one określane jako benchmarki.

Obecnie jest wiele propozycji i zaleceń dla wykonawstwa robót konserwacyjnych pod kątem ograniczenia negatywnych zmian w faunie i florze koryta cieku. Dotyczą one prowadzenia analiz ryzyka ekologicznego i jego zmniejszania na etapie planowania robót [Bondar-Nowakowska 2008], doboru terminów ich wykonywania z uwzględnieniem okresów ochronnych organizmów występujących w korycie cieku [Ilnicki 1986], stosowania przemiennych schematów technologicznych [Bondar-Nowakowska 2000; Dejas, Bondar-Nowakowska 1995] stosowania odpowiednich maszyn i osprzętów roboczych [Bostelmann, Menze 1987], prowadzenia robót zgodnie z kierunkiem przepływu wody w cieku [Żbikowski, Żelazo 1993]. Stałe wykrywanie czynników poprawiających

wymienione działania sprawia, że efektywność ograniczania niekorzystnych zmian biocenotycznych może być coraz lepsza. Porównywanie uzyskanych rezultatów w tym zakresie z osiągnięciami nauki i innych uczestników procesu realizacji to właśnie jest benchmarking ekologiczny w robotach konserwacyjnych.

Poziom benchmarku w robotach wodnych na ciekach jest bardzo trudny do określenia. Wynika to ze zmienności i niepowtarzalności warunków prowadzenia robót oraz dużego zróżnicowania zbiorowisk roślinnych i zwierzęcych w korytach cieków. Przedstawiono to na przykładzie robót konserwacyjnych wykonanych na cieku Dobra (dopływ Widawy).

Podstawę tej analizy stanowią wyniki badań oddziaływania robót konserwacyjnych na faunę koryt cieków. Roboty te obejmowały odmulenie dna wraz z usunięciem roślinności wodnej koparko-odmularką Pelikan oraz ręczne koszenie skarp i strefy przybrzeżnej. Zostały one wykonane wg 4 schematów technologicznych, z których trzy zakładały wykonanie robót przemiennie, w cyklu dwuletnim. Była to część eksperymentu dla określenia najlepszego, dla flory i fauny koryta cieku, schematu technologicznego robót konserwacyjnych (Projekt badawczy KBN Nr 4 S40108907). Wyniki tych badań, przedstawione w pracy Bondar-Nowakowskiej [2000] wykazały, że najkorzystniejszym, biorąc pod uwagę poziom zmian w zbiorowiskach roślinnych i zwierzęcych koryta cieku, był schemat, który polegał na tym, że po odcinku, na którym przeprowadzono całkowite odmulenie dna i koszenie skarp, następował odcinek, o takiej samej długości niekonserwowany, następny był konserwowany itd. W rok później odmulono i wykoszono te części koryta cieku, które wcześniej nie były poddane tym zabiegom. Zaletą takiego wykonawstwa robót jest pozostawienie odcinków niekonserwowanych, które mogą być traktowane jako ostoje dla fauny koryta cieku, a także wykonywanie robót z przerwami, co w czasie ich prowadzenia może przyczynić się do złagodzenia stresu organizmów zasiedlających koryto cieku. Na podstawie przeprowadzonych badań można założyć, że schemat ten mógłby być wzorem do naśladowania w robotach konserwacyjnych na ciekach, a więc przedmiotem benchmarkingu ekologicznego, pod warunkiem jednak że ocena zmian powstałych w następstwie wykonania robót będzie dotyczyła zbiorowisk, a nie poszczególnych organizmów roślinnych lub zwierzęcych w nich występujących. W celu sprawdzenia, czy można przyjąć to założenie i polecić przedstawiony schemat do benchmarkingu w każdym przypadku, również w odniesieniu do wybranych organizmów, w pracy przeanalizowano jakie jest oddziaływanie robót konserwacyjnych wykonanych wg omawianego schematu na wybrane gatunki ze zbiorowiska bezkręgowców wodnych.

METODA BADAŃ

Badania bezkręgowców wodnych na niekonserwowanych oraz konserwowanych wg różnych schematów technologicznych odcinkach cieku Dobra prowadzono jeden raz w miesiącu, przez dwa lata po wykonaniu robót. Do połowu tych organizmów stosowano siatkę o oczkach 1 mm i sitka o oczkach 0,8 mm. Złowione okazy klasyfikowano wstępnie przy użyciu lupy 12x, a następnie w celu dokładnego przeglądu drobnych organizmów – za pomocą lupy stereoskopowej 20x120. Po zakwalifikowaniu okazów do poszczególnych grup systematycznych, ilość ich określano za pomocą zmodyfikowanej skali Braun-Blanqueta wg następującej klasyfikacji: organizmy występujące masowo – 6; bardzo licznie – 5; liczne – 4, spotykane – 3; rzadko spotykane – 2; pojedyncze okazy – 1, brak organizmu – 0 [Bondar-Nowakowska i in. 1997].

WYNIKI BADAŃ

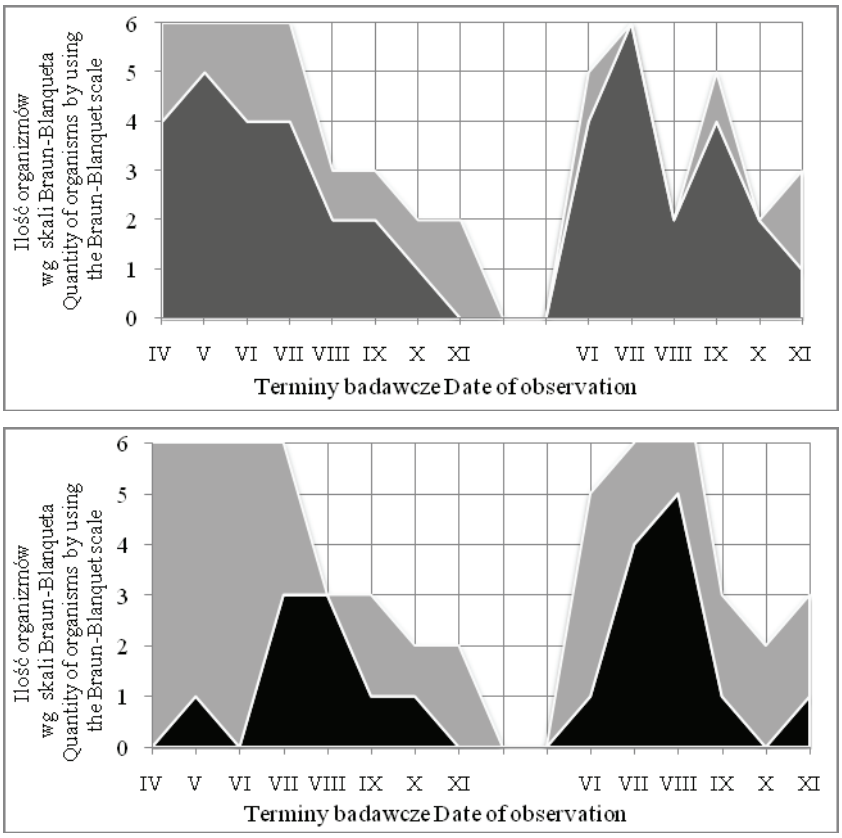
Na rysunku 1 przedstawione jest występowanie rurecznika pospolitego, jednego z wybranych bezkręgowców, na trzech odcinkach koryta cieku – niekonserwowanym, na odcinku w którym przeprowadzono roboty według opisanego wyżej schematu oraz na odcinku, w którym konserwację wykonano w pełnym zakresie. Zakres robót w tym ostatnim przypadku obejmował odmulenie dna w całości oraz wykoszenie skarp i strefy przybrzeżnej na całej powierzchni.

Z rysunku 1 wynika, że wskazanie dla benchmarkingu ekologicznego schematu, w którym po odcinku konserwowanym następuje odcinek niekonserwowany, jest w przypadku rurecznika pospolitego w pełni uzasadnione. Straty ilościowe odniesione do poziomu występowania tego organizmu na odcinku niekonserwowanym są tu wyraźnie mniejsze niż w korycie objętym konserwacją w pełnym zakresie.

Roboty, wykonane na poszczególnych odcinkach badawczych, spełniały dodatkowo jeszcze inne zalecenia ekologiczne. Były to:

- termin robót – poza sezonem wegetacyjnym (listopad),
- odmulenie dna koparko-odmularką – maszyną o pracy cyklicznej,
- koszenie skarp – ręczne.

Można zatem przyjąć, że zaobserwowane zmiany ilościowe na analizowanym odcinku z dość dużą dokładnością wyznaczają poziom benchmarku ekologicznego dla rurecznika pospolitego. Występuje on pomiędzy ilością organizmów na odcinku cieku niekonserwowanym a ilością tych organizmów na odcinku koryta cieku, gdzie roboty wykonano wg zalecanego schematu. Zakres ten przedstawiony jest na rysunku 2.



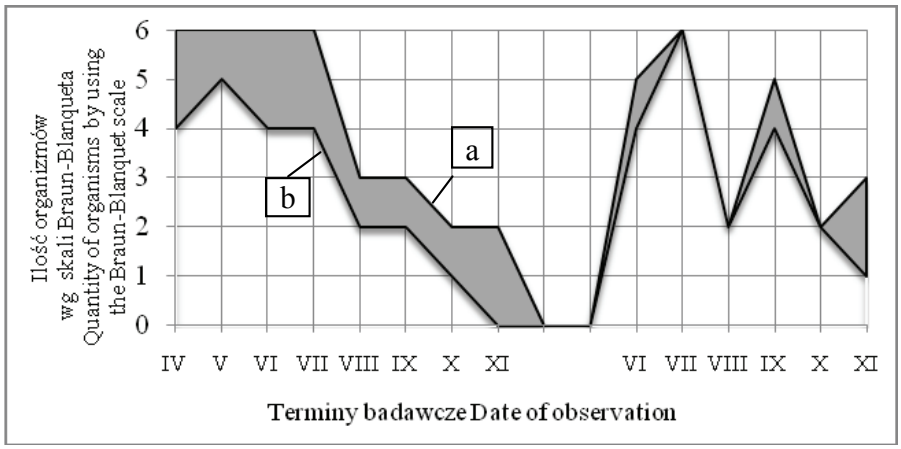
Legenda: Legend:

Odcinek niekonserwowany
Non maintenance segment

Odcinek objęty częściową konserwacją
Part of maintenance segment

Odcinek objęty pełną konserwacją
Complete maintenance segment

Rysunek 1. Występowanie rurecznika pospolitego na odcinkach badawczych w poszczególnych terminach obserwacji
Figure 1. Occurrence of *Tubifex tubifex* at the investigation segments in each date of observation



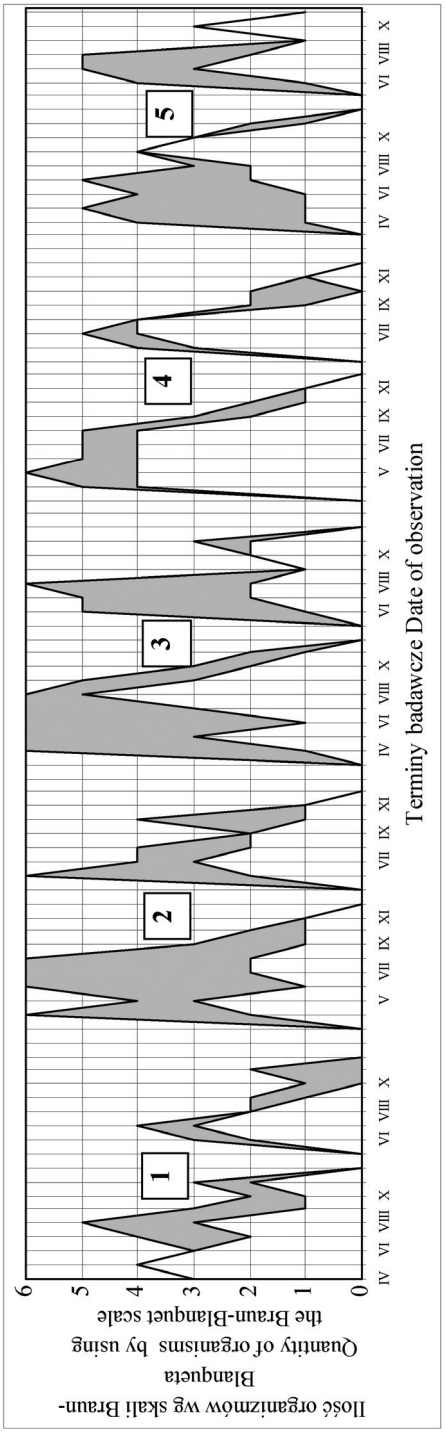
Legenda: Legend:
a – ilość organizmów na niekonserwowanym odcinku cieku
a – quantity of organisms on the non maintenance section
b – ilość organizmów na odcinku konserwowanym wg schematu przemiennego
b – quantity of organisms on the maintenance section in acc. with alternate scheme

Rysunek 2. Obszar występowania benchmarku ekologicznego dla rurecznika pospolitego
Figure 2. Area of occurrence the ecological benchmark for *Tubifex tubifex*

Z rysunku 2 wynika, że po wykonaniu robót konserwacyjnych poziom występowania rurecznika pospolitego w korycie cieku, kształtował się najczęściej poniżej ilości tych bezkręgowców w korycie cieku nieobjętym robotami. Różnica wynosiła od 1 do 2 stopni, wg zmodyfikowanej skali Braun-Blanqueta. Wraz z upływem czasu różnica ta była coraz mniejsza i w drugim roku po wykonaniu robót obejmowała już zakres 0–1 stopnia.

W przypadku bezkręgowców wodnych o zbliżonym pod względem ilości osobników do rurecznika pospolitego występowaniu w analizowanym cieku, tj. błotniarki pospolitej *(Galba palustris)*, kiełża zdrojowego *(Gammarus pulex)*, ośliczki wodnej *(Asellus aquaticus)*, bagiennika żółtorogiego (*Limnophilus flavicornis)* oraz jętki pospolitej *(Ephemera vulgata),* na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że różnice miedzy ilością organizmów występujących na odcinku pozostawionym w stanie naturalnym oraz konserwowanym według zalecanego schematu technologicznego, są w niektórych przypadkach porównywalne do zmian ilościowych rurecznika pospolitego, a w niektórych większe. Przedstawiono to na rys. 3. Błotniarka pospolita oraz bagiennik żółtorogi zareagowały na roboty konserwacyjne podobnie jak rurecznik pospolity.

W przypadku kiełża zdrojowego, ośliczki wodnej i jętki pospolitej, w poszczególnych terminach obserwacji, stwierdzono znaczne straty ilościowe. Świadczy to o tym, że dla tych trzech bezkręgowców zastosowany schemat robót nie był właściwy.



Rysunek 3. Obszar występowania benchmarku ekologicznego dla błotniarki pospolitej *(Galba palustris)* (1), kiełża zdrojowego *(Gammarus pulex)* (2), ośliczki wodnej *(Asellus aquaticus)*(3), bagiennika żółtorogiego (*Limnophilus flavicornis)* (4) oraz jętki pospolitej *(Ephemera vulgata)* (5)

Figure 3. Area of occurrence the ecological benchmark for *Galba palustris* (1), *Gammarus pulex* (2), *Asellus aquaticus* (3), *Limnophilus flavicornis* (4) *(Ephemera vulgata)* (5)

Przedstawione wyniki wskazują na potrzebę dalszego doskonalenia technologii i organizacji robót konserwacyjnych na ciekach oraz kształtowania elementów systemu planowania i wykonawstwa robót pod kątem ograniczania zmian ilościowych w biocenozie koryta cieku. Cel taki może być osiągnięty, jeśli prowadzone będą na szeroką skalę obserwacje stanu jakościowego i ilościowego zbiorowisk roślinnych i zwierzęcych koryt cieków po wykonaniu robót konserwacyjnych oraz ich analiza na tle zastosowanych rozwiązań wykonawczych. Większość przedsiębiorstw stosuje bowiem różne metody ochrony środowiska przyrodniczego. Należałoby je rozpoznać, przeanalizować i porównać przedstawionymi wynikami badan naukowych.

Pozyskane w taki sposób informacje o oddziaływaniu robót konserwacyjnych na zbiorowiska roślinne i zwierzęce koryta cieku pozwoliłyby na bardziej dokładne określenie poziomu benchmarku dla robót konserwacyjnych na ciekach. Poznanie tej wielkości byłoby z jednej strony, dobrą podstawą do określenia kryteriów do wyszukiwania wśród projektantów i wykonawców robót wzorców dla prowadzenia benchmarkingu ekologicznego.

PODSUMOWANIE

Najtrudniejsze problemy, występujące w robotach konserwacyjnych na ciekach, są związane z ochroną flory i fauny dna, skarp i strefy przybrzeżnej cieku.

Przeprowadzone badania wykazały, że poprzez odpowiednie rozwiązania techniczne i technologiczno-organizacyjne można, w pewnym stopniu, ograniczyć niekorzystne oddziaływanie robót konserwacyjnych, obejmujących odmulenie dna i koszenie skarp, na zbiorowiska roślinne i zwierzęce występujące w korycie cieku. Rozpatrując rozmiar oddziaływania tych robót na bezkręgowce wodne należy stwierdzić, że jest on zróżnicowany w przypadku poszczególnych gatunków. W pracy wykazano to na przykładzie rurecznika pospolitego *(Tubifex Tubifex)*, błotniarki pospolitej *(Galba palustris)*, kiełża zdrojowego *(Gammarus pulex)*, ośliczki wodnej *(Asellus aquaticus)*, bagiennika żółtorogiego (*Limnophilus flavicornis)* oraz jętki pospolitej *(Ephemera vulgata)*. W przypadku trzech gatunków – rurecznika pospolitego, błotniarki pospolitej oraz bagiennika żółtorogiego zastosowane w czasie realizacji robót działania proekologiczne były korzystne, natomiast w przypadku trzech bezkręgowców – kiełża zdrojowego, ośliczki wodnej i jętki pospolitej nie przyniosły spodziewanych efektów w postaci zminimalizowania zmian ilościowych tych organizmów w korycie cieku.

Przeprowadzona analiza wskazuje, że w dalszym ciągu należy poszukiwać rozwiązań zapewniających ochronę przyrody, które mogłyby być stosowane w wykonawstwie robót konserwacyjnych na ciekach. Odpowiednim narzędziem do tego celu benchmarking – metoda polegająca na wyszukiwaniu i naśladowaniu dobrych wzorów. Stosowanie jej w technice oraz w makro- i mikroekonomii, wielu przypadkach, przyniosło korzystne efekty.

Zastosowanie benchmarkingu do polepszenia działań na rzecz ochrony środowiska przyrodniczego w robotach wodnych i wodno-melioracyjnych wymaga określenia, dopuszczalnych i jednocześnie technicznie możliwych do osiągnięcia, wielkości zmian jakościowych i ilościowych w zbiorowiskach roślinnych i zwierzęcych koryta cieku. Stanowią one podstawę do wyznaczenia poziomu benchmarku ekologicznego dla robót konserwacyjnych na ciekach. Na obecnym etapie nie można go jednoznacznie określić. Potrzebne są, więc dalsze specjalistyczne badania i analizy przyrodnicze pod tym kątem. Wymagają one wspólnych działań przedstawicieli praktyki i nauki. Dotychczasowe doświadczenia wykazały, że są czasochłonne i wymagają zaangażowania wielu specjalistów. Jednak warto je podjąć po to by wskazać przedsiębiorstwom wykonawczym odpowiednie wzory do naśladowania w przedsięwzięciach ingerujących w środowisko przyrodnicze.

BIBLIOGRAFIA

Bogan Ch. E., English M. J. *Benchmarking jako klucz do najlepszych praktyk.* Wydawnictwo Helion, 2006.

Bondar - Nowakowska E., Dejas D., Polechoński R. *Zmiany w składzie bezkręgowców wodnych wskutek odmulenia dna cieku Dobra (dopływ Widawy).* Rocz. AR Pozn. CCXCIV Melior. Inż. Środ. 19, cz.1, 1997, s. 227–233.

Bondar-Nowakowska E. *Oddziaływanie robót konserwacyjnych na florę i faunę wybranych cieków nizinnych.* Zeszyty Naukowe AR we Wrocławiu. Nr 391, Wrocław 2000.

Bondar-Nowakowska E. Identyfikacja *czynników ryzyka w wykonawstwie robót regulacyjnych i konserwacyjnych na ciekach*. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich, 2008, s. 223–232.

Bostelmann R., Menze R. Auswirkugen *von Maβnahmen der Gewäerunterhaltung auf Gewäerlebensgemeinschaften*. DVWK, Wyd. P. Parey, Hamburg u. Berlin, 76–77, 1987, s. 114–118.

Dejas D., Bondar-Nowakowska E. *Mechanizacja robót konserwacyjnych na tle wymagań ekologicznych*. Zesz. Nauk. AR Wroc., 266, 1995, s. 261–266.

Ilnicki P. *Warunki techniczne prowadzenia robót z zakresu melioracji i budownictwa wodnego na terenach o szczególnej wartości przyrodniczej*. PIOŚ, Warszawa 1986.

Żbikowski A., Żelazo J. *Ochrona środowiska w budownictwie wodnym*. Agencja Wydawnicza „Falstaff", Warszawa 1993

Dr hab. inż. Elżbieta Bondar-Nowakowska
Instytut Kształtowania i Ochrony Środowiska
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
50-365 Wrocław
Plac Grunwaldzki 24
Tel. 071 3205590
e-mail: elzbieta.bondar-nowakowska@up.wroc.pl

Recenzent: *Prof. dr hab. Andrzej Misztal*