



WPŁYW SPOSOBU ZAGOSPODAROWANIA STREFY PRZYBRZEŻNEJ CIEKÓW NA NACZYNIOWE ROŚLINY WODNE

Justyna Hachoł, Elżbieta Bondar-Nowakowska
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

INFLUENCE OF WAYS OF THE RIVERINE AREA MANAGEMENT ON THE AQUATIC VASCULAR PLANTS

Streszczenie

W pracy dokonano ocenę wpływu sposobu zagospodarowania strefy przybrzeżnej małych i średnich cieków nizinnych na skład zbiorowisk naczyniowych roślin wodnych. Badania terenowe wykonano w latach 2011–2012, na 20 odcinkach badawczych zlokalizowanych w korytach wybranych cieków Dolnego Śląska. Obejmowały one ocenę zagospodarowania strefy przybrzeżnej, a także identyfikację gatunków naczyniowych roślin wodnych oraz określenie stopnia pokrycia przez nie dna. Na podstawie tych danych obliczono wskaźnik różnorodności gatunkowej Shannona-Wienera, wskaźnik równocенności Pielou oraz wskaźnik niedoboru gatunkowego dla każdego odcinka badawczego.

Z przeprowadzonych badań i analiz wynika, że sposób zagospodarowania strefy przybrzeżnej ma wpływ na skład jakościowy i ilościowy zbiorowisk naczyniowej roślinności wodnej. Najwyższe wartości rozpatrywanych wskaźników charakteryzowały odcinki koryt, w których strefie przybrzeżnej występowały nieużytki, takie jak tereny podmokłe, zakrzaczenia i wysokie ziołorośla. Natomiast najniższe wartości wszystkich porównywanych wskaźników wystąpiły na odcinkach leśnych.

Słowa kluczowe: naczyniowe rośliny wodne, zagospodarowanie strefy przybrzeżnej, zlewnia

Summary

The following study concerns an assessment of ways of the littoral zone management in both small and middle lowland watercourses on the composition of hydromacrophytes in water communities. The research was performed between 2007 and 2012 in 20 study sections located in Lower Silesian watercourses. The research included an assessment of the development of the littoral zone and identification of water hydromacrophytes and determination of the level of their bottom coverage. Each study section had a Shannon-Wiener biodiversity, Pielou evenness and species shortage indexes calculated.

Results of the following study indicate that ways of using the littoral zone have a significant influence on analyzed vegetal indexes. The highest values were observed in study sections where littoral zones were such as: uncultivated lands such as wetlands, bushes and tall herbs. While the lowest observed values in all compared indexes were noted in forest sections.

Key words: *hydromacrophytes, littoral zone development, river catchment*

WSTĘP

Rzeki należą do ekosystemów najcenniejszych przyrodniczo i gospodarczo. Z tego względu ważna jest kompleksowa ochrona naturalnych oraz renaturyzacja zdegradowanych cieków (Dyrektywa 2000/60/WE). Podstawę tych działań stanowi ocena jakości wód.

Jednym z biologicznych wskaźników oceny stanu wód są naczyniowe rośliny wodne. Pełnią one szereg ważnych funkcji ekologicznych w rzekach (Biggs, 1996, Sand-Jensen, 1998, Kajak, 2001, Collier, 2002, Vereecken i in., 2006, Bondar-Nowakowska, Hachoł, 2010). Zaletą ich jest to, że powszechnie występują w wodach, są widoczne, a ich reakcja na zanieczyszczenia jest szybka i zauważalna (Kłosowski, 1992, Szoszkiewicz i in., 2002, Haury i in., 2006). Skład gatunkowy zbiorowisk roślin wodnych w ciekach jest uzależniony od warunków siedliskowych w rzece. Warunki te są kształtowane przez szereg czynników, zarówno naturalnych (np. klimat, wysokość n.p.m.), jak i pochodzenia antropogenicznego (np. zanieczyszczenia wód, przekształcenia koryta). Przeprowadzone badania wykazały, że spośród czynników kształtowanych przez człowieka, istotny wpływ na zbiorowiska naczyniowych roślin wodnych mają: spadek podłużny, szerokość dna, głębokość koryta, rodzaj materiału dennego oraz sposób umocnienia skarp (Hachoł i in., 2008). Elementy te kształtowane są w wyniku ingerencji technicznych w korycie, takich jak roboty regulacyjne czy konserwacyjne. Oprócz tych działań, na stan środowiska wodnego wpływa rów-

niez działalność człowieka prowadzona w zlewni, m.in. nadmierna eksploatacja wód podziemnych, wylesianie, odwadnianie odkrywek i kopalń podziemnych oraz zanieczyszczanie wód ściekami (Dobrzański i in., 2008). Sam charakter zlewni kształtuje zarówno ustrój hydrologiczny rzek, jak i skład chemiczny ich wód. Zagospodarowanie zlewni w sąsiedztwie koryta oddziałuje na morfologię koryta, hydrologię rzeki, zacienienie oraz skład chemiczny wody. Są to elementy tworzące warunki siedliskowe, które w sposób bezpośredni wpływają na skład jakościowy i ilościowy zbiorowisk roślin wodnych.

W pracy dokonano oceny wpływu czterech sposobów zagospodarowania terenów wzdłuż cieków na zbiorowiska naczyniowych roślin wodnych.

OBIEKTY I METODY BADAWCZE

Badania terenowe prowadzono w sezonach wegetacyjnych w latach 2007-2012. Wykonano je w sześciu małych i średnich ciekach nizinnych Dolnego Śląska. Były to: Czarna Woda – dopływ Bystrzycy, Dobra – dopływ Widawy, Głęboki Rów – dopływ Sącicznicy, Oleśnica – dopływ Widawy, Sącicznica – dopływ Baryczy oraz Smortawa – dopływ Odry. W korytach tych cieków wyznaczono łącznie 20 odcinków badawczych. Liczbę ich w poszczególnych ciekach przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Zagospodarowanie zlewni na odcinkach badawczych

Table 1. The river catchment management in the study sites

| Rzeka | Liczba odcinków badawczych | Las | Grunty orne | Łąki | Teren zabudowany | Nie użytek |
|-------------|----------------------------|-----|-------------|------|------------------|------------|
| | | | GO | ŁE | Z | |
| Czarna Woda | 3 | x | x | x | | |
| Dobra | 4 | x | x | x | x | |
| Głęboki Rów | 3 | x | x | x | | |
| Oleśnica | 3 | x | x | x | | |
| Sącicznica | 3 | | x | x | x | |
| Smortawa | 4 | x | | x | x | x |

Źródło: badania własne

Source: individual research

Odcinki badawcze były położone w środkowym biegu każdej rzeki. Występowały one na obszarach o zbliżonych warunkach fizjograficznych. W korytach cieków, gdzie się znajdowały, w ostatnich 10 latach nie były prowadzone roboty regulacyjne. Długość każdego odcinka wynosiła 100 m (Szczekiewicz

i in., 2010). Poszczególne odcinki różniły się sposobem użytkowania strefy przybrzeżnej. Za strefę przybrzeżną przyjęto, zgodnie z metodyką River Habitat Survey (RHS), zaadaptowaną do warunków polskich (Szoszkievicz i in., 2008), pas o szerokości 50 m od górnej krawędzi skarpy. W strefie przybrzeżnej pięciu odcinków badawczych znajdował się las liściasty lub mieszany. Strefy przybrzeżne jedenastu odcinków użytkowane były rolniczo – w sześciu przypadkach jako ekstensywne łąki kośne, w pięciu – jako grunty orne. Trzy odcinki badawcze zlokalizowane były na terenie zabudowanym (zabudowa wiejska), natomiast jeden odcinek znajdował się na nieużytkach. W każdym przypadku obszar sąsiadujący ze strefą przybrzeżną był użytkowany podobnie jak w rozpatrywanej strefie przybrzeżnej.

Badania terenowe na każdym odcinku obejmowały identyfikację gatunków naczyniowych roślin wodnych oraz określenie stopnia pokrycia przez nie dna. Pod uwagę brano wszystkie rośliny naczyniowe, zakorzenione w wodzie przez przynajmniej 90% okresu wegetacji, a także rośliny wyższe, swobodnie pływające na powierzchni wody lub pod nią. Identyfikację gatunków roślin wodnych wykonywano brodząc w korycie rzeki od jednego brzegu do drugiego. W miejscach, do których dostęp był utrudniony posługiwano się grabkami do wyławiania roślin. Gatunki roślin wodnych oznaczano bezpośrednio na stanowisku badawczym. Do określenia stopnia zagęszczenia roślin w korycie zastosowano skalę 9-stopniową (Szoszkievicz i in., 2010). Poszczególным stopniom tej skali odpowiada przedstawiony w tabeli 2, udział roślin w pokryciu.

Tabela 2. Skala oceny stopnia pokrycia dna przez rośliny wodne
Table 2. The scale of the degree of the bottom coverage by aquatic plants

| Współczynnik pokrycia | Procentowy udział w pokryciu | Współczynnik pokrycia | Procentowy udział w pokryciu | Współczynnik pokrycia | Procentowy udział w pokryciu |
|-----------------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|------------------------------|
| 1 | <0,1 | 4 | 2,5-5 | 7 | 25-50 |
| 2 | 0,1-1 | 5 | 5-10 | 8 | 50-75 |
| 3 | 1-2,5 | 6 | 10-25 | 9 | >75 |

Źródło: Szoszkievicz i in., 2010
 Source: Szoszkievicz i in., 2010

W celu oceny różnorodności gatunkowej, na każdym odcinku badawczym, obliczono według wzoru 1 (Schaumburg i in., 2006) wskaźnik Shannona-Wienera:

$$H = -\sum_{i=1}^s (N_i \times \ln N_i) \quad (1)$$

We wzorze tym:

H – wskaźnik różnorodności gatunkowej; s – liczba gatunków roślin wodnych na stanowisku badawczym; N_i – wskaźnik obliczony ze wzoru 2:

$$N_i = \frac{Q_i}{Q} \quad (2)$$

gdzie: Q_i – sześcienną wartość stopnia pokrycia dna przez rośliny i -tego gatunku; Q – sześcienną wartość stopnia pokrycia dna przez rośliny wszystkich gatunków.

Do oceny równomierności rozkładu gatunków w poszczególnych odcinkach badawczych obliczono wskaźnik równocенności Pielou. Obliczono go według wzoru 3 (Pielou, 1974):

$$J = \frac{H}{H_{\max}} \quad (3)$$

w którym:

J – wskaźnik równocенności gatunkowej; H – wskaźnik Shannona-Wienera; H_{\max} – wskaźnik maksymalnej możliwej różnorodności gatunkowej, obliczony ze wzoru 4 (Solon, 2002):

$$H_{\max} = \log_2 S \quad (4)$$

gdzie: S – liczba gatunków.

WYNIKI

Na odcinkach badawczych oznaczono łącznie 29 gatunków naczyniowych roślin wodnych. Były to: gorysz błotny (*Peucedanum palustre* (L.) Moench), grążel żółty (*Nuphar lutea* (L.) Sibth. & Sm.), jeżogłówka gałęzista (*Sparganium erectum* L. em. Rchb. s.s.), jeżogłówka pojedyncza (*Sparganium emersum* Rehm.), kosaciec żółty (*Iris pseudacorus* L.), kropidło wodne (*Oenanthe aquatica* (L.) Poir.), krwawnica pospolita (*Lythrum salicaria* L.), łączeń baldaszkowy (*Butomus umbellatus* L.), manna mielec (*Glyceria Maxima* (Hartm.) Holmb.), mięta wodna (*Mentha aquatica* L.), moczarka kanadyjska (*Elodea canadensis* L.), mozga trzcinowata (*Phalaris arundinacea* L.), niezapominajka wodna (*Myosotis palustris* (L.) L. em. Rchb.), pałka szerokolistna (*Typha latifolia* L.), pałka wąskolistna (*Typha angustifolia* L.), potoczник wąskolistny (*Berula erecta* (Huds.) Coville), przetacznik bobowiczek (*Veronica beccabunga* L.), rdestnica grzebieniasta (*Potamogeton pectinatus* L.), rdestnica nitkowata (*Potamogeton filiformis* Pers.), rdestnica przeszyta (*Potamogeton perfoliatus* L.), rogatek sztywny (*Ceratophyllum demersum* L.), rzęsa drobna (*Lemna minor* L.), rzęśl wiosenna (*Callitriche palustris* L.), spirodela wielokorzeniowa (*Spirodela polyrrhiza* (L.) Schleid.), strzałka wodna (*Sagittaria sagittifolia* L.), szczaw lancetowaty (*Rumex hydrolapathum* Huds.), trzcina pospolita (*Phragmites communis* Trin.), żabieniec babka wodna (*Alisma plantago-aquatica* L.) żabiściek pływający (*Hydrocharis morsus-ranae* L.) (tab. 3).

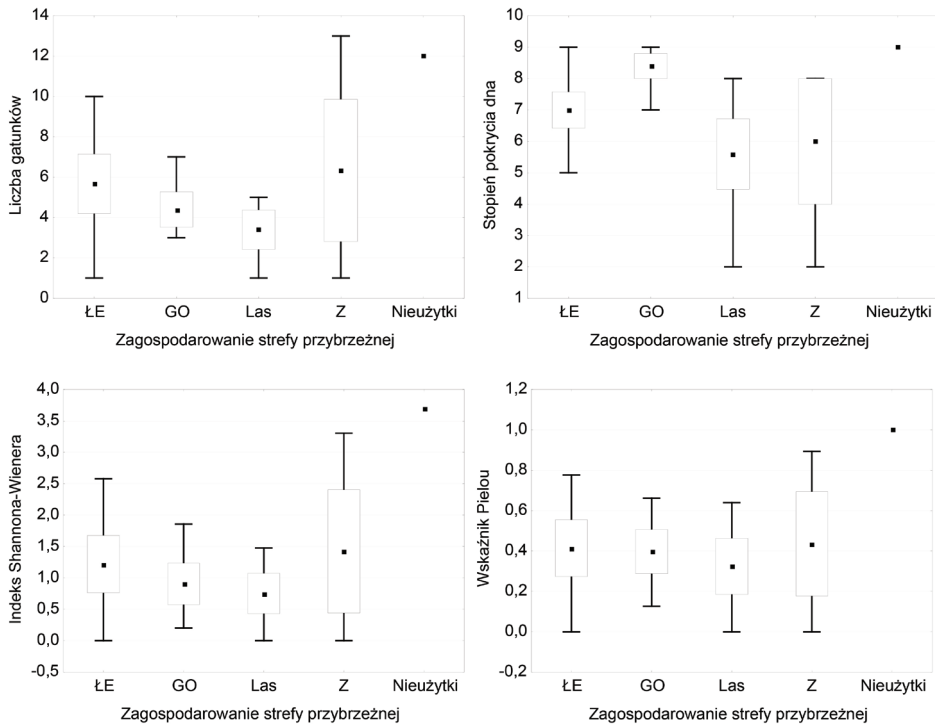
Tabela 3. Występowanie gatunków roślin wodnych na odcinkach badawczych w zależności od zagospodarowania strefy przybrzeżnej

Table 3. The occurrence of aquatic plant species in the study sites depending on the using of the coastal zone

| Gatunek | Las | Grunty orne | Łąki | Teren zabudowany | Nieużytek |
|---------------------------|-----|-------------|------|------------------|-----------|
| Gorysz błotny | X | | | | |
| Grąźel żółty | X | | X | X | X |
| Jeżogłówka gałęzista | X | | X | X | X |
| Jeżogłówka pojedyncza | X | X | X | X | |
| Iris pseudoacorus | | X | | | |
| Kropidło wodne | X | | | | |
| Krwawnica pospolita | | | | X | X |
| Łączeń baldaszkowy | | | X | | |
| Manna mielec | | X | X | X | X |
| Mięta wodna | X | | X | X | X |
| Moczarka kanadyjska | X | | X | | |
| Mozga trzciniowata | | X | X | | |
| Niezapominajka wodna | | | X | | |
| Pałka szerokolistna | | | | | X |
| Pałka wąskolistna | | X | X | | X |
| Potocznic wąskolistny | X | X | X | X | |
| Przetacznik bobowiczek | X | | | | |
| Rdestnica grzebieniasta | | X | X | X | |
| Rdestnica nitkowata | X | | | | |
| Rdestnica przeszyta | | | X | | |
| Rogatek sztywny | | | X | X | |
| Rzęsa drobna | X | X | X | X | X |
| Rzęśl wiosenna | X | X | X | X | |
| Spirodela wielokorzeniowa | | | X | X | X |
| Strzałka wodna | X | X | X | X | X |
| Szczaw lancetowaty | | | | X | |
| Trzcina pospolita | | X | X | X | X |
| Żabieniec babka wodna | | X | | | |
| Żabiściek pływający | | | X | X | X |

Źródło: badania własne

Source: individual research



Źródło: badania własne
Source: individual research

Rysunek 1. Kształtowanie się wskaźników biologicznych na odcinkach o różnym sposobie zagospodarowania strefy przybrzeżnej

Figure 1. Formation of the biological indicators in study sections of different land management of the riverine area

Przedstawione gatunki należą do pospolitych, często spotykanych w korytach cieków nizinnych (Kłósowski, Kłósowski, 2007). Większość z nich wykazuje duży stopień polimorfizmu oraz fenotypową zdolność przystosowawczą do zmieniających się warunków siedliskowych. Cechy te sprawiają, że gatunki mogą występować w ciekach o zupełnie odmiennych charakterystykach (Lacoul, Freedman, 2006). Dlatego też niektóre z nich występowały w korytach niezależnie od tego, w jaki sposób była zagospodarowana strefa przybrzeżna. Przykładem są rzęsa drobna i strzałka wodna, które oznaczono na odcinkach reprezentujących wszystkie rozpatrywane typy zagospodarowania. Były również takie gatunki, których obecność stwierdzono tylko na odcinkach leśnych – gorzysz błotny, kropidło wodne, przetacznik bobowiczek i rdestnica nitko-

wata, gruntów ornych – kosaciec żółty i żabieniec babka wodna, łąk – łączeń baldaszkowy, niezapominajka wodna i rdestnica przeszyta, w terenie zabudowanym – szczaw lancetowaty oraz na nieużytkach – pałka szerokolistna. Szczegółowe dane przedstawiono w tabeli 3.

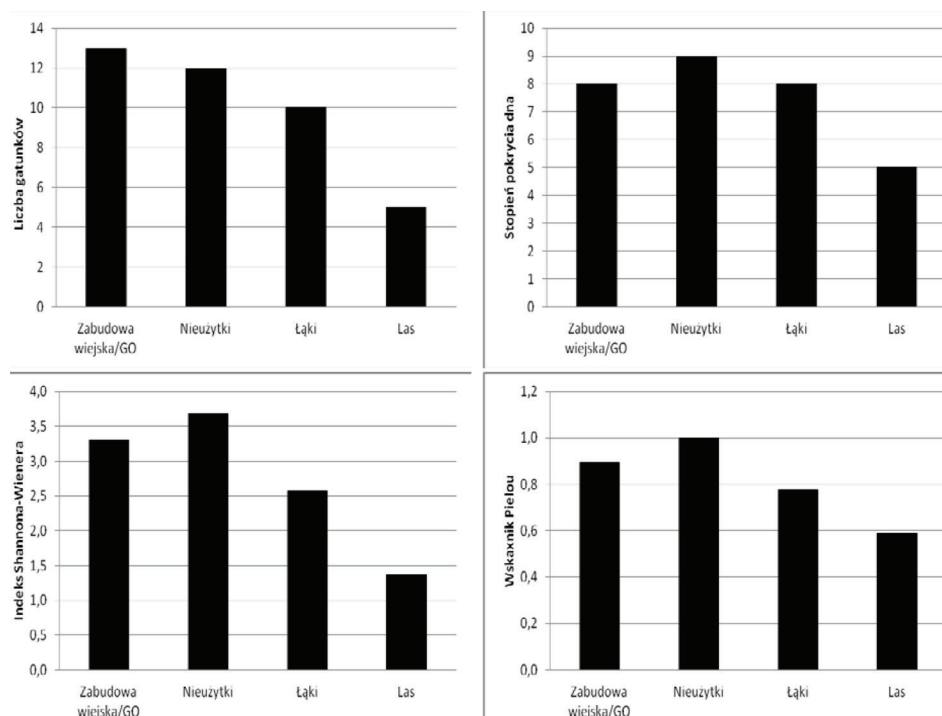
Liczba gatunków, występujących na poszczególnych odcinkach badawczych wynosiła od 1 do 13. Najwięcej było ich w korycie ciek Smortawa. Podobnie jak liczba gatunków, zróżnicowany był również stopień pokrycia dna przez rośliny wodne. Wahał się w przedziale od 2 do 9.

Na podstawie danych, uzyskanych w czasie bezpośrednich badań terenowych, dla każdego odcinka badawczego obliczono wskaźnik różnorodności gatunkowej oraz wskaźnik równocенności Pielou. Kształtowanie się tych wskaźników, w zależności od sposobu użytkowania strefy przybrzeżnej, przedstawiono na rys. 1.

Z rysunku wynika, że w przypadku rozpatrywanych wskaźników, najwyższe ich wartości wystąpiły na odcinku badawczym, w którego strefie przybrzeżnej znajdowały się nieużytki. Był to teren podmokły, zakrzaczony z wysokimi ziołoroślami. Natomiast najniższe ich wartości charakteryzowały odcinki koryt położone na obszarach leśnych. Uboższe pod względem gatunkowym i ilościowym zbiorowiska roślin wodnych w tych miejscach spowodowane są znacznym zacienieniem koryta. W przypadku pozostałych sposobów zagospodarowania strefy przybrzeżnej wpływ ich na naczyniowe rośliny wodne nie jest już tak wyraźny. Przyczyną tego może być złożoność ekosystemów koryt cieków, które są kształtowane przez wiele różnorodnych czynników i w których trudno jest wyodrębnić wpływ jednego z nich (Żelazo, Popek, 2002, Cafrey i in., 2006). Dlatego uzyskane wyniki poddano weryfikacji. Szczegółowo przeanalizowano dane odnoszące się do jednego ciek – Smortawy, w którym zinventaryzowano największą liczbę gatunków roślin. Zlewnia tego ciek charakteryzuje się mozaikowatą strukturą. Występują w niej obszary zabudowane, grunty orne, nieużytki, łąki, oraz lasy. Jednocześnie w zlewni tej rzeki brak jest dużych źródeł zanieczyszczenia rzek. Wyniki przeprowadzonej analizy przedstawiono na rys. 2.

Z rysunku wynika, że największą liczbę gatunków zaobserwowano na odcinku, w którego strefie przybrzeżnej znajdowały się grunty orne oraz zabudowa wiejska. Można to wiązać z brakiem zacienienia na tym odcinku oraz ze spływem substancji biogennej z pól uprawnych oraz z gospodarstw domowych. Największym stopniem pokrycia dna przez rośliny, najwyższym wskaźnikiem różnorodności i równocенności charakteryzował się odcinek, w którego strefie przybrzeżnej występowały nieużytki. Wynika to z dużego stopnia naturalności tego fragmentu rzeki, charakteryzującego się zróżnicowanymi warunkami siedliskowymi, sprzyjającymi dużej bioróżnorodności. Najniższe wartości wszystkich porównywanych wskaźników zaobserwowano na odcinku leśnym. Wynika to z dużego zacienienia koryta ciek na tym odcinku.

Wynik ten może być przydatny dla jednostek odpowiedzialnych za utrzymanie rzek. W zakres ich obowiązków, zgodnie z Ustawą Prawo Wodne, wchodzi obowiązek cyklicznej konserwacji cieków, w celu ochrony doliny rzecznej przed powodzią. Działanie to wymaga całkowitego usunięcia roślinności wodnej z dna cieku. Następstwem jego mogą być niekorzystne zmiany w ekosystemie koryta cieku. Należy więc dążyć do ograniczenia częstości tych działań. Przeprowadzone badania wskazują, że jednym ze sposobów może być odpowiednie zagospodarowanie strefy przybrzeżnej, ograniczające rozwój roślinności wodnej. Uzyskane wyniki świadczą, że powinno to być zadrzewienie strefy oraz silne jej zadarnienie, łącznie ze skarpami.



Źródło: badania własne
Source: individual research

Rysunek 2. Wartości rozpatrywanych wskaźników biologicznych na odcinkach rzeki Smortawy o różnym sposobie zagospodarowania strefy przybrzeżnej
Figure 2. Biological indicators in study sections of different land management of the riverine area

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Badania obejmujące identyfikację naczyniowych roślin wodnych i ocenę pokrycia przez nie dna, przeprowadzone na odcinkach koryt cieków o podobnych cechach morfologicznych lecz o zróżnicowanym zagospodarowaniu stref przybrzeżnych, w sześciu nizinnych ciekach Dolnego Śląska wykazały, że:

1. Występowanie niektórych gatunków naczyniowych roślin wodnych w korycie cieku, wykazało związek z zagospodarowaniem strefy przybrzeżnej. Do gatunków tych należały: gorysz błotny, kosaciec żółty, kropidło wodne, łączeń baldaszkowy, niezapominajka wodna, pałka szerokolistna, przetacznik bobowniczek, rdestnica nitkowata, rdestnica przeszyta, szczaw lancetowaty, żabieniec babka wodna;
2. Sposób zagospodarowanie strefy przybrzeżnej oddziałuje na liczbę gatunków roślin wodnych. Najwyraźniej wpływ ten był zauważalny w przypadku, gdy w strefie przybrzeżnej cieku występował las. Podobnie kształtuje się związek między zagospodarowaniem strefy przybrzeżnej a pokryciem dna przez roślinność wodną. W terenie, gdzie ciek przepływał przez las było ono najmniejsze. Wskaźniki biologiczne – różnorodności gatunkowej Shannona-Wienera oraz równocенności Pielou potwierdzają tę zależność;
3. Na odcinku koryta cieku, którego otoczenie stanowił nieużytek wszystkie rozpatrywane wskaźniki wykazywały najwyższe wartości.

Przedstawiony problem powinien być przedmiotem dalszych badań i analiz. Uzyskane wyniki będą przydatne dla odpowiedzialnych za utrzymanie sprawności koryt cieków oraz dla projektantów robót regulacyjnych i konserwacyjnych na ciekach. Dobrze jego rozpoznanie może mieć wpływ na zakres i częstość ingerencji technicznych w ekosystemy wodne, co przekłada się na ich ochronę.

LITERATURA

- Biggs B. J. F. (1996). Hydraulic habitat of plants in streams. *Regulated Rivers: Research and Management*, 12, 131-144.
- Bondar-Nowakowska E., Hachoł J. (2010). Wpływ czynników technicznych na stan ekologiczny małych i średnich cieków nizinnych. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*, 13, 157-166.
- Caffrey J. M., Monahan C., Tierney D. (2006). Factors influencing the distribution of aquatic plant communities in Irish canals. *Hydrobiologia*, 570, 133-139.
- Collier K. J. (2002). 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, 213-226.

- Dobrzański G., Dobrzańska B., Kielczewski D. (2008). Ochrona środowiska przyrodniczego. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Hachol J., Bondar-Nowakowska E., Reinhard A. (2008). Oddziaływanie wybranych elementów fizycznych koryta cieku na zbiorowiska naczyniowych roślin wodnych. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*, 7, 255-266.
- Haury J., Peltre M.-C., Trémolières M., Barbe J., Thiébaud G., Bernez I., Daniel H., Chatenet P., Haan-Archipof G., Muller S., Dutartre A., Laplace-Treyture C., Cazaubon A., Lambert-Servien E. (2006). A new method to assess water trophy and organic pollution – the Macrophyte Biological Index for Rivers (IBMR): its application to different types of river and pollution. *Hydrobiologia*, 570, 153-158.
- Kajak Z. (2001). *Hydrobiologia – limnologia: ekosystemy wód śródlądowych*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Kłosowski S. (1992). Ekologia i wartość wskaźnikowa zbiorowisk roślinności szuwarowej naturalnych zbiorników wód stojących. *Fragmenta Floristica et Geobotanica – Series Polonica*, 37, 2, 563-595.
- Kłosowski S., Kłosowski G. (2007). *Rośliny wodne i bagienne*. Multico Oficyna Wydawnicza, Warszawa.
- Lacoul P., Freedman B. (2006). Environmental influences on aquatic plants in freshwater ecosystems. *Environmental Reviews*, 14, 89-136.
- Pielou E. C. (1974). *Population and community ecology: principles and methods*. Gordon and Breach, Nowy Jork.
- Sand-Jensen K. (1998). Influence of submerged macrophytes on sediment composition and near-bed flow in lowland streams. *Freshwater Biology*, 39/4, 663-679.
- Schaumburg J., Schranz C., Stelzer D., Hofmann G., Gutowski A., Foerster J. (2006). Handlungsanweisung für die ökologische Bewertung von Fließgewässern zur Umsetzung der U-Wasserrahmenrichtlinie: Makrophyten und Phytobenthos. Bayerisches Landesamt für Umwelt, München.
- Solon J. (2002). Ocena różnorodności krajobrazu na podstawie analizy struktury przestrzennej roślinności. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Szoszkiewicz K., Karolewicz K., Ławniczak A., Dawson F. H. (2002). An Assessment of the MTR Aquatic Plant Bioindication System for Determining the Trophic Status of Polish Rivers. *Polish Journal of Environmental Studies*, 11/4, 421-427.
- Szoszkiewicz K., Zgoła T., Jusik S., Hryc-Jusik B., Dawson F. H., Raven P. (2008). Hydromorfologiczna ocena wód płynących. Podręcznik do badań terenowych według metody River Habitat Survey w warunkach Polski. Wydanie 3. Wydawnictwo Naukowe Bogucki, Poznań-Warrington.
- Szoszkiewicz K., Jusik Sz., Zbierska J., Zgoła T. (2010). Makrofitowa Metoda Oceny Rzek. Podręcznik metodyczny do oceny i klasyfikacji stanu ekologicznego wód płynących w oparciu o rośliny wodne. Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań.
- Vereecken H., Baetens J., Viane P., Mostaert F., Meire P. (2006). Ecological management of aquatic plants: effects in lowland streams. *Hydrobiologia*, 570, 205-210.
- Żelazo J., Popok Z. (2002). *Podstawy renaturyzacji rzek*. Wydawnictwo SGGW, Warszawa.

Dr inż. Justyna Hachoł
Dr hab. inż. Elżbieta Bondar-Nowakowska, prof. nadzw.
Instytut Kształtowania i Ochrony Środowiska
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
Plac Grunwaldzki 24
50-365 Wrocław
e-mail: justyna.hachol@up.wroc.pl
elzbieta.bondar-nowakowska@up.wroc.pl