

## OCENA WARUNKÓW HYDROMORFOLOGICZNYCH CIEKÓW MIEJSKICH METODĄ URBAN RIVER SURVEY

Adam Marek Hamerla<sup>1</sup>, Leszek Trząski<sup>1</sup>, Paweł Łabaj<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Główny Instytut Górnictwa, Plac Gwarków 1, 40-166 Katowice, e-mail: ahamerla@gig.eu; ltrzask@gig.eu; plabaj@gig.eu

### STRESZCZENIE

W artykule przedyskutowane zostały niektóre aspekty możliwego wykorzystania brytyjskiej metody oceny warunków hydromorfologicznych dla koryt i korytarzy cieków miejskich – Urban River Survey (URS) w warunkach polskich. Aspekty i kryteria URS uwzględniają specyfikę cieku miejskiego, pomijaną w bardziej rozpowszechnionej w Europie metodzie RHS (River Habitat Survey) oraz w przyjętej w Polsce metodzie MHR. Metoda URS może być wykorzystana w klasyfikowaniu cieków wg ich stanu ekologicznego, jak i w budowaniu scenariuszy możliwych działań rewitalizacyjnych. Monitorowanie cieku metodą URS może być ważnym elementem systemu zarządzania lokalną zlewnią miejską.

**Słowa kluczowe:** Urban River Survey, hydromorfologia, rzeki miejskie.

### ASSESSMENT OF HYDROMORPHOLOGICAL CONDITIONS OF URBAN STREAMS WITH URBAN RIVER SURVEY METHOD

#### ABSTRACT

In the paper some aspects of potential use of the Urban River Survey (URS) method for hydro-morphological assessment of urban river channels/corridors in Poland are discussed, including the URS aspects and criteria. The URS aspects/criteria take into account the specificity of urban watercourse omitted both in the RHS (River Habitat Survey) which is more prevalent in Europe, and in Polish MHR method. The URS can be used to classify urban watercourses according to their ecological status, as well as in building scenarios of possible reclamation/restoration activities. The watercourse monitoring with the use of URS can be an important element of the local urban catchment management.

**Keywords:** Urban River Survey, hydromorphology, urban streams.

#### WSTĘP

Ramowa Dyrektywa Wodna (RDW) 2000/60 wymaga od krajów członkowskich dokonania oceny stanu ekologicznego cieków naturalnych oraz potencjału ekologicznego cieków silnie zmienionych i sztucznych. Ocena obejmuje elementy biologiczne, właściwości fizykochemiczne wody oraz elementy hydromorfologiczne. Zgodnie z założeniami RDW ocena elementów hydromorfologicznych dotyczy jedynie części wód sklasyfikowanych na podstawie oceny elementów biologicznych i fizykochemicznych jako wody o bardzo dobrym stanie ekologicznym. Dla wód o stanie dobrym i umiarkowanym wartości wskaź-

ników hydromorfologicznych nie są definiowane. Ocena warunków hydromorfologicznych wraz z pozostałymi elementami oceny wód, ma na celu charakterystykę obszarów dorzeczy, jak i ocenę wpływu działalności człowieka, a w efekcie wyznaczenie wód zagrożonych ryzykiem nieosiągnięcia celów środowiskowych. Początkowy rozwój metod oceny warunków hydromorfologicznych nie był motywowany zapisami RDW, a pracami inżynierskimi, które związane były z działaniami rewitalizacyjnymi, bądź zrównoważonym wykorzystaniem zasobów wodnych na cele gospodarcze. Obecnie ocena hydromorfologiczna wykorzystywana jest przede wszystkim do wypełnienia zobowiązań wynikających z zapisów

RDW takich, jak określenie warunków referencyjnych, ocena stanu ekologicznego rzek jak również jako jedno z narzędzi zarządzania zlewniowego, w tym prowadzenie działań przeciwpowodziowych. Realizacja powyższych celów wymaga ocen hydromorfologicznych na różnych poziomach z użyciem różnych metod.

## CIEKI MIEJSKIE

Rozwój cywilizacyjny i związana z nim presja na środowisko przyrodnicze, prowadzi do znacznego zubożenia różnorodności biologicznej ekosystemów oraz negatywnego wpływu na walory krajobrazowe. Dotyczy to praktycznie wszystkich elementów środowiska przyrodniczego, w tym dolin rzecznych, na obszarze których zlokalizowane są miasta. Przekształcanie dolin, w tym profilowanie i umacnianie koryt, redukuje do minimum kontakt hydrologiczny rzeki z jej naturalną zlewnią. Osuszanie, zmiana struktury roślinności oraz jej składu gatunkowego powoduje szereg niepożądanych zmian, wpływając m.in. na reżim hydrologiczny i walory ekologiczne rzek [Żelazo, Popek, 2002]. Skrajne przypadki prowadziły do kanalizowania rzek, gdzie główną funkcją cieków miało stać się odprowadzanie nadmiaru wody i ścieków poza obszar miasta. Wszystkie te zabiegi polegające na wpasowaniu dolin rzecznych w krajobrazy rozwijających się miast powodowały ich degradację. Rzeki stały się osiami rozwojowymi – na terasach zalewowych lokalizowano zakłady przemysłowe oraz infrastrukturę techniczną. Efektem tak prowadzonej urbanizacji i industrializacji było znaczące zmniejszenie funkcji naturalnych, rekreacyjnych czy krajobrazowych dolin rzecznych [Lange, Nissen, 2012].

Obecnie uwidacznia się wzrost oczekiwań lokalnych społeczności względem jakości przestrzeni miejskiej, której elementem jest lokalny ciek, zarówno jako źródło problemów, jak i potencjalna lub rzeczywista wartość. Problematyka przywracania dobrego stanu ekologicznego rzek w obszarach zurbanizowanych, jako wód silnie zmienionych lub sztucznych, oraz odzyskiwania walorów użytkowych zasobów wodnych cieków i jego zlewni zyskuje na aktualności w kontekście Ramowej Dyrektywy Wodnej [Trząski i in., 2006].

W tradycyjnym podejściu do oceny stanu jakościowego rzek, tylko w niewielkim stopniu zwracano uwagę na cechy fizyczne ko-

ryt i dolin rzecznych. Wzrost świadomości w zakresie wpływu elementów morfologicznych na elementy biologiczne i fizykochemiczne, które składają się na ocenę stanu ekologicznego rzek podniosły ich rangę oraz znalazły odzwierciedlenie w odpowiednich zapisach prawnych. W Europie, najważniejszym dokumentem regulującym zarządzanie zasobami wodnymi jest Ramowa Dyrektywa Wodna, która dobre warunki hydromorfologiczne traktuje jako wsparcie dla osiągnięcia dobrego stanu ekologicznego. Skuteczna ocena warunków siedliskowych w przestrzeni doliny rzecznej pozwala na zrozumienie wpływu poszczególnych elementów na całość środowiska przyrodniczego w zasięgu doliny rzecznej, a ponadto umożliwia takie zarządzanie zasobami wodnymi oraz przestrzenią, które pozwoli na osiągnięcie jak największej poprawy stanu ekologicznego [Orr i in., 2008].

## METODY OCENY WARUNKÓW HYDROMORFOLOGICZNYCH

Pierwsze metody oceny hydromorfologicznej (dawniej – ekomorfologicznej) powstały w Austrii (ok. 1980 r.), Niemczech (metoda LÖFL-LWA, opracowana w Nadrenii-Westfalii w 1985 r.), Holandii (metoda Tolampa – 1980 r.). Kolejne pojawiły się w Szwajcarii (metoda Frutiger, 1992 r.), Francji (SEQ Physique, 1998 r.) i Wielkiej Brytanii (River Habitat Survey, 1998 r.). W Polsce pierwszą kompleksową metodę waloryzującą drogi wodne w ujęciu hydromorfologicznym (metoda Ilnickiego i Lewandowskiego) stworzono w 1995 roku w Katedrze Ochrony i Kształtowania Środowiska w Akademii Rolniczej w Poznaniu, a w 1999 r. w SGGW w Warszawie opracowano indeksową metodę Ogłęckiego i Pawłata [Ogłęcki, Pawłat, 2000]. Po 2000 roku powstały kolejne metody w takich krajach UE, jak: Dania (indeksowa DSHI2003), Słowacja (2004), Czechy (EcoRivHab 1998–2003). W 2007 r. w Katedrze Ekologii i Ochrony Środowiska Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu opracowano podręcznik, przystosowanej do polskich warunków, angielskiej metody River Habitat Survey – RHS [Frankowski, 2011]. W 2009 roku opracowana została polska metoda Monitoringu Hydromorfologicznego Rzek (MHR). Celem wprowadzenia integralności badań poprzez możliwość porównania ich wyników oraz odniesienia do warunków referencyjnych opracowana została

europajska norma określająca zasady, które należy traktować jako minimum przeprowadzania badania warunków hydromorfologicznych. Standard europejski oceny rozmiaru odstępstw od warunków referencyjnych w zakresie strukturalnych cech rzeki i jej ciągłości określono w normie PN-EN14614:2005(U).

W ostatnich latach powstało wiele publikacji przeglądowych, porównujących różne metody oceny warunków hydromorfologicznych [Ogłęcki P., 2006; Šípek V., Matoušková M., Dvořák M., 2010; Scheifhacken N. i in., 2012]. Kompleksowo do zagadnienia odnieśli się Fernández, Barquín i Raven [2011] zestawiając ponad pięćdziesiąt różnych metod oceny warunków hydromorfologicznych i odnosząc je do wymagań stawianych przez normę EN14614:2005. Autorzy podkreślają zasadność używania różnych metod, w zależności od celu jakiego mają posłużyć otrzymane wyniki, zaznaczając jednocześnie, że tylko zestandaryzowana metoda pozwoli na porównywanie wyników monitoringu w skali regionalnej czy kontynentalnej.

Jeszcze szerszego przeglądu metod oceny warunków hydromorfologicznych dokonano w ramach Projektu REFORM – REstoring rivers FOR effective catchment Management [Belletti B. i in., 2014]. Charakterystyka objęła łącznie sto dwadzieścia jeden metod, które sklasyfikowane zostały do czterech grup – metody oceny warunków fizycznych siedlisk, metody oceny siedlisk łęgowych, metody oceny morfologicznej oraz metody oceny zmian reżimu hydrologicznego.

Spośród wszystkich metod oceny warunków hydromorfologicznych niewiele zostało opracowanych specjalnie dla rzek miejskich lub silnie zmodyfikowanych gdzie działania inżynierskie mogły całkowicie zahamować lub zmienić naturalnie zachodzące procesy [Davenport i in. 2004]. Metody takie są potrzebne chociażby ze względu na konieczność oceny sytuacji przed przystąpieniem do działań naprawczych. Jednocześnie należy pamiętać, że istniejące metody badawcze ograniczają się do badania warunków fizycznych dolin rzecznych, a do prowadzenia efektywnych działań wyniki muszą zostać odniesione do sytuacji panującej w całej zlewni [Davenport i in. 2001]. Metodą oceny warunków hydromorfologicznych dla rzek miejskich opracowaną przez amerykańską organizację Center of Watershed Protection (CWP) jest Unified Stream Assessment (USA) [Urban Subwater-

shed Restoration... 2005]. Metoda opublikowana przez CWP w 2004 roku jest przeznaczona do szybkiej i systematycznej oceny warunków siedliskowych rzeki i doliny oraz identyfikacji możliwości odbudowy i rewitalizacji rzek miejskich [The United Stream Assessment... 2008]. Metoda ta jest efektem połączenia wcześniej opublikowanych metod oceny: Stream Corridor Assessment Survey [Yetman 2001], Rapid Bioassessment Protocol [Barbour i in. 1999], Outfall Reconnaissance Inventory [Brown and Araco 2004], Rapid Channel Assessment [Booth 1994], oraz Stream Keepers Field Guide [Murdoch and Cheo 1999]. Nieco odmienną metodą jest nowozelandzka Urban Stream Habitat Assessment method (USHA). Metoda podobnie jak poprzednie została opracowana dla cieków miejskich, natomiast pozwala nie tylko na ocenę warunków fizycznych, ale również na połączenie ich z oceną stanu biologicznego na podstawie badania bezkręgowców – metoda UCI. Z połączenia kilku metod oceny warunków hydromorfologicznych dolin rzecznych – Urban River Survey (URS), Geomorphic River Style (GRS) oraz Index of Fluvial Functioning (IFFP), powstała chińska metoda Urban Stream Morphology (USM), która na tle innych wyróżnia się przede wszystkim oceną walorów krajobrazowych doliny [Xia T. 2010].

## METODA URBAN RIVER SURVEY

Metoda Urban River Survey (URS) wywodzi się z najbardziej rozpowszechnionej w Europie, brytyjskiej metody oceny warunków hydromorfologicznych River Habitat Survey – RHS. Metoda RHS została opracowana przez Brytyjską Agencję Środowiska w 1997 roku jako prosta, a zarazem efektywna metoda zbierania danych. Bazowym odcinkiem badawczym dla metody RHS jest 500 m fragment quasi naturalnej doliny rzecznej. Metoda RHS nie daje jednak pełnego opisu rzek miejskich, które charakteryzują się wysokim poziomem przekształceń oraz problemami związanymi ze stanem jakościowym wody. Na potrzeby metody URS, badany fragment rzeki jest definiowany jako fragment o długości normalnie 500 m i minimalnie 300 m odnoszący się do jednego typu inżynierskiego. W klasyfikacji metod oceny warunków hydromorfologicznych zaproponowanej przez Belletiego i in. [2014].

URS bazuje na identyfikacji elementów struktury morfologicznej cieków, wykorzystując ją do oceny jego jakości oraz charakteru siedliska. Badania opierają się na opisie reprezentatywnego odcinka rzeki. Opis ten jest realizowany poprzez dwa etapy: charakterystykę podstawowych cech morfologicznych koryta i brzegów opisanych w dziesięciu profilach kontrolnych rozmieszczonych co pięćdziesiąt metrów – typ przepływu, substrat dna i brzegów, struktura roślinności wodnej i brzegowej, użytkowanie brzegów, wielkość erozji brzegów, typy przekształceń i umocnienia techniczne na brzegach i dnie cieków, oraz etapu drugiego, zawierającego opis syntetyczny dla całego odcinka uwzględniającego wszystkie cechy i przekształcenia nie zarejestrowane w etapie poprzednim, oraz dodatkowo, opis doliny, wymiary koryta, bystrza, sedymentujący materiał i inne [Szoszkievicz i in. 2009]. Elementami odróżniającymi URS od RHS jest m.in. ocena rozmiaru zanieczyszczeń, jednorodności odcinka czy funkcji cieków. Kodyfikacja i skróty używane do wypełnienia formularza oceny zostały dostosowane do warunków rzeki miejskiej [Urban River Survey Manual, 2011].

## FORMULARZ OCENY URS

Zgodnie z metodą URS, badany jest fragment doliny o zalecanej długości 500 m, nie mniejszej niż 300 m, obejmujący jeden typ inżynierski. Czterostronicowy formularz oceny podzielono na sekcje dotyczące typu zbieranych informacji. Piąta strona formularza jest kluczem definiującym kody pomiarowe.

- **I strona.** Obejmuje podstawowe informacje o osobie przeprowadzającej badania i czasie ich wykonania oraz o lokalizacji i parametrach geometrycznych odcinka badawczego.
- **II strona.** Odnotowywane są pomiary przeprowadzone w przekrojach badawczych wyznaczonych w równych odległościach, co 50 m na całej długości badanego odcinka. W przekrojach badawczych charakteryzowane jest koryto pod względem materiału, z którego jest zbudowane i jego umocnień, użytkowanie brzegów doliny wraz ze strukturą roślinności je porastającą oraz rodzaj roślinności w korycie.

- **III strona.** W tej części formularza przedstawione są: całościowa charakterystyka budowy i umocnień koryta, występowanie elementów inżynierskich typu mosty, przepusty, oraz skutki negatywnych oddziaływań działalności ludzkiej np. odory, śmieci.
- **IV strona,** Ostatnia wypełniana przez badacza strona formularza charakteryzuje występowanie naturalnych elementów morfologicznych doliny rzecznej wpływających na jakość siedlisk przyrodniczych badanych odcinków.

## WSKAŹNIKI I KLASYFIKACJE

Wyniki badań terenowych według metody Urban River Survey pozwalają na wyznaczenie wskaźników umożliwiających klasyfikację poszczególnych rzek i odcinków badawczych. W sumie w podręczniku do metody zestawiono czterdzieści siedem wskaźników oraz zaproponowano cztery rodzaje klasyfikacji badanych odcinków [Urban River Survey Manual, 2011].

Wyniki badań terenowych według metody Urban River Survey pozwalają na wyznaczenie różnego rodzaju wskaźników umożliwiających klasyfikację poszczególnych rzek i odcinków badawczych. Zakres wykorzystanych wskaźników zależy od celu dla którego ocena warunków morfologicznych jest przeprowadzana [Urban River Survey Manual, 2011].

Do listy wskaźników autorzy metody URS opracowali cztery rodzaje klasyfikacji opartej o zestaw wskaźników, realizowane metodą drzew decyzyjnych. Klasyfikacje obejmują następujące aspekty:

- materiał budulca,
- warunki fizyczne siedliska,
- wegetację,
- klasyfikację łączną (SHQI).

Klasyfikacja wg materiału charakteryzuje materiał budulca dna i brzegów rzeki oraz umocnień jakie zostały zastosowane w korycie. Klasyfikacja obejmuje następujące grupy odcinków badawczych:

- pół-naturalny (prosty) – SNC,
- pół-naturalny (złożony) – SNM,
- pół-naturalny (dobry) – SNF,
- lekko przekształcony – LE,
- przekształcony – EN,
- mocno przekształcony – HE,
- bardzo mocno przekształcony – VHE.

**Tabela 1.** Wskaźniki stosowane w metodzie URS [Opracowanie własne na podstawie Urban River Survey Manual, 2011]**Table 1.** Aggregate stretch indices derived from URS data

Nazwa	Wskaźnik	Opis
<b>Materiał</b>		
DomSub	Dominujący typ materiału koryta	Najczęściej notowany typ materiału koryta, indeksowane od 1 do 9 (1 = sztuczne, 2 = skały, 3 = głazy, 4 = kostka, 5 = żwir, 6 = piasek, 7 = muł, 8 = glina, 9 = torf). W przypadku, gdy dwie kategorie występują z jednakową częstotliwością, notuje się niższą wartość.
Sedcal	Indeks materiału dennego	Wskaźnik dot. materiału dna koryta wyliczany na podstawie wzoru $[(-8*BO) + (-7*CO) + (-3.5*GP) + (-1.5*SA) + (1.5*SI) + (9*CL)] / (BO+CO+GP+SA+SI+CL)$ , gdzie BO = ilość przekrojów z głazami, CO = ilość przekrojów z kamieniami, GP = ilość przekrojów ze żwirem, SA = ilość przekrojów z piaskiem, SI = ilość przekrojów z mułem, CL = ilość przekrojów z torfem; Jeżeli nie występuje żaden z tych substratów wskaźnika nie wylicza się.
DomBkMat	Dominujący typ materiału brzegu	Najczęściej odnotowany materiał brzegu, indeksowane od 1 do 7 (1 = sztuczne, 2 = skały, 3 = gładki, 4 = spójna glina, 5 = kostka, 6 = ziemia, 7 = żwir / piasek). W przypadku, gdy dwie kategorie występują z jednakową częstotliwością, notuje się niższą wartość.
Bankcal	Indeks materiału brzegowego	Wskaźnik dot. materiału brzegu wyliczany na podstawie wzoru $[(-8*BO)+(-7*CO)+(-1.5*GS)+ (1.5*EA)+(9*CL)] / (BO+CO+GS+ EA+CL)$ , gdzie BO = ilość przekrojów z głazami, CO = ilość przekrojów z kamieniami, GS = ilość przekrojów z żwirem/piaskiem, EA = ilość przekrojów z ziemią, CL = ilość przekrojów z gliną; Jeżeli nie występuje żaden z tych substratów wskaźnika nie wylicza się.
<b>Typ przepływu</b>		
DomFlow	Dominujący typ przepływu	Dominujący typ przepływu, indeksowane od 1 do 10 (1 = wodospad, 2 = przelewowy, 3 = chaotyczny, 4 = kipieli, 5 = rwący, 6 = wartki, 7 = wznoszący, 8 = gładki, 9 = niewidoczny, 10 = brak wody). W przypadku, gdy dwie kategorie występują z jednakową częstotliwością, notuje się niższą wartość.
NumFlow	Liczba typów przepływu	Liczba typów przepływu.
PropPools	Udział % plos	Udział % plos (w przybliżeniu do 5% całego odcinka badawczego).
PropMarginal Water	Udział % zastoisk (w przybliżeniu do 5%)	Udział % zastoisk (w przybliżeniu do 5% całego odcinka badawczego).
PropGlides	Udział % przepływu gładkiego	Udział % przepływu gładkiego (w przybliżeniu do 5% całego odcinka badawczego).
PropRiffles	Udział % przepływu rwącego	Udział % przepływu rwącego (w przybliżeniu do 5% całego odcinka badawczego).
PropRuns	Udział % przepływu wartkiego	Udział % przepływu wartkiego (w przybliżeniu do 5% całego odcinka badawczego).
PropPonded Reach	Udział % przepływu niedostrzegalnego	Udział % przepływu niedostrzegalnego (w przybliżeniu do 5% całego odcinka badawczego).
PropRapid	Udział % przepływu kipieli i kaskadowego	Udział % przepływu kipieli i kaskadowego (w przybliżeniu do 5% całego odcinka badawczego).
CountHab	Liczba elementów siedliskowych	Suma wszystkich elementów siedliskowych na całym odcinku badawczym.
<b>Typ koryta</b>		
CountVS	Liczba odsypisk bocznych z roślinnością	Suma odsypisk bocznych z roślinnością
CountUS	Liczba odsypisk bocznych bez roślinności	Suma odsypisk bocznych bez roślinności
CountSS	Liczba depozycji piasku / mułu	Suma depozycji piasku / mułu
CountMB	Liczba odsypów śródkorytowych	Suma odsypów śródkorytowych
CountPB	Liczba odsypów meandrowych	Suma odsypów meandrowych
NumBarTypes	Liczba typów depozycji	Liczba różnych typów depozycji w korycie
<b>Profile koryta</b>		
DomNatBk	Dominujący, naturalny typ profilu koryta	Dominujący typ profilu, indeksowane od 0 do 6 (0 = brak naturalnych profili brzegowych, 1 = naturalne wały, 2 = łagodny <45 stopni, 3 = mieszany, 4 = stromy > 45 stopni, 5 = pionowy z podstawą, 6 = pionowy / pionowy z podcięciem). W przypadku, gdy dwie kategorie występują z jednakową częstotliwością, notuje się wyższą wartość.
NumNatBk	Ilość typów naturalnych profili	Ilość różnych typów naturalnych profili na całym odcinku badawczym.

c.d. Tabela 1 / cont. Table 1

Nazwa	Wskaźnik	Opis
DomArtBk	Dominujący, sztuczny typ profilu koryta	Dominujący typ profilu, indeksowane od 0 do 5 (0 = brak, 1 = spiętrzony, 2 = wały za terasą, 3 = dwustopniowe, 4 = obwałowane, 5 = przeprofilowane. Jeśli dwa typy są równie powszechne zapis jednego z większej liczby. W przypadku, gdy dwie kategorie występują z jednakową częstotliwością, notuje się wyższą wartość.
NumArtBk	Ilość typów sztucznych profili	Ilość różnych typów sztucznych profili na całym odcinku badawczym.
PropNatBk	Procentowy udział naturalnego profilu	Procentowy udział naturalnego profilu na całym odcinku badawczym.
PropNoBk	Procentowy udział profilu bez umocnień	Procentowy udział profilu bez umocnień na całym odcinku badawczym.
PropArtBk	Procentowy udział sztucznego profilu	Procentowy udział sztucznego profilu na całym odcinku badawczym.
<b>Wegetacja</b>		
AveVeg	Udział pokrycia roślinnego w korycie	Udział pokrycia roślinnego w korycie na całym odcinku badawczym.
NumVeg	Liczba typów roślinności w korycie	Ilość różnych typów roślinności w korycie na całym odcinku badawczym.
DomVeg	Dominujący typ roślinności w korycie	Dominujący typ roślinności, indeksowane od 0 do 10, (0 = brak, 1 = wątrobowce / mchy / porosty, 2 = swobodnie pływające, 3 = glony nitkowate, 4 = zakorzenione w brzegu, 5 = wynurzone szerokolistne, 6 = zanurzone wąskolistne, 7 = zanurzone szerokolistne, 8 = zanurzone o liściach silnie podzielonych, 9 = o liściach pływających zakorzenionych w dnie, 10 = wynurzone (trzcina / turzyce / sitowie).
CountTree Features	Liczba cech związanych z drzewami	Zliczone zostają wszystkie cechy związane z zadrzewieniem (zacienienie koryta, korzenie itd.) a następnie wyliczany jest indeks równy sumie przyznanych punktów (0, 1 lub 2, w zależności od tego, czy cechy są nieobecne, obecne czy rozległe).
Complexity Face	Struktura roślinności brzegu	Iloraz sumy wartości indeksów dla każdego przekroju badawczego w zależności od stopnia złożoności struktury roślinnej na brzegu (od 0 do 3) oraz sumy przekrojów badawczych.
Complexity Top	Struktura roślinności szczytu brzegu	Iloraz sumy wartości indeksów dla każdego przekroju badawczego w zależności od stopnia złożoności struktury roślinnej na szczycie brzegu (od 0 do 3) oraz sumy przekrojów badawczych.
Complexity Tree	Rozmieszczenie drzew	Suma wartości indeksów rozmieszczenia drzew dla obu brzegów, gdzie (brak = 0, samodzielne / rozproszone = 1, regularnie rozmieszczone = 2, sporadyczne kępy = 3, półciągle = 4, ciągle = 5).
<b>Umocnienie koryta</b>		
DomBkMat Pro	Dominujący materiał umocnień brzegów	Dominujący materiał umocnień brzegowych (0 = brak, 1 = wymyte, 2 = maty trzciniowe, 3 = faszyna, 3 = włókna, 4 = pale drewniane, 5 = gruz, 6 = gabiony, 7 = narzut kamienny, 8 = ścianka szczelna, 9 = bruk / okładzina, 10 = cegły, 11 = beton. W przypadku, gdy dwie kategorie występują z jednakową częstotliwością, notuje się wyższą wartość.
DomBkPro	Dominujący typ umocnień brzegów	Dominujący typ umocnień brzegowych (0 = brak, wymyte, 1 = maty trzciniowe, faszyna, włókna, 2 = pale drewniane, gruz, gabiony, narzut kamienny, 3 = ścianka szczelna, bruk / okładzina, cegły, beton. W przypadku, gdy dwie kategorie występują z jednakową częstotliwością, notuje się wyższą wartość.
NumBkPro	Liczba typów umocnień brzegów	Liczba różnych typów umocnień brzegów.
PropBio	Procentowy udział umocnień bioinżynieryjnych	Udział % umocnień bioinżynieryjnych - maty trzciniowe, faszyna, włókna, pale drewniane (w przybliżeniu do 5% całego odcinka badawczego).
PropOpen Matrix	Procentowy udział umocnień nieszczelnych	Udział % umocnień nieszczelnych - gruz, gabiony, narzut kamienny (w przybliżeniu do 5% całego odcinka badawczego).
PropSolid	Procentowy udział umocnień szczelnych	Udział % umocnień szczelnych - ścianka szczelna, bruk, okładzina, cegły, beton (w przybliżeniu do 5% całego odcinka badawczego).
PropImmBk	Procentowy udział stałego materiału brzegowego	Na podstawie wzoru (liczba przekrojów ze stałym materiałem brzegowym x 100) / liczba przekrojów.
PropImmSub	Procentowy udział stałego materiału dna	Na podstawie wzoru (liczba przekrojów ze stałym materiałem dna x 100) / liczba przekrojów.
<b>Opady i gatunki inwazyjne</b>		
NumPollution	Liczba rodzajów zanieczyszczeń	Liczba różnych rodzajów zanieczyszczeń.
NumNuisance	Liczba gatunków inwazyjnych	Liczba różnych gatunków inwazyjnych.
Extent Nuisance	Zasięg gatunków inwazyjnych	Wyznaczyć zakres poszczególnych gatunków inwazyjnych wg punktowania (brak = 0, pojedyncze sztuki = 1, pojedyncze kępy = 2, częste = 3, rozległe = 4), po zsumowaniu podzielić przez liczbę gatunków inwazyjnych.
CountInput	Liczba wylotów	Wskaźnik wyliczany na podstawie ilości wylotów (0 = 0, 1 = 1, 2 = 2, 3 = 3, 4 = 4, 5 = 5, 6-9 = 6, 10-14 = 7, 15-20 = 8, 20-30 = 9, >30 = 10)
CountLeach	Liczba drenaży	Wskaźnik wyliczany na podstawie ilości drenaży (0 = 0, 1 = 1, 2 = 2, 3 = 3, 4 = 4, 5 = 5, 6-9 = 6, 10-14 = 7, 15-20 = 8, 20-30 = 9, >30 = 10)

Wyniki klasyfikacji warunków fizycznych są pochodną wskaźników opisujących liczbę i charakter przepływów, depozycję osadów oraz inne atrybuty fizyczne koryta. Klasyfikacja obejmuje sześć typów odcinków:

- pół-naturalny (aktywny) – SNA,
- pół-naturalny (stały) – SNS,
- przywrócony – RC,
- jednostajny aktywny – UA,
- jednostajny umiarkowanie aktywny – UM,
- jednostajny stały – US.

Klasyfikacja w obszarze „wegetacja”, poza wskaźnikami dotyczącymi roślinności uwzględnia także grupy wskaźników opisujących stopień i rodzaj zanieczyszczeń. Klasyfikacja wydziela następujące grupy:

- Koryto bez roślin, drzewostan na brzegu – UVHTconn,
- Niewielka wegetacja w korycie, drzewostan na brzegu – LVHTconn,
- Umiarkowana wegetacja w korycie, drzewostan fragmentarycznie na brzegu – MVMT,
- Duża wegetacja w korycie, sporadyczny drzewostan na brzegu – HVLTL,
- Duża wegetacja w korycie, umiarkowane zadrzewienie – HVMT,
- Niewielka wegetacja w korycie, małe zadrzewienie – LVLT,
- Niewielka wegetacja w korycie, duże zadrzewienie, ale niepołączone z korytem – LVHTdisconn,
- Koryto bez roślin, duże zadrzewienie, ale niepołączone z korytem – UVHTdisconn.

Klasyfikacja łączna (Stretch Habitat Quality Index – SHQI), której zadaniem jest odanie ogólnej jakości odcinka badawczego, wyznaczana jest poprzez sumowanie ocen z klasyfikacji cząstkowych. Klasyfikacja indeksem SHQI jest sześciostopniowa:

- 3-4: stan bardzo dobry,
- 5-6: stan dobry,
- 7-9: stan średni,
- 10-12: stan poniżej średniego,
- 13-15: stan zły
- 16-18: stan bardzo zły.

W podręczniku do metody URS, dla każdej z wymienionych powyżej klas przypisane są zalecenia jakie należy wykonać, by poprawić stan jakościowy odcinka lub w przypadku najwyższej klasy utrzymać dotychczasowy stan.

## PRZYKŁAD ZASTOSOWANIA METODY URS

Przeprowadzona metodą URS ocena warunków hydromorfologicznych dostarcza wyników w postaci wypełnionych formularzy z badań, obejmujących szczegółowy opis ocenianego odcinka. Na podstawie zebranych w terenie danych oraz zestawu wskaźników dokonuje się klasyfikacji umożliwiającej porównanie odcinków między sobą oraz kwalifikacje do ewentualnych działań naprawczych. W tabeli 2 przedstawione zostały wyniki badań, wartości poszczególnych wskaźników oraz wyniki klasyfikacji, dla trzech pięciusetmetrowych odcinków badawczych zlokalizowanych w dolinie Kłodnicy w Rudzie Śląskiej, Ślepiotki na o obszarze Katowic oraz Bytomki w granicach administracyjnych miasta Bytomia.

Jak wynika z przedstawionych powyżej wyników przeprowadzonego badania analizowane odcinki dolin rzecznych należą do znacząco przekształconych fragmentów, charakterystycznych dla miast konurbacji katowickiej, szczególnie w obszarach najsilniej zurbanizowanych. Zdecydowanie najgorszy wynik uzyskany został dla fragmentu doliny Bytomki zlokalizowany w Bytomiu przy granicy z Rudą Śląską. Znamionym jest fakt, że jest to zrewitalizowany odcinek doliny. Wartości sumaryczne wyliczone dla odcinków na Kłodnicy i Ślepiotce świadczą o niezadowalającym stanie dolin, natomiast ich potencjał do działań rewitalizacyjnych jest większy. Analizując wyniki dla poszczególnych grup wskaźników należy zwrócić uwagę, że na zły wynik Bytomki wpływ miały zarówno nisko ocenione warunki fizyczne koryta jak również brak roślinności w korycie. Znacząco lepszy wynik dla odcinków zlokalizowanych na rzece Kłodnicy i Ślepiotce wynika z obecności roślin w korycie – czego powodem w znacznej mierze jest mniejsze obciążenie ściekami komunalnymi i przemysłowymi.

Dla tych samych odcinków badawczych wykonana została ocena warunków hydromorfologicznych metodą RHS, której wyniki końcowe przedstawiono w poniższej tabeli w postaci wartości wskaźników HQA – stopnia naturalności koryta oraz HMS – stopnia przekształcenia koryta.

Na podstawie wartości otrzymanych metodą RHS można wnioskować, że bardziej przekształcony i o mniejszym stopniu naturalności jest odcinek zlokalizowany w dolinie Kłodnicy niż odcinek na rzece Bytomce, co wydaje się być wynikiem nieprawdzi-

**Tabela 2.** Wartości wskaźników URS dla odcinków badawczych**Table 2.** Value of URS index for research section

Nazwa wskaźnika	Kłodnica	Ślepiotka	Bytomka
<b>Materiał</b>			
DomSub	6	5	7
Sedcal	-1,5	-3,5	9
DomBkMat	6	6	6
Bankcal	1,5	1,5	1,5
<b>Typ przepływu</b>			
DomFlow	8	6	8
NumFlow	1	2	2
PropPools	0	0	0
PropMarginalWater	0	0	0
PropGlides	100	35	95
PropRiffles	0	0	0
PropRuns	0	65	5
PropPondedReach	0	0	0
PropRapid	0	0	0
CountHab	0	3	4
<b>Typ koryta</b>			
CountVS	0	0	0
CountUS	0	0	0
CountSS	0	0	0
CountMB	0	0	0
CountPB	0	0	0
NumBarTypes	0	0	0
<b>Profile koryta</b>			
DomNatBk	0	0	0
NumNatBk	0	0	0
DomArtBk	5	5	5
NumArtBk	1	1	1
PropNatBk	0	0	0
PropNoBk	100	10	100

Nazwa wskaźnika	Kłodnica	Ślepiotka	Bytomka
PropArtBk	100	100	100
<b>Wegetacja</b>			
AveVeg	40	65	0
NumVeg	2	4	1
DomVeg	3	3	1
CountTreeFeatures	0	4	6
ComplexityFace	1	1,4	1,85
ComplexityTop	0,75	1,15	2,35
ComplexityTree	2	8	8
<b>Umocnienie koryta</b>			
DomBkMatPro	0	10	0
DomBkPro	0	3	0
NumBkPro	0	2	0
PropBio	0	0	0
PropOpenMatrix	0	5	0
PropSolid	0	70	0
PropImmBk	0	70	0
PropImmSub	0	40	0
<b>Odpady i gatunki inwazyjne</b>			
NumPollution	0	2	0
NumNuisance	0	1	2
ExtentNuisance	0	2	2
CountInput	2	4	0
CountLeach	1	6	0
Material Class	LE	SNC	LE
Physical Habitat Class	UM	UM	US
Vegetation Class	HVLT	HVMT	UVHT disconn
SHQI	10	10	15
<b>Ocena</b>	<b>poniżej średniej</b>	<b>poniżej średniej</b>	<b>zła</b>

wym. Wskaźniki otrzymane dla Ślepiotki wskazują na znaczne przekształcenie doliny, a jednocześnie jak na rzekę miejską dużą ilość elementów ocenionych jako quasi-naturalne. Na podstawie tej niewielkiej próby można przyjąć, że w warunkach typowo miejskich niosącą większą i lepszą jakościowo informację jest metoda URS, która nie tylko lepiej klasyfikuje badane odcinki, ale również wskazuje obszary i elementy o największym potencjale dla działań rewitalizacyjnych.

## ZASTOSOWANIE METODY URS

Metoda URS opracowana została specjalnie dla dolin rzek przepływających przez obszary zurbanizowane. Doliny tego typu charakteryzują

się nie tylko silnie przekształconą morfologią, ale również zmianami reżimu hydrologicznego rzek przez nie płynących. Wpływ na to mają pobory wód, zrzuty ścieków, zabudowa hydrotechniczna, a nawet silne przesuszenia zlewni powodujących przekształcenie charakteru rzek z drenujących na infiltracyjny. Metoda URS podobnie jak jej pierwowzór – RHS zakwalifikowana została do metod oceny jakości oraz charakteru siedliska [Belletti i in. 2014] – a więc do metod oceniających warunki morfologiczne, pomijając uwarunkowania hydrologiczne.

Rozbudowany formularz oceny i badania prowadzone in-situ daje pełny obraz uwarunkowań w samej dolinie dotykając większości elementów biotycznych i abiotycznych, mających wpływ na morfologię doliny. Zakres gromadzonych danych

umożliwia szczegółową obserwację zmian zachodzących w dolinie na obszarze miejskim, związanych nie tylko z bezpośrednią ingerencją w dolinie ale również przekształceniami w obrębie zlewni. Różnice pomiędzy popularnie wykorzystywaną w Europie metodą RHS do URS dotyczą przede wszystkim zakresu identyfikowanych materiałów budulca koryta i doliny, zawierających materiały często wykorzystywane do umocnień brzegów i koryta na terenach miejskich. Większą uwagę zwrócono także na elementy antropogeniczne – budowle hydrotechniczne w obrębie doliny.

**Tabela 3.** Wartości wskaźników RHS dla odcinków badawczych

**Table 3.** Value of RHS index for research section

Nazwa wskaźnika	Kłodnica	Ślepiotka	Bytomka
HQA	23	35	28
HMS	13	45	12

Najbardziej znaczącą różnicą pomiędzy tymi metodami jest sposób wyliczania wskaźników summarycznych. Wskaźniki HQA (stopień naturalności siedliska) i HMS (stopień przekształcenia siedliska) stosowane w RHS słabo różnicują odcinki rzek na odcinkach miejskich. HQA szybko spada do wartości bardzo niskich natomiast na HMS wpływ ma zwłaszcza popularne w miastach umacnianie koryt. Na podstawie tych wskaźników trudno w sposób wiarygodny planować działania rewitalizacyjne na badanych odcinkach. Sposób wyznaczania wskaźników w metodzie URS nie tylko pozwala na lepsze zróżnicowanie i klasyfikacje poszczególnych odcinków i dolin, ale w sposób transparentny wskazuje, jak grupy poszczególnych elementów morfologicznych wpływają na końcową ocenę.

## PODSUMOWANIE

Metoda URS charakteryzuje i klasyfikuje odcinki rzek miejskich w sposób znacząco lepszy niż popularnie wykorzystywane metody, w tym RHS. Ilość i rodzaj ocenianych elementów pozwala na szerokie zastosowanie metody do celów planowania zarządzania zlewnią, czy planowania działań naprawczych w dolinach. Jest udowodnione, że w przypadku niewielkich cieków płynących przez tereny zurbanizowane morfologia koryta i zagospodarowanie przyległego terenu („korytarza potoku”) to czynniki w decydującym stopniu określające możliwość kształtowania się

złożonych ekosystemów wodnych, w tym obecność gatunków wrażliwych i kształtowanie wysokich wartości indeksów biotycznych [Violin i in. 2011]. Oznacza to, że istnieje poziom złożoności (a właściwie zubożenia) morfologicznych parametrów cieków, przy którym osiągnięcie dobrego stanu biologicznego w rozumieniu Ramowej Dyrektywy Wodnej nie jest możliwe. Jest też udowodnione, że zakres możliwych działań renaturyzacyjnych/rewitalizacyjnych, mających choć częściowo przywrócić morfologiczną różnorodności cieków jest limitowany przez uwarunkowania zlewniowe – im mniejszy ciek, tym większy ograniczający wpływ uszczelnienia zlewni na zakres możliwych prac [Xia i in. 2010]. Zastosowanie metody URS dla oceny morfologii cieków w połączeniu z analizą miejskiej zlewni może zatem być bardzo przydatne w odpowiedzi na pytanie o możliwy zakres renaturyzacji obejmującej ingerencję w koryto cieków.

Systematycznie prowadzone badania umożliwiają monitorowanie zmian zachodzących nie tylko w dolinie ale również w całej zlewni miejskiej. Zaletą metody jest możliwość oceny poszczególnych grup elementów morfologicznych – wskazując na przyczyny określonego stanu doliny.

Kolejnym ważnym krokiem przy pracy nad rozwijaniem metody powinna być delimitacja przestrzennego obszaru stosowania metody, określająca odcinki dla których zastosowanie metody URS daje lepsze efekty niż metody RHS. Dotychczas, w odróżnieniu od metody RHS, URS nie był szeroko wykorzystywany. Environment Agency publikuje wyniki tylko dla dolin rzek w rejonie Londynu i Berlina, w Polsce metodą URS przebadanych zostało dwadzieścia odcinków dolin w obszarze konurbacji katowickiej (wyniki dotychczas niepublikowane). Ze względu na obecne, a zwłaszcza historyczne różnice w podejściu do inżynierskiego przekształcania dolin rzecznych należy rozważyć dostosowanie metody do warunków polskich.

## LITERATURA

1. Barbour M.T., Gerritsen J., Snyder B.D. and Stribling J.B. 1999. Rapid Bioassessment Protocols for use in streams and wadeable rivers: periphyton, benthic macroinvertebrates, and fish. Second edition. EPA 841-B-99-002 U.S.
2. Belletti B., Rinaldi M., Buijse A.D., Gurnell A.M., Mosselman E. 2014. A review of assessment methods for river hydromorphology, Environmental Earth Sciences.

3. Davenport AJ, Gurnell AM, Armitage PD. 2001. Hydroecological classification of Urban Rivers. *Water, Science and Technology* 43, 147–155
4. Davenport A.J., Gurnell A.M., Armitage P.D. 2004. Habitat survey and classification of urban rivers. *River Research and Applications*, 20, 687–704
5. Dyrektywa 2000/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23.10.2000 r. ustanawiająca ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej.
6. Fernández D., Barquín J., Raven P.J. 2011. A review of river habitat characterisation methods: indices vs. characterisation protocols. *Limnetica*, 30 (2), 217–234.
7. Frankowski R., 2011. Przydatność Metody River Habitat Survey do waloryzacji hydromorfologicznej cieków na przykładzie rzeki Gowienica Miedwiańska i Kanału Młyńskiego. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie* 2011: t. 11 z. 2 (34), 53–63
8. Gurnell A., Shuker L., 2011. *Urban River Survey Manual 2011*, Queen Mary University of London
9. Lange K., Nissen S., 2012. *Urban Rivers – Vital Spaces; Guide for Urban River Revitalisation*
10. Oglęcki P., Pawłat H. 2000. The index method of small lowland river environmental evaluation. *Annals of Warsaw Agricultural University, Land Reclamation*, Warszawa 2000, 30, 37–43.
11. Oglęcki P., 2006. Ocena hydromorfologiczna rzek nizinnych na przykładzie rzeki Wkry. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*, Polska Akademia Nauk, Oddział w Krakowie Nr 4/1/2006, 175–184.
12. Orr H.G., Large A.R.G., Newson M.D., Walsh C.L. 2008. A predictive typology for characterising hydromorphology. *Geomorphology* 100, 32–40.
13. Scheifhacker N., Haase U., Gram-Radu L., Kozovy R., Berendonk T., 2012. How to assess hydromorphology? A comparison of Ukrainian and German approaches. *Environ Earth Sci.* 65, 1483–1499.
14. Šípek V., Matoušková M., Dvořák M. 2010. Comparative analysis of selected hydromorphological assessment methods. *Environ. Monit. Assess.*, 169 (1-4).
15. Szoszkiewicz K., Zgoła T., Gielczewski M., Stelmazczyk M. 2009. Zastosowanie Metody River Habitat Survey do waloryzacji hydromorfologicznej i oceny skutków planowanych działań renaturyzacyjnych. *Nauka Przyroda Technologie*, t.3, z.3.
16. *The United Stream Assessment 2008. Potential Uses for Stormwater Programs San Francisco Bay Area Examples.*
17. Trząski L., Korczak K., Bondaruk J., Łabaj P., 2006. Użytkowe funkcje zasobów wodnych oraz uszczelnienie zlewni – kryteria nowego podejścia do gospodarowania ciekami miejskimi. *Prace Naukowe GIG Górnictwo i Środowisko* nr 1.
18. *Urban Stream Habitat Assessment method (USHA)* Alastair Suren, Ton Snelder, Mike Scarsbrook; 1998.
19. *Urban Subwatershed Restoration Manual Series Unified Stream Assessment: A User's Manual.* 1 February 2005 Manual 10 Version 2.0.
20. Yetman K.T. 2001. Stream corridor assessment survey. Survey protocols. *Watershed Restoration Division Chesapeake & Coastal Watershed Services Maryland Maryland Dept. of Natural Resources.*
21. Violin C.R., Cada P, Sudduth E.B, Hassett B.A, Penrose D.L, Bernhardt ES. 2011. Effects of urbanization and urban stream restoration on the physical and biological structure of stream ecosystems. *Ecol. Appl.*, 21(6), 1932–1949.
22. Xia T., Zhu W., Xin P., Li L., 2010. Assessment of urban stream morphology: an integrated index and modelling system. *Environ. Monit. Assess.* 167, 447–460.
23. Żelazo J, Popek Z. 2002. *Podstawy renaturyzacji rzek.* Wyd. SGGW, Warszawa, ss. 320.