ŚRODOWISKO
CZASOPISMO TECHNICZNE
TECHNICAL TRANSACTIONS
ENVIRONMENTAL ENGINEERING
WYDAWNICTWO POLITECHNIKI KRAKOWSKIEJ
2-Ś/2012
ZESZYT 23
ROK 109
ISSUE 23
YEAR 109

SEBASTIAN R. BIELAK*, KRYSTYNA BARAN, NATALIA KULIG,
EDYTA ŚCIEŃSKA**

ZASTOSOWANIE METODY *RIVER HABITAT SURVEY* W OCENIE I KLASYFIKACJI STANU HYDROMORFOLOGICZNEGO RZEK I POTOKÓW POŁUDNIOWEJ POLSKI, ZGODNEJ Z WYMAGANIAMI RAMOWEJ DYREKTYWY WODNEJ

APPLICATION OF THE *RIVER HABITAT SURVEY* METHOD TO ASSESSMENT AND CLASSIFICATION OF HYDROMORPHOLOGICAL STATE OF RIVERS AND STREAMS IN SOUTH POLAND, IN ACCORDANCE WITH REQUIREMENTS OF THE WATER FRAMEWORK DIRECTIVE

Streszczenie

Zgodnie z zapisami Ramowej Dyrektywy Wodnej kraje członkowskie UE zobowiązane są do 2015 r. osiągnąć co najmniej dobry stan ekologiczny wód płynących. Jednym z trzech podstawowych składników oceny takiego stanu jest określenie warunków hydromorfologicznych panujących w korytach i dolinach rzecznych. W niniejszym artykule podjęto próbę wykazania stopnia przydatności do tego typu ocen brytyjskiej metody badawczej *River Habitat Survey* (RHS), która jest coraz częściej stosowana w Polsce do klasyfikacji stanu ekologicznego wód powierzchniowych z punktu widzenia ich aktualnego stanu hydromorfologicznego. Badania terenowe przeprowadzono na czterech wyżynnych oraz nizinnych rzekach lub potokach południowej Polski, przy czym każdy badany ciek należał do innego typu abiotycznego. Badania wykazały zarówno zalety, jak i wady metody RHS, natomiast wyniki oceny wskazały na potrzebę rozwoju tej metody przez jej rozbudowę o nie uwzględnianą dotychczas charakterystykę reżimu hydrologicznego.

Słowa kluczowe: *stan hydromorfologiczny*, *River Habitat Survey*, *Ramowa Dyrektywa Wodna, rzeki i potoki*

Abstract

In accordance with legacy of the Water Framework Directive membership countries of the EU are obliged to reach at least good ecological state of running waters until 2015. One of the three basic components of assessing ecological state is the determination of hydromorphological conditions occurring in river channels and valleys. In this paper an effort has been taken to check usefulness for such evaluations River Habitat Survey (RHS) – British research method, which is used in Poland for classification of ecological quality of surface waters from the view-point of their actual hydromorphological state. Research was conducted in four upland and lowland rivers and streams of south Poland while each watercourse belonged to another abiotic type. The research released both advantages and disadvantages of the RHS method whereas results of this evaluation pointed at need of developing this method by adding to it, not regarded as yet, the characteristic of hydrological regime

Keywords: *hydromorphological state*, *River Habitat Survey*, *Water Framework Directive*, *rivers and streams*

* Dr inż. Sebastian R. Bielak, Instytut Inżynierii i Gospodarki Wodnej, Wydział Inżynierii Środowiska, Politechnika Krakowska.

** Inż. Krystyna Baran, inż. Natalia Kulig, inż. Edyta Ścieńska, Wydział Inżynierii Środowiska, Politechnika Krakowska.

1. Wstęp

Dyrektywa 2000/60/WE z dnia 23 października 2000 r., zwana potocznie Ramową Dyrektywą Wodną (RDW), jest dokumentem określającym politykę wodną krajów członkowskich Unii Europejskiej. Jej głównym celem jest dążenie do poprawy stanu środowiska wodnego, w tym ochrony wód powierzchniowych i ekosystemów wodnych znajdujących się w dobrym stanie ekologicznym oraz podniesienie jakości ekologicznej ekosystemów zdegradowanych na skutek działalności człowieka. Wody płynące traktowane są jako składnik złożonego ekosystemu rzecznego, w którym oprócz biocenozy (ichtiofauna, roślinność wodna, bezkręgowce) bierze się też pod uwagę elementy abiotyczne charakteryzujące siedlisko (biotop), które w dużej mierze decydują o różnorodności i jakości biocenozy. RDW zakłada osiągnięcie do 2015 r. dobrego stanu wód powierzchniowych (w przypadku cieków i zbiorników naturalnych) oraz dobrego potencjału wód (w przypadku cieków i zbiorników sztucznych lub silnie zmienionych) [2].

Zapisy RDW dotyczące oceny i klasyfikacji jakości ekologicznej wód powierzchniowych zostały przetransponowane do polskiego prawodawstwa za pomocą Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 9 listopada 2011 r. *w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych oraz środowiskowych norm jakości dla substancji priorytetowych* (Dz. U. Nr 257, poz. 1545) oraz Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 9 listopada 2011 r. *w sprawie klasyfikacji stanu ekologicznego, potencjału ekologicznego i stanu chemicznego jednolitych części wód powierzchniowych* (Dz. U. Nr 258, poz. 1549).

Z przepisów tych wynika, że aby móc skutecznie chronić wody powierzchniowe, najpierw należy określić ich aktualny stan ekologiczny, który ocenia się w odniesieniu do Jednolitych Części Wód Powierzchniowych (JCWP). Jednym z trzech podstawowych składników takiej oceny jest charakterystyka stanu hydromorfologicznego [11], co jest ściśle związane z oceną stanu biotopu (siedliska) jako podstawowego elementu dla rozwoju biocenozy. Pozostałe składniki oceny to: stan fizyczno-chemiczny wody oraz stan biologiczny. Stan fizyczno-chemiczny, podobnie jak stan hydromorfologiczny, jest pomocniczy w ocenie stanu ekologicznego.

W Instytucie Inżynierii i Gospodarki Wodnej kontynuowane są prace rozwojowe i wdrożeniowe nad oceną stanu ekologicznego wód powierzchniowych regionu dorzecza górnej Wisły [7, 8]. Podjęto próbę analizy i oceny zarówno stanu hydromorfologicznego z zastosowaniem metody *River Habitat Survey* (RHS), która staje się standardem w naszym kraju, jak i też zastosowania makrofitów w ocenie stanu biologicznego, dla zróżnicowanych typów rzek w dorzeczu górnej Wisły. W niniejszym artykule zaprezentowano ocenę hydromorfologiczną wybranych cieków wyżynnych i nizinnych.

RDW oraz przepisy krajowe wyróżniają następujące hydromorfologiczne elementy jakości dla klasyfikacji stanu ekologicznego naturalnych oraz potencjału ekologicznego sztucznych lub silnie zmienionych JCWP [12]:

1) reżim hydrologiczny, w tym:
   - wielkość i dynamika przepływu wód powierzchniowych,
   - związek wód powierzchniowych z wodami podziemnymi;
2) warunki morfologiczne, w tym:
   - kształt koryta (tylko dla cieków naturalnych),

– zmienność głębokości i szerokości koryta,
– struktura i skład podłoża,
– warunki i struktura stref nadbrzeżnych;

3) ciągłość cieku, w tym:
– liczba i rodzaj barier,
– zapewnienie przejścia dla organizmów żywych.

Temu zakresowi oceny, w odniesieniu do warunków morfologicznych i ciągłości cieku, odpowiada niniejsza publikacja. Reżim hydrologiczny jest przedmiotem odrębnej oceny jednolitych części wód, realizowanej przez Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej [3]. Prezentowana ocena warunków morfologicznych i ciągłości cieku, wykorzystująca metodę RHS, jest rozwinięciem wdrożenia tej metody w różnych częściach kraju jako pełniejszej oceny stanu biotopu niż stosowane dotychczas kryteria krajowe.

2. Zakres i metodyka badań

Badania przeprowadzono w okresie lipiec–wrzesień 2011 r. na 12 stanowiskach pomiarowych zlokalizowanych na 4 wyżynnych i nizinnych rzekach oraz potokach (Biała Tarnowska, San, Skawica i Wisłoka), rozmieszczonych w różnych częściach południowej Polski, tj. w Małopolsce oraz na Podkarpaciu (rys. 1). Poszczególne cieki były badane w ramach jednej, maksymalnie dwóch Jednolitych Części Wód Powierzchniowych, a ich ocena opierała się na badaniach wykonanych na stanowiskach charakteryzujących się różnym stopniem przekształceń antropogenicznych koryta oraz doliny rzecznej. Takie podejście pozwalało zdobyć dane jakościowe, które były reprezentatywne dla analizowanych JCWP. Lokalizacja poszczególnych stanowisk badawczych, wraz z kodami JCWP, współrzędnymi geograficznymi oraz typami abiotycznymi cieków zostały zaprezentowane w tabeli 1.



Rys. 1. Lokalizacja stanowisk pomiarowych
Fig. 1. Location of measurement sites

Do hydromorfologicznej oceny analizowanych JCWP została wykorzystana brytyjska metoda polowa *River Habitat Survey*, która pozwala na określenie charakteru siedliska oraz jakości ekologicznej rzek w oparciu o ich strukturę morfologiczną [14]. Metoda ta już od dekady stosowana jest w Polsce i za granicą do oceny jakości ekologicznej wód powierzchniowych zgodnej z wymaganiami RDW, w tym zarówno cieków nizinnych i wyżynnych, jak i górskich [10, 13, 16].

Badania terenowe opierały się na opisie (kartowaniu) stanowisk pomiarowych, tj. reprezentatywnych dla danej JCWP odcinków o długości 500 m, które składało się z dwóch etapów. Pierwszy etap obejmował charakterystykę podstawowych cech morfologicznych koryta i brzegów, którą wykonywano w 10 profilach kontrolnych rozmieszczonych co 50 m. W profilach o szerokości 1 m uwzględniono parametry fizyczne koryta i brzegów, w tym m.in. dominujący typ przepływu, substrat dna i brzegów, wielkość erozji skarp, sposób sedymentacji, typy przekształceń oraz umocnienia techniczne skarp i koryta. Dodatkowo w profilach o szerokości 10 m określono strukturę roślinności wodnej i brzegowej oraz użytkowanie brzegów.

Tabela 1

Charakterystyka cieków badawczych, JCWP oraz stanowisk pomiarowych

Nazwa cieku	Typ abiotyczny*	Jednolita Część Wód Powierzchniowych*	Stanowisko pomiarowe	Wstępny charakter stanowiska	Współrzędne geograficzne
Biała Tarnowska	mała rzeka fliszowa (typ 14)	silnie zmieniona nr PLRW2000142148579	Zborowice	naturalny	N 49°45’34”, E 20°57’43”
			Lubaszowa	seminaturalny	N 49°51’38”, E 21°02’04”
		silnie zmieniona nr PLRW200014214899	Tarnów	przekształcony	N 50°01’05”, E 20°56’04”
San	wielka rzeka nizinna (typ 21)	silnie zmieniona nr PLRW20002122999	Ulanów	przekształcony	N 50°28’58”, E 22°16’15”
			Stalowa Wola	seminaturalny	N 50°33’58”, E 22°04’55”
			Dąbrówka Pniowska	naturalny	N 50°43’45”, E 21°51’41”
Skawica	potok fliszowy (typ 12)	silnie zmieniona nr PLRW2000122134499	Zawoja	przekształcony	N 49°39’39”, E 19°33’22”
			Skawica	seminaturalny	N 49°40’43”, E 19°36’25”
			Białka	naturalny	N 49°42’14”, E 19°41’01”
Wisłoka	rzeka nizinna piaszczysto-gliniasta (typ 19)	silnie zmieniona nr PLRW20001921899	Mielec I	seminaturalny	N 50°17’21”, E 21°23’47”
			Mielec II	przekształcony	N 50°16’37”, E 21°25’32”
			Wojsław	naturalny	N 50°15’39”, E 21°27’13”

* Źródło danych: [5].

Drugi etap pomiarów obejmował syntetyczny opis całego odcinka badawczego, w którym uwzględniono wszystkie naturalne formy morfologiczne oraz przekształcenia antropo-

geniczne zaobserwowane w korycie rzecznym, ale niezarejestrowane w profilach kontrolnych (w etapie pierwszym), w tym m.in. opis doliny, użytkowanie terenu, profile brzegów, zadrzewienia oraz elementy morfologiczne im towarzyszące, wymiary koryta oraz cenne przyrodniczo elementy środowiska rzecznego. Opis odcinków badawczych został wykonany w oparciu o specjalny formularz stosowany w metodzie RHS, tzw. raptularz.

Podstawowym wynikiem przeprowadzonej oceny hydromorfologicznej było uzyskanie konkretnych wartości dwóch wskaźników liczbowych:

1) wskaźnika naturalności siedliska HQA (z ang. *Habitat Quality Assessment*), który odzwierciedla obecność oraz różnorodność naturalnych elementów cieku i doliny rzecznej. HQA może wynosić od 0 (brak elementów naturalnych w cieku) do 136 (ciek całkowicie naturalny – referencyjny), a jego wartość jest sumą punktów przyznawanych za następujące elementy składowe [14]:
   – typy przepływu (0–13 pkt.),
   – naturalny materiał dna koryta (0–10 pkt.),
   – naturalne elementy morfologiczne koryta (0–18 pkt.),
   – naturalne elementy morfologiczne brzegów (0–31 pkt.),
   – odsypy meandrowe (0–2 pkt.),
   – grupy roślin wodnych (0–12 pkt.),
   – struktura roślinności brzegowej (0–12 pkt.),
   – użytkowanie terenu w pasie 50 m od szczytu brzegów (0–14 pkt.),
   – cenne przyrodniczo elementy środowiska rzecznego (0–5 pkt.),
   – zadrzewienia i elementy morfologiczne im towarzyszące (0–19 pkt.).
2) wskaźnika przekształcenia siedliska HMS (z ang. *Habitat Modification Score*), który określa zakres przekształceń antropogenicznych w morfologii cieku. HMS może wynosić od 0 (brak przekształceń w cieku) do 100 (ciek całkowicie przekształcony), a jego wartość jest sumą punktów przyznawanych za następujące elementy składowe [14]:
   – przekształcenia zaobserwowane w 10 profilach kontrolnych (brak limitu punktów),
   – przekształcenia zaobserwowane podczas oceny syntetycznej (brak limitu punktów),
   – budowle wodne niezarejestrowane w profilach kontrolnych (0–15 pkt.).

Tabela 2

Klasyfikacja stanu hydromorfologicznego rzek wg metody RHS [6]

Wartość wskaźnika HMS	Wartość wskaźnika HQA				
	≥ 57	56–50	49–37	36–31	≤ 30
0–2	I	II	II	III	III
3–8	II	II	III	III	IV
9–20	III	III	III	IV	IV
21–44	III	IV	IV	IV	V
≥ 45	IV	IV	V	V	V

Klasy jakości hydromorfologicznej: I – stan bardzo dobry, II – stan dobry, III – stan umiarkowany, IV – stan słaby, V – stan zły.

Wyliczone wartości wskaźników HQA i HMS, po odniesieniu ich do warunków referencyjnych, pozwalają na ocenę oraz klasyfikację aktualnego stanu hydromorfologicznego badanych JCWP, zgodnie z wymaganiami Ramowej Dyrektywy Wodnej [6, 9] (tab. 2).

3. Wyniki badań

3.1. Ocena stopnia przekształceń antropogenicznych w oparciu o wskaźnik HMS

Przeprowadzone pomiary terenowe pozwoliły na zgromadzenie danych dotyczących istniejących modyfikacji antropogenicznych w korycie rzecznym, takich jak: umocnienia, profilowanie, budowle piętrzące itp., których obecność oraz siła oddziaływania na ekosystem rzeki były miarą przekształcenia siedliska. Wyniki punktacji kategorii przekształceń antropogenicznych, obliczenia wskaźnika HMS dla poszczególnych stanowisk badawczych oraz ocena charakteru cieków zostały przedstawione w tabeli 3.

Tabela 3

Wyniki punktacji poszczególnych kategorii modyfikacji antropogenicznych w obliczeniach wskaźnika przekształcenia siedliska HMS [1, 4, 15]

Kategoria przekształceń antropogenicznych koryta i doliny rzecznej	Biała Tarnowska			San			Skawica			Wisłoka		
	Zborowice	Lubaszowa	Tarnów	Ulanów	Stalowa Wola	Dąbrówka Pniowska	Zawoja	Skawica	Białka	Mielec I	Mielec II	Wojsław
Przekształcenia zaobserwowane w profilach kontrolnych	4	10	24	17	5	0	16	6	0	15	16	2
Przekształcenia zaobserwowane podczas oceny syntetycznej	2	5	6	3	1	1	7	3	0	9	6	1
Budowle wodne niezarejestrowane w profilach kontrolnych	1	2	7	1	2	0	1	1	3	1	11	5
SUMA = HMS	**7**	**17**	**37**	**21**	**8**	**1**	**24**	**10**	**3**	**25**	**33**	**8**
Stopień modyfikacji cieku	słabo zmodyfikowany	umiarkowanie zmodyfikowany	znacząco zmodyfikowany	znacząco zmodyfikowany	słabo zmodyfikowany	naturalny	znacząco zmodyfikowany	umiarkowanie zmodyfikowany	słabo zmodyfikowany	znacząco zmodyfikowany	znacząco zmodyfikowany	słabo zmodyfikowany

3.2. Określenie naturalności cieku i doliny rzecznej w oparciu o wskaźnik HQA

Podobnie jak w przypadku oceny stopnia przekształceń antropogenicznych w oparciu o indeks HMS, pomiary terenowe umożliwiły zebranie danych dotyczących wielu parametrów hydromorfologicznych, których obecność w cieku oraz różnorodność były miarą naturalności siedliska rzecznego. Wyniki punktacji parametrów hydromorfologicznych oraz obliczeń wskaźnika HQA dla poszczególnych stanowisk badawczych zostały przedstawione w tabeli 4.

Tabela 4

Wyniki punktacji poszczególnych parametrów hydromorfologicznych w obliczeniach wskaźnika naturalności siedliska HQA [1, 4, 15]

Grupa parametrów hydromorfologicznych	Biała Tarnowska			San			Skawica			Wisłoka		
	Zborowice	Lubaszowa	Tarnów	Ulanów	Stalowa Wola	Dąbrówka Pniowska	Zawoja	Skawica	Białka	Mielec I	Mielec II	Wojsław
Typy przepływu	7	9	7	3	4	4	10	9	11	6	4	3
Naturalny materiał dna koryta	4	3	4	3	4	3	7	7	7	3	4	3
Naturalne elementy morfologiczne koryta	4	1	1	2	2	0	7	7	8	2	0	0
Naturalne elementy morfologiczne brzegów	11	3	1	2	0	3	8	10	11	8	5	8
Odsypy meandrowe	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Struktura roślinności brzegowej	5	4	1	12	6	12	9	11	12	12	7	12
Grupy roślin wodnych	0	1	0	4	2	6	2	2	1	0	0	3
Użytkowanie terenu w pasie 50 m od szczytu brzegów	0	0	0	2	0	0	0	3	4	4	4	4
Cenne przyrodniczo elementy środowiska rzecznego	0	5	5	5	5	5	5	5	0	0	0	5
Zadrzewienia i elementy morfologiczne im towarzyszące	7	8	8	8	9	8	8	10	10	15	15	10
SUMA = HQA	**39**	**34**	**27**	**41**	**32**	**41**	**57**	**65**	**64**	**50**	**39**	**48**
Naturalność cieku i doliny rzecznej	umiarkowana	niska	bardzo niska	umiarkowana	niska	umiarkowana	bardzo wysoka	bardzo wysoka	bardzo wysoka	wysoka	umiarkowana	umiarkowana

3.3. Określenie klasy jakości oraz stanu hydromorfologicznego cieków badawczych

Na podstawie wyliczonych wartości wskaźników HMS i HQA oraz kryteriów oceny stosowanych w metodzie RHS dokonano oceny aktualnego stanu hydromorfologicznego zarówno poszczególnych odcinków badawczych, jak i analizowanych JCWP. Ponadto dokonano klasyfikacji jakości ekologicznej badanych odcinków zgodnej z obowiązującą w tym zakresie pięciostopniową skalą [11, 12]. Wyniki oceny oraz klasyfikacji zostały zaprezentowane w tabeli 5.

Tabela 5

Wyniki oceny stanu hydromorfologicznego odcinków badawczych oraz JCWP

Ciek	Odcinek badawczy		Klasa jakości	Stan hydromorfologiczny	Jednolita Część Wód Powierzchniowych*	Stan hydromorfologiczny
	nazwa	charakter				
Biała Tarnowska	Zborowice	słabo zmodyfikowany	II	dobry	Silnie zmieniona nr PLRW2000142148579	umiarkowany
	Lubaszowa	umiarkowanie zmodyfikowany	IV	słaby		
	Tarnów	znacząco zmodyfikowany	IV	słaby	Silnie zmieniona nr PLRW200014214899	słaby
San	Ulanów	znacząco zmodyfikowany	IV	słaby	Silnie zmieniona nr PLRW20002122999	umiarkowany
	Stalowa W.	słabo zmodyfikowany	III	umiarkowany		
	Dąbrówka P.	naturalny	II	dobry		
Skawica	Zawoja	znacząco zmodyfikowany	III	umiarkowany	Silnie zmieniona nr PLRW2000122134499	umiarkowany
	Skawica	umiarkowanie zmodyfikowany	III	umiarkowany		
	Białka	słabo zmodyfikowany	II	dobry		
Wisłoka	Mielec I	znacząco zmodyfikowany	IV	słaby	Silnie zmieniona nr PLRW20001921899	słaby
	Mielec II	znacząco zmodyfikowany	IV	słaby		
	Wojsław	słabo zmodyfikowany	III	umiarkowany		

* Źródło danych: [5].

4. Podsumowanie i dyskusja wyników

Istnieje wiele europejskich metod badawczych, dzięki którym można ocenić stan hydromorfologiczny wód płynących. Oprócz brytyjskiej metody *River Habitat Survey* wymienić tu można m.in. niemiecką procedurę przeglądową LAWA, duńską DSHI2003, czeską EcoRivHab1998 oraz standard europejski PN-EN 14614: 2005(U), a także nasze krajowe kryteria, zastosowane na potrzeby opracowania programów działań i planów gospodarowa-

nia wodami [3]. Jednak tylko część z nich spełnia wymagania Ramowej Dyrektywy Wodnej oraz opiera się na bezpośrednich pomiarach terenowych, które pozwalają na zebranie aktualnych danych na temat rzeczywistego stanu hydromorfologicznego siedlisk rzecznych. Ponadto większość metod została opracowana z myślą o ich późniejszym zastosowaniu w konkretnej szerokości geograficznej, przez co próba ich aplikacji do oceny cieków o odmiennych uwarunkowaniach hydromorfologicznych, zlokalizowanych w innych krajach, często kończy się fiaskiem.

Zaadaptowana do polskich warunków metoda *River Habitat Survey* spełnia wymagania RDW, ponieważ zakres wykonywanych z jej użyciem badań terenowych opiera się na dwóch z trzech podstawowych kryteriów dyrektywy, tj. na charakterystyce warunków morfologicznych oraz na ocenie ciągłości cieku. Trzecie kryterium, czyli reżim hydrologiczny rozumiany jako charakterystyczne dla danego cieku przepływy średnie towarzyszące właściwej amplitudzie wahań przepływów w ciągu roku i w wieloleciu [3], nie jest uwzględniane w metodzie RHS, co należy uznać za jej poważny mankament. Do niewątpliwych zalet metody należy nie tylko sam fakt wykonywania oceny stanu hydromorfologicznego bezpośrednio w terenie, ale również stosunkowo krótki czas oceny pojedynczego odcinka badawczego, który w zależności od doświadczenia osoby wykonującej pomiary waha się od 1 do 2 godzin.

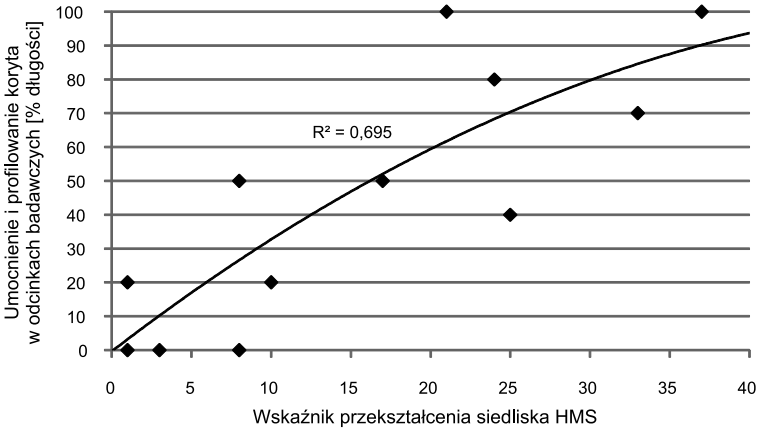
Metoda RHS świetnie nadaje się do badania cieków małych lub średnich, w których możliwe jest bezpieczne brodzenie w korycie oraz swobodny dostęp do obydwu brzegów, natomiast słabo sprawdza się na dużych rzekach, o czym przekonano się w trakcie badań na ujściowym odcinku Sanu. W takich przypadkach, gdy dostęp do koryta oraz przeciwległego brzegu jest w sposób naturalny mocno ograniczony, istnieje duże prawdopodobieństwo niedoszacowania wskaźnika naturalności HQA w wyniku błędnej oceny struktury roślinności czy użytkowania terenu w sąsiedztwie przeciwległego brzegu oraz pominięcia niewidocznych pod wodą lub położonych zbyt daleko od obserwatora takich składników oceny, jak: dominujący substrat dna, roślinność wodna czy też niektóre naturalne elementy morfologiczne brzegów.

Stan hydromorfologiczny odcinków badawczych, który był wypadkową wartości wskaźników HMS i HQA, rozkładał się następująco: słaby – 42% odcinków, umiarkowany – 33% i dobry – 25%. Uśrednione wyniki (średnia arytmetyczna) z poszczególnych odcinków pozwoliły na ocenę stanu hydromorfologicznego JCWP, w efekcie czego okazało się, że żadna z analizowanych JCWP nie spełnia obecnie wymagań Ramowej Dyrektywy Wodnej (tab. 5). Ich stan hydromorfologiczny jest słaby lub umiarkowany, a tylko dobre warunki hydromorfologiczne umożliwiają spełnienie przez elementy biologiczne wymagań określonych dla dobrego stanu ekologicznego [12].

W trakcie obliczeń indeksów HQA i HMS okazało się, że elementami, które w metodzie RHS najsilniej wpływają na wartość wskaźnika przekształcenia siedliska HMS, a co za tym idzie pośrednio również na ostateczną ocenę stanu hydromorfologicznego wód płynących, były umocnienia i wyprofilowanie brzegów oraz dna koryta (rys. 2). W następnej kolejności duże znaczenie miała obecność przepustów oraz budowli poprzecznych, np. tam przeciwrumowiskowych czy nawet niewielkich rozmiarowo, ale licznych progów wodnych i gurtów.

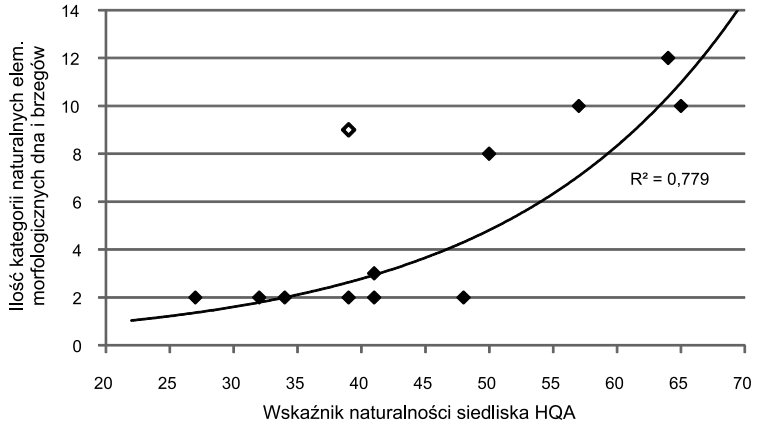
Wartości wskaźnika HMS wahały się w przedziale od 1 do 37, a więc charakter poszczególnych odcinków badawczych wykazywał znaczne zróżnicowanie – od cieku naturalnego (San) aż do znacząco zmodyfikowanego (Biała Tarnowska, Skawica i Wisłoka). Duży rozrzut

wartości HMS, przy jednoczesnym znacznym zróżnicowaniu zakresu umocnienia i wyprofilowania koryta rzecznego, spowodował, że korelacja tych parametrów nie była zbyt wysoka (r = 0,83). Biorąc pod uwagę średnią wartość HMS dla poszczególnych JCWP najmniejsze przekształcenia antropogeniczne wykazywał San, natomiast największe Biała Tarnowska w granicach Tarnowa. Wartości wskaźnika HQA wykazywały jeszcze większy rozrzut, oscylując w przedziale od 27 do 65, co przekładało się na znaczne zróżnicowanie naturalności koryta oraz doliny rzecznej w poszczególnych odcinkach badawczych – od bardzo niskiej (Biała Tarnowska w granicach Tarnowa) do bardzo wysokiej (Skawica).



Rys. 2. Korelacja wartości wskaźnika HMS ze stopniem wyprofilowania i umocnienia koryta rzecznego

Fig. 2. Correlation of the HMS index's value with degree of the river channel profiling and reinforcing



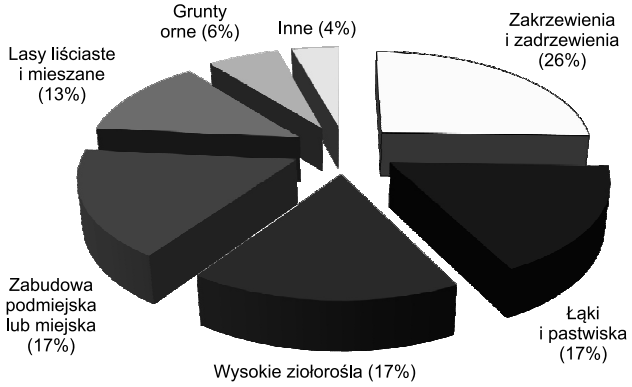
Rys. 3. Korelacja wartości wskaźnika HQA z ilością kategorii naturalnych elementów morfologicznych dna i brzegów

Fig. 3. Correlation of the HQA index's value with quantity of categories of natural morphological elements of the river bed and banks

W przypadku wskaźnika naturalności siedliska HQA okazało się, że istnieje wyraźna korelacja ($r = 0{,}88$) pomiędzy jego wartością a różnorodnością kategorii naturalnych elementów morfologicznych dna i brzegów, tzn. im to zróżnicowanie jest większe, tym wartość HQA jest wyższa (rys. 3). Przy określaniu krzywej korelacji odrzucono wynik skrajny, wyraźnie niepasujący do zauważalnej tendencji wzrostowej, przypadający na stanowisko pomiarowe Zborowice (rz. Biała Tarnowska). W tym przypadku – inaczej niż w pozostałych – dużej ilości zaobserwowanych naturalnych elementów morfologicznych koryta towarzyszyły niskie wartości pozostałych parametrów wpływających na ocenę naturalności cieku, takich jak struktura roślinności brzegowej czy cenne przyrodniczo elementy środowiska rzecznego, w wyniku czego wartość wskaźnika HQA była tylko przeciętna.

Co ciekawe, elementy, które miały największy wpływ na wartość wskaźnika HQA były różne w zależności od tego czy badany ciek należał do grupy cieków nizinnych, czy też wyżynnych. Cieki wyżynne, nawet na stosunkowo krótkich odcinkach, charakteryzowały się znaczną zmiennością typów przepływu oraz dużym zróżnicowaniem naturalnych elementów morfologicznych koryta i brzegów. Miało to zasadniczy wpływ na ostateczną wartość HQA, gdyż w tych kategoriach można było zgromadzić łącznie do 62 punktów (45% wszystkich punktów).

W przypadku cieków nizinnych, a zwłaszcza średnich i dużych rzek, zmienność charakteru przepływu była niewielka, a naturalne elementy morfologiczne brzegów i koryta (np. odsypy brzegowe, meandrowe lub śródkorytowe) były zlokalizowane w większych odległościach od siebie i co za tym idzie ich średnia ilość na tym samym odcinku badawczym była dużo mniejsza niż w ciekach wyżynnych. W przypadku rzek nizinnych największy wpływ na wskaźnik naturalności HQA miały trzy kategorie parametrów: grupy roślin wodnych, struktura roślinności brzegowej i użytkowanie terenu w pasie do 50 m od szczytu brzegów, za które łącznie można było uzyskać do 38 punktów (28% wszystkich punktów).



Rys. 4. Użytkowanie terenu w pasie do 50 m od szczytu brzegów odcinków badawczych rzek

Fig. 4. Land use in the belt up to 50 m from banks' summit of the river research reaches

Analiza zmienności wskaźnika HQA – w wyniku której ujawniło się silne powiązanie jego wartości z niektórymi parametrami oceny stanu hydromorfologicznego – wskazuje, że należałoby wyznaczyć tego typu korelacje odrębnie dla poszczególnych grup cieków.

Inaczej bowiem zachowują się rzeki nizinne, wyżynne oraz górskie. Ten problem należy rozwinąć i ocenić na większej liczbie przypadków tak, aby uzyskać odpowiednią reprezentatywność wyników i umożliwić bardziej szczegółową ocenę.

Ostatnią kategorią, która miała istotny wpływ na wartość wskaźnika HQA, a która nie zależała od typologii cieków były zadrzewienia oraz elementy morfologiczne im towarzyszące (rumosz drzewny w korycie, podwodne korzenie drzew, sterty liści itp.). Ich obecność wzdłuż koryta cieku, jak wynika to z badań oraz samej metodyki RHS, potrafi znacznie podnieść wartość wskaźnika HQA (maksymalnie nawet o 19 punktów), a zatem ma istotny wpływ na ostateczną ocenę stanu hydromorfologicznego.

Oznacza to, że proste zabiegi polegające na zalesieniu wąskiego pasa terenu wzdłuż koryta rzecznego mogą być w dłuższym horyzoncie czasowym skutecznym i stosunkowo tanim sposobem na poprawę stanu hydromorfologicznego tych odcinków cieków, które nie spełniają wymagań RDW, np. dlatego, że ze względów bezpieczeństwa powodziowego ich koryta muszą pozostać w pewnym stopniu przekształcone. Jest to o tyle istotne, że jak pokazały niniejsze badania zadrzewienia stanowiły mniej niż 40% zarejestrowanych form użytkowania terenu w pasie do 50 m od szczytu brzegów odcinków badawczych (rys. 4).

5. Wnioski

Wyniki badań prowadzą do następujących wniosków:

1. Ocena stanu hydromorfologicznego wybranych cieków wyżynnych (Biała Tarnowska, Skawica) oraz nizinnych (San, Wisłoka), przeprowadzona za pomocą metody *River Habitat Survey*, pozwala stwierdzić, że wymienione cieki (w granicach badanych JCWP) nie spełniają obecnie wymagań Ramowej Dyrektywy Wodnej. Zgodnie z zapisami RDW tylko dobre warunki hydromorfologiczne umożliwiają spełnienie przez elementy biologiczne wymagań określonych dla dobrego stanu ekologicznego, tymczasem stan hydromorfologiczny badanych JCWP był słaby lub umiarkowany.
2. Wykorzystywany w metodzie RHS wskaźnik przekształcenia siedliska HMS dobrze spełniał swoją funkcję jako indykator przekształceń antropogenicznych koryta oraz doliny rzecznej. Wartości HMS wahały się w przedziale od 1 do 37, a charakter poszczególnych odcinków badawczych wykazywał znaczne zróżnicowanie – od cieku naturalnego aż do znacząco zmodyfikowanego. Biorąc pod uwagę średnią wartość HMS dla poszczególnych JCWP, najmniejsze modyfikacje wykazywał San, natomiast największe Biała Tarnowska w granicach Tarnowa.
3. Na wartość wskaźnika HMS najsilniej wpływały umocnienia i wyprofilowanie brzegów i dna koryta oraz obecność przepustów i budowli poprzecznych.
4. Stosowany w metodzie RHS wskaźnik naturalności siedliska HQA dobrze odzwierciedlał obecność i różnorodność naturalnych elementów morfologicznych koryta. Wartości HQA wykazywały jeszcze większy rozrzut niż w przypadku wskaźnika HMS, oscylując w przedziale od 27 do 65, co przekładało się na znaczne zróżnicowanie naturalności koryta oraz doliny rzecznej w poszczególnych odcinkach badawczych – od bardzo niskiej (Biała Tarnowska w granicach Tarnowa) do bardzo wysokiej (Skawica).

5. Wpływ elementów hydromofrologicznych na wartość wskaźnika HQA zależał od położenia cieku n.p.m. W ciekach wyżynnych i górskich największy wpływ wywierały typ przepływu oraz zróżnicowanie naturalnych elementów morfologicznych koryta i brzegów, w ciekach nizinnych natomiast grupy roślin wodnych, struktura roślinności brzegowej i użytkowanie terenu w pasie do 50 m od szczytu brzegów. Zadrzewienia oraz elementy morfologiczne im towarzyszące wywierały istotny wpływ we wszystkich analizowanych typach cieków.
6. Metoda RHS jest polową metodą badawczą, która świetnie sprawdza się w małych i średnich ciekach, gdzie możliwe jest bezpieczne brodzenie w korycie oraz swobodny dostęp do obydwu brzegów. Wśród pozostałych zalet metody należy wymienić: bezpośrednie pomiary w terenie, pozwalające na zebranie aktualnych danych na temat rzeczywistej kondycji siedlisk rzecznych, stosunkowo krótki czas oceny pojedynczego odcinka badawczego (1–2 h), całkowite spełnienie wymagań Ramowej Dyrektywy Wodnej w zakresie charakterystyki warunków morfologicznych oraz oceny ciągłości cieku.
7. Metoda RHS nie jest pozbawiona wad, w szczególności słabo sprawdza się w dużych rzekach (ocena hydromorfologiczna może być obarczona ryzykiem niedoszacowania wskaźników jakości HQA i HMS) oraz nie uwzględnia charakterystyki reżimu hydrologicznego.
8. Ocena stanu hydromorfologicznego wykonana metodą RHS wskazuje, że skutecznym i stosunkowo tanim sposobem poprawy jakości hydromorfologicznej odcinków cieków, które nie spełniają wymagań RDW (np. ze względu na przekształcenia związane z bezpieczeństwem powodziowym) mogą być zabiegi polegające na zalesieniu wąskiego pasa terenu wzdłuż koryta rzecznego, co wyraźnie zwiększy wartość wskaźnika naturalności siedliska HQA, a tym samym podniesie wartość ostatecznej oceny. Pas drzew wzdłuż koryta stanowiłby ponadto strefę ekotonową pomiędzy ekosystemem rzecznym a jego otoczeniem, co nabiera szczególnego znaczenia w przypadku terenów znajdujących się pod silną antropopresją (tereny rolnicze, obszary zurbanizowane itp.), która negatywnie odbija się na kondycji wodnych biocenoz.
9. Metodę RHS należy uzupełnić o takie elementy oceny, które pozwoliłyby na charakterystykę reżimu hydrologicznego, w tym zaburzenia reżimu hydrologicznego wynikające z istotnych zmian w zagospodarowaniu obszaru Jednolitych Części Wód Powierzchniowych, wpływ gospodarki wodnej na reżim hydrologiczny (głównie bezzwrotne pobory wody) oraz wpływ istniejących zbiorników wodnych na reżim hydrologiczny.

Literatura

[1] Baran K., *Ocena stanu hydromorfologicznego rzeki San metodą River Habitat Survey*, praca dyplomowa (materiały niepublikowane), Wydział Inżynierii Środowiska Politechniki Krakowskiej, Kraków 2012.

[2] Dyrektywa 2000/60/WE Parlamentu Europejskiego z dnia 23 października 2000 r. ustanawiająca ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej. Dziennik Urzędowy Wspólnot Europejskich L 327/1 z 22.12.2000, 275-346.

[3] *Opracowanie analizy presji i wpływów zanieczyszczeń antropogenicznych w szczegółowym ujęciu Jednolitych Części Wód Powierzchniowych i Podziemnych dla potrzeb opracowania programów*

działań i planów gospodarowania wodami, Raport końcowy (maszynopis), Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Państwowy Instytut Geologiczny, Instytut Ochrony Środowiska, Kraków 2007.

[4] Kulig N., *Hydromorfologiczna ocena jakości rzeki Wisłoki metodą River Habitat Survey*, praca dyplomowa (materiały niepublikowane), Wydział Inżynierii Środowiska Politechniki Krakowskiej, Kraków 2012.

[5] *Plan gospodarowania wodami na obszarze dorzecza Wisły*, Krajowy Zarząd Gospodarki Wodnej, Warszawa 2011.

[6] Ławniczak A.E., Gebler D., *Wspierające elementy hydromorfologiczne*, [w:] *Ocena stanu ekologicznego wód zlewni rzeki Wel. Wytyczne do zintegrowanej oceny stanu ekologicznego rzek i jezior na potrzeby planów gospodarowania wodami w dorzeczu*, Soszka H. (red.)., Wyd. Instytutu Rybactwa Śródlądowego, Olsztyn 2011, 127-139.

[7] Nachlik E. (red.), *Identyfikacja i ocena oddziaływań antropogenicznych na zasoby wodne zlewni Raby wraz z oszacowaniem ryzyka nieosiągnięcia celów środowiskowych*, Inżynieria Środowiska, Monografia 340, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków 2006.

[8] Nachlik E. (red.), *Identyfikacja i ocena oddziaływań antropogenicznych na zasoby wodne dla wskazania części wód zagrożonych nieosiągnięciem celów środowiskowych*, Inżynieria Środowiska, Monografia 318, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków 2004.

[9] Raven P.J., Holmes N.T.H., Dawson F.H., Everard M., *Quality assessment using River Habitat Survey data*, [w:] Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems 8: 477-499, John Wiley & Sons, Ltd., Great Britain, 1998, 477-499.

[10] Raven P., Holmes N., Dawson H., Ławniczak A., Bulánková E., Topercer J., Lewin I., *River Habitat and Macrophyte Surveys in the High Tatra Mountains of Slovakia and Poland*, United Kingdom Environment Agency Report, Bristol, Great Britain 2011.

[11] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 listopada 2011 r. w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych oraz środowiskowych norm jakości dla substancji priorytetowych. Dz. U. Nr 257, poz. 1545.

[12] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 listopada 2011 r. w sprawie klasyfikacji stanu ekologicznego, potencjału ekologicznego i stanu chemicznego jednolitych części wód powierzchniowych. Dz. U. Nr 258, poz. 1549.

[13] Szoszkiewicz K., Zgoła T., Giełczewski M., Stelmaszczyk M., *Zastosowanie metody River Habitat Survey do waloryzacji hydromorfologicznej i oceny skutków planowanych działań renaturyzacyjnych*, Nauka Przyroda Technologie, Tom 3, Zeszyt 3 (103), Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, Poznań 2009.

[14] Szoszkiewicz K., Zgoła T., Jusik S., Hryc-Jusik B., Dawson F.H., Raven P., *Hydromorfologiczna ocena wód płynących. Podręcznik do badań terenowych według metody River Habitat Survey w warunkach Polski*, Wydawnictwo Naukowe Bogucki, Poznań-Warrington 2011.

[15] Ścieńska E., *Ocena stopnia przekształceń antropogenicznych w hydromorfologii rzeki Biała Tarnowska*, praca dyplomowa (materiały niepublikowane), Wydział Inżynierii Środowiska Politechniki Krakowskiej, Kraków 2012.

[16] Wasilewicz M., Oględzki P., *Porównanie wybranych metod oceny stanu ekologicznego rzek na przykładzie badań Środkowej Wkry*, Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich nr 2006/ 4 (3), Kraków 2006, 171-178.