

Hodnocení hydromorfologického stavu vodních útvarů tekoucích vod povrchových v České republice metodikou HYMOS

JÁN BABEJ, JIŘÍ JAKUBÍNSKÝ, VILÉM PECHANEC, PAVEL KOŽENÝ, DENISA NĚMEJCOVÁ, PAVEL VYVLEČKA

Klíčová slova: hodnocení hydromorfologie – metodika HYMOS – Rámcová směrnice o vodách – vodní útvar

ABSTRAKT

Hodnocení hydromorfologického stavu a jeho složek (hydrologický režim, kontinuita, morfologické podmínky) je součástí monitoringu ekologického stavu vodních útvarů. Hydromorfologie jako podpůrná složka ekologického stavu má významný vliv na kvalitu biologických složek vodních ekosystémů. Ačkoli Ministerstvo životního prostředí (MŽP) v minulosti oficiálně schválilo metodiku pro monitoring a hodnocení hydromorfologického stavu vodních toků (metodika HEM), byla tato metodika používána pouze v omezeném rozsahu. V případě třetích plánů povodí byla hydromorfologie hodnocena výhradně na základě distančních dat dle Pracovního postupu určení významných vlivů na morfologii a hydrologický režim. Na základě požadavku MŽP vznikla v rámci projektu TA ČR nová metodika hodnocení hydromorfologického stavu vodních útvarů tekoucích vod (HYMOS), která zohledňuje nové požadavky a aktuální poznatky v oblasti hydromorfologie a zároveň minimalizuje nevýhody předchozích metodik, zejména v oblasti časové a finanční náročnosti hodnocení. Finální podoba metodiky byla testována na 15 vodních útvarech rozdělených do 52 úseků. Pro každý z těchto úseků bylo vypočítáno skóre hodnocení hydrologického režimu, kontinuity, morfologických podmínek a celkového hydromorfologického stavu a následně bylo stanoveno skóre za vodní útvar, včetně zařazení do třídy hodnocení. Výsledky hodnocení ukázaly, že v případě velkých vodních toků, kde se antropogenní ovlivnění projevuje na dlouhých úsecích, může mít dostatečně vypovídající hodnotu i agregovaná hodnota za vodní útvar. Naopak u vodních útvarů zahrnujících malé a středně velké toky, které jsou z hlediska zastoupení hydromorfologických typů a působení antropogenních tlaků nehomogenní, je hodnocení na úrovni vodních útvarů příliš agregované a neumožňuje identifikaci kritických úseků. Ačkoli je pro reportování stavu vodních útvarů nutné uvádět údaje za celý útvar, pro návrh opatření ke zlepšení hydromorfologického stavu je praktické pracovat s detailními daty za úseky. Metodika HYMOS proto kombinuje detailní i agregovaný přístup, což z ní činí flexibilní nástroj vhodný jak pro strategické plánování na úrovni vodních útvarů, tak pro hodnocení lokálních úseků v návaznosti na prováděná či plánovaná opatření.

ÚVOD

Rámcová směrnice o vodách (2000/60/ES) [1] ukládá členským státům EU povinnost hodnotit hydromorfologický stav povrchových vod. Tento stav, společně s biologickými, chemickými a fyzikálně-chemickými složkami, tvoří součást monitoringu ekologického stavu vodních útvarů. Pojem „hydromorfologie“ zahrnuje informace o geomorfologických a hydrologických procesech probíhajících ve vodních tocích, včetně jejich podélné, laterální a vertikální kontinuity. Podle Rámcové směrnice o vodách se hodnocení hydromorfologie vodních útvarů kategorie řeka člení na tři hlavní složky:

- (1) hydrologický režim,
- (2) kontinuitu vodního toku,

(3) morfologické podmínky.

Cílem hodnocení hydromorfologického stavu je určit míru antropogenního ovlivnění vodních útvarů v rámci těchto složek. Hodnocení hydromorfologického stavu se využívá v mnoha krocích procesu plánování podle Rámcové směrnice o vodách. Svou roli hraje při vymezení vodních útvarů, analýze významných vlivů, stanovení silně ovlivněných vodních útvarů, výběru umístění monitorovacích profilů a v neposlední řadě také při navrhování efektivních opatření pro dosažení dobrého stavu, resp. potenciálu vodního útvaru, který je hlavním cílem Rámcové směrnice o vodách. Základním legislativním dokumentem, jenž upravuje hodnocení hydromorfologického stavu vodních útvarů na evropské úrovni, je zmíněná Rámcová směrnice o vodách. V české legislativě je tato problematika upravena zákonem č. 254/2001 Sb., tzv. vodním zákonem, a vyhláškou č. 98/2011 Sb., která stanovuje způsob a rozsah hodnocení stavu povrchových vod. Správnou a konzistentní implementaci Rámcové směrnice o vodách v souladu s cíli Evropské unie podporují metodické pokyny Společné implementační strategie (*CIS – Common Implementation Strategy*) a příslušné normy. V oblasti hodnocení hydromorfologie jde o normy ČSN EN 14614 [2] a ČSN EN 15843 [3].

Hodnocení hydromorfologického stavu vodních útvarů je v současnosti v ČR formálně prováděno metodikou Hydroekologického monitoringu (HEM) [4, 5], která byla oficiálně akceptována MŽP. Tato metodika byla ovšem využita pouze v omezené míře a data z hodnocení dosud nebyla oficiálně reportována v rámci pravidelných hlášení o stavu vodních útvarů. Uživatelé metodiky často poukazovali na její časovou náročnost, zejména při sběru terénních dat a následných výpočtech, stejně jako na vyšší míru subjektivity při hodnocení jednotlivých indikátorů. Ačkoli metodika splňuje základní požadavky české a evropské legislativy, od jejího vzniku došlo k významnému pokroku v oblasti hodnocení hydromorfologie vodních toků, což se projevilo i v aktualizacích příslušných norem. Tento vývoj ukázal potřebu revidovat stávající přístup tak, aby lépe reflektoval nové požadavky a aktuální poznatky. V reakci na tyto výzvy byla vyvinuta v rámci projektu TA ČR č. SS05010135 „Vývoj metodiky pro monitoring a hodnocení hydromorfologických charakteristik vodních toků“ nová metodika pro hodnocení hydromorfologického stavu vodních útvarů, označovaná akronymem *HYMOS – Metodika hodnocení ekologického stavu útvarů povrchových vod tekoucích (kategorie řeka) pomocí hydromorfologických složek*. Cílem tohoto článku je stručně představit tuto metodiku a ukázat její aplikovatelnost na příkladu hodnocení vybraných 15 vodních útvarů v České republice (ČR).

METODIKA

Metodika HYMOS

Obecné charakteristiky metodiky

Metodika byla vyvinuta primárně pro hodnocení vodních útvarů povrchových vod tekoucích, a to jak přirozených, tak silně ovlivněných. Není však určena pro hodnocení umělých vodních útvarů. S ohledem na potřebu flexibilního přístupu k hodnocení hydromorfologie byla současně koncipována tak, aby umožňovala hodnotit i vodní toky, které nejsou definovány jako vodní útvary. Při vývoji metodiky byl kladen důraz na legislativní rámec a normy uvedené v úvodní kapitole. Významnou roli při jejím vytváření měly výsledky evropského projektu REFORM (REstoring rivers FOR effective catchment Management) [6] a metodika Morphological Quality Index (MQI) [7], jež byla vyvinuta v rámci uvedeného projektu. Na základě nových poznatků z projektu REFORM a metodiky MQI byla aktualizována norma EN 14614 (2020, původní verze schválená v roce 2005). Důležitým východiskem pro tvorbu nové metodiky byl také Pracovní postup určení významných vlivů na morfologii a hydrologický režim [8].

Metodika HYMOS zahrnuje dle současných požadavků a doporučení jak hodnocení tvarů, tak procesů, přičemž sleduje procesy nejen v hodnoceném úseku, ale také nad ním, např. ovlivnění

transportu sedimentů mající vliv na zahlubování vodního toku níže po proudu. Na vodní toky metodika nahlíží jako na dynamicky se měnící systémy, které se vyvíjejí v čase, přičemž je možná změna z jednoho půdorysného tvaru na jiný. Z tohoto důvodu metodika nenastavuje referenční stav na základě archivních map, ačkoli archivní mapy slouží jako důležitý podklad pro identifikaci antropogenních úprav v minulosti. Plná verze metodiky je volně dostupná na oficiálních stránkách projektu HYMOS (<https://hymos.czechglobe.cz/>) [9]. Z webových stránek má uživatel dále přístup do specializované databáze [10], která obsahuje morfologické charakteristiky vodních útvarů a vymezených úseků, a také do webové aplikace a k software pro automatizaci hodnocení hydromorfologického stavu [11].

Referenční podmínky

Oproti dřívějším metodikám nejsou referenční podmínky stanoveny jako konkrétní charakteristiky jednotlivých hodnocených indikátorů pro jednotlivé typy vodních toků, např. ve formě přesných hodnot variability šířky koryta nebo počtu přirozených typů substrátu. Tento přístup totiž často vedl k nepřesnostem v hodnocení. Nově jsou referenční podmínky definovány v souladu s Rámcovou směrnicí o vodách (2000/60/ES) a poznatky projektu REFORM následovně:

- pro indikátory vyjadřující působení antropogenních tlaků (např. stabilizace břehů, úpravy dna koryta) jsou referenční podmínky definovány jako absence tlaků nebo jejich minimální přítomnost, jež nemá významný dopad na fluvialní procesy, morfologii nebo přirozený vývoj koryta;
- pro indikátory vyjadřující „funkčnost“ vodního toku a jeho odezvu na antropogenní tlaky (např. dnový substrát, tvary dna koryta) jsou referenční podmínky definovány jako přítomnost tvarů a procesů, které jsou očekávány u vodního toku nacházejícího se v daných fyzicko-geografických podmínkách (např. sklon a tvar údolí, intenzita přínosu sedimentů).

Tento způsob nastavení referenčních podmínek klade vyšší odborné nároky na uživatele metodiky. Aby bylo hodnocení co nejvíce usnadněno, byla v rámci projektu HYMOS vytvořena hydromorfologická typologie vodních toků. Ta vychází z kombinace následujících klíčových parametrů: sklon údolí, sevřenost toku v údolí (angl. confinement index, definovaný jako poměr šířky nivy k šířce koryta), potenciál přínosu hrubých sedimentů do koryta a velikost toku (řád vodního toku podle Strahlera). Na základě těchto parametrů byly vytvořeny hydromorfologické typy vodních toků, k nimž jsou připojeny popisy charakteristických morfologických parametrů koryta. Tyto popisy slouží jako vodítko pro hodnotitele při posuzování hydromorfologického stavu. Parametry vstupující do typologie se rovněž využívají při členění vodních útvarů na (relativně) homogenní úseky, což umožňuje přesnější a konzistentnější hodnocení.

Členění vodních útvarů na úseky

Vodní útvary vymezené na území ČR často vykazují vysokou míru nehomogenity. V rámci jednoho vodního útvaru se obvykle vyskytují různé hydromorfologické typy vodních toků, které se liší svou odezvou na působení antropogenních tlaků. Toto vymezení není plně v souladu s požadavky Rámcové směrnice o vodách (2000/60/ES) ani s doporučeními metodických pokynů CIS č. 3 a 10 [12, 13]. Vzhledem k požadavku na zachování stávajícího vymezení vodních útvarů bylo pro účely hodnocení hydromorfologického stavu nutné provést jejich rozdělení na homogennější úseky. K vymezení úseků byla využita následující kritéria:

- parametry hydromorfologické typologie – sklon a tvar údolí, potenciál přínosu hrubých sedimentů a velikost vodního toku;
- půdorysný tvar koryta – např. změna z meandrujícího do přímého či jinak upraveného tvaru;

- výskyt prvků ovlivňujících podélnou kontinuitu vodního toku – především hráze vodních nádrží, průtočných rybníků a další bariéry, které narušují přirozené procesy proudění a transportu sedimentů;
- využití příbřežní zóny – změny mezi přirozeným vegetačním pokryvem, kulturní krajinou, mozaikovitou krajinou a zástavbou slouží jako zástupná informace o potenciální změně morfologie koryta.

Základní charakteristiky vymezených úseků, jako je sklon údolí a vodního toku, sevřenost toku v údolí, řád vodního toku a další relevantní parametry, jsou dostupné ve veřejně přístupné databázi na webových stránkách projektu HYMOS [10].

Hodnocení hydromorfologického stavu se provádí na úrovni těchto úseků, přičemž metodika umožňuje volbu ze dvou přístupů hodnocení. Oba přístupy odpovídají legislativním požadavkům a jejich výběr je ponechán na uživateli metodiky:

1. Hodnocení celé délky úseku: Tento přístup poskytuje nejpřesnější obraz o hydromorfologickém stavu, protože reflektuje všechny charakteristiky v rámci celého úseku. Nevýhodou je jeho časová náročnost, zejména při sběru terénních dat.
2. Hodnocení na kratším reprezentativním „podúseku“: Hodnocení se provádí na vybraném podúseku, jehož charakteristiky jsou následně extrapolovány na celý úsek. Tento přístup je časově méně náročný, avšak poskytuje méně detailní informace o hydromorfologickém stavu. Volba podúseku je klíčová pro zajištění reprezentativnosti výsledků.

Indikátory hodnocení hydromorfologického stavu

Indikátory používané k hodnocení hydromorfologického stavu a jeho dílčích složek (hydrologický režim, kontinuita a morfologické podmínky) vycházejí z požadavků stanovených normou ČSN EN 14614. Výběr indikátorů zohledňuje současný stav vědeckého poznání a jejich prokazatelný vztah k hodnoceným biologickým složkám, jako jsou ryby, makrofytá nebo makrozoobentos.

Tab. 1. Přehled hodnocených indikátorů, jejich rozsahu, způsobu hodnocení a nejčastějšího zdroje dat pro hodnocení. Indikátory podbarvené oranžovou barvou jsou ty, které jsou hodnoceny alternativním způsobem v případě nedostupnosti potřebných dat – jako jsou distanční data nebo data z vodoměrných stanic. Písmeno u jednotlivých indikátorů označuje jejich příslušnost ke konkrétní složce hydromorfologického stavu (H = hydrologický režim, K = kontinuita, M = morfologické podmínky)

Tab. 1. Overview of assessed indicators, their scope, assessment method and the most common data sources for assessment. Indicators highlighted in orange are those evaluated using an alternative approach in cases where the required data – such as remote sensing data or data from gauging stations are unavailable. The letter next to each indicator denotes its affiliation with a specific element of the hydromorphological status (H = hydrological regime, C = continuity, M = morphological conditions)

Každý indikátor je definován z hlediska své funkce v hodnocení a rozsahu použití, tj. pro které typy vodních toků je aplikovatelný. Přehled indikátorů je uveden v [tab. 1](#), jež obsahuje stručný popis způsobu hodnocení a specifikuje, na které typy vodních toků se daný indikátor vztahuje. Na rozdíl od dřívějších přístupů již není nutné pro účely hodnocení zaznamenávat u indikátorů detailní informace, jako je procentuální zastoupení typů dnového substrátu nebo tvarů dna koryta. Místo toho se přímo hodnotí míra odchylky od referenčního stavu v kategoriích, což významně snižuje časovou náročnost sběru dat v terénu. Indikátory se hodnotí ve třech až pěti kategoriích, což přispívá také ke snížení míry subjektivity. Sběr terénních dat lze provádět přímo prostřednictvím formuláře v mobilní aplikaci (webová platforma přizpůsobená pro jakékoli mobilní zařízení), čímž se odstraňuje potřeba

dodatečného přepisu údajů z papírových formulářů. V průběhu testování metodiky HYMOS byla porovnávána rychlost hodnocení ve srovnání s metodikou HEM. Porovnání provedené na 15 vybraných úsecích vodních toků ukázalo, že samotný sběr dat v terénu byl pomocí metodiky HYMOS přibližně dvakrát rychlejší než při použití metodiky HEM.

Princip výpočtu hydromorfologického stavu

Indikátory jsou hodnoceny v kategoriích, přičemž každé z nich je přiřazeno bodové skóre. Tento systém umožňuje vypočítat stav všech složek hydromorfologického stavu (hydrologický režim, kontinuita, morfologické podmínky) a celkový hydromorfologický stav úseku a následně vodního útvaru. Skórování vychází z metodiky MQI [7] a bylo na základě dat získaných během řešení tohoto projektu validováno a upraveno, aby odpovídalo podmínkám ČR. Bodové skóre kategorie 1, která reprezentuje referenční stav, je vždy 0 a s rostoucí hodnotou hodnotící kategorie, jež signalizuje vyšší míru antropogenního ovlivnění, roste i bodové skóre.

Hydromorfologický stav, respektive stav jeho složek, se počítá jako součet bodů získaných hodnocením jednotlivých indikátorů, který je následně dělen maximálním možným bodovým skóre za dané indikátory. Každý indikátor ovlivňuje výsledné hodnocení odlišnou měrou. Hydromorfologický stav se počítá podle následujícího vzorce:

$$HMS = 1 - \left(\frac{S_{\text{hodnocení}}}{S_{\text{max}}} \right),$$

kde:

HMS představuje hydromorfologický stav

$S_{\text{hodnocení}}$ je součet bodů získaný hodnocením indikátorů

S_{max} maximální součet bodů za hodnocené indikátory

Indikátory, jež nejsou hodnoceny, se do výpočtu maximálního skóre nezapočítávají. Tento postup výpočtu se používá i pro jednotlivé složky hydromorfologického stavu.

Při výpočtu skóre se také zohledňuje spolehlivost hodnocení. Pokud je hodnocení indikátoru méně spolehlivé (např. kvůli nedostatku nebo neúplnosti dat), označí uživatel dvě hodnotící kategorie a následně se vypočítá rozdíl mezi těmito kategoriemi a do celkového skóre se zahrne i odchylka způsobená touto nejistotou.

Tab. 2. Prahové hodnoty pro hodnocení hydromorfologického stavu a jeho složek

Tab. 2. Threshold values for the assessment of hydromorphological status and its elements

Výsledky hodnocení hydromorfologického stavu a jeho složek se pohybují v rozmezí od 0 do 1, kde hodnota 1 znamená přirozený stav a hodnota 0 označuje zničený stav. Prahové hodnoty pro jednotlivé třídy hodnocení jsou uvedeny v tab. 2. Výpočty provádí automaticky software na základě zadání hodnocení do formuláře ve webové aplikaci.

Pro účely reportování je nutné uvést výsledek hodnocení za celý vodní útvar. Ten lze vypočítat podle následujícího vzorce:

$$HMS_{\text{vÚ}} = \frac{\sum_{i=1}^n HMS_i \times l_i}{\sum_{i=1}^n l_i} \quad [\text{ZŘ3}],$$

kde:

HMS_{VÚ} je hydromorfologický stav vodního útvaru

HMS_i hydromorfologický stav i-tého úseku

l_i délka i-tého úseku

Hodnocení vodních útvarů

Metodika HYMOS byla aplikována na 15 vybraných vodních útvarech, jež jsou rovnoměrně zastoupeny ve všech hlavních povodích ČR – po třech vodních útvarech v každém povodí. Pro účely prokázání aplikovatelnosti metodiky byly vybrány vodní útvary, které pokrývají různé hydromorfologické typy vodních toků, tedy toky s rozdílnými sklony (vysoký/nízký), v sevřených i nesevřených údolích, malé i velké toky, s různou intenzitou přínosu hrubých sedimentů. Dalším kritériem pro výběr byl záměr zahrnout vodní útvary s různou intenzitou působení antropogenních tlaků. Přehled vybraných vodních útvarů, včetně jejich rozdělení na úseky, je uveden na *obr. 1*.

Indikátory 1 až 8 a 18 (uvedené v *tab. 1*) byly hodnoceny na celé délce úseku na základě distančních dat. Indikátor 9, týkající se periodicity a rozsahu zaplavování nivy, byl hodnocen na celé délce, pokud byla k dispozici příslušná distanční data (vrstva záplavového území při Q₅). Zbývající indikátory byly hodnoceny v rámci kratších podúseků (*obr. 1*). Podúseky byly definovány na základě analýzy využití krajiny v pásu kolem vodního toku, leteckých snímků, virtuální prohlídky (Street View) a přítomnosti překážek, přičemž cílem bylo co nejlépe postihnout míru působení antropogenních tlaků v daném úseku.

Obr. 1. Mapa zobrazující vybrané hodnocené vodní útvary (jejich celé názvy jsou uvedeny v *tab. 3*), rozdělení vodních útvarů na úseky (úseky jsou barevně odlišeny, jejich číslování odpovídá *tab. 3*) a parametry, podle kterých bylo toto rozdělení provedeno. Dále jsou znázorněna pořadová čísla úseků a lokalizace podúseků, kde probíhalo terénní hodnocení.

(zkratky: průt. rybník = průtočný rybník, půd. tvar = půdorysný tvar)

Fig. 1. The map depicts the selected assessed water bodies (their full names are listed in *Tab. 3*), the division of water bodies into reaches (reaches are colour-marked, their numbering corresponds to *Tab. 3*), and the parameters used for this division. It also shows the sequential numbering of reaches and the location of sub-reaches where field assessments were conducted (abbreviations used: průt. rybník = flow-through pond, půd. tvar = channel planform)

VÝSLEDKY A DISKUZE

Celkem bylo vyhodnoceno 15 vodních útvarů, které byly rozděleny do 52 úseků. Pro každý z těchto úseků bylo vypočítáno jak skóre pro jednotlivé složky hodnocení hydromorfologického stavu (hydrologický režim, kontinuita, morfologické podmínky), tak i celkový hydromorfologický stav. Každý úsek byl rovněž zařazen do odpovídající třídy klasifikace. Souhrnné výsledky jsou přehledně uvedeny v *tab. 3*.

Tab. 3. Výsledky hodnocení vybraných vodních útvarů – výsledky za úseky a za celé vodní útvary (Název VÚ = název vodního útvaru, ID VÚ a úseku = identifikátor vodního útvaru a úseku, délka = délka úseku v metrech, HM skóre úsek = skóre hydromorfologického stavu úseku, HM třída úsek = třída hodnocení hydromorfologického stavu úseku, HM skóre VÚ = skóre hydromorfologického stavu vodního útvaru, HM třída VÚ = třída hodnocení hydromorfologického stavu vodního útvaru. Stejně jako v případě hydromorfologického stavu jsou zkratky použity i pro jednotlivé složky hodnocení

hydromorfologického stavu, HYDR = hydrologický režim, KONT = kontinuita, MORFO = morfologické podmínky. Hlavní tlaky = indikátory, které se nejvíc podílejí na špatném hydromorfologickém stavu, číslování odpovídá tab. 1)

Tab. 3. Results of the assessment of selected water bodies – results for river reaches and entire water bodies

(Název VÚ = water body name, ID VÚ a úseku = identifier of the water body and section, délka = reach length in meters, HM skóre úsek = hydromorphological score of the reach, HM třída úsek = hydromorphological class of the reach, HM skóre VÚ = hydromorphological score of the water body. As with the hydromorphological status, abbreviations are used for the individual elements of the hydromorphological status assessment, HYDR = hydrological regime, KONT = continuity, MORFO = morphological conditions. Main pressures = indicators that contribute most to the poor hydromorphological status, with numbering corresponding to Tab. 1)

Téměř polovina hodnocených úseků byla zařazena dle hydromorfologického stavu do třetího stupně, který odpovídá střednímu stavu. V dobrém stavu se nachází 11 úseků, devět ve velmi dobrém stavu a sedm bylo hodnoceno jako poškozené. Žádný z úseků nebyl klasifikován jako zničený (třída klasifikace 5). Velmi dobrý stav byl typický pro části vodního toku na horních úsecích s výrazným sklonem, často v sevřených údolích. Tyto části však obvykle tvoří jen menší podíl z celkové délky vodního útvaru. Delší úseky ve velmi dobrém stavu se nacházejí pouze ve vodním útvaru Řičky od pramene po soutok s tokem Lučina. V dobrém nebo velmi dobrém stavu byly shledány rovněž úseky v sevřených údolích, kde je intenzita antropogenních úprav obvykle nižší (např. dolní část Hrejkovického potoka). Za ekologicky hodnotné lze označit také úseky vodních útvarů Lipoltovského potoka, meandrující části Orlice a Šlapanky.

Obr. 2. Relativní četnost výskytu indikátorů (hlavních tlaků) přispívajících ke zhoršenému stavu hodnocených úseků

Fig. 2. Relative frequency of occurrence of indicators (main pressures) contributing to the impaired status of assessed reaches

Analýza hlavních antropogenních tlaků a odezvy vodních toků na jejich působení (obr. 2) ukázala, že nejčastějším důvodem zhoršeného výsledku hodnocení hydromorfologického stavu byla úprava půdorysného tvaru koryta. Tento typ úpravy je často spojen s nízkou variabilitou příčného profilu a nedostatečným zastoupením odpovídajících tvarů dna koryta. Mezi další tlaky patří narušení podélné kontinuity toku, které omezuje transport sedimentů a migraci ryb. Ve více než jedné třetině případů se na sníženém hodnocení podílela také absence břehové eroze a hrubého říčního dřeva. Data z terénu ukazují, že navzdory úpravám příčného profilu nejsou břehy na dlouhých úsecích obvykle stabilizované. To představuje vhodný předpoklad pro samovolnou renaturaci během povodní, zejména u toků s vyšší energií (vodní toky s výraznějším sklonem, průtokem a užším poddimenzovaným korytem).

Pro účely reportingu dle Rámcové směrnice o vodách je nezbytné vypočítat hodnocení hydromorfologického stavu a jeho složek pro vodní útvar. Hodnocení vybraných vodních útvarů je uvedeno v tab. 3. Tento přístup však naráží na určité limity. Vodní útvary obvykle zahrnují různé hydromorfologické typy a jsou vystaveny odlišným antropogenním tlakům, které se liší intenzitou svého působení; z tohoto pohledu nejsou homogenní. Vypočítaná hodnota klasifikačního stupně je váženým průměrem hodnocení za jednotlivé úseky vodního útvaru. Analýza hodnocení vybraných vodních útvarů ukazuje, že výpočet pro útvar může být dostačující pouze u velkých vodních toků, kde se antropogenní ovlivnění projevuje na dlouhých vzdálenostech. Příkladem jsou útvary Ohře od

toku Chomutovka po ústí do Labe, Lužnice od toku Nežárka po Košínský potok a Ostravice od toku Morávka po tok Lučina. V případě menších a středně velkých toků je hodnocení pro vodní útvar obvykle příliš agregované. Dobrým příkladem je útvar Bělá od pramene po tok Dlouhá strouha, kde se střídají úseky v sevřeném a nesevřeném údolí a každý z těchto úseků vykazuje jinou míru antropogenního ovlivnění (*obr. 3*). Ačkoli je pro účely reportování nutné vypočítat hodnoty za vodní útvar, detailnější informace za jednotlivé úseky představují rovněž důležitý podklad, který může podpořit přesnější identifikaci kritických úseků a efektivnější návrh opatření ze strany orgánů odpovědných za ochranu životního prostředí a také správců vodních toků.

Obr. 3. Úseky vodního útvaru Bělá od pramene po tok Dlouhá strouha, ilustrující rozdílnost fyzicko-geografických podmínek a vliv antropogenních tlaků

(a) Úsek 1 – sevřené údolí s vysokým sklonem (nad 2 %), bez antropogenních tlaků (velmi dobrý stav); (b) Úsek 2 – nesevřené údolí s vysokým sklonem (nad 2 %), upravená morfologie koryta a narušení podélné kontinuity (střední stav); (c) Úsek 3 – sevřené údolí se sklonem nad 2 %, antropogenní tlaky spojené s lokálním narušením podélné kontinuity a omezením konektivity mezi svahy a korytem vlivem silniční komunikace (dobrý stav); (d) Úsek 4 – nesevřené údolí se sklonem 0,5–2 %, lokální úpravy příčného profilu (dobrý stav); (e, f) Úsek 5 – nesevřené údolí se sklonem 0,5–2 %, tok protéká obcí a jejím intravilánem (střední stav)

Fig. 3. Reaches of the Bělá water body from its source to the Dlouhá strouha stream, illustrating the variability of physico-geographical conditions and the influence of anthropogenic pressures (a) Reach 1 – confined valley with a steep slope (over 2 %), no anthropogenic pressures (high status); (b) Reach 2 – unconfined valley with a steep slope (over 2 %), modified channel morphology and disruption of longitudinal continuity (moderate status); (c) Reach 3 – confined valley with a slope over 2 %, anthropogenic pressures caused by local disruption of longitudinal continuity and limited connectivity between valley slopes and the channel due to road infrastructure (good status); (d) Reach 4 – unconfined valley with a slope of 0.5–2 %, local modifications of the cross-sectional profile (good status); (e, f) Reach 5 – unconfined valley with a slope of 0.5–2 %, flowing through a village and its built-up area (moderate status)

ZÁVĚR

V tomto příspěvku jsme představili novou metodiku pro hodnocení hydromorfologického stavu tekoucích vodních útvarů. Ve srovnání s předchozími metodikami lze za hlavní výhody považovat:

1. Práci s distančními daty

10 z 19 indikátorů je možné hodnotit na základě distančních dat, přičemž vybrané indikátory byly již vyhodnoceny v rámci projektu.

2. Snížení časové náročnosti

Nastavení metodiky, software a aplikace umožňují rychlý a efektivní sběr dat v terénu a okamžité vyhodnocení hydromorfologického stavu bez nutnosti přepisu dat z terénu a dalších výpočtů. Metodika HYMOS je až dvakrát rychlejší než HEM; při testování v průběhu řešení projektu potřeboval její uživatel pouze polovinu času oproti uživateli metodiky HEM.

3. Snížení subjektivit hodnocení

Hodnocení indikátorů v kategoriích a způsob nastavení hodnocení zvyšuje pravděpodobnost, že dva různí hodnotitelé budou stejný indikátor hodnotit shodně.

4. Zajištění souladu mezi vypočteným hodnocením hydromorfologického stavu a stavem pozorovaným v terénu

Nastavení hodnocení dává hodnotiteli větší volnost při hodnocení, čímž se předchází situacím, kdy byl v minulosti vodní tok hodnocen dle typu, který neodpovídá jeho skutečnému charakteru.

5. Analýzu hlavních antropogenních tlaků a odezvy vodních toků na jejich působení

Software po výpočtu uvádí, které indikátory nejvíce přispěly ke špatnému hydromorfologickému stavu, což umožňuje přesnou identifikaci hlavních antropogenních tlaků působících v hodnoceném úseku.

Metodika HYMOS splňuje aktuální požadavky Rámcové směrnice o vodách i normy ČSN EN 14614 pro hodnocení hydromorfologických složek vodních útvarů. Zároveň umožňuje hodnotit i vodní toky, jež nejsou definovány jako vodní útvary. Vodní toky jsou v metodice vnímány jako dynamicky se měnící systémy, což posouvá důraz k hodnocení procesů, jako jsou transport sedimentů, břehová eroze či vývoj koryta. Metodika rovněž zohledňuje antropogenní změny nad hodnoceným úsekem, jež mohou ovlivnit procesy a tvary v daném úseku. Ačkoli je metodika navržena pro komplexní hodnocení těchto procesů, její nastavení není určeno ke sledování velmi malých změn, které se obtížně postihují kategorizovaným hodnocením. Oproti předchozím metodikám přináší metodika HYMOS výrazné změny v přístupu k hodnocení hydromorfologického stavu. Přesto však zůstává řada zaznamenávaných parametrů, např. příčné překážky v korytě či stabilizace břehů a dna, stejná nebo se liší jen minimálně. Díky tomu lze data získaná pomocí starších metodik využít i pro hodnocení podle metodiky HYMOS, zejména pokud zůstává zachováno původní vymezení hodnocených úseků. V případě změny jejich vymezení nelze vyloučit nutnost přehodnotit procentuální hodnoty vztahující se k délce úseku, aby odpovídaly novému vymezení.

Metodika HYMOS umožňuje hodnocení hydromorfologického stavu na úrovni jednotlivých homogenních úseků, což poskytuje cenné informace pro podrobné analýzy a plánování opatření. Na základě těchto dílčích hodnocení lze následně vypočítat agregovanou hodnotu hydromorfologického stavu za celý vodní útvar, která je požadována pro účely reportingu v souladu s Rámcovou směrnicí o vodách. Tato kombinace detailního a agregovaného přístupu činí metodiku HYMOS flexibilním nástrojem, jenž je využitelný nejen pro strategické plánování na úrovni vodních útvarů, ale také pro hodnocení lokálních úseků v návaznosti na prováděná či plánovaná opatření.

Vzhledem k časovému rámci řešení nebylo možné metodiku HYMOS využít pro hodnocení hydromorfologického stavu vodních toků ve III. plánovacím cyklu. Předpokládá se však její uplatnění v dalších plánovacích cyklech, s nimiž se počítá přinejmenším na národní úrovni. Význam hydromorfologického stavu vodních toků navíc zdůrazňuje loni schválené Nařízení o obnově přírody (Regulation (EU) 2024/1991), jež klade důraz na obnovu volně tekoucích řek. Metodika HYMOS [9] byla vytvořena s ohledem na tyto požadavky a poskytuje široké analytické a metodické podklady pro jejich naplnění.

Poděkování

Vznik metodiky a příprava tohoto článku byly podpořeny projektem Technologické agentury ČR č. SS05010135 „Vývoj metodiky pro monitoring a hodnocení hydromorfologických charakteristik vodních toků“.

Literatura

[1] *Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES ze dne 23. října 2000, kterou se stanoví rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky.* Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2000/60/oj>

- [2] ČSN EN 14614. *Kvalita vod – Návod pro hodnocení hydromorfologických charakteristik řek*. Brusel: Evropský výbor pro normalizaci, 2021.
- [3] ČSN EN 15843. *Jakost vod – Návod pro určení stupně modifikace hydromorfologie řek*. Brusel: Evropský výbor pro normalizaci, 2010.
- [4] LANGHAMMER, J. *HEM 2014 – Metodika monitoringu hydromorfologických ukazatelů ekologické kvality vodních toků*. Praha: Univerzita Karlova, Katedra fyzické geografie a geoekologie, 2014. 47 s. Certifikovaná metodika MŽP. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/prehled_akceptovanych_metodik_tekoucich_vod
- [5] LANGHAMMER, J. *HEM 2014 – Metodika typově specifického hodnocení hydromorfologických ukazatelů ekologické kvality vodních toků*. Praha: Univerzita Karlova, Katedra fyzické geografie a geoekologie, 2014. 59 s. Certifikovaná metodika MŽP. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/prehled_akceptovanych_metodik_tekoucich_vod
- [6] REFORM. *REstoring Rivers FOR Effective Catchment Management. Funding from the European Union's Seventh Programme for Research. Technological Development and Demonstration under Grant Agreement no. 282656*. Dostupné z: <https://reformrivers.eu>
- [7] RINALDI, M., BELLETI, B., BERGA CANO, M. I., BIZZI, S., BLAMAUER, B., BRABEC, K., BRACA, G., BUSSETTINI, M., COMITI, F., DEMARCHI, L., GARCÍA DE JALÓN, D., GIEŁCZEWSKI, M., GOLFIERI, B., GONZÁLES DEL TÁNAGO, M., GRABOWSKI, R., GURNELL, A. M., HABERSACK, H., HELLSTEN, S., KAUFMAN, S., KLÖSCH, M., LASTORIA, B., MAGDALENO MAS, F., MAO, L., MARCHESE, E., MARCINKOWSKI, P., MARTÍNEZ-FERNÁNDEZ, V., MOSSELMAN, E., MUHAR, S., NARDI, L., OKRUSZKO, T., PAILLEX, A., PERCOPO, C., POPPE, M., RÄPYSJÄRVI, J., SCHIRMER, M., STELMASZCZYK, M., SURIAN, N., TORO VELASCO, M., VAN DE BUND, W., VEZZA, P., WEISSTEINER, C. *Guidebook for the Evaluation of Stream Morphological Conditions by the Morphological Quality Index (MQI)*. 2015, 163 s. Dostupné z: https://www.researchgate.net/profile/Massimo-Rinaldi-2/publication/322012176_Guidebook_for_the_evaluation_of_stream_morphological_conditions_by_the_Morphological_Quality_Index_MQI/links/5a3e1a5eaca272d294446b90/Guidebook-for-the-evaluation-of-stream-morphological-conditions-by-the-Morphological-Quality-Index-MQI.pdf
- [8] KOŽENÝ, P., VYSKOČ, P., MAKOVCOVÁ, M., UHLÍŘOVÁ, K., BALVÍN, P., PRCHALOVÁ, H. *Pracovní postup určení významných vlivů na morfologii a hydrologický režim*. Praha: Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v. v. i., 2019. 98 s. Dostupné z: https://heis.vuv.cz/data/webmap/datovesady/projekty/ramcovasmernicevoda/docpublikace/Pracovni%20postup_hydro_morfologie_fin_v3.pdf
- [9] BABEJ, J., JAKUBÍNSKÝ, J., NĚMEJCOVÁ, D., PECHANEC, V., KOŽENÝ, P., VYVLEČKA, P., VÝRAVSKÝ, D., POLÁŠEK, M., KRÁSNÁ, K., STRAKA, M., CUDLÍN, O., PURKYT, J., PROCHÁZKOVÁ, V., DONOVAL, J., ŠTĚRBOVÁ, L., VČELÁKOVÁ, R. *Metodika hodnocení ekologického stavu útvarů povrchových vod tekoucích (kategorie řeka) pomocí hydromorfologických složek*. Brno, Praha, Olomouc: Ústav výzkumu globální změny AV ČR, v. v. i., Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v. v. i., Univerzita Palackého v Olomouci, 2024. 200 s. Dostupné z: <https://hymos.czechglobe.cz/vystupy.php>
- [10] PECHANEC, V., VYVLEČKA, P., POHANKOVÁ, T., BABEJ, J., JAKUBÍNSKÝ, J., NĚMEJCOVÁ, D. *HYMOS – databáze hydromorfologických parametrů*. Olomouc, Brno, Praha: Univerzita Palackého v Olomouci, Ústav výzkumu globální změny AV ČR, v. v. i., Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v. v. i., 2024. Dostupné z: <https://hymos.czechglobe.cz/db.php>
- [11] PECHANEC, V., VYVLEČKA, P., BABEJ, J., JAKUBÍNSKÝ, J., NĚMEJCOVÁ, D. *Software pro automatizaci hodnocení hydromorfologického stavu vodních toků – HYMOS*. Olomouc, Brno,

Praha: Univerzita Palackého v Olomouci, Ústav výzkumu globální změny AV ČR, v. v. i., Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v. v. i., 2024. Dostupné z: <https://hymos.czechglobe.cz/sw.php>

[12] *IMPRESS – Working Group 2.1. Guidance Document No 3, Analysis of Pressures and Impacts*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2003. 148 s. Dostupné z: [https://circabc.europa.eu/sd/a/7e01a7e0-9ccb-4f3d-8cec-aeef1335c2f7/Guidance%20No%203%20-%20pressures%20and%20impacts%20-%20IMPRESS%20\(WG%202.1\).pdf](https://circabc.europa.eu/sd/a/7e01a7e0-9ccb-4f3d-8cec-aeef1335c2f7/Guidance%20No%203%20-%20pressures%20and%20impacts%20-%20IMPRESS%20(WG%202.1).pdf)

[13] *REFCOND – Working Group 2.3. Guidance Document No 10, Rivers and Lakes – Typology, Reference Conditions and Classification Systems*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2003. 87 s. Dostupné z: [https://circabc.europa.eu/sd/a/dce34c8d-6e3d-469a-a6f3-b733b829b691/Guidance%20No%2010%20-%20references%20conditions%20inland%20waters%20-%20REFCOND%20\(WG%202.3\).pdf](https://circabc.europa.eu/sd/a/dce34c8d-6e3d-469a-a6f3-b733b829b691/Guidance%20No%2010%20-%20references%20conditions%20inland%20waters%20-%20REFCOND%20(WG%202.3).pdf)

Autoři

Mgr. Ján Babej, Ph.D.¹

babaj.j@czechglobe.cz

ORCID: 0009-0002-2240-6776

RNDr. Jiří Jakubínský, Ph.D.¹

jakubinsky.j@czechglobe.cz

ORCID: 0000-0002-7461-2611

Prof. RNDr. Vilém Pechanec, Ph.D.²

vilem.pechanec@upol.cz

ORCID: 0000-0001-6728-6646

Mgr. Pavel Kožený³

pavel.kozeny@vuv.cz

ORCID: 0000-0002-6091-4205

RNDr. Denisa Němejcová³

denisa.nemejcova@vuv.cz

ORCID: 0000-0001-9255-442X

Mgr. Pavel Vyvlečka²

pavel.vyvlecka@upol.cz

ORCID: 0000-0001-9622-3388

¹Ústav výzkumu globální změny AV ČR, v. v. i., Brno (Česká republika)

²Katedra geoinformatiky, Přírodovědecká fakulta Univerzita Palackého v Olomouci (Česká republika)

³Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, Praha (Česká republika)

Příspěvek prošel recenzním řízením.

DOI: 10.46555/VTEL.2025.01.003

ASSESSMENT OF THE HYDROMORPHOLOGICAL STATUS OF RIVER WATER BODIES IN THE CZECH REPUBLIC USING THE HYMOS METHODOLOGY

BABEJ, J.¹; JAKUBÍNSKÝ, J.¹; PECHANEC, V.²; KOŽENÝ, P.³; NĚMEJCOVÁ, D.³; VYVLEČKA, P.²

¹Global Change Research Institute of the Czech Academy of Sciences, Brno (Czech Republic)

²Department of Geoinformatics, Faculty of Science, Palacký University Olomouc (Czech Republic)

³T. G. Masaryk Water Research Institute, Prague (Czech Republic)

Keywords: hydromorphological assessment – HYMOS methodology – Water Framework Directive – water body

Assessment of the hydromorphological status and its elements (hydrological regime, continuity, morphological conditions) is part of the monitoring of the ecological status of water bodies. Hydromorphology, as a supporting element of ecological status, has a significant influence on the quality of the biological elements of aquatic ecosystems. Although the Ministry of the Environment of the Czech Republic previously officially approved a methodology for monitoring and assessing the hydromorphological status of waterbodies (HEM methodology), it was used only to a limited extent. In the case of the third river basin management plans, hydromorphology was assessed exclusively based on remote sensing data according to the Procedure for Determining Significant Impacts on Morphology and Hydrological Regime. Based on the Ministry's request, a new methodology for assessing the hydromorphological status of water bodies category rivers (HYMOS) was developed within the TA ČR project. This methodology takes into account new requirements and current knowledge in the field of hydromorphology, while also minimizing the drawbacks of previous methodologies, particularly regarding time and cost efficiency in the assessment process. The final version of the methodology was tested on 15 water bodies divided into 52 reaches. A score was calculated for each of these reaches to assess the hydrological regime, continuity, morphological conditions, and overall hydromorphological status. Subsequently, a score for the entire water body, including classification into a status category, was determined. The assessment results indicated that for large watercourses, where anthropogenic influences are reflected over long reaches, the aggregated value for the entire water body often provides sufficiently meaningful information. In contrast, for water bodies including small and medium-sized watercourses, which are heterogeneous in terms of hydromorphological types and anthropogenic pressures, assessments at the water body level are overly aggregated and fail to identify critical segments. While reporting the status of water bodies requires presenting data for the entire water body, designing measures to improve hydromorphological status benefits from working with detailed reach-level data. Therefore, the HYMOS methodology combines detailed and aggregated approaches, making it a flexible tool suitable for both strategic planning at the water body level and for assessing local reaches in relation to implemented or planned measures.