

Ocena stanu hydromorfologicznego górnego i środkowego biegu rzeki Raby z zastosowaniem metody River Habitat Survey

Hydromorphological state assessment of the Raba River's upper and middle course with application of the River Habitat Survey method

Sebastian R. Bielak

Jolanta Daniek

Streszczenie

Na przykładzie rzeki Raby omówiono w pracy problematykę wykonywania ocen stanu hydromorfologicznego wód płynących, zgodnie z wymaganiami Ramowej Dyrektywy Wodnej UE. Kartowanie rzeki zostało przeprowadzone latem 2012 r. na pięciu reprezentatywnych stanowiskach badawczych, położonych w granicach dwóch Jednolitych Części Wód Powierzchniowych. Badania wykonano z zastosowaniem brytyjskiej metody River Habitat Survey, polegającej na szacowaniu jakości siedliska rzeczno. Wyniki pomiarów terenowych pozwoliły ocenić aktualny stan hydromorfologiczny rzeki Raby w granicach badanych JCWP, przeanalizować przydatność stosowanych w metodzie RHS wskaźników jakości oraz określić czynniki, które w największym stopniu wpłynęły na końcową ocenę rzeki.

Słowa kluczowe: stan hydromorfologiczny, jakość wód powierzchniowych, River Habitat Survey, Ramowa Dyrektywa Wodna, rzeka Raba.

Abstract

In this paper, on example of the Raba River, the subject matter of executing the hydromorphological state assessment of running waters has been discussed, in accordance with requirements of the EU's Water Framework Directive. Surveying of the river was conducted during summer 2012 in five, representative research sites, located in the borders of two surface water bodies. The research was done with use of the River Habitat Survey method, relying on evaluation of the river habitat quality. The results of field measurements have allowed to estimate actual hydromorphological state of the Raba River within the borders of surveyed water bodies, to analyse usefulness of quality indexes applied in the RHS method and to determine factors, which had the biggest influence on final assessment of the river's quality.

Key words: hydromorphological state, surface water quality, River Habitat Survey, Water Framework Directive, Raba River.

1. Wprowadzenie

Konieczność określenia rzeczywistych uwarunkowań hydromorfologicznych koryta oraz doliny rzecznej, jako jednego ze składników oceny jakości wód płynących, pojawiła się w Polsce stosunkowo niedawno i była efektem przyjęcia, a następnie wdrożenia w naszym kraju dyrektywy unijnej nr 2000/60/WE, zwanej potocznie Ramową Dyrektywą Wodną (w skrócie RDW). Zgodnie z jej zapisami podstawą oceny jakości ekologicznej rzek i potoków są biologiczne elementy ekosystemów rzecznych,

w tym m.in. ichtiofauna, makrofity oraz bezkręgowce wodne, niemniej jednak istotnym składnikiem takiej oceny jest również stan hydromorfologiczny. Rzeki przestały być już traktowane instrumentalnie, tzn. przede wszystkim jako źródło wody dla celów zaopatrzenia ludności, przemysłu lub rolnictwa, bądź też jako tani odbiornik wód kopalnianych.

Najwyraźniej zdaliśmy sobie wszyscy sprawę, że wody płynące to złożone ekosystemy, o które trzeba dbać, ponieważ są one środowiskiem naturalnym dla wielu organizmów wodnych. W tym kontekście umiejętne określenie warunków hydromorfologicznych panujących w korytach pozwala stwierdzić czy niezbędne ingerencje człowieka w środowisko dolin rzecznych, np. mające na celu ochronę przeciwpowodziową ludności, nie spowodowały nadmiernej degradacji ekologicznej cie-

ków. Tłem Ramowej Dyrektywy Wodnej jest bowiem idea zrównoważonego rozwoju, zgodnie z którą człowiek wykorzystując i podporządkowując środowisko naturalne swoim potrzebom powinien dążyć do minimalizowania ewentualnych zniszczeń oraz zabezpieczenia przyszłym pokoleniom możliwie jak najlepszych warunków do życia na Ziemi.

2. Uwarunkowania prawne hydromorfologicznej oceny wód płynących

Określony w RDW zakres merytoryczny ocen stanu hydromorfologicznego wód powierzchniowych, w tym wód płynących, został uszczegółowiony w polskim prawodawstwie w postaci następujących aktów wykonawczych:

- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 listopada 2011 r. *w sprawie klasyfikacji stanu ekologicznego, potencjału ekologicznego i stanu chemicznego jednolitych części wód powierzchniowych* [9],
- 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* [10].

Istotną kwestią jest to, że ocena stanu hydromorfologicznego jest narzędziem wspierającym biologiczną ocenę stanu ekologicznego wód powierzchniowych, a więc sama w sobie nie stanowi ostatecznej oceny jakości tych wód, lecz jest jedynie jednym z jej składników [8]. Analogiczna sytuacja zachodzi w przypadku wykonywania oceny jakości fizyczno-chemicznej wód. Zgodnie z cytowanymi wcześniej przepisami wyróżnia się następujące hydromorfologiczne elementy jakości dla klasyfikacji stanu ekologicznego Jednolitych Części Wód Powierzchniowych (w skrócie JCWP) [9]:

1. Reżim hydrologiczny, w tym:
 - wielkość i dynamika przepływu wód powierzchniowych,
 - związek wód powierzchniowych z wodami podziemnymi.
2. Warunki morfologiczne, w tym:
 - zmienność głębokości i szerokości koryta,
 - kształt koryta,
 - struktura i skład podłoża,
 - warunki i struktura stref nadbrzeżnych.
3. Ciągłość cieków, w tym:
 - liczba i rodzaj barier ograniczających migrację organizmów wodnych i wodno-lądowych,
 - zapewnienie przejścia dla organizmów żywych.

Ocenę stanu hydromorfologicznego wód płynących można wykonywać zarówno dla cieków naturalnych, jak również cieków sztucznych lub silnie zmienionych, przy czym zakres merytoryczny takiej oceny jest w obydwu przypadkach identyczny. Jedyna różnica polega na tym, że dla cieków naturalnych ocena warunków hydromor-

fologicznych jest składową oceny stanu ekologicznego, natomiast dla cieków sztucznych lub silnie zmienionych jest składową oceny potencjału ekologicznego [8]. Stan ekologiczny cieków naturalnych, z punktu widzenia hydromorfologicznych elementów jakości, jest definiowany w następujący sposób [9]:

1. Stan bardzo dobry oznacza stan, w którym:
 - wielkość i dynamika przepływu wód oraz wynikający z nich związek z wodami podziemnymi odpowiadają warunkom niezakłóconym lub są zbliżone do tych warunków, przy czym przez pojęcie „warunki niezakłócone” rozumie się ustalone dla danego typu abiotycznego wód powierzchniowych specyficzne warunki fizyczno-chemiczne i hydromorfologiczne, reprezentujące wartości elementów fizyczno-chemicznych i hydromorfologicznych przy bardzo dobrym stanie ekologicznym oraz specyficzne dla danego abiotycznego typu wód powierzchniowych biologiczne warunki referencyjne, reprezentujące wartości elementów biologicznych przy bardzo dobrym stanie ekologicznym;
 - ciągłość JCWP nie jest zakłócona na skutek działalności człowieka i pozwala na niezakłóconą migrację organizmów wodnych i transport osadów,
 - kształt koryta, zmienność szerokości i głębokości, prędkości przepływu, struktura i skład podłoża oraz warunki i struktura stref nadbrzeżnych odpowiadają warunkom niezakłóconym lub są zbliżone do tych warunków.
2. Stan dobry oznacza stan, w którym warunki hydromorfologiczne umożliwiają spełnienie przez elementy biologiczne wymagań określonych dla stanu dobrego JCWP dla poszczególnych typów abiotycznych wód [10].
3. Stan umiarkowany oznacza stan, w którym warunki hydromorfologiczne umożliwiają spełnienie przez elementy biologiczne wymagań określonych dla stanu umiarkowanego JCWP dla poszczególnych typów abiotycznych wód [10].

Z kolei potencjał ekologiczny cieków sztucznych lub silnie zmienionych, z punktu widzenia hydromorfologicznych elementów jakości, jest definiowany w następujący sposób [9]:

1. Potencjał ekologiczny uznaje się za maksymalny, jeżeli:
 - warunki hydromorfologiczne odpowiadają oddziaływaniom na JCWP, wynikającym z charakterystyki tej jednolitej części wód jako sztucznej lub silnie zmienionej JCWP;
 - podjęto wszelkie działania ochronne w celu zapewnienia jak najlepszego zbliżenia do ciągłości ekologicznej, w szczególności w celu umożliwienia migracji fauny oraz zapewnienia jej odpowiednich tarlisk i warunków rozmnażania.

2. Potencjał ekologiczny uznaje się za dobry, jeżeli spełnione są wymagania dla biologicznych elementów jakości określone dla dobrego potencjału ekologicznego dla poszczególnych typów abiotycznych wód [10].
3. Potencjał ekologiczny uznaje się za umiarkowany, jeżeli spełnione są wymagania dla biologicznych elementów jakości określone dla umiarkowanego potencjału ekologicznego dla poszczególnych typów abiotycznych wód [10].

3. Charakterystyka stanowisk badawczych

Jako obiekt badań wybrano rzekę Rabę, która jest prawobrzeżnym dopływem Górnej Wisły położonym w południowej Polsce, w województwie małopolskim. Ocenie stanu hydromorfologicznego poddano górny oraz środkowy bieg rzeki. Kartowanie Raby zostało przeprowadzone latem 2012 r. na pięciu reprezentatywnych stanowiskach badawczych zlokalizowanych w pobliżu miejscowości: Lubień, Pcim, Myślenice, Dobczyce oraz Gdów (powiaty: myślenicki i wielicki). Poszczególne stanowiska badawcze znajdowały się w granicach dwóch, sąsiednich Jednolitych Części Wód Powierzchniowych. Zlewnia Raby należy do regionu wodnego Górnej Wisły oraz ekoregionu Równiny Wschodnie [6], ponadto fragment rzeki położony pomiędzy Mszaną Dolną a Stróżą objęty jest ochroną siedliskową i gatunkową w postaci obszaru Natura 2000 „Raba z Mszanką” (kod obszaru: PLH120093). Według klasyfikacji abiotycznej typów wód powierzchniowych Polski Raba została uznana w granicach poszczególnych JCWP jako [6]:

- Mała rzeka fliszowa (typ nr 14) – na odcinku od ujścia potoku Skomielnianka do Zbiornika Dobczyce (JCWP nr PLRW2000142138399), gdzie zlokalizowane zostały stanowiska badawcze Lubień, Pcim oraz Myślenice;
- Rzeka nizinna piaszczysto-gliniasta (typ nr 19) – na odcinku od Zbiornika Dobczyce aż do ujścia Raby do Wisły (JCWP nr PLRW2000192138999), gdzie zlokalizowane zostały stanowiska badawcze Dobczyce i Gdów.

Odcinki badawcze zostały dobrane w taki sposób, aby ich ilość oraz położenie odzwierciedlały różny stopień przekształceń antropogenicznych koryta i doliny rzecznej występujący wzdłuż biegu Raby. Pierwsze stanowisko pomiarowe znajdowało się w pobliżu miejscowości Lubień (współrzędne geograficzne: N 49°42'45", E 20°00'15") i było zlokalizowane w granicach wspomnianego obszaru Natura 2000. Odcinek ten charakteryzował się pewnymi ingerencjami człowieka w morfologię koryta rzecznej, np. w postaci umocnienia jednego z brzegów lub częściowego wyprostowania koryta, dlatego też został uznany jako półnaturalny (fot. 1). Wzdłuż obydwu brzegów Raby występował wąski pas zarośli wierzbowych oraz rozproszonych zadrzewień (poniżej 50 m szerokości), za którymi rozciągały się pola uprawne oraz użytki zielone

jako dominująca forma zagospodarowania okolicznych terenów.

Drugie stanowisko badawcze zlokalizowano w okolicach miejscowości Pcim, również w granicach obszaru Natura 2000 „Raba z Mszanką” (współrzędne geograficzne: N 49°43'47", E 19°58'52"). Na tym odcinku lekko meandrujące koryto Raby miało charakter naturalny, bez jakichkolwiek widocznych śladów działalności człowieka (fot. 2). Lewy brzeg rzeki porastał las mieszany oraz wysokie zarośla wierzbowe, natomiast użytkowanie prawego brzegu miało charakter typowo rolniczy, tzn. dominowały pola uprawne oraz w mniejszym stopniu łąki.

Kolejne stanowisko badawcze położone było w granicach miasta Myślenice (współrzędne geograficzne: N 49°49'06", E 19°56'06"), gdzie koryto Raby było wyraźnie przekształcone antropogenicznie. Tereny nadrzeczne, położone zarówno na prawym, jak również na lewym brzegu koryta, były zagospodarowane pod kątem użytkowania rekreacyjnego, tzn. regularnie rozmieszczone zadrzewienia przeplatały się z takimi obiektami jak: odkryty basen kąpielowy, korty tenisowe, piaszczysta plaża czy park miejski (fot. 3). W pewnym oddaleniu od rzeki występowała rozproszona zabudowa miejska, natomiast w samym korycie Raby obecne były regulacyjne budow-



Fot. 1. Rzeka Raba na stanowisku badawczym Lubień (fot. Sebastian R. Bielak)



Fot. 2. Rzeka Raba na stanowisku badawczym Pcim, charakteryzującym się bardzo wysoką naturalnością koryta oraz doliny rzecznej (fot. Jolanta Daniek)



Fot. 3. Rzeka Raba na stanowisku badawczym Myślenice – najbardziej przekształconym antropogenicznie ze wszystkich badanych odcinków rzeki (fot. Jolanta Daniek)



Fot. 4. Rzeka Raba na stanowisku badawczym Dobczyce – prawy brzeg rzeki wyraźnie umocniony i wyprofilowany (fot. Jolanta Daniek)



Fot. 5. Rzeka Raba na stanowisku badawczym Gdów – wzdłuż lewego brzegu widoczny odsy p meandrowy (fot. Jolanta Daniek)

le hydrotechniczne w postaci serii stopni wodnych oraz progu, a także spiętrzenie wody wykorzystywane przez miejscową ludność do celów rekreacyjnych. W pobliżu stanowiska badawczego przebiegała droga krajowa nr 7.

Czwarte stanowisko badawcze, o charakterze częściowo przekształconym, zlokalizowano w pobliżu miejscowości Dobczyce, poniżej zbiornika zaporowego

(współrzędne geograficzne N 49°52'57", E 20°05'07"). Lewy brzeg rzeki w pasie do 50 m od koryta porastała roślinność o charakterze naturalnym, w tym głównie wysokie ziołorośla, zarośla wierzbowe oraz fragmentarycznie lasy liściaste (fot. 4). W większej odległości od rzeki pojawiała się już zabudowa rozproszona oraz tereny rekreacyjne. Zagospodarowanie prawego brzegu rzeki miało zdecydowanie bardziej zurbanizowany charakter. Grunty przylegające bezpośrednio do koryta (wąski pas o szerokości 50-80 m) użytkowane były jako tereny zielone (łąki z zakrzewieniami i pojedynczymi zadrzewieniami, park miejski), za którymi rozciągała się zabudowa miejska oraz tereny przemysłowe. Na tym odcinku rzekę przegradzał duży most z podporami posadowionymi bezpośrednio w korycie.

Ostatnie, piąte stanowisko badawcze położone było w pobliżu miejscowości Gdów (współrzędne geograficzne N 49°54'01", E 20°12'08"). Odcinek ten uznano jako półnaturalny, ponieważ w korycie Raby zidentyfikowano pewne przekształcenia, m.in. umocnienia jednego z brzegów. Wzdłuż obydwu brzegów rzeki występowały zarośla wierzbowe oraz półciągle zadrzewienia, przy czym po prawej stronie koryta część terenów nadrzecznych była zagospodarowana jako obszary rekreacyjne (fot. 5). W większym oddaleniu od koryta pojawiała się zabudowa rozproszona.

4. Metodyka i zakres badań

Szczegółowa analiza wybranych stanowisk badawczych, pod kątem panujących w nich warunków hydromorfologicznych, została wykonana w oparciu o brytyjską metodę polową River Habitat Survey (w skrócie RHS). Metoda ta pozwala na określenie charakteru badanego siedliska rzecznoego oraz jakości ekologicznej ciek w oparciu o jego strukturę morfologiczną [13]. RHS – jako system oceny stanu hydromorfologicznego wód płynących zgodny z wymaganiami Ramowej Dyrektywy Wodnej – powstał co prawda w Wielkiej Brytanii, ale po dostosowaniu go do warunków polskich zyskuje w naszym kraju coraz większą popularność. Jak dotychczas, przy wykorzystaniu tej metody, zrealizowano liczne badania naukowe zarówno na ciekach nizinnych [4, 12], wyżynnych [2], jak również górskich [1, 8].

Pomiary w terenie zostały poprzedzone szczegółową analizą kartograficzną doliny Górnej oraz Środkowej Raby. W oparciu o aktualne ortofotomapy oraz mapy topograficzne terenu, dostępne w Internecie na różnych geoportalach (Geoportal, Google itp.), wybrano stanowiska badawcze (każde o długości 500 m), których rozmieszczenie wzdłuż biegu rzeki, zagospodarowanie doliny rzecznej oraz kształt koryta gwarantowały reprezentatywność otrzymanych wyników. Badania terenowe opierały się na szczegółowym opisie (kartowaniu) stanowisk pomiarowych, które składało się z dwóch etapów. W pierwszym etapie przeprowadzono charakterystykę podstawowych cech morfologicznych koryta oraz brze-

gów w 10 profilach kontrolnych (o szerokości 1 m), które rozmieszczono co 50 m. W profilach tych uwzględniono parametry fizyczne koryta oraz brzegów, w tym m. in. dominujące typy przepływu, substrat dna i brzegów, występowanie erozji skarp, sposób sedimentacji, typy przekształceń antropogenicznych oraz umocnienia techniczne skarp i koryta. Dodatkowo, w profilach o szerokości 10 m, określono strukturę roślinności brzegowej, użytkowanie brzegów oraz obecność poszczególnych grup makrofytów (roślin wodnych).

W drugim etapie pomiarów wykonano syntetyczny opis całego odcinka badawczego, w którym uwzględniono wszystkie występujące naturalne formy morfologiczne oraz przekształcenia antropogeniczne zaobserwowane w korycie rzecznej, ale nie zarejestrowane w profilach kontrolnych, tj. w etapie pierwszym badań. Synteza stanowiska badawczego obejmowała m.in. opis doliny, użytkowanie terenów nadrzecznych, profile brzegów, zadrzewienia oraz elementy morfologiczne im towarzyszące, wymiary geometryczne koryta, a także cenne przyrodniczo elementy środowiska rzecznej, takie jak: duże głazy, naturalne akweny, dopływy boczne, torfowiska, wypływy wód podziemnych itp. Opis odcinków badawczych został wykonany w oparciu o specjalny formularz stosowany w metodzie RHS.

Podstawowym efektem przeprowadzonych w terenie badań było zebranie szeregu informacji (zbioru danych), które następnie umożliwiły obliczenie wartości dwóch wskaźników liczbowych (indeksów jakości):

1. Wskaźnik 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 [13]:
 - 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 rzecznej (0-5 pkt.),
 - zadrzewienia i elementy morfologiczne im towarzyszące (0-19 pkt.).
2. Wskaźnik 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 [13]:

- przekształcenia zaobserwowane w 10 profilach kontrolnych (brak limitu punktów),
- przekształcenia zaobserwowane podczas oceny syntetycznej (brak limitu punktów),
- budowle wodne nie zarejestrowane w profilach kontrolnych (0-15 pkt.).

Obliczone wartości indeksów HQA i HMS, po odniesieniu ich do warunków referencyjnych (tab. 1), pozwoliły na ocenę oraz klasyfikację aktualnego stanu hydromorfologicznego Raby, zgodnie z wymaganiami Ramowej Dyrektywy Wodnej. Jako uzupełnienie pomiarów hydromorfologicznych skontrolowano odcinki badawcze rzeki pod kątem występowania obcych, inwazyjnych gatunków roślin.

Tab. 1. Klasyfikacja stanu hydromorfologicznego cieków wg metody RHS [5]

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	II	III	III	IV	IV
21-44	III	IV	IV	IV	V
≥ 45	IV	IV	V	V	V

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

5. Klasyfikacja stanu hydromorfologicznego Raby

Pomiary terenowe umożliwiły zebranie aktualnych danych dotyczących szeregu parametrów hydromorfologicznych, których obecność oraz różnorodność były miarą naturalności badanych siedlisk rzecznych Raby. Parametrom tym, zgodnie z przyjętą metodyką RHS, przyznano odpowiednią ilość punktów, która po zsumowaniu pozwoliła na wyliczenie wskaźnika HQA, a następnie określenie naturalności cieku oraz doliny rzecznej. Wyniki punktacji dla poszczególnych odcinków badawczych zostały przedstawione w tabeli 2.

W analogiczny sposób zebrano, a następnie opracowano dane dotyczące faktycznie występujących w korycie Raby modyfikacji antropogenicznych, takich jak np. umocnienia, profilowanie czy budowle piętrzące, których obecność oraz siła oddziaływania były miarą przekształcenia badanych siedlisk rzecznych. Modyfikacjom tym, zgodnie z przyjętą metodyką RHS, przyznano odpowiednią ilość punktów, która po zsumowaniu pozwoliła na wyliczenie wskaźnika przekształcenia siedliska HMS, a następnie określenie charakteru samego cieku z punktu widzenia wpływu działalności człowieka. Wyniki punktacji poszczególnych kategorii przekształceń antropogenicznych, obliczenia wskaźnika HMS dla wszystkich od-

Tab. 2. Wyniki punktacji poszczególnych parametrów hydromorfologicznych w obliczeniach wskaźnika naturalności siedliska rzeczno HQA

L.p.	Odcinek badawczy	Parametry hydromorfologiczne											Naturalność cieku oraz doliny rzecznej
		Typy przepływu	Naturalny materiał dna koryta	Naturalne elementy morfologiczne koryta	Naturalne elementy morfologiczne brzegów	Odsypy meandrowe	Struktura roślinności brzegowej	Grupy roślin wodnych	Użytkowanie terenu w pasie 50 m od brzegu	Cenne przyrodniczo elementy środowiska	Zadrzewienia i elementy im towarzyszące	SUMA = HQA	
1	Lubień	11	5	7	13	0	12	6	0	0	6	60	b. wysoka
2	Pcim	7	7	5	15	0	12	6	3	5	7	67	b. wysoka
3	Myślenice	11	6	6	5	0	12	3	0	5	5	53	wysoka
4	Dobczyce	10	4	5	10	0	12	2	2	0	5	50	wysoka
5	Gdów	8	3	3	7	0	12	4	3	5	5	50	wysoka

cińków badawczych oraz ocena charakteru cieku zostały przedstawione w tabeli 3.

Na podstawie w/w hydromorfologicznych elementów jakości oraz w oparciu o kryteria zaprezentowane w tabeli 1 określono aktualny stan hydromorfologiczny rzeki Raby w granicach obydwu analizowanych Jednolitych Części Wód Powierzchniowych, co przedstawia tabela 4.

6. Dyskusja nad wynikami badań

Podczas oceny stanu hydromorfologicznego wód płynących metodą RHS duże znaczenie – oprócz rzetelnego wykonania pomiarów terenowych – ma prawidłowy wybór stanowisk badawczych, których ilość oraz lokalizacja wzdłuż biegu cieku powinny gwarantować reprezentatywność wyników badań [13]. Reprezentatywność jest

konieczna, ponieważ ocenie hydromorfologicznej poddawane są zazwyczaj całe cieki lub ich duże fragmenty (JCWP), mierzące nieraz kilkanaście lub kilkadziesiąt kilometrów długości. Z logistycznego oraz ekonomicznego punktu widzenia kartowanie całych cieków jest pozbawione większego sensu, bowiem w zupełności wystarczy przeprowadzić szczegółową ocenę na 2-3 wytypowanych odcinkach, pod warunkiem, że ich stan hydromorfologiczny będzie właściwie reprezentował stan całego cieku lub JCWP. Na niewielkich, krótkich ciekach, np. potokach górskich, w zupełności wystarczy 1 stanowisko badawcze.

Stan hydromorfologiczny Górnej Raby, w granicach JCWP nr PLRW2000142138399, okazał się być bardzo zmienny, ponieważ każdy spośród trzech stanowisk badawczych charakteryzował się innym stopniem przekształceń w morfologii koryta oraz doliny rzecznej.

Tab. 3. Wyniki punktacji poszczególnych kategorii modyfikacji antropogenicznych w obliczeniach wskaźnika przekształcenia siedliska rzeczno HMS

L.p.	Odcinek badawczy	Kategorie przekształceń antropogenicznych koryta oraz doliny rzecznej				Charakter cieku
		Przekształcenia w profilach kontrolnych	Przekształcenia z oceny syntetycznej	Budowle wodne nie zaobserwowane w profilach kontrolnych	SUMA = HMS	
1	Lubień	7	4	0	11	umiarkowanie zmodyfikowany
2	Pcim	0	0	0	0	naturalny
3	Myślenice	30	6	10	46	silnie zmodyfikowany
4	Dobczyce	10	5	2	17	umiarkowanie zmodyfikowany
5	Gdów	16	2	0	18	umiarkowanie zmodyfikowany

Tab. 4. Wyniki oceny stanu hydromorfologicznego rzeki Raby w ramach badanych JCWP

Odcinek badawczy			Indeksy jakości		Klasa jakości	Stan hydromorfologiczny	
Nr	Nazwa	Charakter	HQA	HMS		Odcinek badawczy	JCWP
Silnie zmieniona Jednolita Część Wód Powierzchniowych nr PLRW2000142138399							
1	Lubień	półnaturalny	60	11	III	Umiarkowany	Umiarkowany
2	Pcim	naturalny	67	0	I	Bardzo dobry	
3	Myślenice	przekształcony	53	46	IV	Słaby	
Silnie zmieniona Jednolita Część Wód Powierzchniowych nr PLRW2000192138999							
4	Dobczyce	półnaturalny	50	17	III	Umiarkowany	Umiarkowany
5	Gdów	półnaturalny	50	18	III	Umiarkowany	



Fot. 6. Odsyp śródkorytowy jako przykład naturalnego elementu morfologicznego dna koryta, odcinek Gdów (fot. Jolanta Daniek)

Rozpiętość wyników obejmowała niemal całą skalę – od stanu słabego (odcinek Myślenice), przez umiarkowany (Lubień), aż po stan bardzo dobry (Pcim), co oznacza, że górny bieg Raby jest pod względem hydromorfologicznym bardzo zróżnicowany. Jako wynik końcowy oceny Górnej Raby przyjęto średnią arytmetyczną z poszczególnych stanowisk, tj. umiarkowany stan hydromorfologiczny (III klasa jakości). Z kolei Środkowa Raba, w granicach JCWP nr PLRW2000192138999, nie wykazywała istotnej zmienności stanu hydromorfologicznego, który w obydwu stanowiskach pomiarowych (Dobczyce, Gdów) był umiarkowany. W związku z tym przyjęto, że stan hydromorfologiczny rzeki Raby, w granicach jej górnego oraz środkowego biegu, był umiarkowany (III klasa jakości).

Wartość wskaźnika naturalności siedliska rzecznego HQA wahała się w granicach od 50 do 67, w efekcie czego naturalność koryta Raby oraz jej doliny uznano jako wysoką (Myślenice, Dobczyce, Gdów), a nawet bardzo wysoką (Lubień, Pcim). Spośród szeregu parametrów hydromorfologicznych, wpływających na indeks HQA, niektóre parametry okazały się mieć decydujące znaczenie, podczas gdy siła oddziaływania kilku innych była wręcz marginalna. Największy wpływ miały: struktura roślinności brzegowej (najczęściej prosta lub złożona), naturalne elementy morfologiczne brzegów (liczne podcięcia erozyjne, odsypy brzegowe itp.) oraz zróżnicowanie typów przepływu (w sumie zaobserwowano 6 typów). Najmniejszą ilość punktów zgromadzono za sporadycznie występujące wzdłuż brzegów Raby lasy liściaste, w ramach kategorii „użytkowanie terenu w pasie do 50 m od brzegów rzeki”, natomiast za niewielką ilość odsypów meandrowych nie udało się zebrać żadnego punktu.

W przeciwieństwie do indeksu HQA wartość wskaźnika przekształcenia siedliska rzecznego HMS, na poszczególnych stanowiskach badawczych Raby, była zdecydowanie bardziej zróżnicowana i wahała się od 0 do 46. W efekcie, charakter rzeki zmieniał się od naturalnego (Pcim), przez umiarkowany zmodyfikowany (Lubień, Dobczyce, Gdów), aż po silnie zmodyfikowany (Myślenice). Największe znaczenie miały tutaj przekształcenia

antropogeniczne zaobserwowane bezpośrednio w profilach kontrolnych, w tym głównie umocnienia oraz wyprofilowanie brzegów rzeki. Najmniejszy wpływ na wartość wskaźnika HMS miały budowle wodne (mosty i budowle piętrzące), które co prawda występowały w granicach niektórych odcinków badawczych, ale ich lokalizacja była poza przekrojami kontrolnymi.

Na uwagę zasługują jeszcze dwa aspekty przeprowadzonych badań, które nie wpłynęły bezpośrednio na ostateczny wynik oceny stanu hydromorfologicznego Raby, niemniej jednak dotyczyły tej oceny, a więc nie powinny zostać pominięte w analizie:

- **Zaśmiecenie koryta rzecznego** – w trakcie kartowania poszczególnych stanowisk badawczych uwidoczniło się zanieczyszczenie rzeki różnego rodzaju odpadami pochodzącymi z gospodarstw domowych, w tym głównie opakowaniami z tworzyw sztucznych (folie, butelki), szkłem w różnej postaci, częściami samochodów, odpadami organicznymi itp. Zaśmiecenie koryt rzecznych jest w naszym kraju jednym z czynników degradujących jakość ekologiczną wód płynących, co wykazały podobne badania, przeprowadzone dwa lata temu na kilkunastu innych ciekach południowej Polski [1], [2].
- **Obecność obcych, inwazyjnych gatunków roślin** – wzdłuż brzegów Raby (na odcinkach Gdów i Myślenice) zlokalizowano stanowiska trzech inwazyjnych gatunków roślin, takich jak: rdestowiec japoński (*Reynoutria japonica*), niecierpek himalajski (*Impatiens glandulifera*) oraz niecierpek drobnokwiatowy (*Impatiens parviflora*). Rdestowiec japoński oraz niecierpek himalajski znajdują się na liście obcych gatunków roślin, które w przypadku uwolnienia do środowiska przyrodniczego mogą zagrozić gatunkom rodzimym lub siedliskom przyrodniczym [11].

Co ciekawe, wyniki badań hydromorfologicznych przedstawione w niniejszej pracy różnią się o jedną klasę jakości w stosunku do wyników państwowego monitoringu wód powierzchniowych prowadzonego przez In-



Fot. 7. Łozowiska, czyli wysokie i gęste zarośla wierzbowe, były najczęściej występującą wzdłuż brzegów Raby formą użytkowania terenów nadrzecznych, odcinek Pcim (fot. Jolanta Daniek)



Fot. 8. Kaskada stopni wodnych jako przykład budowli hydrotechnicznych obecnych w korycie Raby, odcinek Myślenice (fot. Jolanta Daniek)

spekcję Ochrony Środowiska. Zgodnie z danymi krakowskiego WIOŚ-u w obydwu analizowanych Jednolitych Częściach Wód Powierzchniowych stwierdzono w 2011 r. dobry stan hydromorfologiczny Raby [7]. Z kolei opublikowany w 2011 r. przez Krajowy Zarząd Gospodarki Wodnej „Plan gospodarowania wodami na obszarze dorzecza Wisły” podaje, że Raba jest silnie zmienioną częścią wód o złym stanie [6].

7. Podsumowanie i wnioski

Podsumowując wyniki pomiarów należy uznać, że górny i środkowy bieg rzeki Raby – w granicach badanych Jednolitych Części Wód Powierzchniowych nr PLRW2000142138399 i PLRW2000192138999 – charakteryzuje się umiarkowanym stanem hydromorfologicznym. Stan hydromorfologiczny poszczególnych odcinków badawczych wahał się od słabego do bardzo dobrego, dlatego też przyjęta wartość średnia w postaci III klasy jakości w najlepszy sposób odzwierciedla rzeczywistość. Uzyskany wynik oznacza, że Raba nie spełnia obecnie wymagań Ramowej Dyrektywy Wodnej, zgodnie z którymi tylko co najmniej dobre warunki hydromorfologiczne (II klasa jakości) umożliwiają spełnienie przez elementy



Fot. 9. Narzut kamienny jako jedna z form umocnienia brzegów koryta Raby, odcinek Myślenice (fot. Jolanta Daniek)



Fot. 10. Obce, inwazyjne gatunki roślin zidentyfikowane wzdłuż koryta Raby: (A) rdestowiec japoński (*Reynoutria japonica*), (B) niecierpek himalajski (*Impatiens glandulifera*) oraz (C) niecierpek drobnokwiatowy (*Impatiens parviflora*), (fot. Jolanta Daniek)

biologiczne wymagań określonych dla dobrego potencjału ekologicznego silnie zmienionych JCWP. Zgodnie z założeniami RDW najpóźniej do 2015 r. wszystkie silnie zmienione JCWP powinny osiągnąć co najmniej dobry potencjał ekologiczny. Wyniki badań prowadzą również do innych spostrzeżeń:

Wszystkie stanowiska badawcze charakteryzowały się wysoką wartością wskaźnika HQA (≥ 50), co odpowiadało wysokiej lub bardzo wysokiej naturalności koryta oraz doliny rzecznej. Taki wynik wskazuje, że Raba cechuje się dość wysokim, półnaturalnym „tłem hydromorfologicznym”, a więc o końcowej ocenie jej stanu hydromorfologicznego decyduje obecność zabiegów regulacyjnych przeprowadzonych bezpośrednio w korycie, tj. umocnień i profilowania brzegów oraz posadowienie poprzecznych budowli piętrzących (stopni wodnych, progów, sztucznych spiętrzeń).

Sposobów na ewentualną poprawę stanu hydromorfologicznego Raby należałoby zatem szukać *wśród takich działań, które zmniejszą wartość wskaźnika przekształcenia siedliska rzecznej HMS*, np. poprzez przywrócenie ciągłości ekologicznej rzeki, czyli tzw. *river continuum* (zmniejszenie negatywnego oddziaływania na ekosystem rzeczny budowli wodnych przegradzających koryto) oraz przesunięcie umocnień z brzegów koryta na granicę terasy zalewowej. Pozostawienie rzece korytarza swobodnej lub prawie swobodnej migracji w obrębie terasy zalewowej powinno nie tylko zdecydowanie poprawić jej stan hydromorfologiczny, ale również zmniejszyć koszty naprawy uszkodzonych umocnień po kolejnych wezbraniach.

W ramach poprawy jakości ekologicznej Raby należałoby również rozwiązać problem zaśmiecenia koryta rzecznej oraz w sposób trwały usunąć z terenów nadrzecznych inwazyjne, obce gatunki roślin

► *dokończenie na stronie 37*

interesie przedsiębiorstwa byłoby mimo wszystko wdrażanie takiego systemu.

Korzyści ekonomiczne uzyskane z wdrożenia monitoringu i systemu zarządzania ciśnieniem to:

- poprawa bilansu ekonomicznego zakupu – sprzedaży wody,
- zmniejszenie liczby występujących awarii, a co za tym idzie również ogólnych kosztów ich usuwania,
- podniesienie rentowności przedsiębiorstwa, przyczyni się do decyzji o dalszej rozbudowie systemu monitoringu i sterowania ciśnieniem.

Obok rozbudowy monitoringu parametrów hydraulicznych należy przygotować i wdrożyć monitoring jakościowy wody. Ze względów technicznych mierzone mogą być w pierwszej kolejności mętność i przewodność wody.

5. Literatura

- [1] Kwietniewski M., Gębski W., Wronowski N.: Monitorowanie sieci wodociągowych i kanalizacyjnych. Warszawa: PZITS. 2005.
- [2] Berger M., Ways M.: Poszukiwania przecieków sieci wodociągowej. Wydawnictwo Seidel – Przywecki. Warszawa 2003 r.
- [3] Piechurski F.G.: Monitoring w eksploatacji sieci wodociągowej. Napędy i sterowanie. Nr 6/2006 s108-114.
- [4] Piechurski F.G.: Monitoring i jego efekty w eksploatacji systemu wodociągowego. Napędy i sterowanie Nr 11/07.
- [5] Piechurski F.G.: Urządzenia do rozwiązania monitoringu technicznego w sieci wodociągowej. Napędy i sterowanie Cz. 1. Nr 1/07, Cz.2. Nr 2/07.
- [6] Piechurski F.G.: *Ograniczenie strat wody w systemach wodociągowych*. Wodociągi i kanalizacja Cz. 1. Nr 9/2009 i Cz. 2. Nr 10/2010.
- [7] Speruda S.: Monitoring sieci wodociągowych. Wodociągi i kanalizacja. Nr 5(8)/2004
- [8] Dohnalik P., Jędrzejewski Z. Efektywna eksploatacja wodociągów, ograniczanie strat wody. Kraków : LEMTECH, 2004.
- [9] Materiały informacyjne ABB Warszawa, www.abb.pl.
- [10] Materiały informacyjne Peltron Limited. Warszawa, www.peltron.home.pl.

- [11] Materiały informacyjne Siemens Warszawa www.automation.siemens.com.
- [12] Materiały informacyjne BIATEL Warszawa, www.biatel.com.pl.
- [13] Materiały informacyjne Danfoss Grodzisk Mazowiecki, www.danfoss.pl.
- [14] Materiały informacyjne Endress+Hauser Polska Wrocław, www.pl.endress.com.
- [15] Materiały informacyjne GDF Warszawa, www.gdfpolska.pl.
- [16] Materiały informacyjne firmy Seba. Warszawa, www.sebakmt.com.
- [17] Materiały informacyjne Złote Runo. Warszawa, www.zloteruno.pl.
- [18] PN-EN 805:2002 „Zaopatrzenie w wodę. Wymagania dotyczące systemów zewnętrznych i ich części składowych”.
- [19] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 20 kwietnia 2010 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi. (Nr. 72 Poz. 466).
- [20] Ustawa z dnia 7 czerwca 2001 r. o zbiorowym zaopatrzeniu w wodę i zbiorowym odprowadzaniu ścieków. (Nr. 72 Poz. 747).

dr inż. Florian Grzegorz Piechurski

Politechnika Śląska w Gliwicach,
Wydział Inżynierii Środowiska i Energetyki,
Instytut Inżynierii Wody Ścieków

► dokończenie ze strony 24

(rdestowiec japoński, niecierpek himalański, niecierpek drobnokwiatowy).

8. Literatura

- [1] Bielak S. R. *Zróżnicowanie stanu hydromorfologicznego cieków górskich w kontekście ich położenia w obszarach chronionej przyrody oraz na terenach zurbanizowanych, na przykładzie zlewni Skawicy*. [W:] Ławniczak A. (red.) *Ekosystemy wodne na obszarach chronionych*. Monografia z konferencji naukowej „Ekosystemy wodne na obszarach chronionych”, Tucholski Park Krajobrazowy, Tuchola-Poznań 2012.
- [2] Bielak S. R., Baran K., Kulig N., Ścieńska E. *Zastosowanie metody River Habitat Survey w ocenie i klasyfikacji stanu hydromorfologicznego różnych abiotycznych typów rzek i potoków południowej Polski zgodnie z wymaganiami Ramowej Dyrektywy Wodnej*. Czasopismo Techniczne Politechniki Krakowskiej, seria „Środowisko” z. 2-Ś, Kraków 2012.
- [3] *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, str. 275-346.
- [4] Jusik S., Szoszkiewicz K. *Różnorodność biologiczna roślin wodnych w warunkach zróżnicowanych przekształceń morfologicznych rzek nizinnych Polski zachodniej*. Nauka Przyroda Technologie, t. 3, z. 3, Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, Poznań 2009.
- [5] 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, s. 127-139, Olsztyn 2011.
- [6] *Plan gospodarowania wodami na obszarze dorzecza Wisły*. Krajowy Zarząd Gospodarki Wodnej, Warszawa 2011.
- [7] *Raport o stanie środowiska w województwie małopolskim w 2011 r.* [on-line]. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska, Kraków 2012. Dostęp:

09.VII.2013 r., tryb dostępu: <http://www.krakow.pios.gov.pl/publikacje/raporty/raport11/index.htm>.

- [8] 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*. British Environment Agency Report, Bristol 2011.
- [9] *Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 listopada 2011 r. w sprawie klasyfikacji stanu ekologicznego, potencjału ekologicznego i stanu chemicznego jednolitych części wód powierzchniowych*. Dziennik Ustaw Nr 258, poz. 1549.
- [10] *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*. Dziennik Ustaw Nr 257, poz. 1545.
- [11] *Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 września 2011 r. w sprawie listy roślin i zwierząt gatunków obcych, które w przypadku uwolnienia do środowiska przyrodniczego mogą zagrozić gatunkom rodzimym lub siedliskom przyrodniczym*. Dz. U. Nr 210, poz. 1260.
- [12] Szoszkiewicz K., Zbierska J., Staniszewski R., Zgoła T., Jusik S. *Możliwości wykorzystania systemu River Habitat Survey w ocenie morfologii rzek na potrzeby Ramowej Dyrektywy Wodnej*. [W:] *Materiały konferencyjne I Ogólnopolskiej Konferencji Naukowej pt. „Wdrażanie Ramowej Dyrektywy Wodnej: Ocena stanu ekologicznego wód w Polsce”*. Uniwersytet Łódzki, Łódź 2005.
- [13] Szoszkiewicz K., Zgoła T., Jusik S., Hryc-Jusik B., Dawson F. H., Raven P. 2011. *Hydromorfologiczna ocena wód płynących*. Podręcznik do badań terenowych według metody River Habitat Survey w warunkach Polski. Wydawnictwo Naukowe Bogucki, Poznań-Warrington.

Więcej publikacji nt. jakości wód powierzchniowych na stronie: www.sebastianbielak.pl

dr inż. Sebastian R. Bielak

Politechnika Krakowska, Instytut Inżynierii i Gospodarki Wodnej

inż. Jolanta Daniek

Politechnika Krakowska, Wydział Inżynierii Środowiska