

CHARAKTERYSTYKA ELEMENTÓW HYDROMORFOLOGICZNYCH CIEKÓW SZTUCZNYCH PRZY UŻYCIU METODY MHR

Piotr Ilnicki, Krzysztof Górecki, Piotr Lewandowski, Mariusz Sojka
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

Mirosław Grzybowski
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

Alicja Krzemińska
Uniwersytet Wrocławski

Streszczenie. W pracy przedstawiono nową metodykę monitoringu hydromorfologicznego cieków sztucznych (MHR). W Polsce ich długość wynosi około 2000 km, co wskazuje na celowość zastosowania dla nich oceny uproszczonej. Ocenę potencjału ekologicznego jednolitej części wód oparto na 4 elementach, 19 wskaźnikach i 34 atrybutach, tworząc w ten sposób hierarchiczny system oceny. Ocena punktowa wskaźników opiera się na charakterystyce atrybutów i z powyższych obejmuje jedynie 10 wskaźników i 20 atrybutów, co związane jest z ich specyfiką. Sposób przeprowadzenia badań ilustruje protokół kameralny przeznaczony specjalnie dla tego rodzaju cieków. Potencjał ekologiczny cieków sztucznych ocenia się w czterech klasach. Metoda MHR pozwala na zlokalizowanie części wód nieuzyskujących dobrego potencjału ekologicznego i określenie wskaźnika będącego przyczyną takiego stanu. Umożliwia to w pełni zrealizowanie wymogów Ramowej Dyrektywy Wodnej.

Słowa kluczowe: ocena hydromorfologiczna sztucznych cieków wodnych, współczynnik potencjału ekologicznego

Adres do korespondencji – Corresponding author: prof. dr hab. Piotr Ilnicki, dr inż. Krzysztof Górecki, dr inż. Piotr Lewandowski, Katedra Ochrony Środowiska Przyrodniczego, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Dąbrowskiego 159, 60-594 Poznań, e-mail: ilnickip@up.poznan.pl, goral@up.poznan.pl, piotrlw@up.poznan.pl; dr inż. Mariusz Sojka, Katedra Melioracji, Kształtowania Środowiska i Geodezji, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Piątkowska 94E, 60-649 Poznań, e-mail: masojka@up.poznan.pl; dr Mirosław Grzybowski, Katedra Ekologii Stosowanej, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, ul. Oczapowskiego 5, 10-857 Olsztyn, e-mail: grzybomi@uwm.edu.pl; dr hab. Alicja Krzemińska, Instytut Geografii i Rozwoju Regionalnego, Uniwersytet Wrocławski, Pl. Uniwersytecki 1, 50-137 Wrocław, e-mail: alicja.krzemińska@uni.wroc.pl, krzemcia@tlen.pl.

WSTĘP

Sztuczne jednolite części wód powierzchniowych zostały stworzone przez człowieka w miejscu, gdzie wcześniej nie istniała żadna część wód; nie są one wynikiem bezpośredniego fizycznego przekształcenia, przesunięcia lub zmiany granic istniejącej części wód. Są to zatem kanały wykonane dla celów żeglugi śródlądowej, doprowadzalniki dla systemów nawadniających, odwodnienia terenów rolnych i stawów oraz cieki służące celom energetycznym (doprowadzanie i odprowadzanie wód chłodniczych), jak też odprowadzające wody z odwodnienia kopalń. Zgodnie z Ramową Dyrektywą Wodną (RDW) [Dyrektywa... 2000] przed 2015 rokiem należy dla nich określić potencjał ekologiczny i zaszerzować je do jednej z czterech klas jakości. Do oceny wykorzystuje się analizę elementów biologicznych, hydromorfologicznych i fizyczno-chemicznych. Wymaga to opracowania metodyki oceny elementów hydromorfologicznych dostosowanej do specyfiki cieków sztucznych. W pracy przedstawiono przygotowaną w 2009 roku nową metodę Monitoringu Hydromorfologicznego Rzek (MHR) w części obejmującej cieki sztuczne (Ilnicki i in. 2009).

MATERIAŁ I ZAŁOŻENIA METODY

Od 25 lat prowadzi się w Europie badania w zakresie hydromorfologii rzek, nie wyróżniając przy tym silnie zmienionych i sztucznych cieków wodnych, które traktuje się tak samo jak wszystkie inne cieki. W raporcie Ministerstwa Środowiska z 2005 roku na obszarze dorzecza Odry wyróżniono wstępnie 96, a w dorzeczu Wisły 88, czyli razem 184 sztuczne jednolite części wód. Krajowy Zarząd Gospodarki Wodnej w latach 2007–2008 ustalił, iż istnieje tylko 116 sztucznych części wód o łącznej długości 1815,74 km. W badaniach nad nową metodą MHR dla cieków sztucznych, przy uwzględnieniu istnienia około 2000 km tego typu cieków rozproszonych na terenie całego kraju, przyjęto, że ma ona spełniać następujące założenia [Ilnicki i in. 2009]:

- powinna stanowić uproszczenie metody dla cieków naturalnych i silnie zmienionych;
- powinna cechować się niską pracochłonnością;
- badania powinny obejmować całą jednolitą część wód (JCW), a nie tylko jej wybrany fragment;
- ocena nie może być różnicowana pod kątem wydzielonych typów abiotycznych, krajobrazów, wielkości zlewni i przeznaczenia kanału;
- ocena każdej JCW ma być prowadzona za pomocą protokołu kameralnego i terenowego;
- ocenę podstawową należy wykonywać kameralnie na podstawie map topograficznych (skala 1 : 10 000), ortofotomap (rozdzielczość 0,5 m) i bazy danych administratora cieków;
- ocena kameralna jest korygowana w wyniku badań terenowych obejmujących co najmniej 10% długości badanego cieków; lokalizacja badanych odcinków w terenie powinna umożliwić wyjaśnienie wątpliwości i uzupełnienie brakujących danych;
- ocena potencjału ekologicznego uwzględnia cztery elementy hydromorfologiczne: reżim hydrologiczny, ciągłość kanału, morfologię koryta i dolinę; elementy hydromorfologiczne oceniane są na podstawie wskaźników, te z kolei opisywane są za pomocą atrybutów;

- stosowany jest system oceny punktowej pozwalający na obliczenie współczynnika potencjału ekologicznego (WPE);
- określa się wartości graniczne WPE dla czterech klas potencjału ekologicznego;
- metoda ma uwzględniać wymogi Dyrektywy Siedliskowej (92/43/EEC), Dyrektywy Ptasiej (790/409/EEC) i Dyrektywy Powodziowej (2007/60/WE) oraz normy opracowane przez CEN/ISO-230 w latach 2004–2010 [EN 14614, 2004, EN 15843, 2010];
- dla cieków sztucznych konieczne jest stosowanie niższych wartości granicznych klas jakości w porównaniu z ciekami naturalnymi w związku z tym, że cieki sztuczne do 2015 roku powinny osiągnąć „dobry potencjał ekologiczny” cechujący się wymaganiami mniejszymi niż w wypadku dobrego stanu ekologicznego.

Dla cieków sztucznych dobry potencjał ekologiczny można uzyskać jedynie przez działania niewywierające istotnego ujemnego wpływu na obecny sposób użytkowania wód.

WYNIKI

Przedstawienie metody

Ocena stanu hydromorfologicznego jest wykonywana dla każdej jednolitej części wód sztucznych. Wyniki tej oceny zawarte są w standaryzowanym protokole kameralnym, który zawiera opis wskaźników i atrybutów wraz z określeniem ich potencjału ekologicznego. Protokół terenowy, do którego dołączone są fotografie cieku, służy do korekty i uzupełnienia ocen zawartych we wcześniej wykonanym protokole kameralnym. Protokół kameralny podzielony jest na pięć części: Wiadomości podstawowe, Element I – Reżim hydrologiczny, Element II – Ciągłość cieku, Element III – Morfologia koryta, oraz Element IV – Dolina zalewowa. Termin „dolina zalewowa” określa dno doliny okresowo zalewane wielkimi wodami rzek i odpowiada terminowi „terasa zalewowa”. Zgodnie z wymogami gospodarki wodnej tylko dla tego obszaru dokonuje się oceny elementu IV.

Podstawowym problemem metodycznym było określenie dla każdego elementu zestawu wskaźników oraz charakteryzujących je szczegółowych atrybutów. Zgodnie z RDW powinno się poddawać badaniu następujące elementy: reżim hydrologiczny, ciągłość kanału i jego morfologię, a zgodnie z normą PN-EN 14614 [2008] również dolinę, w której kanał wykopano. Wybór wskaźników dostosowano nie tylko do powyższych aktów prawnych, lecz również do metod użytych w licznych badaniach hydromorfologii cieków stosowanych w krajach środkowej Europy [Ilnicki i in. 2008], natomiast sposób punktowej oceny atrybutów przyjęto za europejską normą EN 15843 [2010]. Wskaźniki i atrybuty uwzględniają więc z jednej strony cechy, które wynikają z wielkości, charakteru i sposobu zagospodarowania zlewni i nie podlegają ocenie punktowej, a z drugiej strony takie, które mogą być objęte oceną punktową. Wybór wskaźników i atrybutów wymaga uwzględnienia możliwości i kosztu uzyskania danych oraz dokonania ich oceny punktowej, a także konieczności maksymalnego ograniczenia zakresu i subiektywizmu oceny. Ocenę hydromorfologii kanałów wykonuje się na podstawie 19 wskaźników, przy czym dla każdego wskaźnika, opierając się na atrybutach, oblicza się współczynnik potencjału ekologicznego. W sumie charakteryzuje się 34 atrybuty, z których 20 podlega ocenie punktowej (zakres od 1 do 5), pozostałe zaś są prezentowane jedynie opisowo (tab. 1).

Tabela 1. Zestawienie liczby wskaźników i atrybutów wykorzystywanych do oceny hydromorfologii cieków sztucznych z uwzględnieniem sposobu ich oceny punktowej

Table 1. Features and attributes of artificial water bodies used in scoring and descriptive valuation

Element Element	Wskaźnik – Features			Atrybut – Attribute		
	Liczba Amount	Oceniane punktowo Scored	Oceniane opisowo Descriptive valuation	Liczba Amount	Oceniane punktowo Scored	Oceniane opisowo Descriptive valuation
I	5	–	5	5	–	5
II	2	1*	1	3	1*	2
III	8	5	3	18	13	5
IV	4	4	–	8	6	2
Razem – Total	19	10	9	34	20	14

* ocena łączna dla wszystkich atrybutów – total valuation of all attributes

Wiadomości podstawowe

Pierwszą stroną protokołu wypełnia się na podstawie map topograficznych w skali 1 : 50 000 oraz 1 : 10 000, aktualnej ortofotomapy o rozdzielczości 0,5 m oraz baz danych znajdujących się w posiadaniu administratorów cieków, Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Inspekcji Ochrony Środowiska oraz innych urzędów. Wykorzystuje się ponadto mapy tematyczne (glebowo-rolnicze, hydrograficzne), atlasy i rastrową mapę podziału hydrograficznego Polski, mapy obiektów objętych ochroną przyrody, mapę geomorfologiczną oraz wiedzę o ciekach, którą dysponują eksperci i autor oceny. Nazwa i kod jednolitej części wód, kategoria wód, budowa geologiczna i związany z nią typ cieków oraz jego długość winny odpowiadać treści „Raportu dla obszaru dorzecza Wisły i Odry” [Ministerstwo Środowiska 2005].

Element I – Reżim hydrologiczny

Pod pojęciem reżimu hydrologicznego rozumie się prawa zmienności wszelkich zjawisk zachodzących w rzekach: natężenie przepływu, stan wody, prędkość przepływu, temperaturę wody, jej skład chemiczny, transport rumowiska, zlodzenia i inne [Dynowska 1971]. Na ogół wyraża się je w formie rocznych lub miesięcznych stanów i przepływów, sekwencji wezbrań i niżówek, współczynnika nieregularności przepływu oraz stosunku wód niskich do średnich i wielkich. Stosuje się wyniki badań długookresowych (20-letnich) dostępne w IMGW. Dla przekrojów niekontrolowanych przez wodowskazy wykorzystuje się znajomość odpływu jednostkowego i wielkości zlewni.

Dla cieków sztucznych określa się następujące wskaźniki: W-1 Przepływ wody, W-2 Charakter przepływu, W-3 Wahania stanów wody, W-4 Połączenie z częściami wód podziemnych oraz W-5 Pobór, przerzut wody i przeznaczenie kanału (tab. 2). Przepływ wody w kanałach wynika z działań administratora cieków. Z tego powodu ocena liczbowa reżimu hydrologicznego cieków sztucznych nie jest wykonywana, natomiast atrybuty charakteryzujące wskaźniki mają formę opisową (tab. 1). W protokole zakreśla się właściwą dla atrybutu charakterystykę.

Tabela 2. Ocena kameralna elementów hydromorfologicznych cieków sztucznych Element I – Reżim hydrologiczny, i Element II – Ciągłość kanału [Ilnicki i in. 2009]

Table 2. The assessment of hydromorphological elements of artificial water bodies Element I – Hydrological regime, and Element II – Canal continuity [Ilnicki and al. 2009]

E-I, Element I – Reżim hydrologiczny E-I, Element I – Hydrological regime	
Wskaźnik Feature	Atrybut i sposób oceny Attribute and method of assessment
W-1 Przepływ wody Water flow	Niewielki na drogach wodnych, okresowo zmienny w kanałach od- i nawadniających Small in waterways, periodically varied in irrigation and drainage canals
W-2 Charakter przepływu Flow characteristic	Powolny, cofka między śluzami, w całości regulowany budowlami wodnymi (jazy, śluzy, pompownie). Slow, backwater between sluices, wholly regulated by weirs
W-3 Wahania stanów wody Water table variantions	Duże / średnie / małe* High / medium / low*
W-4 Połączenie z częściami wód podziemnych Connection to groundwater bodies	Zwykle istnieje, poziom wód gruntowych w pobliżu kanału zazwyczaj wysoki, zmieniający się między kolejnymi budowlami piętrzącymi Usually it exists, ground water table near the canal usually high, changing between successive weirs
W-5 Pobór, przerzut wody i przeznaczenie kanału Water withdrawal and transfer, canal use	Droga wodna ze śluzami / kanał od- i nawadniający, przerzut wody, kanał przeciwpowodziowy, doprowadzalnik do stawów* Waterway with sluicess / irrigation and drainage canal, surface and underground water uptake, water transfers, feeding and emergency canal*
Element E-I – Reżim hydrologiczny, <i>nie jest oceniany w skali punktowej</i> Element E-I – Hydrological regime, <i>cannot be scored</i>	
E-II, Element II – Ciągłość kanału E-II, Element II – Canal continuity	
Wskaźnik Feature	Atrybut i sposób oceny Attribute and method of assessment
W-6 Budowle piętrzące Damming structures	Śluza + jaz na drodze wodnej (również gdy istnieje tylko śluza) Jaz regulujący poziom wody w kanale: liczba Piętrzenie okresowe / stałe* Przeplawka jest / nie ma* Wysokość piętrzenia: od do m Sluice and weir on the waterway, Weir regulating water level in the canal: number..... Periodic / permanent damming* Fish pass present / absent* High of damming: from to m

Tabela 2 cd. – Table 2 cont.

W-7 Możliwość migracji ryb Migration possibility for fish	Nie istnieje, gdy wysokość piętrzenia przekracza 0,4 m i brak sprawnej przepławki None if the height of damming is above 0.4 m and no fish pass is present
Łączna ocena punktowa Total score	5 punktów – >50% długości z możliwością migracji ryb, 3 punkty – ograniczona możliwość migracji ryb, 1 punkt – brak możliwości migracji ryb 5 points – >50% of the length with fish migration enabled, 3 points – limited fish migration possibility, 1 point – fish migration impossible
Współczynnik potencjału ekologicznego (WPE) Elementu II – Ciągłość kanału: Maks. ocena (M): 5 punktów; uzyskana ocena (O): punktów Ecological potential coefficient (EPC) of Element II – Canal continuity: Max. value (M): 5 points; score (O): points WPE E-II (O : M) = 0,...	

* niewłaściwe skreślić – wrong to delete

Element II – Ciągłość cieków

Podstawą oceny ciągłości cieków jest występowanie i wysokość piętrzenia budowli wodnych, a dokonuje się jej za pomocą wskaźników W-6 Budowle piętrzące oraz W-7 Możliwość migracji organizmów. Ocena opiera się na analizie wszystkich atrybutów, pozwalającej na ustalenie udziału procentowego długości cieków z możliwością migracji ryb. Uwzględnia się przy tym również budowle występujące w niższej położonej części wód. W zależności od wysokości piętrzenia oraz głębokości wody przepływającej przez próg, budowle poprzeczne (progi, jazy, śluzy, elektrownie wodne, zapory zbiorników) mogą stanowić przegrodę dla ryb wędrowniczych. Migrację głównych gatunków ryb w krajobrazie nizinnym umożliwia wysokość piętrzenia <0,4 m, a w krajobrazie wyżynnym i górskim <0,7 m [Błachuta i in. 2006]. Powyższe wartości liczbowe zostały ustalone przez ichtiologów. Z uwagi na rozmieszczenie cieków sztucznych (kanałów) w Polsce dotyczą one nizin. Tam zazwyczaj wysokości piętrzenia jazów przekraczają 0,4 m, co wymaga budowy sprawnych przepławek. Lokalizację budowli piętrzących i ich wysokość piętrzenia należy ustalać na podstawie danych dostępnych u administratora cieków, ewentualnie pomierzyć w terenie. Budowle piętrzące ograniczają bądź uniemożliwiają ruch rumowiska wlezonego, powodując wypływanie cieków lub zbiornika retencyjnego powyżej budowli oraz tworzenie niekiedy głębokich wyrw dna poniżej niej.

Element III – Morfologia koryta

Element ten w ciekach sztucznych charakteryzuje 8 wskaźników i 18 atrybutów (tab. 1). Wskaźniki W-8 Trasa kanału oraz W-9 Profil podłużny nie podlegają ocenie punktowej, gdyż nie wiążą się ze stopniem naturalności koryta (tab. 3). Wskaźnik W-10 Przekrój poprzeczny określa trzy atrybuty związane z szerokością lustra wody (średniej), średnią głębokością kanału oraz nachyleniem skarp. Wskaźnik W-11 Rodzaj podłoża koryta cieków jest określany na podstawie przeważającego w korycie składu

granulometrycznego ustalonego na podstawie normy PN-EN-ISO 14688-2 [2006]. Wskaźnik nie podlega ocenie punktowej. Określenie rodzaju gleb w dolinie przy użyciu map glebowo-rolniczych jest prostsze i dokładniejsze niż w pracach terenowych. Jest ono niezbędne, gdyż nie wystarczy podanie kodu typu abiotycznego cieku [Ilnicki i in. 2010].

Wskaźnik W-12 Biologiczna ochrona brzegów oceniany jest na podstawie procentowego udziału brzegów porośniętych drzewami i krzewami w całkowitej długości obu brzegów oraz występowania zadarnienia skarp. Wskaźnik W-13 Umocnienia techniczne koryta oparto na rodzaju technicznych umocnień koryta i ocenie ich udziału w długości obu brzegów kanału. Nie różnicuje się rodzaju umocnień, gdyż zwiększałyby to potrzebny nakład pracy nieproporcjonalnie do efektów. Wskaźnik W-14 Roślinność w korycie kanału jest oceniany na podstawie sześciu atrybutów. Uznano, że badania roślinności jako cechy hydromorfologicznej powinny mieć zakres znacznie uproszczony w porównaniu z metodami badania elementów biologicznych. Dwa atrybuty opisują kwestie istotne dla trwałości koryta: występowanie w nim obalonych drzew oraz obecność zanurzonych w wodzie korzeni drzew na skarpach, ważnych dla organizmów wodnych. Cztery atrybuty umożliwiają dokonanie oceny punktowej. Dotyczą one zanurzonej i pływającej roślinności wodnej, szuwarów, wykaszania skarp oraz zacienienia koryta przez drzewa

Tabela 3. Ocena kameralna elementów hydromorfologicznych cieków sztucznych Element III – Morfologia koryta [Ilnicki i in. 2009]

Table 3. The assessment of hydromorphological elements of artificial water bodies Element III – Channel morphology [Ilnicki and al. 2009]

E-III, Element III – Morfologia koryta E-III, Element III – Channel Morphology	
Wskaźnik Feature	Atrybut i sposób oceny Attribute and method of assessment
W-8 Trasa kanału Planform	Prostoliniowa / trasa łamana o długich odcinkach prostych* Straight line / broken line with long stretches* Wskaźnik nieoceniany – Can not be scored
W-9 Profil podłużny Long section	Regularny, jednolity między budowlami piętrzącymi* Regular, uniform between weirs* Wskaźnik nieoceniany – Can not be scored
W-10 Przekrój poprzeczny Cross-section	Szerokość lustra wody 5 punktów – >10 m, 3 punkty – 5–10 m, 1 punkt – <5 m Water table width 5 points – >10 m, 3 points – 5–10 m, 1 point – <5 m,
	Średnia głębokość koryta 5 punktów – > 3,0 m, 3 punkty – 1,5–3,0 m, 1 punkt – <1,5 m Average channel depth 5 points – > 3,0 m, 3 points – 1,5–3,0 m, 1 point – <1,5 m
	Nachylenie skarp 5 punktów – >1 : 2,5, 3 punkty – 1 : 1,5–2,5, 1 punkt – <1 : 1,5 Bank slope 5 points – >1 : 2.5, 3 points – 1 : 1.5–2.5, 1 point – <1 : 1.5

Maks. ocena (M): 15 punktów; uzyskana ocena (O): punktów,

WPE (O : M) W-10 = 0,...

Max. value (M): 15 points; score (O): points

Tabela 3 cd. – Table 3 cont.

W-11 Rodzaj podłoża koryta ciek (przeważający) River bed substrate (main)	Skała, głazy ($\varnothing > 200$ mm), kamienie lub naturalny bruk z otoczków w górach ($\varnothing 63\text{--}200$ mm), żwir ($\varnothing 2\text{--}63$ mm), piasek ($\varnothing 0,063\text{--}2,0$ mm), pył ($\varnothing 0,002\text{--}0,063$ mm), glina, il ($\varnothing < 0,002$ mm), torf, gytia i inne utwory organiczne* Rock, boulders ($\varnothing > 200$ mm), cobbles or bed armour in mountain watercourses ($\varnothing 63\text{--}200$ mm), gravel ($\varnothing 2\text{--}63$ mm), sand ($\varnothing 0,063\text{--}2,0$ mm), silt ($\varnothing 0,002\text{--}0,063$ mm), clay ($\varnothing < 0,002$ mm), peat, gyttia and other organic soils* Wskaźnik nieoceniany – Can not be scored
W-12 Biologiczna ochrona brzegów Biological bank protection	Drzewa i krzewy zajmują% długości obu brzegów, 5 punktów – $> 50\%$, 4 punkty – $30\text{--}50\%$, dominuje zadarnienie skarp – 3 punkty Trees and shrubs occupy% of the length of both banks, 5 points – $> 50\%$, 4 points – $30\text{--}50\%$, banks mostly covered with grass – 3 points
Maks. ocena (M): 5 punktów; uzyskana ocena (O): punktów, WPE (O : M) W-12 = 0,... Max. value (M): 5 points; score (O): points	
W-13 Umocnienia techniczne koryta Revetment of the channel	Sztuczne koryto o pionowych skarpach zbudowane z kamienia, betonu lub stalowej ścianki szczelnej, rampy (bystrza), skarpy umocnione narzutem kamiennym, gabionami lub okładziną betonową, przystanie dla łodzi i promów, inne*; udział w % długości obu brzegów 5 punktów – brak, 4 punkty – $< 5\%$, 3 punkty – $5\text{--}30\%$, 2 punkty – $31\text{--}50\%$, 1 punkt – $> 50\%$ Artificial channel with vertical banks built from stone, concrete or sheet piling, ramp, bank revetment with stones, gabions or concrete lining, inland harbour for boats, ferries, other*; share in the % of the length of both banks 5 points – none, 4 points – $< 5\%$, 3 points – $5\text{--}30\%$, 2 points – $31\text{--}50\%$, 1 point – $> 50\%$
Maks. ocena (M): 5 punktów; uzyskana ocena (O): punktów, WPE (O : M) W-13 = 0,... Max. value (M): 5 points; score (O): points	
W-14 Roślinność w korycie kanału Channel vegetation	Leżące w korycie drzewa (powalone lub ścięte przez bobry) – tak/nie* Presence of woody debris (fallen or cut by beavers) – yes/no* Występowanie licznych zanurzonych i odkrytych korzeni drzew na skarpie – tak/nie* Numerous submerged and uncovered roots on the banks – yes/no* Roślinność wodna (zanurzona, o liściach swobodnie pływających po powierzchni i zanurzonych) zajmuje% lustra wody średniej 5 punktów – $51\text{--}70\%$, 3 punkty – $20\text{--}50\%$, 1 punkt – $< 20\%$ i $> 70\%$ Aquatic vegetation (submerged, with leaves floating on the surface and submerged) occupies% of the average water surface 5 points – $51\text{--}70\%$, 3 points – $20\text{--}50\%$, 1 point – $< 20\%$ i $> 70\%$

Tabela 3 cd. – Table 3 cont.

	Szuwary (trzcina, pałka, mozga, manna, turzycy wysokie) zajmują% obu skarp i koryta cieków*
	5 punktów – >50%, 3 punkty – 20–50%, 1 punkt – <20%
	Rushes (reed, reed mace, sedges) occupy% of both banks and the bed*
	5 points – >50%, 3 points – 20–50%, 1 point – <20%
W-14	Coroczne wykaszanie skarp (trawy, szuwary) i usuwanie roślinności wodnej w% długości obu skarp
Roślinność	5 punktów – <20%, 3 punkty – 20–50%, 1 punkt – >50%
w korycie kanału	Annual bank mowing (grass, rushes) and removal of aquatic vegetation
Channel vegetation	in% of the length of both banks
	5 points – <20%, 3 points – 20–50%, 1 point – >50%
	Zacienienie koryta w% długości obu skarp
	5 punktów – >50%, 3 punkty – 20–50 %, 1 punkt – <20%
	Bed shade in% of the length of both banks
	5 points – >50%, 3 points – 20–50 %, 1 point – <20%
Maks. ocena (M): 20 punktów; uzyskana ocena (O): punktów,	
WPE (O : M) W-14 = 0,...	
Max. value (M): 20 points; score (O): points	
	Udział rolniczo nieużytkowanej strefy (% powierzchni) porośniętej głównie przez drzewa, krzewy, zioła, szuwary, niekoszone zbiorowiska trawiaste i otwarte lustro wody
	5 punktów – >75%, 4 punkty – 35–75%, 3 punkty – 15–35%,
	2 punkty – 5–15%,
	1 punkt – <5%
W-15	Share of the nonagricultural area (% of the area) mainly covered by trees,
Struktura strefy	shrubs, herbs, reeds, unmowed grass and open water table
przybrzeżnej	5 points – >75%, 4 points – 35–75%, 3 points – 15–35%, 2 points – 5–15%,
(obustronny pas	1 point – <5%
szerokości 10 m	
liczony od górnej	Udział powierzchni zajętej przez tereny zabudowane
krawędzi skarpy)	5 punktów – brak (points), 3 punkty – <5%, 1 punkt – >5%
Riparian zone	Share of the built-up area
structure	5 points – none, 3 points – <5%, 1 point – >5%
(10-m wide belts on	Ciągłość nieużytkowanej strefy przybrzeżnej
both channel sides)	5 punktów – >70% długości brzegów, 4 punkty – 51–70%,
	3 punkty – 21–50%,
	2 punkty – 5–20%, 1 punkt – <5%
	Continuity of the unused riparian zone
	5 points – >70% bank length, 4 points – 51–70%, 3 points – 21–50%,
	2 points – 5–20%, 1 point – <5%
Maks. ocena (M): 15 punktów; uzyskana ocena (O): punktów,	
WPE (O : M) W-15 = 0,...	
Max. value (M): 15 points; score (O): points	
Współczynnik potencjału ekologicznego Elementu III – Morfologia koryta (średnia arytmetyczna wskaźników W-8–W-15)	
Ecological potential coefficient of Element III – Channel morphology (average of features W-8–W-15) (0,... + 0,... + 0,... + 0,... + 0,...) : 5 =	
WPE Elementu III = 0,...	

* niewłaściwe skreślić – wrong to delete

i krzewy. Określa się tu udział procentowy roślinności wodnej w powierzchni lustra wody i szuwarów na powierzchni obu skarp, zakres corocznego wykaszania skarp oraz stopień zacienienia obu skarp przez drzewa i krzewy. Wskaźnik W-15 Struktura strefy przybrzeżnej informuje o sposobie użytkowania ziemi w pasach szerokości 10 m przylegających obustronnie do koryta kanału. Trzy atrybuty umożliwiają ocenę udziału rolniczo nieużytkowanej i zabudowanej powierzchni tej strefy oraz jej ciągłości. Najczęściej występują tu szuwały, zadrzewienia i ekstensywne użytki zielone.

Element IV – Dolina zalewowa

Wskaźnik W-16 Charakter doliny charakteryzują dwa atrybuty. Przekrój poprzeczny doliny określa się na podstawie geomorfologicznej klasyfikacji dolin rzecznych (tab. 4). Ocena ukształtowania dna doliny obejmowanego zalewami wielkich wód jest trudniejsza. Decydują o tym występujące w dolinie starorzecza, wydmy, garby, wykopy, nasypy. Większe zróżnicowanie wysokościowe (morfologiczne) powierzchni dna doliny znacznie zwiększa bioróżnorodność. Doliny pozbawione gęstej sieci rowów najczęściej mają większe zróżnicowanie dna. Wskaźnik W-17 Użytkowanie ziemi dna doliny może być określany jedynie w krajobrazie nizinnym i wyżynnym przy występowaniu widocznej doliny. Z założenia korzystniejszy jest większy udział w dnie doliny obszarów naturalnych i seminaturalnych (lasy łąkowe, olsy, łożowiska, szuwały, ekstensywne użytki zielone, mokradła, torfowiska, ziołorośla, szuwały, starorzecza, wydmy, jeziora), a w do-linach rolniczo użytkowanych większy udział użytków zielonych, mniejszy zaś obszarów zurbanizowanych.

Tabela 4. Ocena kameralna elementów hydromorfologicznych cieków sztucznych Element IV – Dolina zalewowa [Ilnicki i in. 2009]

Table 4. The assessment of hydromorphological elements of artificial water bodies Element IV – Floodplain [Ilnicki and al. 2009]

E-IV, Element IV – Dolina zalewowa E-IV, Element IV – Floodplain	
Wskaźnik Feature	Atrybut i sposób oceny Attribute and method of assessment
W-16 Charakter doliny Valley characteristic	Szeroka płaskodenna (średnia szerokość >500 m), wąska płaskodenna U-kształtna (200–500 m), rynnowa V-kształtna (<200 m), brak widocznej doliny*
	Wide-bottomed (average width >500 m), narrow flat-bottom U-shaped (200–500 m), incised V-shaped (<200 m), no valley visible* <i>Wskaźnik nieoceniany – Can not be scored.</i>
	Zróżnicowanie morfologii powierzchni dna doliny (rynny, starorzecza, wydmy itp.) 5 punktów – duże, 3 punkty – średnie, 1 punkt – małe Diversification of floodplain morphology (gully, old river channel, dunes, other) 5 points – large, 3 points – medial, 1 point – small

Maks. ocena (M): 5 punktów; uzyskana ocena (O): punktów,

WPE (O : M) W-16 = 0,...

Max. value (M): 5 points; score (O): points

Tabela 4 cd. – Table 4 cont.

	<p>Udział obszarów naturalnych i seminaturalnych (las łęgowy, olsy, łożowiska, ekstensywne użytki zielone, mokradła, torfowiska, ziołorośla, szuwały, starorzecza, wydmy, jezioro) w powierzchni dna doliny 5 punktów – >75%, 3 punkty – 25–75%, 1 punkt – 25%</p> <p>Share of natural and semi-natural areas (riparian forest, wet leafy forest, willow thicket, extensive grassland, wetlands, peatlands, herbs rushes, old river channels, dunes, lakes) in the valley 5 points – >75%, 3 points – 25–75%, 1 point – 25%</p>
W-17	Przeważający sposób użytkowania doliny: użytki zielone, las naturalny, las iglasty, grunty orne*
Użytkowanie ziemi dna doliny	Main valley use: grassland, natural forest, pine forest, plough land*
Land use on the floodplain	<p>Udział użytków zielonych w powierzchni doliny 5 punktów – >80%, 3 punkty – 50–80%, 1 punkt – <50%</p> <p>Share of grassland in the floodplain area 5 points – >80%, 3 points – 50–80%, 1 point – <50%</p>
	<p>Udział obszarów silnie zmienionych (zabudowania, drogi umocnione i linie kolejowe, wyrobiska kruszyw i torfu) 5 punktów – brak, 4 punkty – <5%, 3 punkty – 5–10%, 2 punkty – 10–50%, 1 punkt – >50%</p> <p>Share of highly modified areas (buildings, roads, railways, sand and peat excavation) 5 points – none, 4 points – <5%, 3 points – 5–10%, 2 points – 10–50%, 1 point – >50%</p>
<p>Maks. ocena (M): 15 punktów; uzyskana ocena (O):punktów, WPE (O : M) W-17 = 0, ...</p> <p>Max. value (M): 15 points; score (O): points</p>	
W-18	<p>Jednostronne obwałowanie zajmuje% długości kanału, dwustronne obwałowanie zajmuje% długości kanału. Występowanie nasypów drogowych i kolejowych – tak/nie*</p> <p>5 punktów – brak, 3 punkty – szerokość międzywała większa od dwukrotnej szerokości cieku, 1 punkt – szerokość międzywała mniejsza od dwukrotnej szerokości cieku</p>
Obwałowania Przeciwpowodziowe	<p>One-sided embankment occupies% of the length of the canal, two-sided embankment occupies% of the length of the canal. road and rail berms embankment – yes/no*</p> <p>5 points – none, 3 points – the width of the inter-embankment larger than the two-fold width of the canal, 1 punkt – the width of the inter-embankment smaller than the two-fold width of the canal</p>
Flood embankments	
<p>Maks. ocena (M): 5 punktów; uzyskana ocena (O): punktów, WPE (O : M) W-18 = 0,...</p> <p>Max. value (M): 5 points; score (O): points</p>	
W-19	Udział doliny objętej ochroną przyrody (Natura 2000, park narodowy i krajobrazowy, rezerwat przyrody)
Zakres ochrony przyrody	5 punktów – >50%, 3 punkty – 20–50%, 1 punkt – <20%
Nature conservation	Share of the protected valley areas (Nature 2000, national and landscape parks, nature reserve)
	5 punktów – >50%, 3 punkty – 20–50%, 1 punkt – <20%
<p>Maks. ocena (M): 5 punktów; uzyskana ocena (O): punktów, WPE (O : M) W-19 = 0,...</p> <p>Max. value (M): 5 points; score (O): points</p>	

Tabela 4 cd. – Table 4 cont.

Współczynnik potencjału ekologicznego Elementu IV – Dolina zalewowa (średnia arytmetyczna wskaźników W-16–W-19)
Ecological potential coefficient of Element IV – Floodplain (average of features W-16–W-19) $(0, \dots + 0, \dots + 0, \dots + 0, \dots) : 4 = \dots$ WPE E-IV = 0,...

Współczynnik potencjału ekologicznego (WPE) całej jednolitej części wód (średnia arytmetyczna WPE Elementów I–IV)
Ecological potential coefficient (WPE) of the water body (WPE average of Elements I–IV)
$(0,00 + 0, \dots + 0, \dots + 0, \dots) : 4 =$ WPE = 0,...

* niewłaściwe skreślić – wrong to delete

Wskaźnik W-18 Obwałowania przeciwpowodziowe obejmuje wszelkie rodzaje wałów i nasypów drogowych, których lokalizacja jest widoczna na mapach topograficznych. W praktyce istnieje sprzeczność pomiędzy dobrym stanem ekologicznym doliny, który wymaga częstych zalewów jej dna, a gospodarczą koniecznością ochrony przed powodzią terenów rolnych i obszarów zabudowanych. W związku z powyższym podlegające częstym zalewom szerokie międzywale uznano za rozwiązanie kompromisowe. Wskaźnik W-19 Zakres ochrony przyrody bierze pod uwagę procentowy udział wyznaczonych najcenniejszych przyrodniczo obszarów w powierzchni doliny. Informacje o nich zawierają aktualne mapy obszarów Natura 2000, obejmujących obecnie około 8 mln ha, mapy parków narodowych i krajobrazowych oraz rezerwatów przyrody. Przy rozpatrywaniu tego wskaźnika należy unikać podwójnego liczenia tej samej powierzchni objętej różnymi formami ochrony przyrody.

Sposób obliczania współczynnika potencjału ekologicznego (WPE)

W tworzących protokół oceny hydromorfologii cieków sztucznych tabelach 2, 3 i 4 podano sposób obliczania współczynnika potencjału ekologicznego każdego wskaźnika. Stanowi on stosunek O : M, tj. sumy punktów uzyskanych w ramach oceny atrybutów danego wskaźnika (O) do maksymalnej liczby punktów (M), jakie atrybuty te mogą dać. Średnia arytmetyczna wartość współczynników wszystkich wskaźników danego elementu tworzy współczynnik elementu, a średnia arytmetyczna współczynników trzech elementów współczynnik potencjału ekologicznego badanej jednolitej części wód powierzchniowych. Współczynnik ten waha się od zera do jedności i jest podawany z dokładnością 0,01. Współczynnik można obliczyć także dla wskaźnika – określa to przyczyny nieuzyskania dobrego potencjału ekologicznego. W tabeli 5 podano propozycję wartości granicznych wszystkich czterech klas potencjału ekologicznego, przy czym z założenia wymagane jest uzyskanie stanu dobrego.

DYSKUSJA

Przeprowadzenie obiektywnej oceny potencjału ekologicznego cieków sztucznych jest zadaniem trudnym, co wynika ze zróżnicowanej roli, jaką pełnią one w gospodarce narodowej. Celem ich budowy były głównie potrzeby żeglugi śródlądowej i rolniczego zagospodarowania dolin rzecznych (odwodnienie i nawodnienie), a w znacznie mniejszym

Tabela 5. Projekt tymczasowych wartości granicznych klas potencjału ekologicznego cieków sztucznych [Ilnicki i in. 2009]

Table 5. Proposed values of the ecological potential classes of artificial water bodies [Ilnicki and al. 2009]

Klasyfikacja potencjału ekologicznego wg RDW – załącznik V, punkt 1.2.5 Ecological potential class according to WFD – attachment V, 1.2.5	Wartości graniczne współczynnika potencjału ekologicznego (WPE) Boundary values of the classes of ecological potential coefficient	Sposób prezentacji wyników Kod barwny (pasy jednakowej szerokości) Presentation Colour code (strips of equal width)
Dobry i powyżej Good and above	>0,45	Zielony z jasnoszarymi pasami Equal green and light grey stripes
Umiarkowany Moderate	0,31–0,45	Żółty z jasnoszarymi pasami Equal yellow with light grey stripes
Słaby Poor	0,15–0,30	Pomarańczowy z jasnoszarymi pasami Equal orange with light grey stripes
Zły Bad	<0,15	Czerwony z jasnoszarymi pasami Equal red with light grey stripes

zakresie ochrona przeciwpowodziowa (kanały ulgi), odprowadzenie wód kopalnianych oraz zasilanie ujęć wody powierzchniowej. Zdecydowana większość tych cieków znajduje się na nizinach. Obecnie z powodów ekonomicznych znaczenie żeglugi śródlądowej gwałtownie spadło; rzadko dąży się też do odwodnienia, a szczególnie do nawodnienia użytków zielonych w dolinach. Nie oznacza to jednak, że należy zlikwidować drogi wodne i sieci melioracyjne. Może natomiast znacznie ułatwić dokonanie poprawy stanu ekologicznego kanału i doliny, w której się on znajduje. Metoda MHR umożliwia ocenę wskaźników charakteryzujących kanały, których poprawa pozwoliłaby na wyraźny wzrost potencjału ekologicznego i spełnienie wymogów RDW. Wymaga to wydzielenia czterech, a nie tylko jednej klasy (dobry i powyżej) potencjału ekologicznego cieków sztucznych.

Charakterystykę potencjału ekologicznego utrudnia też konieczność dokonywania oceny bardzo zróżnicowanych elementów i wskaźników oraz sporządzenie na tej podstawie oceny łącznej. Zastosowany system oceny punktowej atrybutów i dobór wskaźników należy traktować jako propozycję opartą na obowiązujących przepisach międzynarodowych i krajowych, stanie wiedzy w zakresie badań hydromorfologii cieków oraz doświadczeniu autorów pracy. Jest zrozumiałe, że zarówno dobór wskaźników, jak i sposób ich oceny punktowej będzie budził wątpliwości różnych specjalistów. Dobór oraz sposób oceny, które przedstawiono, prezentując metodę, jest wynikiem kompromisu pomiędzy poglądami różnych dyscyplin naukowych, możliwością zebrania potrzebnych informacji w krótkim czasie oraz wynikającą z RDW koniecznością łącznego przedstawienia oceny w formie liczbowej. Przyjęto, iż nie można uznać wybranych wskaźników czy atrybutów za najważniejsze, a innych za mało istotne tylko dlatego, że odpowiada to wymogom określonej dyscypliny naukowej. Nie można również dokonywać oceny jednolitej części wód, opierając się wyłącznie na wybranych wskaźnikach, gdyż potencjał ekologiczny jest rezultatem łącznego oddziaływania licznych czynników.

W ramach badań prowadzonych przez autorów dokonano oceny jednolitej części sztucznych wód – Kanału Ślesińskiego (PLRW6000018349), o długości 7,8 km. Łączy on rzekę Wartę z Jeziorem Pątnowskim. Współczynnik potencjału ekologicznego obliczony na podstawie wyżej opisanej metody wyniósł 0,40 (Element II – 0,20, Element III – 0,85, Element IV – 0,55). Klasyfikuje to kanał do stanu umiarkowanego.

Przy wyborze wartości granicznych poszczególnych klas kierowano się określonym dla cieków rozkładem wartości wyników oceny hydromorfologii polskich cieków. Analiza ocen sformułowanych przez różnych autorów dla 2200 km polskich rzek wykazała, że mają one charakter rozkładu normalnego [Ilnicki i in. 2009]. Z uwagi na treść RDW wartości progowe klas dla cieków sztucznych ustalono na poziomie niższym niż dla cieków naturalnych oraz silnie zmienionych. RDW wymaga uzyskania dobrego potencjału ekologicznego wszystkich sztucznych cieków w roku 2015. Przyjęcie progów granicznych powodujących uznanie, że ogół sztucznych kanałów w Polsce nie opowiada tym wymogom, nie jest rozwiązaniem rozsądnym i jaskrawo odbiega od ustaleń dokonanych u naszych zachodnich sąsiadów oraz założeń przyjętych w planie gospodarowania wodą w międzynarodowym dorzeczu Odry. Zdaniem autorów metodą podstawowym celem klasyfikacji hydromorfologicznej cieków jest zlokalizowanie odcinków rzek i kanałów o najgorszym potencjale ekologicznym. Stworzyłoby to podstawę do organizowania renaturyzacji tych cieków. Założenie, że takie prace będą podejmowane we wszystkich ciekach, jest nierealne.

W grudniu 2009 roku metoda MHR została zaakceptowana przez Główny Inspektorat Ochrony Środowiska.

PODSUMOWANIE

1. Metoda MHR (Monitoringu Hydromorfologicznego Rzek) dla cieków sztucznych ma charakter uproszczony – uwzględnia 4 elementy oraz 19 wskaźników charakteryzowanych przez 34 atrybuty. Jedynie dla 20 atrybutów możliwe było sporządzenie oceny punktowej, będącej podstawą określenia współczynnika potencjału ekologicznego kanału.
2. Metoda ta umożliwi ustalenie lokalizacji części wód o słabym i złym potencjale ekologicznym oraz określenie wskaźników i atrybutów, które są tego przyczyną. Pozwala to na przeprowadzenie efektywnych prac naturyzacyjnych.

PIŚMIENNICTWO

- Błachuta J., Jarząbek A., Kokoszka R., Sarna S., 2006. Weryfikacja wskaźników dla przeprowadzenia oceny stanu ilościowego i morfologicznego jednolitych części wód powierzchniowych wraz ze zmianą ich wartości progowych dla uściślenia wstępnego wyznaczenia silnie zmienionych części wód. KZGW Warszawa.
- Dynowska I., 1971. Typy reżimów rzecznych w Polsce. Zesz. Nauk. UJ Krak. 268, Pr. Geogr. 28.
- Dyrektywa 2000/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2000 roku ustanawiająca ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej [Ramowa Dyrektywa Wodna]. Dz.U. L 327/1, 2000.
- Dyrektywa Rady 92/43/EWG z dnia 21 maja 1992 roku w sprawie ochrony siedlisk naturalnych oraz dzikiej fauny i flory [Dyrektywa Siedliskowa]. Dz.U. L. 206/1.

- Dyrektywa Rady 79/409/WE z dnia 2 kwietnia 1979 roku w sprawie ochrony dzikich ptaków [Dyrektywa Ptasia]. Dz.U. L. 103.
- Dyrektywa 2007/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2007 roku w sprawie oceny ryzyka powodziowego i zarządzania nim [Dyrektywa Powodziowa]. Dz.U. L. 288/27.
- EN 14614, 2004. Water quality – Guidance standard for assessing the hydromorphological features of rivers. CEN Brussel. Pol. Kom. Norm Warszawa, PN-EN-14614, 2008.
- EN 15843, 2010 Water quality – Guidance standard on determining the degree of modification of river hydromorphology. Pol. Kom. Norm Warszawa, PN-EN 15 843, 2010.
- Ilnicki P., Lewandowski P., Olejnik M., 2008. Metody hydromorfologicznej oceny rzek stosowane w Europie przed i po ustanowieniu Ramowej Dyrektywy Wodnej. Gosp. Wodna 10, 393–397.
- Ilnicki P., Gołdyn R., Murat-Błażejewska S., Soszka H., Górecki K., Grzybowski M., Krzemińska A., Lewandowski P., Skocki K., Sojka M., 2009. Opracowanie metodyk monitoringu i klasyfikacji hydromorfologicznych elementów jakości jednolitych części wód rzecznych i jeziornych zgodnie z wymogami Ramowej Dyrektywy Wodnej. Etap II, zadania 2–3. GEPOL Poznań dla GIOŚ Warszawa. Wydruk komputerowy, ss. 338.
- Ilnicki P., Łoś J. M., Żelazo J., 2010. Typy abiotyczne polskich rzek. Gosp. Wodna 4, 137–144.
- Ministerstwo Środowiska, 2005. Raport dla obszaru dorzeczy Odry i Wisły z realizacji art. 5 i 6 oraz zał. II, III, IV Ramowej Dyrektywy Wodnej. Warszawa, www.kzgw.gov.pl/pl/Raporty-do-Komisji-Europejskiej.html.
- PN-EN-ISO 14688-2, 2006. Badania geotechniczne. Oznaczanie i klasyfikowanie gruntów. Cz. 2: Zasady klasyfikowania. Pol. Kom. Norm Warszawa.

HYDROMORPHOLOGICAL VALORIZATION OF ARTIFICIAL WATER BODIES WITH THE MHR METHOD

Abstract. A new method (MHR) of hydromorphological monitoring of artificial water bodies is presented. The total length of artificial water bodies in Poland is about 2000 km, which indicates the need to use a simplified method of assessment in relation to the natural or heavily modified water bodies. The assessment of the ecological potential of the water body has been based on four elements, 19 features and 34 attributes which form a hierarchical assessment system. Scoring of the features is based on the characteristic of attributes and involves only 10 features and 20 attributes. This is caused by their specificity. The method of the assessment is illustrated by the protocol. The ecological potential is assessed within four classes. The MHR method allows to identify the parts of the water body that do not score a good ecological potential and indicate the cause. It allows for the implementation of the Water Framework Directive.

Key words: hydromorphology, artificial water bodies, ecological potential coefficient

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 16.02.2011