

*Elżbieta Bondar-Nowakowska, Justyna Hachol*

## ZARZĄDZANIE JAKOŚCIĄ SPRAWNOŚCI CIEKÓW

---

### *QUALITY MANAGEMENT OF THE WATERCOURSES EFFICIENCY*

#### **Streszczenie**

W pracy opisano proces utrzymywania w stanie zdatności koryt cieków oraz przedstawiono analizę problemów związanych z zarządzaniem jakością tego procesu w aspekcie sprawności cieku. O sprawności cieku decydują jego użytkowanie oraz prace konserwacyjne. Działania te charakteryzują się dobrą jakością, gdy zapewniony jest właściwy stan techniczny koryta cieku, odpowiednia jego przepustowość, a także dobry stan ekologiczny. Na przepustowość koryta cieku i jego stan ekologiczny w dużym stopniu wpływa ilość występujących w nim roślin wodnych. Dlatego ważnym elementem zarządzania jakością sprawności cieku jest kontrolowanie i ocena zagęszczenia naczyniowych roślin wodnych w jego korycie. W celu rozpoznania problemu zarastania koryt, w latach 2007–2009, badano ciekii nizinne Dolnego Śląska. Z badań wynika, że zarastanie koryta rozpoczyna się zaraz po wykonaniu robót konserwacyjnych. Rozwój roślinności wodnej w korycie cieku jest na ogół bardzo intensywny. Z tego powodu prawidłowe utrzymywanie koryta cieku wymaga cyklicznego prowadzenia robót konserwacyjnych. Roboty te składają się z wielu powiązanych z sobą działań technicznych. W pracy wykazano, że każde z tych działań ma wpływ na sprawność cieku. Przeprowadzone badania i analizy świadczą, że zarządzanie jakością utrzymywania cieków wymaga ustalenia kryteriów oceny jakości tego procesu. Kryteria te powinny uwzględniać aspekty techniczne i ekologiczne.

**Słowa kluczowe:** zarządzanie jakością, użytkowanie cieku, naczyniowa roślinność wodna, roboty konserwacyjne na ciekach

#### **Summary**

*In this paper we described the process of watercourses maintenance and analysed the problems involving its quality management in terms of the watercourse efficiency. The watercourse efficiency is determined by running waters use*

*and maintenance works. Both actions are characterized by good quality when the good technical condition of the river-bed, its capacity and the good ecological status are provided. River-bed capacity and the ecological status of the running waters are influenced by the aquatic plants. Therefore control and assessment of aquatic plants abundant are major elements of the quality management of the watercourses efficiency.*

*To identify the problem of overgrowing of running waters with plants, the lowland watercourses in the Lower Silesia were investigated during the years 2007–2009. Field studies showed, that the overgrowing of river-bed begins straight after the maintenance works. Generally the aquatic plant development is rapid. Therefore the correct watercourse maintenance demands cyclical maintenance works. Maintenance works comprise a lot of technical actions, which are related to each other. In this paper we showed, that each of these actions affects the watercourse efficiency. The field studies and analysis proved, that quality management of the watercourses maintenance requires establishment criteria of the process quality assessment. Criteria should consider technical and ecological aspects.*

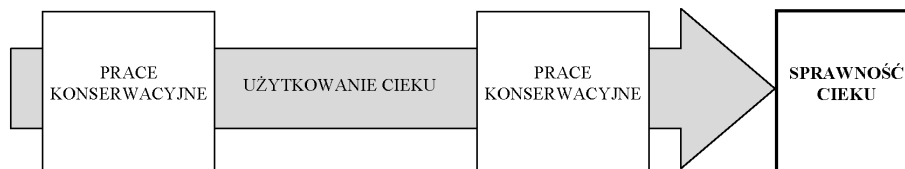
**Key words:** *quality management, watercourse use, aquatic plants, maintenance works on watercourses*

## WSTĘP

Proces zarządzania jakością, to wszystkie czynności szeroko pojętego zarządzania, które ustalają i realizują politykę jakości oraz prowadzą do jej poprawy i doskonalenia [Lisiecka 2000]. Utrzymywanie śródlądowych wód powierzchniowych polega na zachowaniu lub odtworzeniu stanu ich dna lub brzegów oraz na konserwacji lub remoncie istniejących budowli regulacyjnych w celu zapewnienia swobodnego spływu wód oraz lodów, a także właściwych warunków korzystania z wody [Ustawa Prawo Wodne 2001].

Pojęcie jakości utrzymywania koryta cieków jest trudne do jednoznacznego zdefiniowania. Trudność ta wiąże się przede wszystkim z tym, że nie można wskazać odpowiedniego wzorca, który mógłby służyć do porównania efektów działań podejmowanych w procesie utrzymywania koryta cieków. Wynika to z niepowtarzalności koryt cieków, zróżnicowania warunków technicznych i środowiskowych związanych z prowadzeniem prac w korycie, a także ze specyfiki robót w zakresie inżynierii wodnej. Z uwagi na te uwarunkowania, jakość utrzymywania koryta cieków postrzegana jest najczęściej jako zgodność w wymaganiami określonymi dla właścicieli wód w Ustawie Prawo Wodne. Do ich obowiązków należy m.in. zapewnienie należytego stanu technicznego koryt cieków, dbałość o utrzymanie dobrego stanu ekologicznego wód, regulowanie stanu wód lub przepływów w ciekach stosownie do możliwości wynikających ze znajdujących się na nich urządzeń wodnych oraz warunków hydrologicznych. Wymagania te sprawiają, że w procesie utrzymywania cieków należy wyróżnić użytkowanie cieków oraz cykliczne wykonywanie prac konserwacyjnych. Dobra

jakość tych działań zapewnia wysoką sprawność cieków, czyli funkcjonowanie jego zgodnie z przeznaczeniem (rys. 1).



**Rysunek 1.** Proces utrzymywania koryta cieków  
**Figure 1.** Process of the river-bed maintenance

Zarządzanie jakością przedstawionego procesu jest zadaniem złożonym i skomplikowanym. Wymaga ono szczegółowego rozpoznania obu jego składowych oraz ustalenia kryteriów ich jakościowej oceny.

Celem niniejszej pracy jest określenie i analiza czynników, które mają wpływ na jakość działań podejmowanych w ramach użytkowania i konserwacji cieków.

### JAKOŚĆ UŻYTKOWANIA KORYTA CIEKU

Proces użytkowania koryta cieków charakteryzuje się dobrą jakością jeśli:

- zapewniona jest skuteczna ochrona przeciwpowodziowa,
- stworzone są odpowiednie warunki do produkcji rolnej na terenach przyległych oraz do korzystania z wody przez innych użytkowników,
- nie występuje nadmierna erozja i akumulacja materiału,
- nie powoduje znacznego pogorszenia jakości wody,
- ciek ma zdolność do samooczyszczania,
- zapewniona jest ochrona cennych zbiorowisk roślinnych i zwierzęcych oraz ich siedlisk,
- chroniona jest bioróżnorodność koryta cieków,
- koryto cieków udostępnione jest dla celów rekreacji i turystyki.

Warunkiem spełnienia tych wymagań jest utrzymywanie koryta cieków w dobrym stanie technicznym, o odpowiedniej przepustowości, a także w dobrym stanie ekologicznym. Na dobry stan techniczny koryta cieków wpływa jakość i częstość prac konserwacyjnych, zaś przepustowość koryta cieków w dużym stopniu związana jest z ilością występującej w nim roślinności wodnej. Badania przeprowadzone przez Tyimińskiego wskazują, że zbyt duże i zbyt gęste zbiorowiska roślinne mogą spowodować spiętrzenie zwierciadła wody nawet o 50 cm oraz zredukować przepustowość hydrauliczną koryta o 50% [Tyimiński

1999]. Z drugiej jednak strony naczyniowe rośliny wodne są jednym z biologicznych elementów branych pod uwagę przy ocenie stanu ekologicznego wód płynących, gdyż pełnią one w ciekach wiele ważnych funkcji ekologicznych, takich jak [Biggs 1996; Collier 2002; Żelazo, Poppek 2002; Vereecken i in. 2006]:

- dostarczanie substancji organicznej ekosystemowi wodnemu,
- kształtowanie warunków środowiskowych – temperatury, oświetlenia, prędkości przepływu, ruch wody,
- kształtowanie chemizmu wody poprzez wpływ na bilans tlenu i dwutlenku węgla, odczyn, stężenie soli mineralnych oraz substancji organicznej rozpuszczonej,
- tworzenie warunków siedliskowych dla innych organizmów wodnych,
- zapewnienie pokarmu bezkręgowcom i kręgowcom wodnym oraz związanym z wodą,
- poprawa zdolności cieków do samooczyszczania,
- zmniejszanie intensywności erozji wodnej poprzez stabilizację substratu dna i brzegów.

Biorąc pod uwagę powyższe uwarunkowania, zarządzanie jakością użytkową koryta cieków wymaga sukcesywnej oceny stanu ilościowego roślin wodnych, zarówno w odniesieniu do jej wpływu na przepustowość, jak i na stan ekologiczny koryta cieków.

W celu rozpoznania zjawiska zarastania koryt cieków przez naczyniowe rośliny wodne w latach 2007–2009 przeprowadzono badania terenowe.

### **OBIEKTY BADAWCZE I METODY BADAŃ**

Badania terenowe wykonano na 12 nizinnych ciekach Dolnego Śląska. Do badań wybrano odcinki cieków zróżnicowane pod względem upływu czasu od usunięcia roślinności wodnej. Charakterystykę tych cieków na odcinkach badawczych przedstawiono w tabeli 1.

Badania terenowe obejmowały identyfikację gatunków roślin wodnych występujących na odcinkach badawczych oraz określenie stopnia ich zagęszczenia. Pod uwagę brano wszystkie rośliny naczyniowe, zakorzenione w wodzie przez co najmniej 90% okresu wegetacji, a także rośliny wyższe, swobodnie pływające na powierzchni wody lub pod nią. Do określenia stopnia zagęszczenia roślin w korycie zastosowano pięciostopniową skalę Braun-Blanqueta. W skali tej 1 oznacza, że roślinność wodna pokrywa do 5% powierzchni dna, 2 – od 5 do 25%, 3 – od 25 do 50%, 4 – od 50 do 75%, 5 – od 75 do 100% jego powierzchni. Długość odcinków badawczych wynosiła wszędzie 100 m [Schaumburg i in. 2006].

**Tabela 1.** Charakterystyka obiektów badawczych  
**Table 1.** Characteristic of the study sections

Lp.	Nazwa odcinka badawczego	Spadek podłużny [%]	Szerokość dna [m]	Głębokość koryta [m]	Substrat dna
1	Dobra I	0,80	3	1,6	piasek
2	Dobra II	3,50	2	2	piasek
3	Dobra III	1,00	3	1,7	piasek
4	Czarna Woda I	0,75	5	3,5	piasek/żwir
5	Czarna Woda II	1,16	3	2	żwir/kamień
6	Czarna Woda III	1,16	3	2	żwir/kamień
7	Czarna Woda IV	1,16	3	2	żwir/kamień
8	Kanał Nysa-Oława	0,60	3	2	piasek
9	Leniwka	1,00	2,5	1,5	piasek
10	Masłówka	0,20	4	1,4	organiczny
11	Oleszna I	5,30	2	3	organiczny
12	Oleszna II	2,80	2,4	1,3	organiczny
13	Oleśnica	1,01	4	2,3	organiczny
14	Orla	0,20	10	1,8	organiczny
15	Sąsiedzka I	1,40	6	1,5	piasek
16	Sąsiedzka II	1,40	3	1,5	piasek
17	Sąsiedzka III	1,57	3	1,5	piasek
18	Smortawa I	0,20	10	2,2	piasek
19	Smortawa II	0,25	3	1,5	piasek
20	Ślęza	0,50	5	3	beton
21	Żurawka I	0,40	3	2	piasek
22	Żurawka II	0,60	3	2,2	piasek

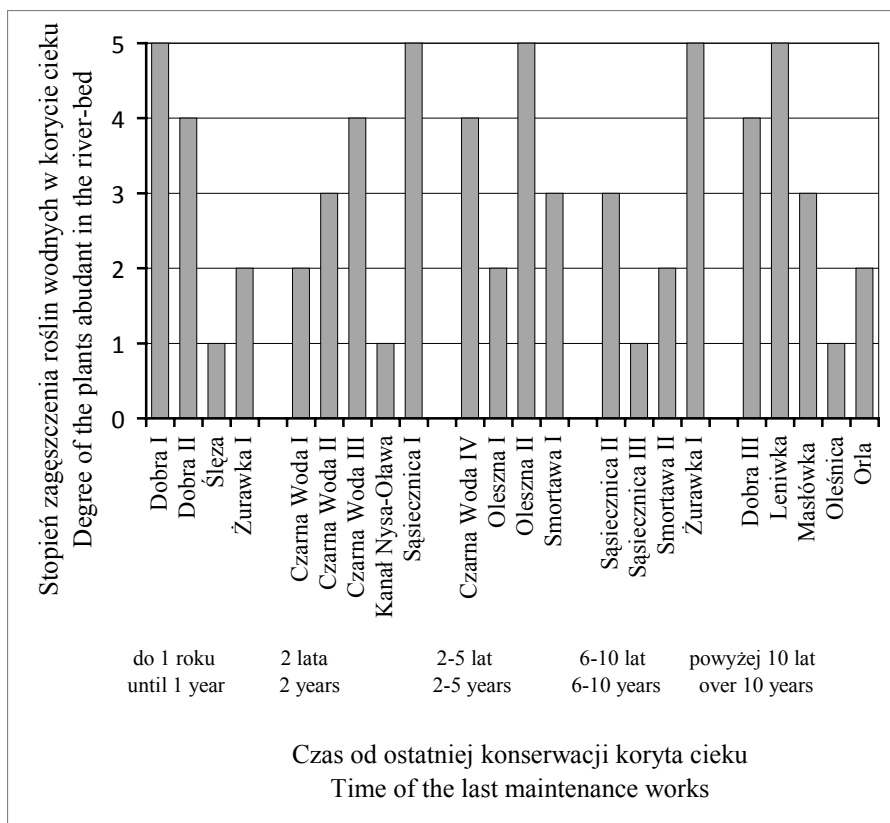
## WYNIKI BADAŃ

Wyniki badań przedstawiono na rysunku 2.

Z rysunku 2 wynika, że niezależnie od czasu, jaki upłynął od wykonania robót konserwacyjnych w rozpatrywanych odcinkach w koryt cieków zagęszczenie roślin wodnych wykazywało silne zróżnicowanie. Wahało się ono w przedziale od 0 do 100%. Przedstawione wyniki badań świadczą, że zróżnicowanie to w silniejszym stopniu było spowodowane oddziaływaniem innych, niż czas czynników. Badania prowadzone przez Hachoł, Bondar-Nowakowską i in. [2008, 2009] wskazują, że należą do nich: miąższość zamulenia, spadek podłużny, szerokość dna, nachylenie skarp oraz sposób ich umocnienia.

Dobre rozpoznanie tych czynników będzie bardzo przydatne dla zarządzania jakością użytkową cieków. Poprzez odpowiednie ich kształtowanie będzie można wpływać na właściwe sterowanie rozwojem naczyniowej roślinności wodnej w korycie. Jest to z jednej strony warunek zapewnienia wymaganej przepustowości koryta cieków, z drugiej zaś odpowiedniego stanu ekologicznego wód.

Analiza rysunku 2 wskazuje, że proces zarastania koryta cieków rozpoczyna się bardzo szybko po wykonaniu robót. Prawidłowe utrzymywanie koryta cieków wymaga zatem cyklicznego prowadzenia prac konserwacyjnych obejmujących usuwanie roślinności wodnej. Dotychczasowe badania w tym zakresie wskazują, że prace te powinny być wykonywane, co 2–3 lata [Bondar-Nowakowska 2000].



**Rysunek 2.** Zagęszczenie naczyniowych roślin wodnych na odcinkach badawczych  
**Figure 2.** Aquatic plants abundant in the study sections

## JAKOŚĆ ROBÓT KONSERWACYJNYCH W KORYCIE CIEKU

Jakość robót konserwacyjnych powinna być oceniana na tle wymagań technicznych, technologicznych, organizacyjnych i ekologicznych. Jest to bardzo utrudnione zadanie, gdyż wykonywanie tych robót nie wymaga opracowania projektu technicznego. W niektórych przypadkach stosuje się jedynie projekt uproszczony. Zakres prac do wykonania przedstawiany jest na ogół w Specyfikacjach Technicznych Wykonania i Odbioru Robót. W dokumentach tych najczęściej można spotkać się z następującymi zaleceniami dotyczącymi wymagań jakościowych robót:

„...Wykonane prace poddane zostaną systematycznej kontroli jakości ich wykonania przez wyznaczonego inspektora nadzoru.” „...Sposób i terminy kontroli przez inspektora nadzoru odnotowane będą w dzienniku budowy w czasie wprowadzania wykonawcy na teren budowy...” [Opis techniczny... 2010]

„... Kontrola polega na ocenie wizualnej jakości wykonanych robót. Nad prawidłowym procesem konserwacji urządzeń melioracyjnych czuwa wyznaczona przez inwestora osoba do kontroli technicznej...” [Specyfikacja Techniczna... 2010]:

Z zapisów takich wynika, że za jakość konserwacji odpowiada przede wszystkim wykonawca robót. Z tego względu zarządzanie jakością tego procesu powinno być odniesione do poszczególnych działań wchodzących w zakres prac. Pokazano to w formie schematu na rysunku 3.

Według przedstawionego schematu, roboty konserwacyjne na ciekach powinny mieć charakter zsynchronizowanych działań, których celem jest zapewnienie efektywnego funkcjonowania cieków. Każde działanie ujęte w tym schemacie, jeśli zostanie odpowiednio przygotowane, a następnie zrealizowane, pozwoli na uzyskanie wyższej jego jakości. Jest to możliwe, jeśli nadzorujący prace będzie kładł nacisk na zaangażowanie wszystkich uczestników tego procesu.

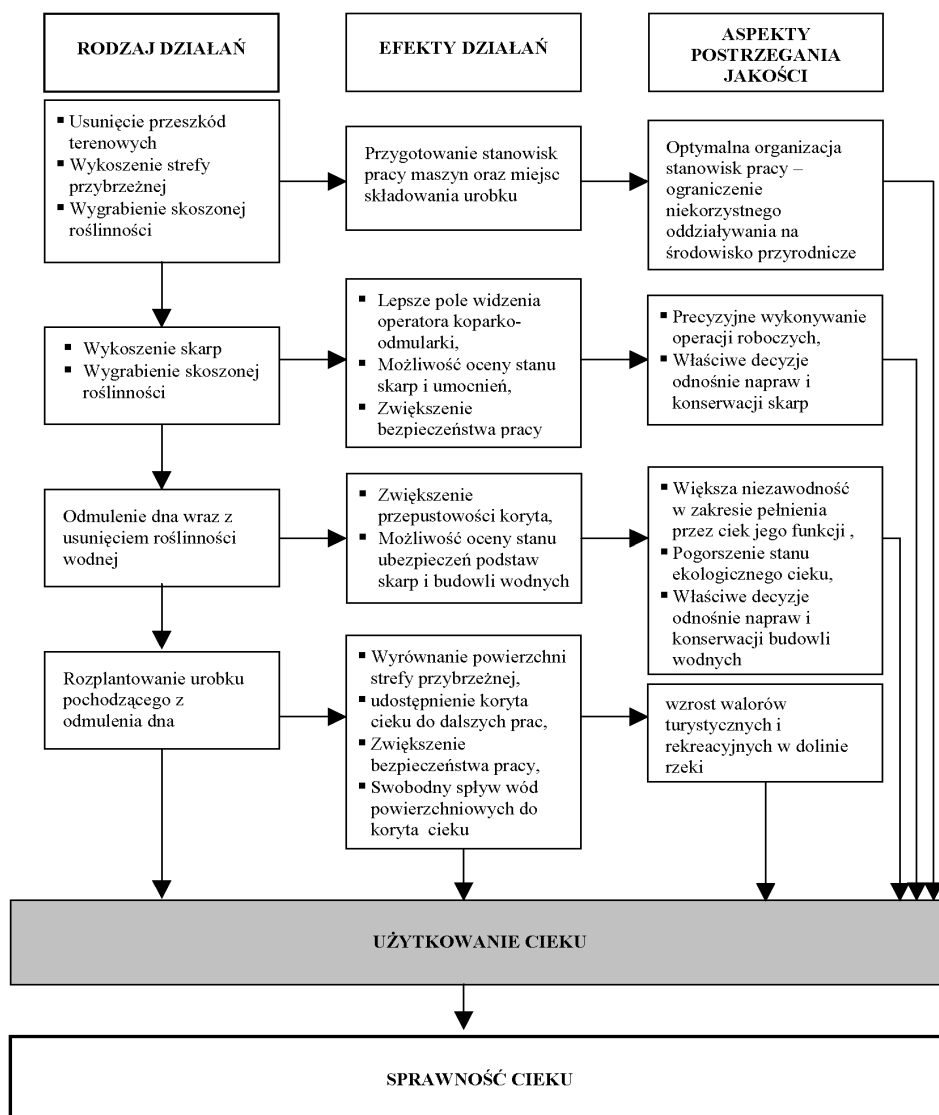
Opracowując plan zarządzania jakością w robotach konserwacyjnych na ciekach, obok kryteriów technicznych, należy brać pod uwagę również kryteria ekologiczne. Zaleca się by: [Bondar-Nowakowska 2000; Bartosiewicz 2005; Kosierb i in. 2005; Żelazo 2009]

- w korycie cieków wprowadzać zróżnicowane kształty i wymiary przekrojów poprzecznych,
- pozostawiać odsypiska, namuliska i inne formy zróżnicowań koryta,
- wyłączać niektóre odcinki cieków z prowadzenia na nich robót,
- do umocnień brzegów stosować wyłącznie materiał pochodzenia naturalnego, najlepiej żywą roślinność.

Przyjęcie tych zaleceń wymaga rozszerzenia przedziału tolerancji w ocenie jakości prac konserwacyjnych na ciekach. Podstawą oceny w takich przypadkach może być:

- stopień zbliżenia parametrów koryta cieków do projektowanych,
- zgodność z wymaganiami określonymi przez użytkowników koryta cieków lub terenów przyległych do cieków,

- stopień spełnienia oczekiwań określonych przez ekologów,
  - dopuszczalny zakres i ilość robót poprawkowych.
- Kryteria te należy określić na podstawie bezpośrednich obserwacji oraz badań modelowych. Problem jest więc otwarty i wymaga dalszych prac.



**Rysunek 3.** Schemat robót konserwacyjnych uwzględniający ich jakość  
**Figure 3.** Diagram of maintenance works considering their quality



## PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Z przedstawionych badań i analiz wynika, że zarządzanie jakością utrzymania cieków powinno być procesem ciągłym. Tylko w takim przypadku będzie zapewniona wymagana sprawność cieków. Nacisk w nim powinien być położony na informację, pomiar, a następnie na wykonywanie i kontrolowanie. Proces ten powinien objąć wszystkie działania związane z użytkowaniem cieków oraz z wykonywaniem prac konserwacyjnych. Trudność w zarządzaniu jakością utrzymania cieków polega na tym, że proces ten musi uwzględniać często sprzeczne, z sobą wymagania techniczne i ekologiczne. W związku z tym jasno powinny być sformułowane kryteria oceny jakości.

Na podstawie przeprowadzonych badań i analiz należy stwierdzić, że:

1. Zarządzanie sprawnością koryt cieków powinno objąć proces użytkowania koryta cieków oraz proces jego konserwacji. Wymaga to identyfikacji wszystkich działań związanych z tymi procesami i określenia ich wzajemnych związków.

2. Po wykonaniu prac konserwacyjnych w korycie cieków następuje intensywny rozwój roślin wodnych. W procesie użytkowania koryta należy kształtować ich ilość pod kątem ograniczenia ich oddziaływania na przepustowość koryta cieków. Należy również brać pod uwagę rolę, jaką rośliny pełnią w ekosystemie wodnym. W tym celu wskazane są dalsze obserwacje oraz badania modelowe.

3. Prace konserwacyjne na ciekach powinny mieć charakter zsynchronizowanych działań, z których każde powinno być ukierunkowane na podwyższenie jakości całego procesu. Warunkiem osiągnięcia takiego celu jest zaangażowanie wszystkich uczestniczących w procesie technologicznym.

4. Na podstawie obserwacji oraz badań modelowych należy wypracować metody oceny jakości robót konserwacyjnych. W metodach tych należy uwzględniać wymagania techniczne oraz ekologiczne.

## BIBLIOGRAFIA

- Bala W., Kwapisz J., Wróbel F. *Wyznaczenie normatywów obsługiwanego rowów melioracyjnych*. Zesz. Nauk. A.R. Kraków, nr 249 cz. 2, 1991, s. 107–123.
- Bartosiewicz S. *Zagadnienia społeczne i przyrodnicze przy programowaniu zadań inwestycyjnych i utrzymaniowych na rzekach*. Środowiskowe Aspekty Gospodarki Wodnej. Wyd. Komitet Ochrony Przyrody PAN. Wrocław 2005, s. 23–36.
- 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*. Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu, nr 391, 2000, s. 100.
- Bondar-Nowakowska E., Klęka J., Reinhard A. *Hierarchia wybranych czynników oddziałujących na zbiorowiska roślinne w korycie cieków*. Wiadomości Melioracyjne i Łąkarskie 4/2008, s. 169–171.
- Collier K. J. *Effects of flow regulation and sediment flushing on instream habitat and benthic invertebrates in a New Zealand River influenced by a volcanic eruption*. River Research and Application, 18, 2002, s. 213–226.

- Hachoł J., Bondar-Nowakowska E., Reinhard A. *Oddziaływanie wybranych elementów fizycznych koryta cieków na zbiorowiska naczyniowych roślin wodnych*. Infrastruktura i ekologia terenów wiejskich 7/2008, 2008, s. 255–266.
- Hachoł J., Bondar-Nowakowska E. *Wpływ sposobu umocnienia skarp koryta cieków na zbiorowiska naczyniowych roślin wodnych*. Monografie Komitetu Inżynierii Środowiska Polskiej Akademii Nauk. Vol. 56, 2009, s. 121–127.
- Kosierb R., Bartosiewicz S., Pietruszewski B. *Utrzymywanie w dobrym stanie rzek i potoków dla ochrony życia i mienia ludności z uwzględnieniem wartości przyrodniczych obszarów nadwodnych*. Środowiskowe Aspekty Gospodarki Wodnej. Wyd. Komitet Ochrony Przyrody PAN. Wrocław 2005, s. 51–60.
- Lisiecka K. *Istota, cele i tendencje zarządzania jakością*. Menedżer jakości. Praca zbiorowa pod redakcją Jana Bagińskiego. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej. 2000. s. 169–184.
- Opis techniczny do uproszczonej dokumentacji projektowej Roboty konserwacyjne urządzeń melioracji podstawowych i wód istotnych dla rolnictwa. <http://zzmiuw.samorzady.pl> (1.03. 2010 r.).
- Specyfikacja Techniczna Wykonania i Odbioru Robót w Zakresie Konserwacji Rzek i Kanałów. [www.warszawa.wzmiuw.gov.pl/przetargi](http://www.warszawa.wzmiuw.gov.pl/przetargi) (1.03. 2010 r.).
- 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.
- Tymiński T. *Wpływ roślinności międzywala na warunki przepływu w korycie wielkiej wody*. Wydział Melioracji i Inżynierii Środowiska Akademii Rolniczej we Wrocławiu. Maszynopis. 1999, s. 199.
- Ustawa z dnia 18 lipca 2001 r. Prawo Wodne. Dz. U. 2001 nr 115 poz. 1229.
- Vereecken H., Baetens J., Viaene P., Mostaert F., Meire P. *Ecological management of aquatic plants: effects in lowland streams*. Hydrobiologia, 570, 2006. s. 205–210.
- Żelazo J., Popek Z. *Podstawy renaturyzacji rzek*. Wydawnictwo SGGW, Warszawa 2002. s. 320
- Żelazo J. *Wybrane problemy zabudowy rzek o szczególnych wartościach przyrodniczych*. Nauka Przyr. Technol. 3, 2009. #110.

Dr hab. inż. Elżbieta 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  
e-mail: [elzbieta.bondar-nowakowska@up.wroc.pl](mailto:elzbieta.bondar-nowakowska@up.wroc.pl)  
e-mail: [justyna.kleka@wp.pl](mailto:justyna.kleka@wp.pl)

Recenzent: Prof. dr hab. Jerzy Gruszczyński