

*Krzysztof Kulesza, Tomasz Walczykiewicz*

## **PODSTAWY METODYCZNE I NARZĘDZIA DLA PROWADZENIA MONITORINGU HYDROMORFOLOGICZNEGO STANU RZEK I POTOKÓW**

### **Streszczenie**

Tematem artykułu jest prezentacja aktualnego stanu prac nad ustalaniem warunków referencyjnych dla wyznaczonych kategorii i typów wód powierzchniowych zgodnie z postanowieniami załącznika II do Ramowej Dyrektywy Wodnej 2000/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady Wspólnoty Europejskiej. Ramowa Dyrektywa Wodna [RDW, 2000] ustanawia ramy wspólnotowych działań w dziedzinie polityki wodnej oraz wprowadza w krajach członkowskich Unii Europejskiej obowiązek planowania i zarządzania gospodarką wodną w granicach obszarów dorzeczy.

Najważniejszym celem RDW jest osiągnięcie (do 2015 roku) dobrego stanu ekologicznego we wszystkich wyznaczonych kategoriach wód (rzeki, jeziora, wody przejściowe, przybrzeżne i podziemne). W następnych latach ma nastąpić osiągnięcie dobrego stanu wód, tam gdzie aktualne warunki naturalne, techniczne i ekonomiczne, czynią to niemożliwym w pierwszym etapie.

W planistycznej pracy nad zrównoważonym rozwojem dolin i zlewni rzecznych jednym z najważniejszych zadań jest ekologiczna waloryzacja. W realizacji tego zadania skutecznym i praktycznym narzędziem będą wyznaczone zgodnie z wymogami Ramowej Dyrektywy Wodnej – WARUNKI REFERENCYJNE, stanowią one **punkt odniesienia** wobec którego oceniane jest „zdrowie” ekosystemu danego typu wód.

W ramach tak określonego zadania RDW wprowadza obowiązek monitorowania i oceny stanu hydromorfologicznych elementów jakości wód powierzchniowych, przy jednoczesnym założeniu, że ww. elementy stanowią wsparcie dla oceny elementów biologicznych i fizykochemicznych

służących kwantyfikacji oceny ekologicznego stanu (lub potencjału) wód powierzchniowych. Dlatego też w artykule autorzy starali się przybliżyć ogólne założenia oraz zakres prac, jakie należy wykonać w celu opracowania metodyki przeprowadzania monitoringu hydromorfologicznych elementów jakości.

**Słowa kluczowe:** warunki referencyjne, stan ekologiczny cieków, hydromorfologiczne elementy jakości, biologiczne elementy jakości, typologia wód płynących, ocena stanu cieków

## WSTĘP

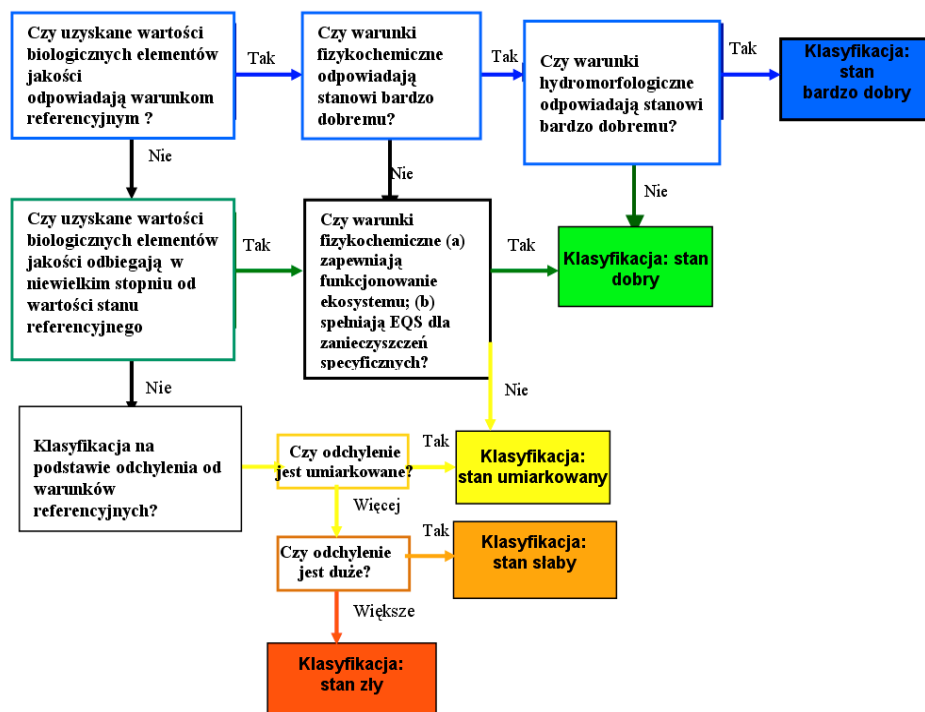
Ramowa Dyrektywa Wodna [RDW, 2000] ustanawia ramy wspólnotowych działań w dziedzinie polityki wodnej oraz wprowadza w krajach członkowskich Unii Europejskiej obowiązek planowania i zarządzania gospodarką wodną w granicach obszarów dorzeczy. Najważniejszym celem RDW jest osiągnięcie (do 2015 roku) dobrego stanu ekologicznego we wszystkich wyznaczonych **kategoriach wód** (rzeki, jeziora, wody przejściowe, przybrzeżne i podziemne). W następnych latach ma nastąpić osiągnięcie dobrego stanu wód, tam gdzie aktualne warunki naturalne, techniczne i ekonomiczne czynią to niemożliwym w pierwszym etapie. W ramach tak określonych celów RDW wprowadza obowiązek monitorowania i oceny stanu **hydromorfologicznych** elementów jakości wód powierzchniowych, przy jednoczesnym założeniu, że ww. elementy stanowią wsparcie dla oceny elementów biologicznych i fizykochemicznych służących kwantyfikacji oceny ekologicznego stanu (lub potencjału) wód powierzchniowych.

W artykule autorzy przedstawili ogólne założenia oraz zakres prac, jakie należy wykonać w celu opracowania wytycznych metodyki przeprowadzania monitoringu hydromorfologicznych elementów jakości.

## ZAŁOŻENIA

Prace nad monitoringiem hydromorfologicznych elementów jakości opierać się będą na następujących założeniach:

– Zgodnie z wytycznymi RDW ocena elementów hydromorfologicznych dotyczy jedynie części wód sklasyfikowanych na podstawie oceny elementów biologicznych i fizykochemicznych jako wody o bardzo dobrym stanie ekologicznym (rys. 1). Dla wód o stanie dobrym i umiarkowanym wartości wskaźników hydromorfologicznych nie są definiowane, ale ich ocena powinna być spójna z oceną pozostałych elementów,



**Rysunek 1.** Schemat postępowania przy przeprowadzaniu oceny ekologicznego stanu wód wg RDW

**Figure 1.** Schema of ecological assessment proceedings according to Water Framework Directive

– wyznaczone wskaźniki morfologiczne i hydrologiczne powinny stanowić komponent składowy służący zarówno określaniu charakterystyki obszarów dorzeczy, jak i ocenie wpływu działalności człowieka na środowisko, a w efekcie wyznaczeniu części wód zagrożonych ryzykiem nieosiągnięcia celów środowiskowych do 2015,

– ponadto opracowana metodyka powinna uwzględniać wymagania zawarte w Prawie Wodnym (art. 155a ust. 2 i 4) oraz wykorzystywać istniejące technologie GIS i NMT (numeryczny model rzeźby terenu).

## HYDROMORFOLOGICZNE ELEMENTY JAKOŚCI

Hydromorfologiczne elementy jakości stanowiące podstawę do wyznaczania abiotycznych warunków referencyjnych oraz służące przeprowadzaniu oceny ekologicznego stanu wód powierzchniowych

(a w konsekwencji niezbędne do monitorowania) określa Ramowa Dyrektywa Wodna, wyszczególniając następujące parametry:

#### **REŻIM HYDROLOGICZNY**

- Wielkość i dynamika przepływu,
- wahania stanów wód,
- powiązanie z wodami podziemnymi.

#### **CIĄGŁOŚĆ RZEKI (w funkcji przepływu i korytarza ekologicznego)**

- Identyfikacja występujących barier ograniczających ciągłość cieku.

#### **WARUNKI MORFOLOGICZNE**

- Zmienność głębokości i szerokości rzeki,
- Struktura i podłoże koryta rzeki,
- Struktura strefy nadbrzeżnej.

Jak widać, wyszczególnione przez RDW hydromorfologiczne elementy jakości mają charakter dość ogólny (ramowy), dlatego też planując prace monitoringowe należy dokonać bardziej szczegółowej specyfikacji obserwowanych elementów. Przykładowo (na podstawie dotychczasowych doświadczeń) dla rzek i potoków można wyróżnić następujące parametry:

1. Kształt (typ) doliny (np. skrzynkowa, wciosowa ...),
2. układ poziomy cieku – charakter naturalnych elementów trasy cieku: meandrów, zakoli, odnóg, zmienność linii brzegowej, formy biegu cieku (mocno meandrujący, kręty, rozciągnięty, wyprostowany...), charakter i struktura terenów zalewowych,
3. struktury brzegów (strome, płaskie, obrywy brzegowe, mieszane...)
4. zmienność spadków podłużnych dna cieku,
5. zmienność głębokości i szerokości cieku,
6. naturalne struktury geomorfologiczne koryta, jego kształt, typ (np. jednodelne, wielodelne, pojedyncze, rozgałęzione, głęboko wcięte, płytko wcięte, terasy w pełni lub częściowo wykształcone, brak teras...), stopień nieregularności i zmienności,
7. struktury dna koryta – (przełomy, bystrza, płosa, progi, rynny, kłody drewniane, wyboje denne i brzegowe, wyspy, odsypiska...)
8. nurt – położenie, charakter, stopień zmienności,
9. charakter prędkości przepływu (turbulentny, spokojny, zmienny, wolnozmienny...),
10. zmienność wielkości przepływów (wahania ekstremalne, umiarkowane, małe...),
11. rodzaj podłoża (krzemianowe, węglanowe, organiczne...),
12. substrat dna (skały, głazy, otoczaki, żwir, piasek, glina, ił, substrat organiczny...),

13. charakter rumowiska wlezonego i unoszonego,
14. charakter procesów erozyjnych,
15. sztuczne elementy struktury (obiekty hydrotechniczne, regulacje, obiekty rekreacyjne...).

### CEL I ZAKRES PRAC

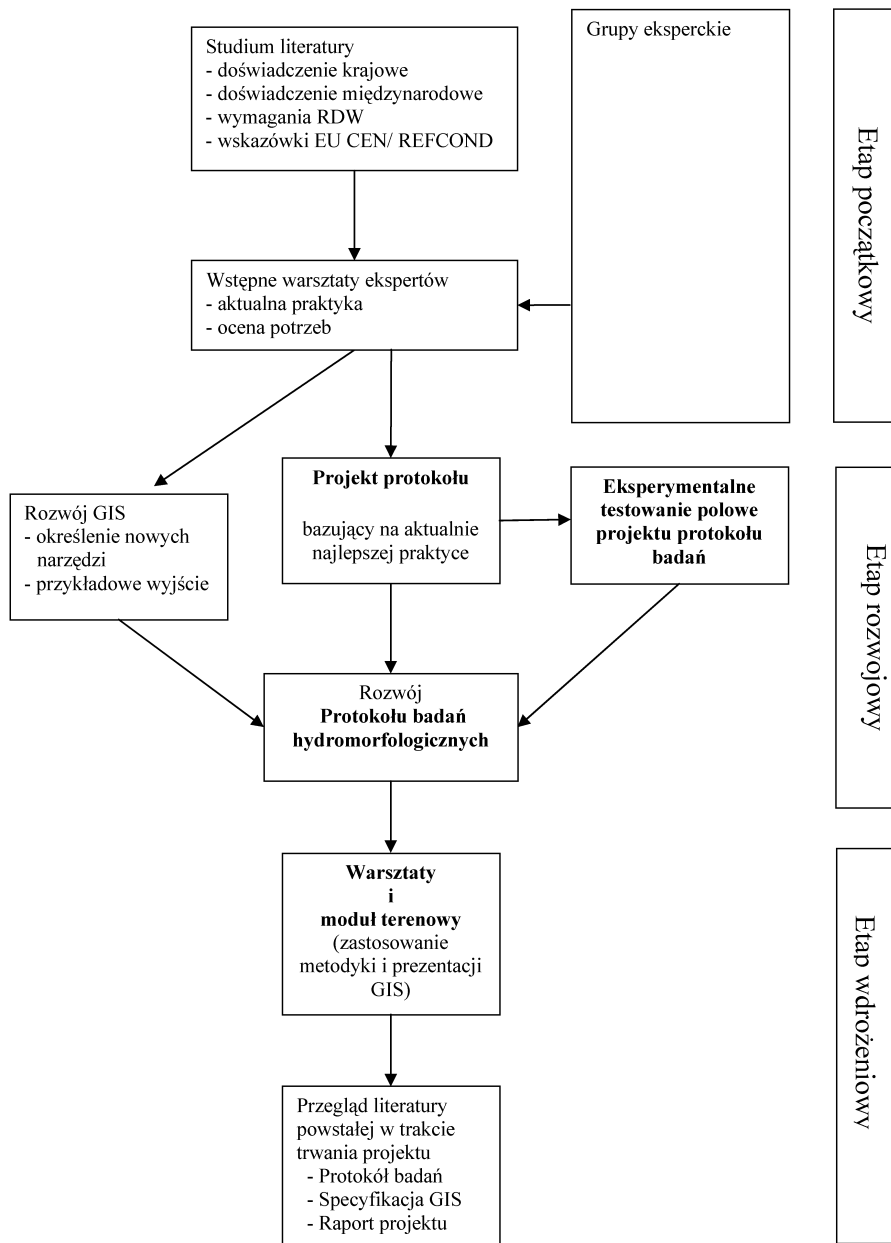
Podstawowym zadaniem planowanych prac jest opracowanie możliwie **praktycznej i użytkowej** metodyki przeprowadzania **monitoringu hydromorfologicznego** dla wszystkich kategorii wód powierzchniowych (rzek, jezior, wód przejściowych i przybrzeżnych).

W krajach Unii Europejskiej podejście do monitorowania hydromorfologicznych elementów jakości jest zróżnicowane i zależy od lokalnych warunków oraz doświadczenia w ramach dotychczasowych prac badawczych. Poniżej (rys. 2) przedstawiono przykład ramowego planu projektu przeprowadzania oceny hydromorfologicznej dla rzek w Irlandii.

Prowadzone od kilku lat (zgodnie z wymogami RDW) prace nad typologią oraz warunkami referencyjnymi wód powierzchniowych w Polsce pozwalają na określenie podstawowych zadań oraz zakresu prac, jakie należy wykonać w celu opracowania wytycznych do monitoringu oraz ocen i klasyfikacji hydromorfologicznych elementów jakości.

#### ZADANIA

1. Przegląd metod oceny hydromorfologicznych elementów jakości w krajach UE.
2. Rozpoznanie zakresu i charakteru presji wpływających na warunki morfologiczne i hydrologiczne.
3. Opracowanie metodyki (wstępnej) monitoringu oraz ocen hydromorfologicznych elementów jakości.
4. Przetestowanie opracowanej metodyki na wybranych pilotowych częściach wód.
5. Opracowanie wytycznych metodycznych dla przeprowadzania badań monitoringowych oraz ocen ekologicznego stanu dla hydromorfologicznych elementów jakości.
6. Określenie kryteriów wyboru oraz selekcja części wód i skalonych części wód podlegających przeprowadzaniu monitoringu hydromorfologicznego.
7. Ocena możliwości interpolacji wyników dla innych (niemonitrowanych) części wód, wykorzystanie zasady podobieństwa.
8. Opracowanie etapowego planu wdrożenia monitoringu.
9. Oszacowanie kosztów monitoringu.



**Rysunek 2.** Procedura postępowania dla hydromorfologicznej oceny rzek Irlandii

**Figure 2.** Procedure of hydromorphological assessment in Ireland

## ZAKRES PRAC

Ramowy zakres planowanych prac obejmować będzie następujące elementy:

1. Ocena dostępności i jakości istniejących numerycznych modeli rzeźby terenu (NMT) oraz zdjęć lotniczych i satelitarnych – dla podstawowych analiz hydromorfologicznych, w tym identyfikacji stanowisk wolnych od presji antropogenicznych.

2. Opracowanie koncepcji wykorzystania wyników pomiarów hydrologicznych prowadzonych przez służby IMGW dla potrzeb oceny stanu wód z propozycją ewentualnych uzupełnień.

3. Opracowanie zakresu pomiarów oraz obserwacji elementów hydrologicznych i morfologicznych rzek.

4. Specyfikacja hydromorfologicznych elementów cieków podlegających badaniom monitoringowym w zakresie strefy wodnej, wodno-łądowej i lądowej (zalewowej).

5. Określenie liczby i częstotliwości pomiarów.

6. Opracowanie harmonogramu prowadzenia badań wraz z oszacowaniem kosztów.

7. Określenie zakresu niezbędnych prac przygotowawczych przed rozpoczęciem pomiarów hydromorfologicznych:

– inwentaryzacja znaczących presji oddziałujących na elementy hydrologiczne i morfologiczne badanych wód,

– pozyskanie niezbędnych warstw informacyjnych GIS,

– opracowanie aplikacji wykorzystującej platformę GIS i technologię GPS umożliwiającą zarządzanie danymi przestrzennymi związanymi ze stanem hydromorfologicznym,

– pozyskanie niezbędnych programów komputerowych dla prowadzenia prac analitycznych,

– opracowanie zestawu kompleksowej i jednolitej dokumentacji badawczej (formularze, protokoły polowe.....).

8. Opracowanie wytycznych wspomagających analizę wyników badań monitoringowych w aspekcie przeprowadzenia oceny ekologicznego stanu wód (zgodnie z RDW):

– ustalanie kryteriów i wskaźników dla dokonywania ocen i klasyfikacji,

– ustalenie progów presji hydromorfologicznych służących klasyfikacji stanu wód, kwantyfikacja granic pomiędzy bardzo dobrym i dobrym stanem ekologicznym oraz granic wyznaczających, które z części wód są zagrożone ryzykiem niespełnienia celów środowiskowych do 2015 roku.

9. Przyjęcie sposobu i zakresu raportowania.

10. Opracowanie zasad współpracy z lokalnym samorządem.

**KARTOWANIE STRUKTUR WÓD – W NIEMCZECH – przykład procedury działań**

W dotychczas prowadzonych pracach nad typologią i warunkami referencyjnymi wód powierzchniowych w Polsce w znacznym stopniu korzystano z doświadczeń niemieckich. Dlatego też poniżej przedstawiono jeden z przykładów kartowania struktur wód powierzchniowych w Niemczech, który obejmował następujące procedury:

**Ocena Podsystemu – Dynamika Koryta** obejmująca następujące elementy:

1. Przebieg trasy cieku – odpowiadającej warunkom środowiska przyrodniczego, jako wzajemne oddziaływanie najważniejszych procesów dynamicznych tworzących naturalne struktury cieku – wyróżniono 3 klasy jakości.

2. Zdolność tworzenia struktury – niezakłócony reżim cieku, zdolność cieku do samoregulacji i rozwoju dynamiki własnej, wpływ i charakter presji – wyróżniono 4 klasy jakości.

3. Roślinność nadbrzeżna – zgodność z warunkami referencyjnymi – wyróżniono 3 klasy jakości.

4. Ocena sumaryczna (ważona) – całkowitej dynamiki koryta – wyróżniono 7 klas jakości.

**Ocena Podsystemu – Dynamika Terenów Zalewowych** obejmująca następujące elementy:

1. Retencja – w funkcji możliwości występowania wody z brzegów i kontaktu z terenami zalewowymi – wyróżniono 4 klasy jakości.

2. Potencjał rozwojowy – ocena tolerancji środowiska różnorodnych form użytkowania terenów zalewowych, możliwości „rozwojowe” cieku zgodnie z jego naturalną dynamiką, występowanie rodzimych biotopów – wyróżniono 7 klas jakości.

3. Ocena sumaryczna (ważona) – całkowitej dynamiki terenów zalewowych – wyróżniono 7 klas jakości.

**Sumaryczna ocena** dynamiki koryta i dynamiki terenów zalewowych daje **ocenę łączną cieku** kwantyfikowaną przez 7 klas jakości.

**Wybór Procedur Badawczych:**

**I. Procedura *in situ*** – bezpośrednio zbieranie danych w terenie



## **II. Procedura przeglądu wykorzystująca:**

- parametry o zasadniczym znaczeniu dla oceny struktur wód, które można uzyskać i zinterpretować ze zdjęć lotniczych i map,
- bazę już posiadanych danych,
- ankiety, informacje lokalnych, znających teren fachowców, wizje lokalne (jako element uzupełniający).

## **III. Wybór parametrów dla oceny dynamiki koryta ciek**

1. Przebieg trasy ciek – stopień rozgałęzienia i meandrowania ciek – 4 klasy,
2. obudowa brzegów – wszelkie budowle podłużne i zabudowa biologiczna – 4 klasy,
3. budowle poprzeczne – ocena ciągłości ciek,
4. regulacja odpływu,
5. roślinność nadbrzeżna,
6. erozja wgłębna.

## **IV. Wybór parametrów dla oceny dynamiki koryta ciek dla oceny dynamiki terenów zalewowych**

- Budowle przeciwpowodziowe – 3 klasy (w funkcji charakteru obwałowań i innych budowli ochronnych),
- zdolności do występowania z brzegów i kontaktu z terenami zalewowymi – 3 klasy, jako miarę stopnia naturalności ciek, występowanie naturalnych zalewisk, okresowy kontakt ciek z zalewowym obszarem lądowym,
- charakter stref nadbrzeżnych,
- użytkowanie terenów zalewowych – w funkcji retencji oraz jako przestrzeń dla rozwoju akwenu według własnej dynamiki ciek (konflikt z różnymi sposobami użytkowania) – 9 klas (typów) użytkowania,
- **charakter stref nadbrzeżnych** – w funkcji szerokości i ciągłości pasów nadbrzeżnych oraz stopnia rozwoju roślinności rodzimej dla danego ekosystemu.

## **Założenia Przyjętej Metodyki Kartowania:**

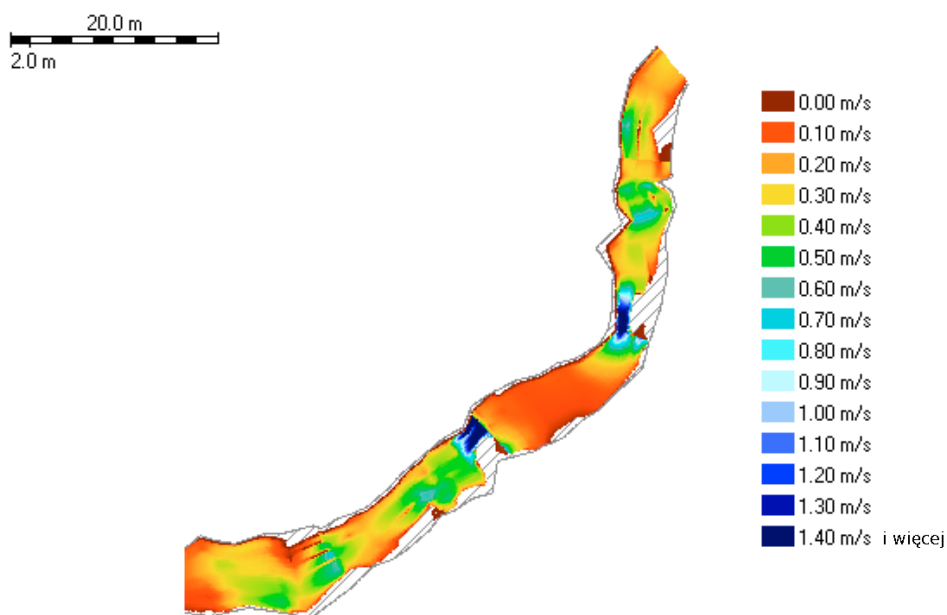
- Wysokie wymagania dla osób realizujących,
- praktyczne i jednoznaczne procedury,
- system szkoleń,
- szczegółowo sprecyzowane źródła i jakość informacji podlegających analizie,
- etapy (procedura) opracowania (analiz) map i zdjęć lotniczych,
- wyznaczanie odcinków badawczych o długości 1000 m,
- przyjęcie dominanty parametrów.

### Prezentacja wyników:

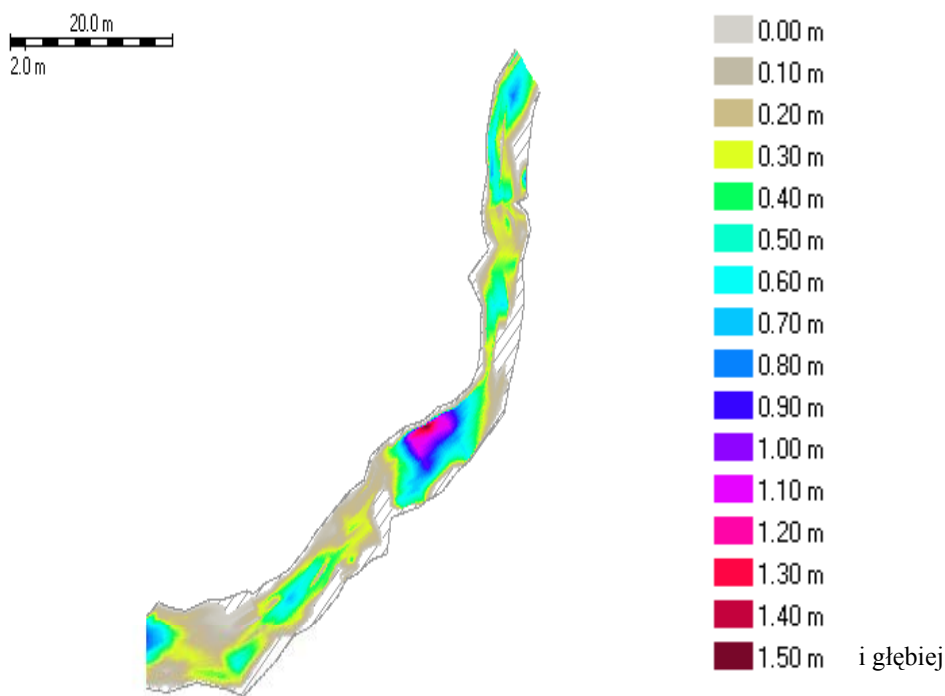
- mapy z nakreślonymi (przyjętą kolorystyką) klasą stanu cieku (sumaryczną),
- mapy tematyczne z prezentacją wartości cząstkowych,
- GIS – wykorzystanie istniejących programów, wizualizacja na podstawie modułu CASIMIR-SORAS bazującego na technice GIS jako model do wstępnej obróbki danych, zarządzania nimi, modelowania oraz przedstawiania wyników obliczeń symulacyjnych.

Poniżej jako przykład możliwości wizualizacji obrazu różnorodności hydromorfologicznej programu Casimir zaprezentowano zróżnicowanie rozkładu głębokości i prędkości wybranego cieku.

### ROZKŁAD PRĘDKOŚCI WODY W CIEKU przykład prezentacji wg programu *CASIMIR* Instytutu Budownictwa Wodnego – Stuttgart



ROZKŁAD GŁĘBOKOŚCI W CIEKU  
przykład prezentacji wg programu CASIMIR  
Instytutu Budownictwa Wodnego – Stuttgart



### BIBLIOGRAFIA

- Bovee Ken D. *Stream Habitat Analysis Using the IFIM*, 1998, internet.
- European Commission. *Directive of the European Parliament and of the Council 2000/60/EC establishing a framework for Community action in the field of water policy*. European Commission PE-CONS 3639/1/00 REV 1, Luxemburg 2000.
- Bayerisches Landesmat für Wasserwirtschaft *Gewässerstrukturkartierung in Deutschland Lawa-2002*.
- Grupa Robocza WSW 2.3 – REFCOND. *Wytyczne metodyczne do ustalania warunków referencyjnych i granic klas stanu ekologicznego dla śródlądowych wód powierzchniowych*, 2003.
- Maciejewski M. i in. *Typologia wód powierzchniowych i wyznaczenie części wód powierzchniowych i podziemnych zgodnie z wymogami Ramowej Dyrektywy Wodnej 2000/60/WE*, Departament Zasobów Wodnych Ministerstwa Środowiska, 2004.
- Maciejewski M. i in. *Ustalenie warunków referencyjnych odpowiednich dla typów wód powierzchniowych zgodnie z wymogami Ramowej Dyrektywy Wodnej 2000/60/WE*, Departament Zasobów Wodnych Ministerstwa Środowiska, Warszawa 2004 – etap I, 2005 etap II.
- Schneider M. u.a *Einführungskurs Casimir*. Uniwersytet w Stuttgarcie 2002.

Dr inż. Krzysztof Kulesza, dr inż. Tomasz Walczykiewicz  
Zakład Systemów Wodnogospodarczych IMGW Kraków

Recenzent: *Prof. dr hab. inż. Wojciech Bartnik*

*Krzysztof Kulesza, Tomasz Walczykiewicz*

## **METHODOLOGICAL BASIS AND TOOLS FOR HYDROMORPHOLOGICAL MONITORING IN RIVERS**

### **SUMMARY**

The subject of this paper is presenting actual of works involving the determination of reference conditions for defined categories and types surface waters according to II Annex of Water Framework Directive 2000/60/WE of the European Parliament and the Council of the European Union.

The Framework Water Directive [WFD, 2000] makes the framework for the EU activities in terms of water policy, and the introduces in the member states the duty to plan and control water management within river basins.

The main objective of the Water Framework Directive is to achieve good ecological status (till 2015) in all the defined water categories (rivers, lakes, transition water, coastal water and underground water). In the following years a good state of waters should be achieved in the areas where present natural, technical and economic conditions make it impossible to achieve in the first stage. In a planistic work over a sustainable development of river valleys and catchments one of the biggest tasks is ecological valuation. In solving this task a very efficient and practical tool includes REFERENCE CONDITIONS made according to Framework Water Directive. Reference conditions make a reference point according to which “*the health*” of an ecosystem of a given type of waters is assessed.

Within this task WFD requires to monitor and assess hydro-morphological quality elements of surface waters including their support role in assessment of biological and physicochemical elements which are useful in classification of ecological status or potential of surface waters.

So in article authors tried to look more closely on general assumptions and scope of works needed to elaborate methodology of monitoring hydro-morphological quality elements.

**Key words:** reference conditions, the ecological status of rivers, hydro-morphological quality elements, biological quality elements, typology of rivers