



WPŁYW PRZEKSZTAŁCEN KORYTA NA MAKROFITY WODNE NA PRZYKŁADZIE RZEKI SMORTAWY

Elżbieta Bondar-Nowakowska, Justyna Hachoł, Adam Lubczyński
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

THE INFLUENCE OF THE WATERCOURSE MODIFICATION ON HYDROMACROPHYTES: CASE STUDY OF THE SMORTAWA RIVER

Streszczenie

W pracy dokonano oceny wpływu przekształceń technicznych koryta rzeki Smortawy na zbiorowiska makrofitów wodnych. Jako miarę tego wpływu przyjęto zmienność czterech wskaźników biologicznych, takich jak: liczba gatunków, stopień pokrycia dna, indeks Shannona-Wienera i Makrofitowy Indeks Rzeczny.

Badania terenowe wykonano w sezonie wegetacyjnym 2012 roku na trzech odcinkach rzeki, reprezentujących różny stopień przekształcenia antropogenicznego: naturalnym, przekształconym w umiarkowanym zakresie w wyniku ekoregulacji oraz znacznie przekształconym w następstwie regulacji technicznej. W celu oceny wpływu przekształceń na skład jakościowy i ilościowy zbiorowisk makrofitów wodnych wykonano analizę korelacji rang Spearmana.

Przeprowadzone analizy wykazały, że zróżnicowanie wskaźników biologicznych na badanych odcinkach w słabym stopniu powiązane jest z zakresem robót przeprowadzonych w korycie rzeki. Silniejszy związek z tymi wskaźnikami wykazały elementy systemu koryta ciekłu, ukształtowane w wyniku działań technicznych, takie jak: napełnienie rzeki, kształt koryta rzecznoego, szerokość dna, sposób umocnienia skarp oraz zacienienie koryta rzeki.

Słowa kluczowe: makrofity wodne, regulacja rzek, ekoregulacja

Summary

The aim of the following research was an assessment of the impact technical interference has over Smortawa riverbed's hydromacrophytes communities. The measure of this impact based on the following four biological factors: the number of species, the degree of the bottom coverage, Shannon-Wiener index and Macrophyte River Index.

Field study was performed in vegetation season of 2012 in three river sections presenting different degree of anthropogenic modification: natural, modified moderately in the result of ecoregulation and severely modified in the result of technical interference. In order to assess the impact of modification on the quality and quantity of hydromacrophytes communities Spearman's ranks correlation analysis was performed.

Performed analyses indicated that the biodiversity of biological indexes in study sections is linked with the range of works conducted in the riverbed. Stronger connection with these factors showed elements of the watercourse system modified in a result of technical interference such as: river filing, shape of the riverbed, width of the bottom and the way of scarp's strengthening and shading the watercourse.

Key words: *hydromacrophytes, river regulation, ecoregulation*

WSTĘP

W dobie zrównoważonego rozwoju problematyka ochrony wód jest istotnym elementem Polityki Ekologicznej Polski [Bogda A. i in., 2010]. Rozwój zrównoważony zakłada, że poprawa lub przynajmniej nie pogarszanie stanu środowiska jest czynnikiem warunkującym długotrwały rozwój ekonomiczny i społeczny [Zimny L., 2003, Bogda A. i in., 2010]. Przed przystąpieniem do działań, mających na celu poprawę lub ograniczenie pogarszania się stanu ekologicznego elementów środowiska, konieczne jest dokonanie oceny tego stanu. Zgodnie z wytycznymi Ramowej Dyrektywy Wodnej [Dyrektywa 2000/60/WE] w przypadku rzek, stan ekologiczny należy oceniać na podstawie elementów biologicznych. Jednym z elementów takiej oceny są makrofity wodne. W przeciwieństwie do parametrów fizykochemicznych, które pozwalają na ocenę jakości wody w momencie poboru próbek, rośliny wodne reprezentują długookresowy stan ekosystemu koryta cieku [Bondar-Nowakowska E., Hachoł J., 2010, 2011, Hachoł J., Bondar-Nowakowska E., 2012].

Celem pracy jest ocena wpływu przekształceń technicznych koryta rzeki, wynikających z potrzeby ochrony doliny przed powodzią, na zbiorowiska makrofitów wodnych. Jako miarę tego wpływu przyjęto zmienność wskaźników biologicznych opisujących te zbiorowiska.

OBIEKTY BADAWCZE

Badania przeprowadzono na rzece Smortawie. Jest to prawobrzeżny dopływ Odry o długości 39 km. Średni spadek podłużny koryta wynosi 1,31‰ [Adynkiewicz-Piragas M., 1998, Adynkiewicz-Piragas M. i in., 2006]. Według Makrofitowej Metody Oceny Rzek, Smortawa odpowiada typowi rzek nizinnych oraz piaszczystych [Szoszkiewicz K. i in., 2010]. Rzeka jest częściowo uregulowana. W jej biegu można wyróżnić odcinki całkowicie oraz częściowo przekształcone w wyniku robót regulacyjnych, a także odcinki w stanie naturalnym.



Źródło: badania własne
Source: individual research

Rysunek 1. Położenie odcinków badawczych
Figure 1. Location of the study sections

Tabela 1. Charakterystyka odcinków badawczych
Table 1. Characteristics of the study sections

Cechy koryta i strefy przybrzeżnej	Odcinki badawcze		
	Odcinek naturalny	Odcinek przekształcony w wyniku ekoregulacji	Odcinek przekształcony wyniku regulacji technicznej
	On	Oe	Or
Średnia szerokość dna [m]	15,0	8,0	10,0
Średnie napelnienie koryta [m]	1,5	0,6	1,2
Układ poziomy koryta rzeki	meandrujący	częściowo meandrujący	prosty
Zakres przekształcenia koryta rzeki	brak	profilowanie, umocnienie podstawy skarpy	zmiana przekroju poprzecznego, umocnienie podstawy skarp
Dominujący substrat dna	piasek	piasek	piasek
Umocnienie podstawy skarp	brak	faszyna	narzut kamienny
Zacienienie koryta	częściowe	częściowe	brak
Zagospodarowanie obszaru przybrzeżnego	nieużytki	łąki	grunty orne, zabudowa

Źródło: badania własne
 Source: individual research

Badania terenowe prowadzono na trzech odcinkach rzeki, reprezentujących różny stopień przekształcenia antropogenicznego (rys.1). Długość każdego odcinka wynosiła 100 m. Odcinek zlokalizowany w km 7+105 ÷ 7+205 jest uregulowany. Zakres robót tam wykonanych obejmował: usunięcie drzew i krzewów przybrzeżnych, wyprostowanie biegu rzeki, pogłębienie koryta, wyrównanie skarp w celu nadania im jednolitego nachylenia oraz umocnienie skarp narzutem kamiennym. Odcinek badawczy w km 8+200 ÷ 8+300 położony był w korycie naturalnym. Odcinek w km 9+022 ÷ 9+122 znajdował się w korycie przekształconym w sposób bliski naturze, tj. z zachowaniem meandrów

i nieregularnych parametrów przekroju poprzecznego oraz zastosowaniem fałszywej do umocnienia skarp.

Szczegółowy opis elementów koryta cieków na poszczególnych odcinkach przedstawiono w tabeli 1.

Z przedstawionej charakterystyki wynika, że w korycie rzeki zróżnicowane były te elementy, które podlegały kształtowaniu w związku z robotami regulacyjnymi.

Tabela 2. Skala oceny stopnia pokrycia powierzchni dna przez makrofity wodne

Table 2. The scale of the degree of the bottom coverage by hydromacrophytes

Współczynnik pokrycia	Procentowy udział w pokryciu [%]
1	< 0,1
2	0,1 – 1
3	1 – 2,5
4	2,5 – 5
5	5 – 10
6	10 – 25
7	25 – 50
8	50 – 75
9	75 – 100

Źródło: Szoszkiewicz K. i in. 2010

Source: Szoszkiewicz K. i in. 2010

METODY BADAŃ

Badania terenowe wykonano w sezonie wegetacyjnym 2012 roku. Na każdym odcinku badawczym pomierzono i opisano wybrane elementy koryta rzeki. Miały one związek, z dokonanymi w wyniku robót regulacyjnych, przekształceniami koryta cieków. Były to: układ koryta w planie, szerokość dna, napelnienie, substrat dna, zakres zmian w korycie w wyniku przeprowadzonych robót, zacienienie koryta oraz zagospodarowanie obszaru przybrzeżnego. Ocenę układu koryta oraz sposobu zagospodarowania strefy przybrzeżnej dokonano zgodnie z metodyką River Habitat Survey zaadaptowaną do warunków polskich [Szoszkiewicz K. i in., 2008]. W przypadku pozostałych elementów stosowano wytyczne Makrofitowej Metody Oceny Rzek (MMOR) [Szoszkiewicz K. i in. 2010].

Na wyznaczonych odcinkach badawczych przeprowadzono inwentaryzację makrofitów wodnych. Pod uwagę brano wszystkie rośliny zakorzenione w wodzie przez przynajmniej 90% okresu wegetacji, a także rośliny swobodnie pływające na powierzchni wody lub pod nią. Do określenia stopnia pokrycia dna przez roślinność wodną przyjęto 9-stopnową skalę (tab. 2) [Szczkiewicz K. i in. 2010].

Na podstawie wyników badań terenowych dla każdego odcinka badawczego wyznaczono wskaźnik bioróżnorodności Shannona-Wienera. Wskaźnik ten obliczono na podstawie wzorów [Schaumburg J. i in. 2006]:

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

gdzie:

H – wskaźnik różnorodności gatunkowej;

s – liczba gatunków roślin wodnych na stanowisku badawczym;

Q_i – sześcienną wartość stopnia pokrycia dna przez rośliny i -tego gatunku;

Q – sześcienną wartość stopnia pokrycia dna przez rośliny wszystkich gatunków.

Na podstawie inwentaryzacji botanicznej określono Makrofitowy Indeks Rzeczny. Przyjmuje on wartości od 10 (dla rzek zdegradowanych) do 100 (dla rzek o bardzo dobrym stanie ekologicznym). Obliczono go zgodnie z formułą [Szczkiewicz K. i in. 2010]:

$$MIR = \frac{\sum (L_i \cdot W_i \cdot P_i)}{\sum (W_i \cdot P_i)} \cdot 0$$

gdzie:

MIR – Makrofitowy Indeks Rzeczny;

L_i – wartość wskaźnikowa dla gatunku i ;

W_i – współczynnik wagowy dla gatunku i ;

P_i – współczynnik pokrycia dla gatunku i , określony według 9-stopniowej skali (tab.2).

W celu oceny wpływu przekształceń antropogenicznych koryta rzeki i strefy przybrzeżnej na skład jakościowy i ilościowy zbiorowisk makrofitów wodnych wykonano analizę korelacji rang Spearmana. W analizie tej makrofitów wodne charakteryzowały: liczba gatunków na odcinku badawczym, pokrycie

dna ciekłu przez makrofity, wielkość wskaźnika Shannona-Wienera oraz Makrofitowy Indeks Rzeczny.

Jako zmienne losowe przyjęto:

- napełnienie koryta,
- układ koryta w planie,
- szerokość dna,
- sposób umocnienia skarp,
- zacienienie koryta,
- użytkowanie terenu przybrzeżnego.

Poszczególne zmienne przypisano rangi, ustalone na podstawie badań terenowych. Zależały one od tego, jak bardzo wartość danego parametru różna była od stanu oczekiwanego w ciekach nieprzekształconych. Im większe było oddalenie zmiennej od tego stanu, tym wyższa była jej ranga.

WYNIKI

Podczas badań terenowych, na rozpatrywanych odcinkach rzeki, zidentyfikowano łącznie 20 gatunków makrofitów wodnych. Reprezentowały one pięć grup roślin. Były to rośliny naczyniowe zanurzone i o liściach pływających (30%), rośliny naczyniowe wynurzone – jednoliścienne (40%), rośliny naczyniowe wynurzone – dwuliścienne (15%), glony (10%) oraz mchy (5%).

Wśród oznaczonych makrofitów dominowały gatunki o niskiej lub średniej liczbie wskaźnikowej $W=1$ lub $W=2$, charakteryzujące się szeroką i średnio szeroką skalą ekologiczną [Szozkiewicz K. i in., 2010]. Podczas badań oznaczono tylko jeden gatunek o wąskiej skali ekologicznej ($W=3$). Był to rogatek sztywny. Szczegółowe wyniki inwentaryzacji makrofitów wodnych przedstawiono w tabeli 3.

Z danych przedstawionych w tabeli wynika, że makrofity wodne występujące na odcinkach badawczych można sklasyfikować, jako:

- występujące na wszystkich odcinkach badawczych (On, Oe, Or), niezależnie od zakresu ingerencji technicznej w korycie ciekłu – 7 gatunków;
- występujące tylko na odcinkach objętych działaniami technicznymi (Oe, Or), – 2 gatunki;
- występujące tylko na odcinkach, naturalnym oraz uregulowanym (On, Or), – 4 gatunki;
- występujące tylko na odcinku naturalnym (On), – 3 gatunki;

- występujące tylko na odcinku, objętym działaniami technicznymi lecz w ograniczonym zakresie (Oe), – 2 gatunki;
- występujące tylko na odcinku uregulowanym (Or), – 2 gatunki;

Tabela 3. Występowanie makrofitów wodnych na odcinkach badawczych
Table 3. The occurrence of hydromacrophytes in study sections

Gatunek	Odcinek naturalny	Odcinek przekształcony w wyniku ekoregulacji	Odcinek przekształcony wyniku regulacji technicznej
grążel żółty (<i>Nuphar lutea</i> L.)	x	x	x
jeżogłówka gałęzista (<i>Sparganium erectum</i> L.)	x	x	x
manna mielec (<i>Glyceria maxima</i> (Hartman) Holmb.)	x	x	x
mięta wodna (<i>Mentha aquatica</i> L.)	x	x	x
rzęsa drobna (<i>Lemna minor</i> L.)	x	x	x
spirodela wielokorzeniowa (<i>Spirodela polyrhiza</i> (L.) Schleiden)	x	x	x
zabiściek pływający (<i>Hydrocharis morsus-ranae</i> L.)	x	x	x
jeżogłówka pojedyncza (<i>Sparganium emersum</i> Rehmman)		x	x
taśma (<i>Enteromorpha</i> Link)		x	x
gałęzatką (<i>Cladophora</i> Kützing)	x		x
strzałka wodna (<i>Sagittaria sagittifolia</i> L.)	x		x
trzcina pospolita (<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.)	x		x
krwawnica pospolita (<i>Lythrum salicaria</i> L.)	x		x
krótkosz strumieniowy (<i>Brachythecium rivulare</i> Schimp. in Bruch, Schimp. & W. Gümbel)	x		

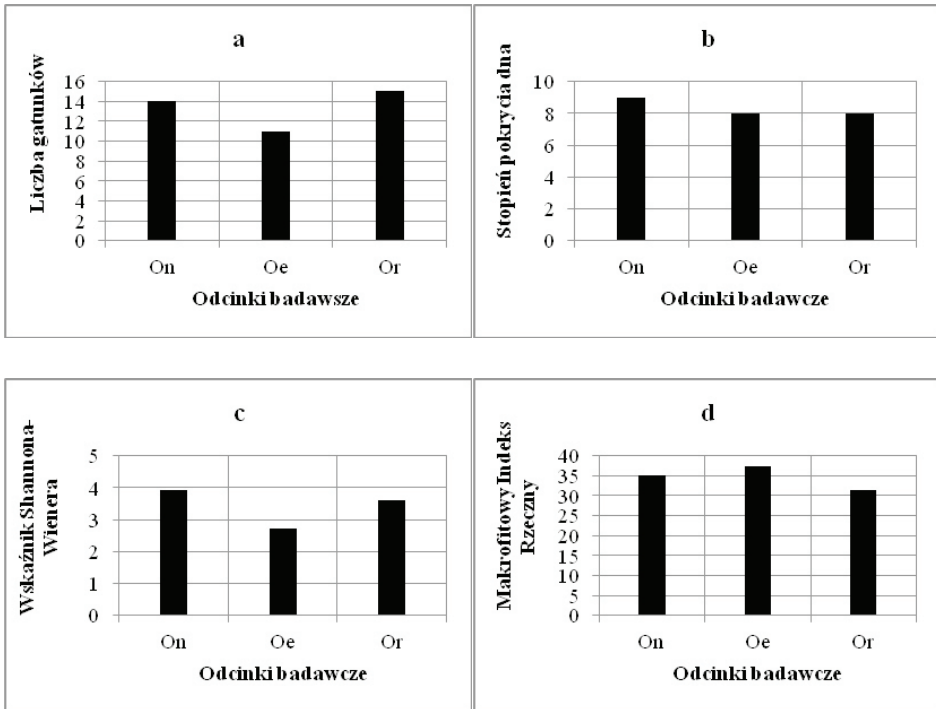
Gatunek	Odcinek naturalny	Odcinek przekształcony w wyniku ekoregulacji	Odcinek przekształcony wyniku regulacji technicznej
pałka wąskolistna (<i>Typha angustifolia</i> L.)	x		
pałka szerokolistna (<i>Typha latifolia</i> L.)	x		
łączeń baldaszkowy (<i>Butomus umbellatus</i> L.)		x	
rdestnica przeszyta (<i>Potamogeton perfoliatus</i> L.)		x	
rogatek sztywny (<i>Ceratophyllum demersum</i> L.)			x
szczaw lancetowaty (<i>Rumex hydrolapathum</i> Huds.)			x

Źródło: badania własne
Source: individual research

Klasyfikacja ta wskazuje, że na podstawie obecności gatunku w korycie ciekłu lub jego braku, nie można oceniać wpływu przekształceń koryta ciekłu na jego stan ekologiczny. W związku z tym przeanalizowano czy do tego celu mogą być wykorzystane inne wskaźniki roślinne. Pod uwagę wzięto liczbę gatunków na odcinku badawczym, stopień pokrycia dna przez te rośliny, wskaźnik bioróżnorodności oraz Makrofitowy Indeks Rzeczny. Wyniki analiz przedstawione są na rys. 2.

Z danych przedstawionych na rys. 2 wynika, że rozpatrywane wskaźniki nie wykazują jednoznacznego związku z zakresem przekształceń koryta ciekłu. Przykładem jest tu być liczba gatunków, występująca na poszczególnych odcinkach badawczych (rys. 2a). Najwięcej gatunków zaobserwowano w korycie ciekłu całkowicie zmienionym w wyniku robót regulacyjnych. Natomiast Makrofitowy Indeks Rzeczny (rys. 2d) najwyższy poziom wykazał na odcinku objętym działaniami technicznymi lecz w ograniczonym zakresie. Dwa pozostałe z rozpatrywanych wskaźników: stopień pokrycia dna przez rośliny wodne oraz wskaźnik bioróżnorodności, najwyższe wartości przyjęły w korycie naturalnym. Było to zgodne z przewidywaniami. Jednak porównanie tych wskaźników w korycie objętym silniejszą i słabszą ingerencją techniczną wykazało, że korzystniejsza dla makrofitów wodnych była ingerencja silniejsza. Wynik ten odbiega

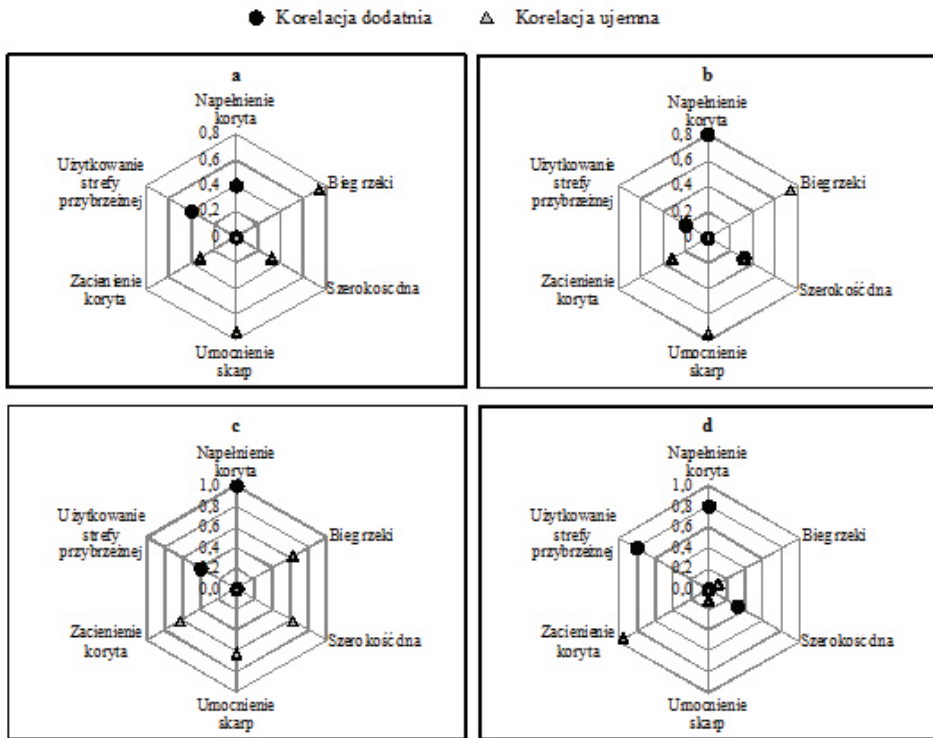
od spodziewanego. Świadczy on, że roślinność wodna podlega oddziaływaniom innych, niż ingerencja techniczna czynników. W celu ich rozpoznania, przeanalizowano czy istnieje związek między makrofitami wodnymi a elementami koryta rzeki rozpoznanymi podczas badań terenowych.



Legenda:
On – odcinek naturalny,
Oe – odcinek przekształcony w wyniku ekoregulacji,
Or – odcinek przekształcony w wyniku regulacji technicznej.

Źródło: badania własne
Source: individual research

Rysunek 2. Kształtowanie się liczby gatunków makrofitów wodnych (a), stopnia pokrycia dna (b), wskaźnika bioróżnorodności (c) oraz Makrofitowego Indeksu Rzecznego (d) na odcinkach badawczych
Figure 2. Formation of the number of species of hydromacrophytes (a), the degree of the bottom coverage (b), biodiversity index (c), and Macrophyte River Index (d) in study sections. Source: individual research



Źródło: badania własne
Source: individual research

Rysunek 3. Wielkość i rodzaj korelacji między: liczbą gatunków makrofitów wodnych (a), pokryciem dna przez makrofity wodne (b), wskaźnikiem różnorodności gatunkowej Shannona-Wienera, (c), Makrofitowym Indeks Riecznym (d), a elementami koryta rzeki Smortawy

Figure 3. The volume and sort of correlation between: the number of water macrophytes (a), bottom coverage by water macrophytes (b), Shannon – Wiener biodiversity index (c), Macrophyte River Index (d) and elements of Smortawa watercourse

W przeprowadzonej analizie wzięto pod uwagę takie elementy jak: napełnienie koryta, układ rzeki w planie (bieg rzeki), szerokość dna, sposób umocnienia skarp, stopień zacienienia koryta oraz użytkowanie strefy przybrzeżnej. Do określenia współzależności między wskaźnikami charakteryzującymi

makrofitów wodnych a tymi elementami, wykorzystano współczynniki korelacji rang Spearmana. Wyniki analizy przedstawiono na rys. 3 a-d. Korelacja dodatnia na tych rysunkach świadczy o tym, że wzrost jednej cechy powoduje wzrost cechy drugiej. Natomiast korelacja ujemna obrazuje odwrotną zależność – wzrostowi wartości jednej cechy towarzyszy zmniejszenie wartości cechy drugiej.

Z przeprowadzonej analizy wynika, że w przypadku rzeki Smortawy:

- liczba gatunków makrofitów wodnych w silnym stopniu kształtowana jest przez:
 - układ koryta rzeki w planie,
 - sposób umocnienia skarp,
- na pokrycie dna przez makrofitów wodnych silny wpływ mają:
 - napelnienie koryta,
 - układ koryta rzeki w planie,
 - sposób umocnienia skarp,
- wartość wskaźnika bioróżnorodności w silnym stopniu zależy od:
 - napelnienia koryta,
 - układu koryta rzeki w planie,
 - szerokości dna,
 - sposobu umocnienia skarp,
 - zacienienia koryta rzeki.
- Makrofitowy Indeks Rzeczny wykazuje silną zależność od:
 - napelnienia koryta,
 - zacienienia koryta rzeki,
 - użytkowania terenu przybrzeżnego.

Przedstawione elementy koryta rzeki wykazują zarówno dodatnią jak i ujemną korelację z rozpatrywanymi wskaźnikami roślinnymi. Częściej jednak występuje korelacja ujemna. Jest to ważna wskazówka dla projektantów robót regulacyjnych oraz dla osób odpowiedzialnych za utrzymanie koryt cieków w stanie zgodnym z wymaganiami ochrony przeciwpowodziowej. Z tego względu zależności te powinny być potwierdzone w dalszych badaniach.

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Badania wykonane na trzech odcinkach rzeki Smortawy – naturalnym, przekształconym w umiarkowanym zakresie w wyniku ekoregulacji oraz w znacznie

przekształconym w następstwie regulacji technicznej wykazały, że występujące w nich zbiorowiska makrofitów wodnych są zróżnicowane pod względem składu gatunkowego i pokrycia dna. Przeprowadzone analizy porównawcze i statystyczne wskazują, że zróżnicowanie to w słabym stopniu powiązane jest z zakresem robót przeprowadzonych w korycie rzeki. Natomiast silniejszy związek z roślinnością wodną wykazały elementy systemu koryta cieków, ukształtowane w wyniku działań technicznych. Były to: napełnienie rzeki, kształt koryta rzeczno-ego, szerokość dna, sposób umocnienia skarp oraz zacienienie koryta rzeki. Oddziaływanie tych elementów na makrofitów wodne było zróżnicowane zarówno – korzystne i niekorzystne. Przyczyniło się do tego, że wpływ przekształceń koryta rzeki na roślinność wodną nie jest jednoznaczny.

Przedstawione wyniki badań wskazują, że ocena związku elementów koryta i terenu przybrzeżnego z rozpatrywanymi wskaźnikami roślinnymi, jest złożonym zagadnieniem. Wynika to z faktu, że cieków są złożonymi systemami, w których elementy są powiązane szeregiem zależności [Żelazo J., Popek Z., 2002, Caffrey J. M. i in. 2006] i trudno jest wyodrębnić wpływ jednego elementu na inny. W celu lepszego rozpoznania tego zagadnienia, konieczne jest prowadzenie dalszych badań, w których rzeka rozpatrywana będzie, jako system. Jest to potrzebne by wskazać odpowiednie metody do rozwiązywania problemów na styku ochrona przeciwpowodziowa i ochrona środowiska przyrodniczego

BIBLIOGRAFIA

- Adynkiewicz-Piragas M. (1998). Szkody powodziowe w dolinie Smortawy w rejonie polderu Oława-Lipki. *Zeszyty Naukowe AR*, 339, 152-157.
- Adynkiewicz-Piragas M., Krzemińska A., Tarnawski K., Wróblewski T. (2006). Charakterystyka i zróżnicowanie parametrów hydromorfologicznych w rzece nizinnej na przykładzie Smortawy. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*, 4/3, 17-24.
- Bogda A., Kabała C., Karczewska A., Katarzyna Sz. (2010). Zasoby naturalne i zrównoważony rozwój. Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, Wrocław.
- 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.
- Bondar-Nowakowska E., Hachoł J. (2011). Zmiany w zbiorowiskach naczyniowych roślin wodnych jako czynnik ryzyka ekologicznego w regulowanych i konserwowanych ciekach. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*, 1, 263-273.

- Caffrey J. M., Monahan C., Tierney D. (2006). Factors influencing the distribution of aquatic plant communities in Irish canals. *Hydrobiologia*, 570, 133-139.
- 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. (2012). An Assessment of the Ecological Status of Diverse Watercourses of Lower Silesia, Poland. *Pol. J. Environ. Stud.*, 21/1, 75-81.
- 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.
- 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.
- Zimny L. (2003). Encyklopedia ekologiczno-rolnicza. Wydawnictwo Akademii Rolniczej we Wrocławiu, Wrocław.
- Żelazo J., Popek Z. (2002). Podstawy renaturyzacji rzek. Wydawnictwo SGGW, Warszawa.

Elżbieta Bondar-Nowakowska, Justyna Hachoł,
Adam Lubczyński
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
Instytut Kształtowania i Ochrony Środowiska
Pl.Grunwaldzki 24, 50-365 Wrocław
Justyna.hachol@up.wroc.pl