



STÁTNÍ FOND
ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
ČESKÉ REPUBLIKY

www.sfzp.cz



Ministerstvo životního prostředí
České republiky

www.mzp.cz

**VÝZKUMNÝ ÚSTAV
VODOHOSPODÁŘSKÝ
T.G. MASARYKA**

veřejná výzkumná instituce

Metodika hodnocení všeobecných fyzikálně-chemických složek ekologického stavu útvárů povrchových vod tekoucích

**Jméno řešitele
Mgr. Pavel Rosendorf**

ZÁVĚREČNÁ ZPRÁVA



**Metodika hodnocení
všeobecných fyzikálně-chemických složek
ekologického stavu
útvárů povrchových vod tekoucích**

Mgr. Pavel Rosendorf

Závěrečná zpráva

Název a sídlo organizace:

Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v.v.i.
Podbabská 30, 160 00 Praha 6

Ředitel:

Mgr. Mark Rieder

Zadavatel:

Ministerstvo životního prostředí
Vršovická 65, 100 10 Praha 10

Zástupce zadavatele:

Mgr. Alena Slavíková – oddělení ochrany vod, OOV MŽP

Zahájení a ukončení úkolu:

1.1.2011 – 31.12.2011

Místo uložení zprávy:

SVTI VÚV TGM, v.v.i.

Náměstek ředitele pro výzkumnou a odbornou činnost:

Ing. Petr Bouška, Ph.D.

Vedoucí odboru:

Mgr. Ondřej Slavík, Ph.D.

Hlavní řešitel projektu:

Ing. Petr Tušil, Ph.D., MBA

Hlavní řešitel:

Mgr. Pavel Rosendorf

Spoluřešitelé:

Ing. Petr. Tušil, Ph.D., MBA.
Ing. Martin Durčák
RNDr. Jitka Svobodová
Mgr. Tereza Beránková, PhD.
Ing. Petr Vyskoč

Obsah

1. Úvod	2
2. Výchozí dokumenty a podklady použité pro odvození metodického postupu.....	3
2.1. Postavení všeobecných fyzikálně chemických ukazatelů v hodnocení ekologického stavu	3
2.2. Všeobecné fyzikálně chemické složky ekologického stavu a výběr vhodných ukazatelů pro hodnocení	4
2.2.1. Teplotní poměry	5
2.2.2. Kyslíkové poměry	5
2.2.3. Solnost	5
2.2.4. Acidobazický stav	6
2.2.5. Živinné podmínky.....	6
2.2.6. Komentář ke zvoleným charakteristickým hodnotám navrženým k hodnocení	7
2.3. Typologie vod a její úpravy pro potřeby hodnocení	7
2.4. Výběr referenčních lokalit a lokalit reprezentujících dobrý stav	8
3. Typově specifické hodnoty pro ukazatele všeobecných fyzikálně–chemických složek a postup hodnocení.....	16
4. Klasifikace a znázornění výsledků hodnocení	19
5. Seznam použitých podkladů	19
6. Poděkování	20

1. Úvod

Předložený dokument v souladu s platnou vyhláškou Ministerstva životního prostředí a Ministerstva zemědělství č. 98/2011 Sb., o způsobu hodnocení stavu útvárů povrchových vod, způsobu hodnocení ekologického potenciálu silně ovlivněných a umělých útvárů povrchových vod a náležitostech programů zjišťování a hodnocení stavu povrchových vod, upravuje metodický postup hodnocení všeobecných fyzikálně-chemických složek ekologického stavu útvárů povrchových vod tekoucích.

V souladu s požadavky Směrnice 2000/60/ES Evropského parlamentu a Rady z 23. října 2000 ustavující rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky (dále jen Rámcová směrnice) je v metodickém postupu upraveno hodnocení vybraných ukazatelů a indikátorů pro jednotlivé všeobecné fyzikálně-chemické složky ekologického stavu útvárů povrchových vod tekoucích. Hodnocení je zpracováno pro upravené typy útvárů vycházející z obecné typologie útvárů povrchových vod podle Langhammera (2009). Nastavení typově specifických referenčních podmínek pro jednotlivé složky a hodnocené ukazatele bylo odvozeno z referenčních lokalit pro převážnou většinu typů a doplněno expertním posouzením v případě absence nebo malého počtu referenčních lokalit. Pro typově specifické hranici mezi dobrým a středním stavem pro vybrané ukazatele byly využity údaje z profilů a lokalit, ve kterých bylo zjištěno mírné ovlivnění stavu vod, které ještě nezpůsobuje nežádoucí změny souvisejících biologických složek vodního ekosystému.

Metodický postup je určen správcům povodí a pověřeným odborným subjektům provádějícím zjišťování a hodnocení stavu povrchových vod podle § 21 zákona č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů ve znění pozdějších předpisů.

2. Výchozí dokumenty a podklady použité pro odvození metodického postupu

Základním dokumentem pro sestavení metodického postupu hodnocení všeobecných fyzikálně-chemických složek ekologického stavu útvárů povrchových vod tekoucích je samotná Rámcová směrnice a z ní vycházející směrné dokumenty společné implementační strategie (CIS Guidance Documents). Využity byly zejména dva směrné dokumenty, které mají úzkou vazbu na způsob výběru vhodných ukazatelů a metod postupů odvození referenčních hodnot pro jednotlivé složky ekologického stavu – Směrný dokument č. 10 River and Lakes - Typology, reference conditions and classification systems (označovaný jako REFCOND) a Směrný dokument č. 7 Monitoring under the Water Framework Directive.

Vedle těchto hlavních metodických dokumentů byly využity i některé podklady, popisující výsledky práce interkalibračních skupin ve vztahu k nalezení vhodných mezí pro vybrané fyzikálně-chemické ukazatele v referenčních lokalitách napříč členskými státy EU (např. Wasson, 2006).

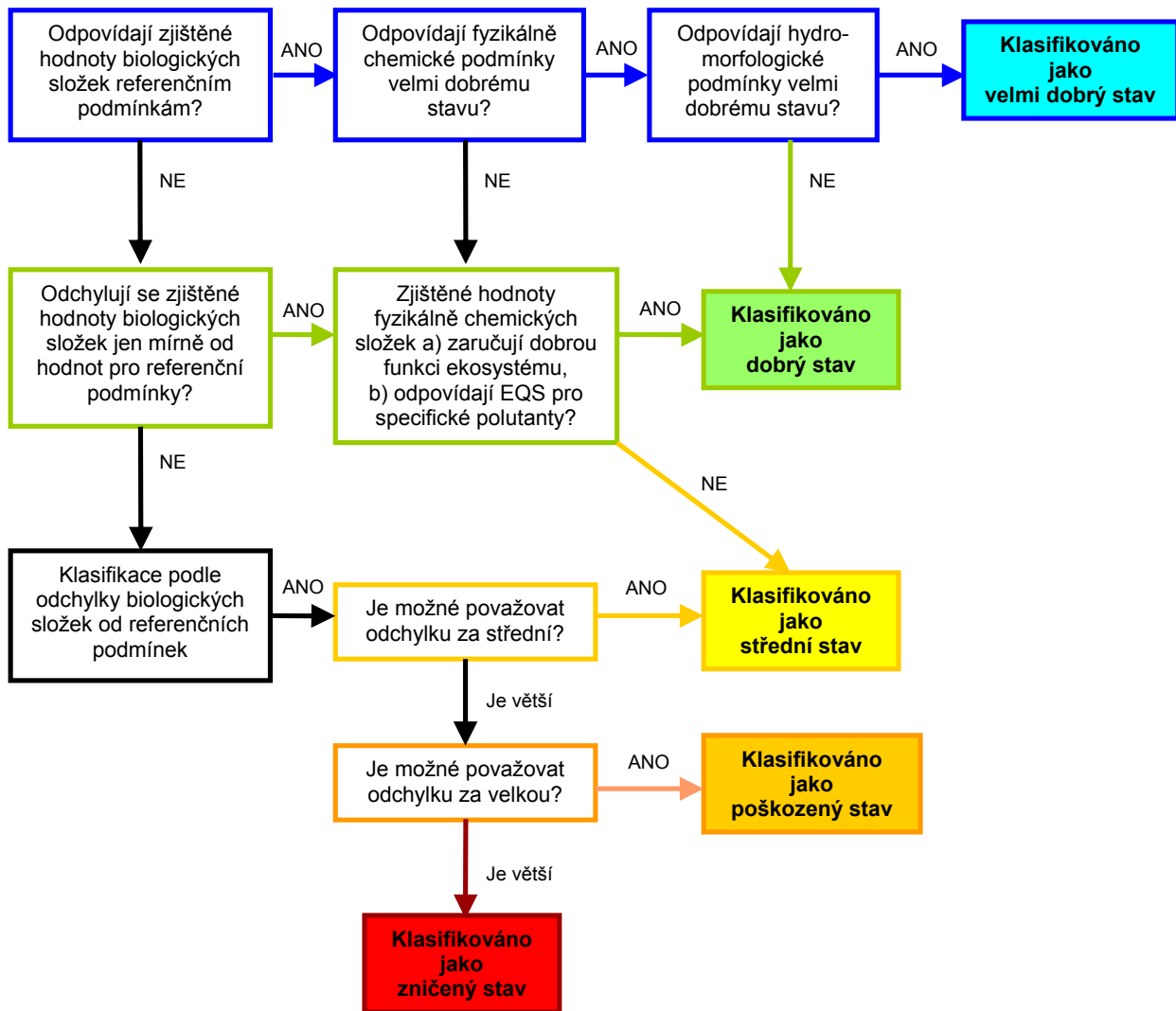
Z národních dokumentů byl jako základní podklad využit dokument, který na území České republiky vymezuje typy útvárů povrchových vod (Langhammer et al., 2009) a z něho odvozená geografická vrstva jemných úseků toků DIBAVOD (VÚV TGM, v.v.i.) s přiřazeným atributem jemného typu.

Pro výběr referenčních lokalit a lokalit pro určení dobrého stavu byly využity údaje, získané ze situačního a provozního monitoringu a dalších účelových programů monitoringu vod, které byly soustředěny v informačním systému ARROW (ČHMÚ) a informačním systému Salamander (bývalá ZVHS nyní státní podniky Povodí). Celkem bylo vyhodnoceno téměř 2 950 profilů sledovaných v období 2006-2010.

2.1. Postavení všeobecných fyzikálně-chemických ukazatelů v hodnocení ekologického stavu

Hodnocení fyzikálně-chemických složek (spolu s hodnocením hydro-morfologických složek) je v systému hodnocení ekologického stavu označováno jako podpůrné pro hodnocení biologických složek. Nejsou pro něj vyžadovány specifické postupy nastavení EQR (Ecological Quality Ratio) jako v případě biologických složek a záleží na každém členském státu, jaký postup nastavení typově specifických referenčních podmínek zvolí. Je také nutné zmínit, že pro celkové hodnocení ekologického stavu útvaru je nutné navrhnout hodnocení fyzikálně-chemických složek jen pro první dvě třídy hodnocení, tedy pro velmi dobrý stav a pro dobrý stav (a jeho hranici se stavem středním). Pro ostatní třídy hodnocení ekologického stavu jsou využívány již jen biologické složky, jak je zřejmé z názorného schématu hodnocení ekologického stavu na obrázku 1, převzatého ze Směrného dokumentu č. 10 (REFCOND).

Z tohoto důvodu je celý metodický postup koncipován tak, že definuje typově specifické hodnoty a následné hodnocení jen pro velmi dobrý stav, dobrý stav a horší než dobrý stav.



Obr. 1: Schéma postupu hodnocení ekologického stavu a role hodnocení biologických, fyzikálně chemických a hydromorfologických složek kvality při určování příslušnosti do tříd. Podle CIS GD no. 10 (REFCOND) - upraveno.

2.2. Všeobecné fyzikálně chemické složky ekologického stavu a výběr vhodných ukazatelů pro hodnocení

Již samotná Rámcová směrnice určuje pět základních všeobecných fyzikálně-chemických složek ekologického stavu, které mají být hodnoceny v útvarech povrchových vod tekoucích. Jedná se o tyto složky:

- teplotní poměry
- kyslíkové poměry
- solnost
- acidobazický stav
- živinové podmínky

Pro všechny výše uvedené složky by měly členské státy, v souladu se Směrnými dokumenty č. 7 a č. 10 Rámcové směrnice, podle místních podmínek a stavu vodních útvarů, vybrat vhodné indikátory nebo ukazatele, které budou sloužit k hodnocení. Směrný dokument č. 7 o monitoringu pro Rámcovou směrnici uvádí povinný a doporučený seznam ukazatelů, které je vhodné sledovat pro jednotlivé složky. Jako povinné uvádí pouze tři ukazatele – teplotu, pH a alkalitu.

V následujících kapitolách jsou pro jednotlivé složky uvedeny ukazatele a indikátory, které je vhodné sledovat pro hodnocení stavu vodních útvarů, dále je stručně popsán jejich vztah k významným antropogenním tlakům a jsou určeny charakteristické hodnoty, které mají být použity pro porovnání s výsledky sledování ukazatelů ve vodních tocích.

2.2.1. Teplotní poměry

Povinným ukazatelem pro hodnocení teplotní poměrů ve vodním útvaru je teplota vody měřená v terénu. Jedná se o základní ukazatel, který je měřen při každém odběru vzorků. Mimo jiné slouží také pro výpočet míry nasycení vody kyslíkem.

Teplotní poměry a teplota vody mohou být výrazně ovlivněny dvěma způsoby. Prvním z nich je zejména vypouštění oteplených vod z velkých průmyslových provozů (např. jaderných nebo tepelných elektráren) nebo z velkých aglomerací a sídel. Opačný vliv, tedy ochlazení vod v tocích zejména v letním období, mohou způsobovat velké stratifikované vodní nádrže s vypouštěním chladných vod základovými výpustěmi.

Pro podchycení obou výše uvedených ovlivnění je vhodné měřená data srovnávat jak s referenční hodnotou vyjadřující střední hodnotu (medián) teploty vody, tak i s maximální teplotou vody v roce, která dokumentuje případné extrémní oteplení.

2.2.2. Kyslíkové poměry

Směrné dokumenty v tomto případě neuvádějí povinně sledovaný ukazatel, doporučují pouze sledovat rozpuštěný kyslík. Vzhledem k tomu, že obsah kyslíku ve vodě je v neovlivněných podmínkách primárně určován teplotou vody, je vhodnější pro určení kyslíkových poměrů a zjištění možného působení antropogenních vlivů sledovat nasycení vody kyslíkem. Jeho výhodou je také to, že umožňuje odhalit možné antropogenní zatížení lehce rozložitelnými organickými látkami (deficity kyslíku) a také vliv eutrofizace, kdy dochází fotosyntetickou činností řas, sinic nebo makrofyt naopak k přesycení vody kyslíkem.

Vhodným indikátorem, který umožňuje hodnotit zatížení toků organickými látkami a nepřímo tak podává informaci o kyslíkových poměrech v hodnoceném útvaru, je také biochemická spotřeba kyslíku – BSK₅. Je to ukazatel, který je tradičně hodnocen i v souvislosti s některými biologickými složkami (makrozoobentos).

Pro hodnocení nasycení vody kyslíkem je vhodné měřená data srovnávat s referenčními hodnotami, vyjadřujícími minimum a maximum nasycení v daném roce.

Pro hodnocení BSK₅ je vhodné měřená data srovnávat s referenční hodnotou vyjádřenou jako medián, který není tolik ovlivněn případnými náhodnými extrémními hodnotami aritmetického průměru.

2.2.3. Solnost

Směrné dokumenty v tomto případě neuvádějí povinně sledovaný ukazatel, doporučují pouze sledovat elektrickou vodivost. Tento ukazatel je v rámci podmínek České republiky velmi proměnlivý a jeho vyšší hodnoty souvisejí nejen s možnými antropogenními vlivy, ale také

s přirozeným obsahem rozpuštěných látek ve vodách, které jsou ovlivněny výrazně především nadmořskou výškou povodí typem geologického podloží a půdními vlastnostmi.

Sledování tohoto ukazatele je doporučováno podle Směrného dokumentu č. 7 zejména v aridních a semiaridních oblastech nebo v oblastech s rizikem výskytu vysokých koncentrací solí v řekách. To přichází v úvahu v ČR jen v důlních oblastech nebo v zimním a jarním období v blízkosti významnějších komunikací ošetřených solením. Vzhledem k vysoké variabilitě vodivosti jak uvnitř posuzovaných typů, tak i mezi typy navzájem, bude tento ukazatel posuzován jen v případě, že bude indikováno zvýšené antropogenní zatížení vod konkrétního útvaru. Z toho důvodu nebudou také nastavovány limitní hodnoty pro jednotlivé upravené typy vodních útvarů. Nastavení referenční hodnoty pro hranici mezi dobrým a velmi dobrým stavem bude probíhat individuálně pro konkrétní hodnocený útvar a mělo by vzejít z posouzení vybraných neovlivněných částí útvaru a jeho povodí.

2.2.4. Acidobazický stav

Povinnými ukazateli pro hodnocení acidobazického stavu ve vodním útvaru jsou pH a alkalita. Hodnoty pH mohou svým trvalým nebo epizodickým poklesem indikovat riziko acidifikace vod zejména ve vyšších a středních nadmořských výškách. Naopak zvýšení hodnot pH, zejména v jarním a letním období, může indikovat nadměrnou fotosyntetickou aktivitu autotrofních organismů zejména ve větších tocích a pomalu proudících úsecích menších toků a ukazovat tak na jejich eutrofizaci.

Alkalita vyjádřená jako kyselinová neutralizační kapacita do pH 4,5 ($KNK_{4,5}$) dobře dokumentuje zejména stavy, kdy dochází k poklesu pufrací kapacity vod a hrozí nebo vzniká riziko acidifikace s trvalými následky pro vodní ekosystém.

Při hodnocení pH je vhodné pro podchycení obou extrémů – jak rizika acidifikace, tak rizika eutrofizace – sledovat celý rozsah hodnot pH v daném roce. Srovnávací hodnotou je proto rozsah hodnot pH.

Pokles alkality a riziko acidifikace je spojeno zejména s přirozeně kyselými oblastmi s nízkou pufrací kapacitou ve vyšších nadmořských výškách. Z tohoto důvodu je vhodné $KNK_{4,5}$ posuzovat především ve vodních útvarech v nadmořských výškách nad 500 m. V ostatních oblastech většinou přímé riziko acidifikace toků nehrozí a hodnocení tohoto ukazatele je proto nadbytečné. Pro hodnocení $KNK_{4,5}$ je vhodné měřená data srovnávat s referenční hodnotou vyjádřenou jako minimum.

2.2.5. Živinové podmínky

Směrné dokumenty v tomto případě neuvádějí povinně sledované ukazatele, doporučují sledovat celkový dusík a fosfor a také rozpuštěné formy fosforu a dusíku jako jsou ortofosforečnanový fosfor, dusičnanový, dusitanový a amoniakální dusík.

Z pohledu vhodné indikace různých antropogenních tlaků na vodní útvary se jako nejvhodnější ukazatele pro sledování živinových poměrů jeví celkový fosfor a ortofosforečnanový fosfor a dusičnanový a amoniakální dusík. Celkový fosfor nejlépe dokumentuje míru eutrofizace vnitrozemských povrchových vod (tekoucích i stojatých) a je spojován s rozhodujícími antropogenními tlaky, jako jsou vypouštění odpadních vod ze sídel a některých průmyslových provozů a v menší míře i zatížení ze zemědělství nebo rybářského hospodaření. Doplňkově je vhodné sledovat také ortofosforečnanový fosfor, který ve vodních tocích dobře indikuje míru rychle využitelného fosforu pro rozvoj autotrofních organismů.

Z forem dusíku se jako klíčový ukazatel jeví dusičnanový dusík, který úzce souvisí se zemědělským znečištěním. Jeho vysoké koncentrace ve vodách zejména v jarním a podzimním

období indikují převažující vliv zemědělského hospodaření. Naproti tomu zvýšené koncentrace amoniakálního dusíku mohou indikovat vypouštění nečištěných nebo nedokonale čištěných odpadních vod. Amoniakální dusík je tak spolu s fosforem indikátorem převážně komunálního znečištění.

Pro hodnocení koncentrací celkového i ortofosforečnanového fosforu je vhodné měřená data srovnávat s referenční hodnotou mediánu, která eliminuje případné extrémní hodnoty spojené např. s přívalovými událostmi náhodně zaznamenanými monitoringem.

Pro hodnocení koncentrací dusičnanového dusíku je vhodné měřená data srovnávat jak s referenční hodnotou mediánu, tak i s maximální hodnotou v roce.

Pro hodnocení koncentrací amoniakálního dusíku je vhodné měřená data srovnávat s referenční hodnotou mediánu.

2.2.6. Komentář ke zvoleným charakteristickým hodnotám navrženým k hodnocení

U výše uvedených ukazatelů pro hodnocení všeobecných fyzikálně-chemických složek ekologického stavu jsou pro srovnání s měřenými daty na lokalitě navrženy charakteristické hodnoty medián, minimum a maximum. Ačkoli je v současné praxi hodnocení jakosti vod obvyklé, že jsou měřené hodnoty srovnávány především s aritmetickým průměrem případně maximální hodnotou, poskytuje hodnocení podle mediánu několik nesporných výhod. Většina hodnocených ukazatelů, které jsou sledovány monitoringem vod, nevykazují normální rozdělení a případné extrémní hodnoty zachycené pravidelným monitoringem při použití aritmetického průměru výrazně ovlivňují výsledné hodnocení stavu v profilu. Použití mediánu (střední hodnoty souboru dat) umožňuje tyto extrémní situace eliminovat a výsledná hodnota tak lépe popisuje stav nebo typickou míru znečištění v hodnoceném profilu. Další nespornou výhodou využití mediánu je práce s hodnotami pod mezí stanovitelnosti. V případě aritmetického průměru je nutné tyto hodnoty nahrazovat číselným údajem, který bývá obvykle stanoven jako polovina hodnoty meze stanovitelnosti. Při použití mediánu je možné bez úprav pracovat i s hodnotami pod mezí stanovitelnosti a výsledek určit bez nutnosti provádět složité přepočty.

Použití charakteristických hodnot minima a maxima je voleno v případě, že hodnocený ukazatel může svými extrémními hodnotami poškozovat ekosystém nebo negativně ovlivňovat organismy případně člověka. Typickým případem může být snížení pufrací kapacity povodí a snížení alkality vyjádřené jako $KNK_{4,5}$. Její pokles pod určitou mez (minimum) signalizuje akutní riziko acidifikace.

2.3. Typologie vod a její úpravy pro potřeby hodnocení

Typologické členění vod v České republice bylo zpracováno kolektivem autorů (Langhammer et al., 2009) a legislativně upraveno vyhláškou Ministerstva životního prostředí a Ministerstva zemědělství č. 49/2011 Sb., o vymezení útvárů povrchových vod. Typologie je založena na čtyřech popisných charakteristikách: úmoří, nadmořské výšce, geologickém podloží a řádu toku podle Strahlera. Jednotlivé charakteristiky jsou dále členěny do kategorií, které jsou uvedeny v tabulce 1.

Tab. 1: Popisné charakteristiky typů povrchových tekoucích vod (převzato z vyhlášky č. 49/2011 Sb., upraveno).

Popisná charakteristika	Pozice v čtyřmístném kódu*	Počet kritérií popisné charakteristiky	Kritérium	Kód kritéria
úmoří	A	3	Severní moře	1
			Baltské moře	2
			Černé moře	3
nadmořská výška v m n. m. (h)	B	4	$h < 200$	1
			$200 \leq h < 500$	2
			$500 \leq h < 800$	3
			$h \geq 800$	4
geologie	C	2	krystalinikum a vulkanity	1
			pískovce, jílovce, kvartér	2
řád toku **	D	3	potoky (řád 1-3)	1
			řičky (řád 4-6)	2
			řeky (řád 7-9)	3

* typ útvaru povrchových vod kategorie řeka je určen čtyřmístným kódem v obecném formátu A-B-C-D

** řád toku odvozený metodou podle Strahlera

Na území ČR bylo podle výše uvedených dokumentů vymezeno celkem 21 zonálních typů, které zahrnují první tři charakteristiky. Následně byla přidána charakteristika určující řád toku podle Strahlera a tím došlo ke zvýšení počtu typů na 47. Tato úroveň typologie, zahrnující všechny čtyři charakteristiky uvedené v tabulce 1, je označována jako jemné členění.

Pro potřeby hodnocení všeobecných fyzikálně-chemických složek ekologického stavu bylo výsledné jemné členění zjednodušeno. První charakteristika typu (A), určující příslušnost vodního toku k úmoří, není z pohledu hodnocení fyzikálních ani chemických ukazatelů určující a je proto nadbytečná. Podobně nebyla tato první typologická charakteristika určena jako významná v případě složky fyto-bentos (Horký et al., 2011b) a nebyla zahrnuta ani ve finálních typech pro složku makrozoobentos (Horký et al., 2011a). Jedinou biologickou složkou, která vykázala signifikantní rozdíly ve společenstvu v závislosti na úmoří, jsou ryby (Horký et al., 2011).

Pro odvození referenčních podmínek a určení typově specifických hodnot pro vybrané ukazatele všeobecných fyzikálně-chemických složek stavu byly jemné typy zjednodušeny tak, že v původním čtyřmístném kódu typu byla první pozice nahrazena univerzálním znakem X, který reprezentuje všechna tři úmoří. Výsledné typy pro hodnocení, kterých je 21, pak mají tvar **X-B-C-D** a jejich přehled je zřejmý z tabulky 2.

2.4. Výběr referenčních lokalit a lokalit reprezentujících dobrý stav

V souladu s doporučenými postupy uvedenými ve směrném dokumentu č. 10 (REFCOND) pro výběr referenčních podmínek, byly na celém území České republiky prověřovány možné

lokality, které by mohly sloužit pro iniciální nastavení referenčních hodnot pro jednotlivé fyzikálně chemické složky ekologického stavu.

Výběr referenčních lokalit a lokalit reprezentujících dobrý stav vod byl založen na podrobném vyhodnocení výsledků situačního a provozního monitoringu a dalších účelových programů monitoringu vod, které byly soustředěny v informačním systému ARROW (ČHMÚ) a informačním systému Salamander (bývalá ZVHS nyní státní podniky Povodí). Pro hodnocení byly použity výsledky z let 2006-2010.

Jako referenční lokality (reprezentující velmi dobrý stav) byly zvoleny jen takové profily, v jejichž povodí nebyly zaznamenány významnější antropogenní tlaky. Šlo zejména o povodí v převážně lesních oblastech s absencí sídel nebo s přítomností rozptýlené zástavby s minimálním vlivem na hodnocené vodní toky. V nižších nadmořských výškách byla mezi referenční lokality zařazena také povodí s vyšším zastoupením zemědělských ploch, která však podle zjišťovaných koncentrací sloučenin dusíku a fosforu vykazovala nízké antropogenní zatížení. Jako referenční byly označeny jen takové lokality, u kterých nebylo v žádné z hodnocených fyzikálně-chemických složek zjištěno výrazné působení některého z antropogenních stresorů (teplotní ovlivnění, organické znečištění, acidifikace, eutrofizace). Při výběru referenčních lokalit byly do určité míry zohledněny i výsledky výběru referenčních lokalit pro jednotlivé biologické složky hodnocení ekologického stavu (makrozoobentos, fytoobentos, makrofyta a rybí společenstva).

Obdobným postupem byly prověřovány také další vhodné lokality, které by mohly sloužit pro odvození kritérií pro dobrý stav a zejména pro nastavení hranice mezi dobrým a středním stavem pro jednotlivé typy vodních útvarů. V tomto případě nebyla uplatňována tak striktní kritéria, jako při výběru referenčních lokalit. Do výběru byly v některých případech zařazeny i lokality, které v jedné ze složek neodpovídaly definici mírného antropogenního ovlivnění. Jednalo se především o lokality v nižších nadmořských výškách, kde hlavním antropogenním tlakem je zemědělské hospodaření, případně komunální znečištění z menších sídel, které se projevilo zejména vyššími koncentracemi dusičnanového dusíku.

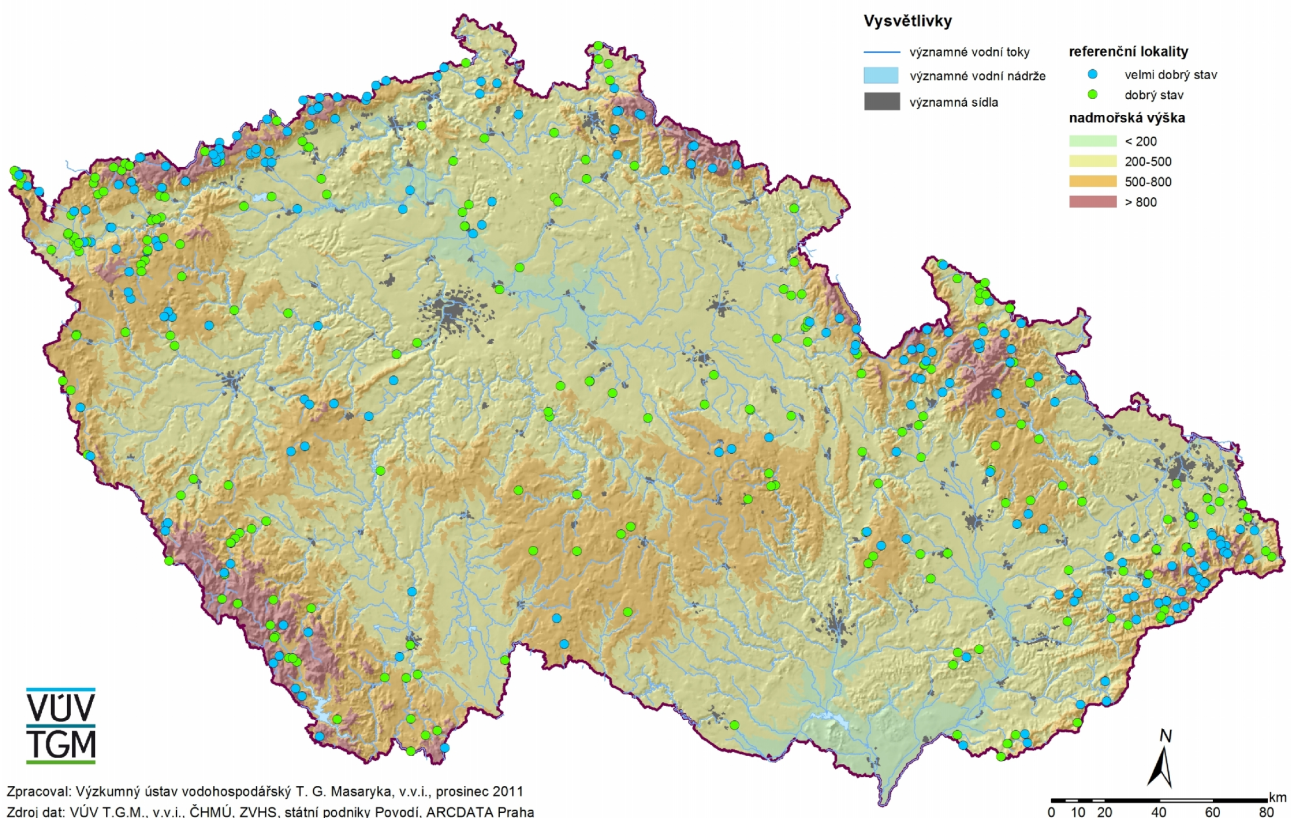
V tabulce 2 jsou pro upravené typy vod uvedeny počty referenčních lokalit a lokalit reprezentujících dobrý stav použité pro nastavení metodického postupu hodnocení všeobecných fyzikálně-chemických složek ekologického stavu. Na obrázku 2 je znázorněno prostorové rozmístění výše uvedených lokalit na území České republiky.

Tab. 2: Počty referenčních lokalit a lokalit reprezentujících dobrý stav pro upravené typy vod.

upravený typ	referenční lokality	lokality pro dobrý stav	počet úseků toků v ČR	celková délka toků v ČR km
	počet	počet		
X-1-1-1	0	0	139	87,29
X-1-1-2	0	0	51	45,51
X-1-1-3	0	0	48	32,51
X-1-2-1	4	5	5 887	3 995,44
X-1-2-2	1	3	1 027	899,04
X-1-2-3	2	1	669	690,70
X-2-1-1	15	12	57 008	27 009,08
X-2-1-2	23	49	12 124	5 848,70
X-2-1-3	2	3	1 164	622,12
X-2-2-1	26	30	63 773	31 465,56
X-2-2-2	21	55	11 232	6 034,28
X-2-2-3	0	7	861	576,58
X-3-1-1	39	20	59 962	22 807,89
X-3-1-2	50	25	6 699	2 525,57

upravený typ	referenční lokality počet	lokality pro dobrý stav počet	počet úseků toků v ČR	celková délka toků v ČR km
X-3-1-3	1	0	52	13,81
X-3-2-1	9	2	9 603	3 567,33
X-3-2-2	12	5	679	260,23
X-4-1-1	6	4	16 536	4 148,27
X-4-1-2	2	3	947	286,43
X-4-2-1	0	0	1 351	272,04
X-4-2-2	0	0	92	16,22
celkem	213	224	249 904	111 204,60

Přehled referenčních lokalit a lokalit pro hodnocení dobrého ekologického stavu pro všeobecné fyzikálně-chemické složky



Obr. 2: Přehled referenčních lokalit pro velmi dobrý a dobrý stav použitých pro hodnocení všeobecných fyzikálně-chemických složek ve vodních útvech povrchových tekoucích vod.

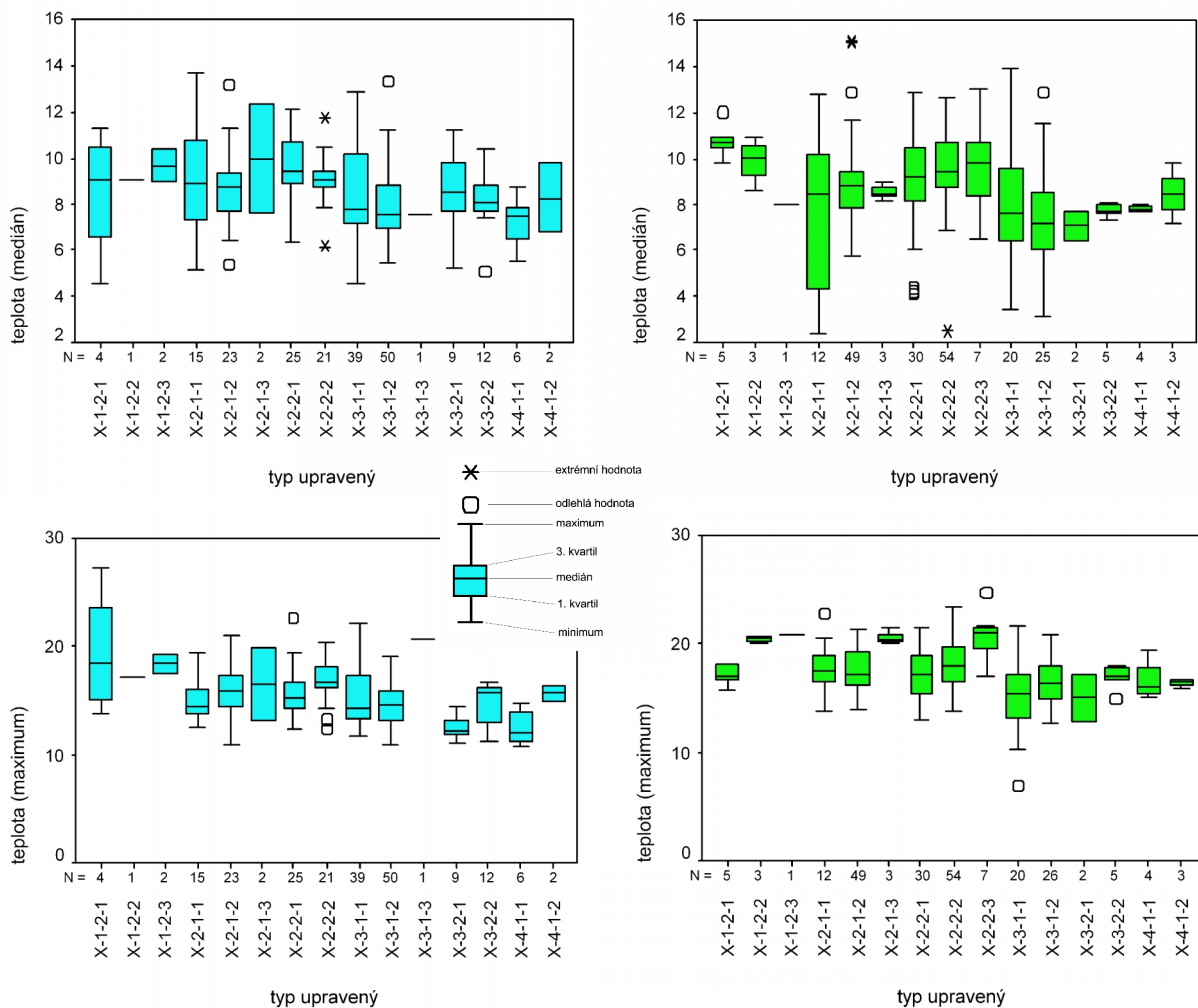
Z tabulky 2 je zřejmé, že pro některé méně četné typy nebyly k dispozici žádné referenční lokality, případně bylo k dispozici jen několik vhodných lokalit. V takovém případě nebyly referenční hodnoty pro velmi dobrý a dobrý stav odvozovány přímo z analyzovaných dat, ale bylo použito expertní nastavení hodnot pomocí příbuzných typů.

Pro typy s dostatečným počtem referenčních lokalit bylo odvození typově specifických hodnot provedeno nad daty z monitoringu, Primární data z jednotlivých let byla nejprve

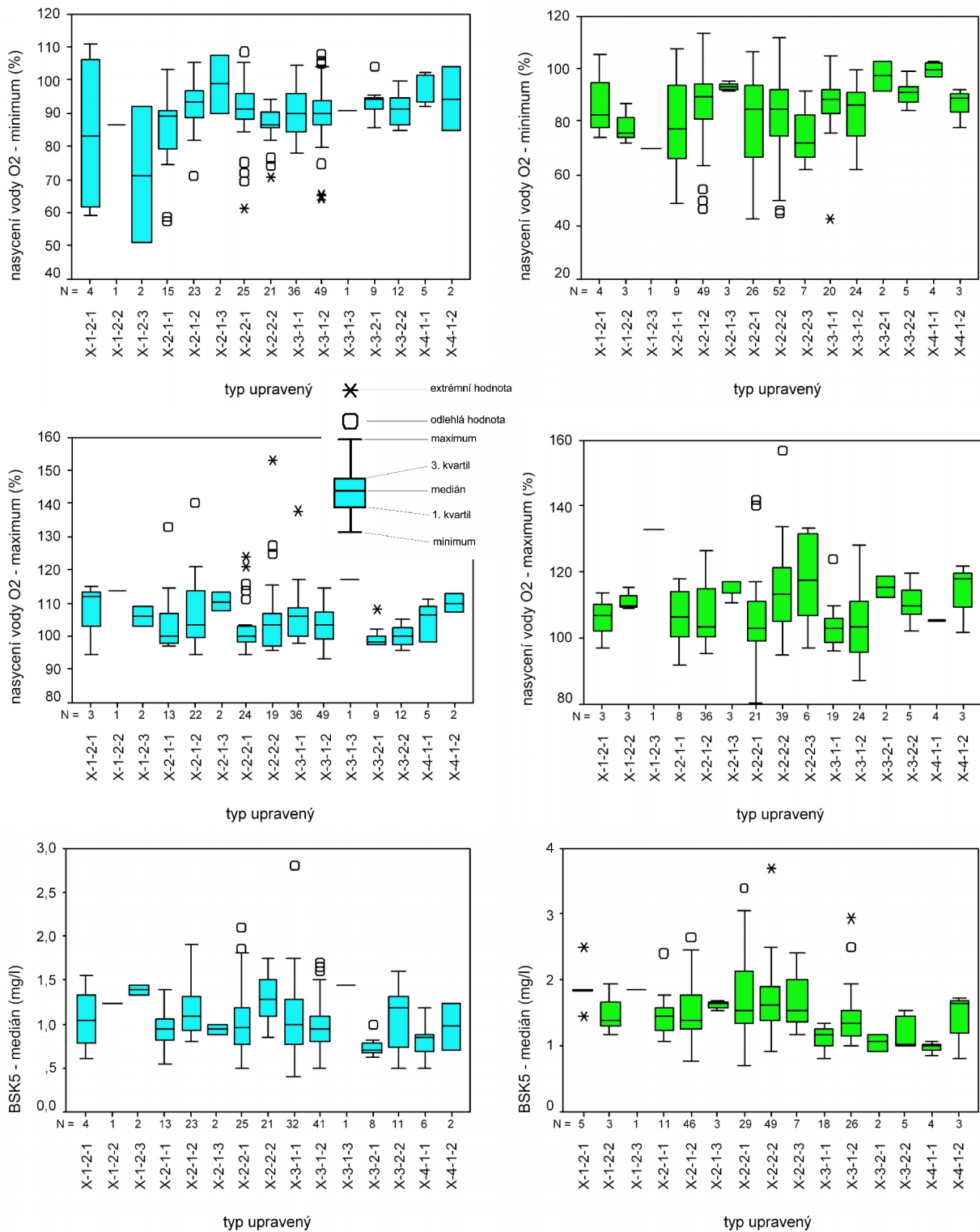
vyhodnocena a zvolené charakteristické hodnoty pro jednotlivé ukazatele byly vyhodnoceny v rámci typů.

Typově specifické hodnoty pro velmi dobrý a dobrý stav byly určeny jako střední hodnoty souboru dat z referenčních lokalit a z lokalit reprezentujících dobrý stav. Rozhraní pro velmi dobrý a dobrý stav bylo odvozeno jako 90. percentil (případně 10. percentil) sady dat referenčních lokalit pro vybrané ukazatele a podobně bylo postupováno i pro rozhraní mezi dobrým a středním stavem, kdy byla použita zpracovaná data ze sady lokalit reprezentujících dobrý stav. Pro některé ukazatele, zejména dusičnanový dusík v útvarech v zemědělských oblastech, takto odvozené hodnoty neodpovídaly definici mírného antropogenního ovlivnění podle Rámcové směrnice a bylo nutné je korigovat. Pro korekci byly použity směrné hodnoty uváděné pro dusičnany v Nitrátové směrnici (SR 91/676/EHS) - 25 mg/l a v některých typech také hodnota dusičnanů 15 mg/l, která je uváděna Světovou zdravotnickou organizací jako limitní pro kojení.

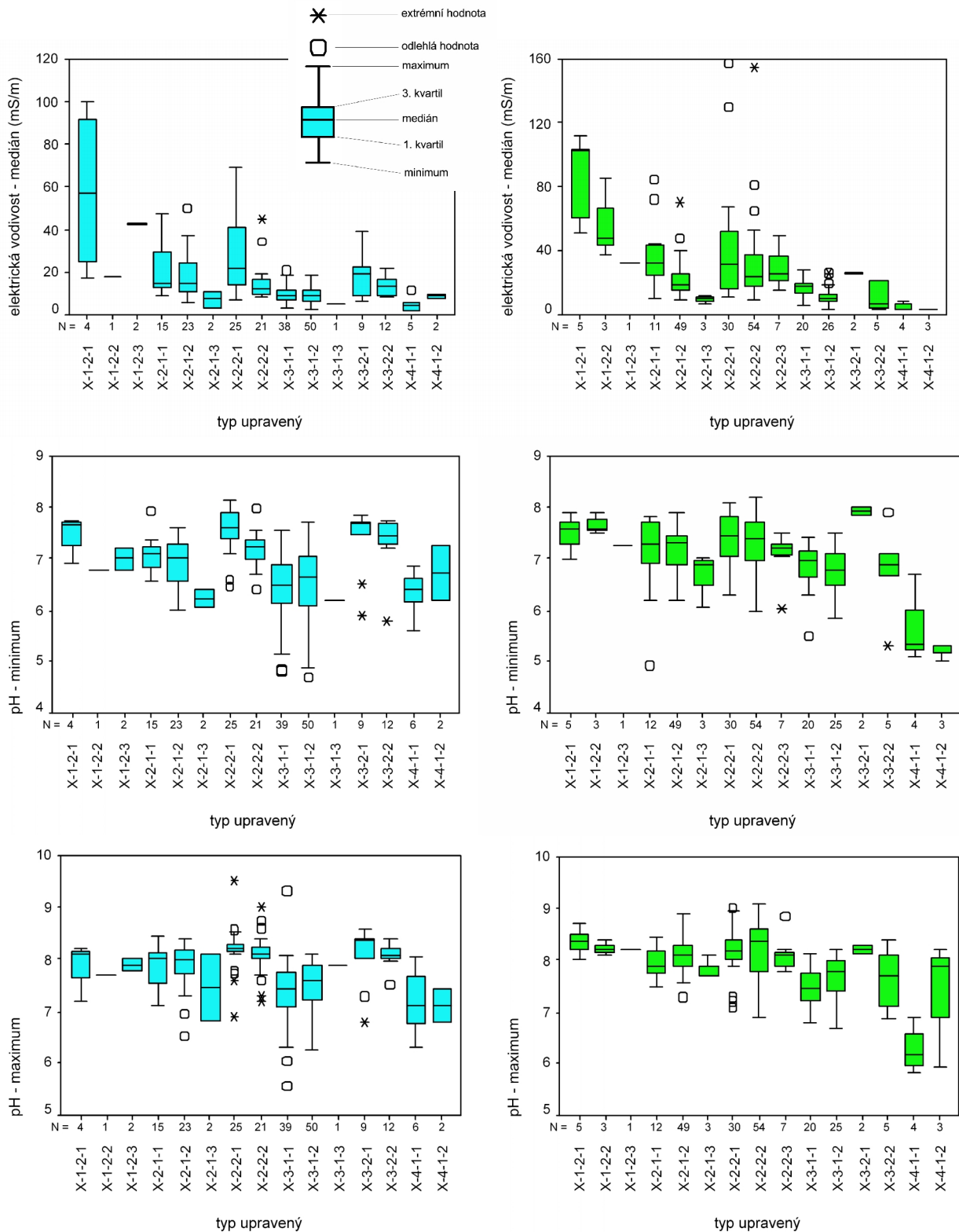
Variabilitu hodnocených ukazatelů v rámci jednotlivých typů i mezi upravenými typy navzájem dokumentují grafy na obrázcích 3-7. Na levém z grafů jsou vždy zobrazena data z referenčních lokalit pro velmi dobrý stav a na pravém grafu data z lokalit reprezentujících dobrý stav. Grafy jsou řazeny postupně podle jednotlivých složek, jak byly uvedeny v kapitole 2.2.



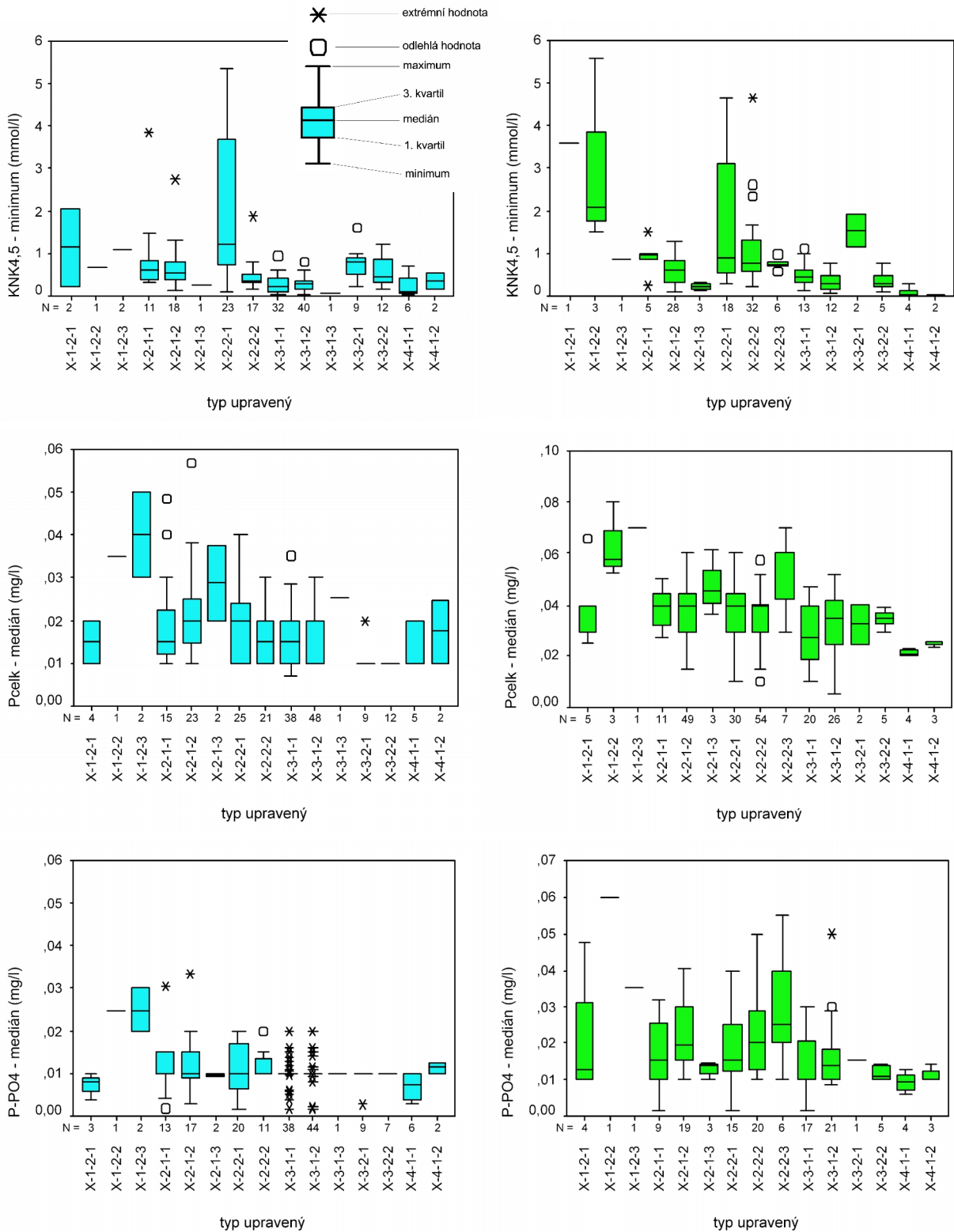
Obr. 3: Vyhodnocení průměrné a maximální teploty vody v referenčních lokalitách reprezentujících velmi dobrý stav (vlevo) a dobrý stav (vpravo) pro upravené typy útvarů povrchových vod.



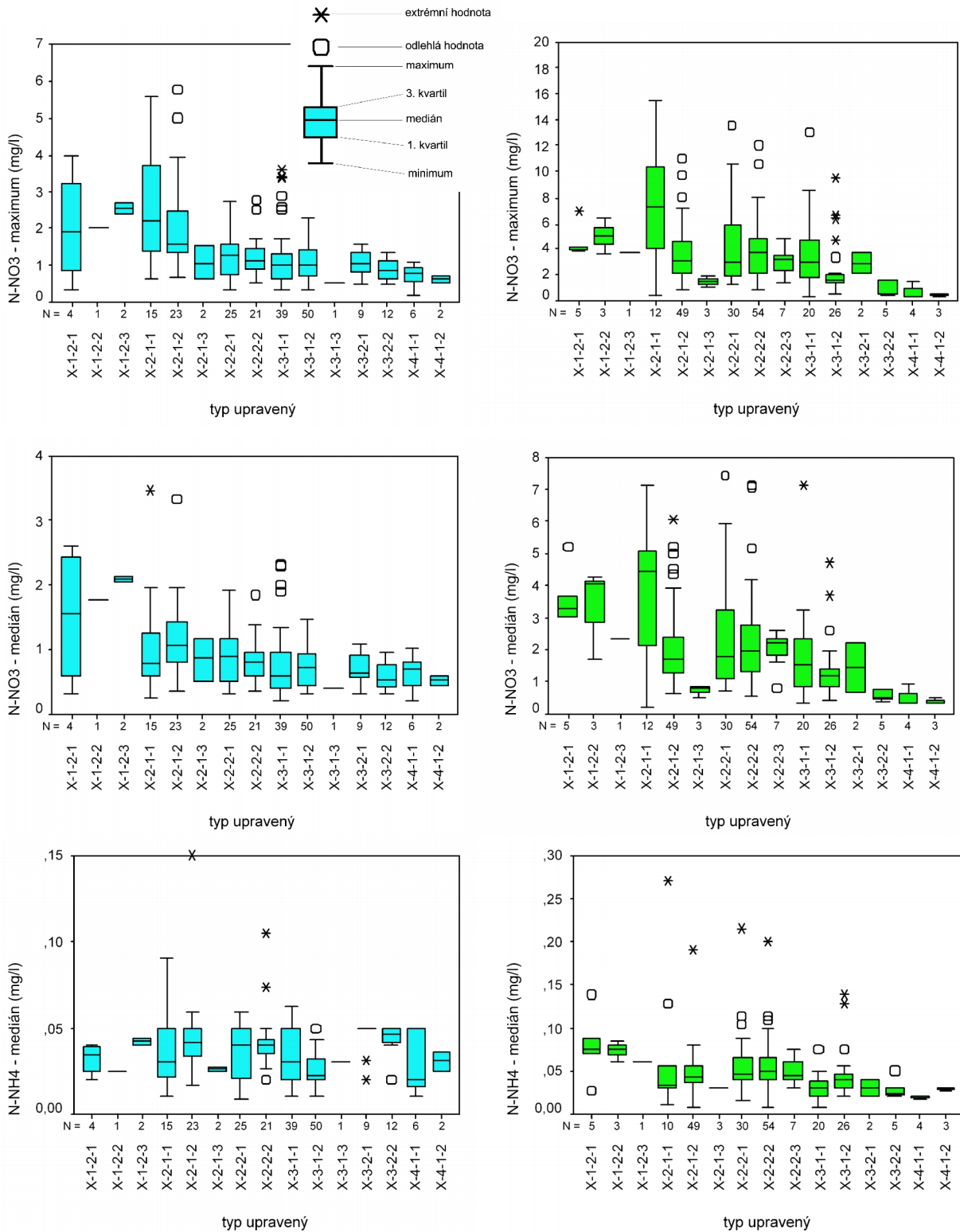
Obr. 4: Vyhodnocení minimálního a maximálního nasycení vody kyslíkem a hodnot mediánu BSK₅ v referenčních lokalitách reprezentujících velmi dobrý stav (vlevo) a dobrý stav (vpravo) pro upravené typy útvárů povrchových vod.



Obr. 5: Vyhodnocení hodnot mediánu elektrické vodivosti a minimálních a maximálních hodnot pH v referenčních lokalitách reprezentujících velmi dobrý stav (vlevo) a dobrý stav (vpravo) pro upravené typy útvarů povrchových vod.



Obr. 6: Vyhodnocení minimálních hodnot kyselinové neutralizační kapacity $KNK_{4,5}$ a mediánu celkového a ortofosforečnanového fosforu v referenčních lokalitách reprezentujících velmi dobrý stav (vlevo) a dobrý stav (vpravo) pro upravené typy útvarů povrchových vod.



Obr. 7: Vyhodnocení maximálních hodnot a hodnot mediánu dusičnanového dusíku a hodnot mediánu amoniakálního dusíku v referenčních lokalitách reprezentujících velmi dobrý stav (vlevo) a dobrý stav (vpravo) pro jednotlivé typy útvárů povrchových vod.

3. Typově specifické hodnoty pro ukazatele všeobecných fyzikálně-chemických složek a postup hodnocení

Postupy popsány v předchozích kapitolách byly odvozeny typově specifické hodnoty pro vybrané ukazatele a indikátory hodnocení všeobecných fyzikálně-chemických složek ekologického stavu útvárů tekoucích povrchových vod. Pro upravené typy a hranice mezi velmi dobrým a dobrým stavem a dobrým a středním stavem útvárů povrchových vod jsou limitní hodnoty shrnuty v tabulce 3.

Tabulka je členěna na jednotlivé složky a tyto složky obsahují hodnocení jednoho nebo více ukazatelů. Každý ukazatel může být hodnocen podle jedné nebo v některých případech i podle dvou charakteristických hodnot. Pro složku slanost a vybraný ukazatel elektrickou vodivost, nejsou definovány typově specifické hodnoty vzhledem k velké variabilitě tohoto ukazatele jak v rámci některých typů, tak i mezi jednotlivými typy navzájem. Pro hodnocení případného zasolování vod je nutné inkriminovaný vodní útvar hodnotit individuálně a referenční hodnoty odvodit průzkumem povodí vodního útvaru. Obdobně není také pro všechny typy prováděno hodnocení ukazatele $KNK_{4,5}$, který je použit pro indikování případné acidifikace vodních útvarů jen v nadmořských výškách nad 500 m.

Postup hodnocení spočívá v několika krocích. Nejprve je nutné získat a vyhodnotit data z reprezentativního profilu vodního útvaru, případně jiného vhodného profilu. Pro hodnocení je doporučeno používat roční datovou sadu s 12 údaji. V případě, že je monitorovaných dat méně, neměl by jejich počet být nižší než 6 a data by měla reprezentovat celoroční cyklus sledování, nikoliv např. jen vegetační sezónu. V případě ukazatelů, u kterých je hodnoceno maximum nebo minimum je nutné dbát při menším počtu měření na podchycení období s výskytem maximálních nebo minimálních hodnot.

Pro další postup je nutné znát také typ hodnoceného útvaru nebo úseku toku, na kterém leží hodnocený profil. Typ by měl být ve formátu jemného členění (formát A-B-C-D – viz tabulka 1), který je jednoduše převoditelný na upravený typ používaný v této metodice.

V prvním kroku se hodnotí profil postupně podle jednotlivých ukazatelů. V případě, že daný ukazatel je hodnocen podle dvou charakteristických hodnot, provede se dvojí posouzení a výsledný stav pro daný ukazatel určí méně příznivé hodnocení.

Podobný postup je aplikován i v případě, že složka obsahuje více ukazatelů (kyslíkové poměry, acidobazický stav – jen pro vybrané typy, živinové podmínky). V takovém případě výsledné hodnocení stavu složky určuje nejhůře hodnocený ukazatel.

Proto, aby byla zachována informace o postupu hodnocení, mohl být určen rozhodující antropogenní vliv a byla tak zajištěna vazba na následná opatření ke zlepšení stavu vodního útvaru, doporučuje se dokumentovat celý postup včetně dílčích výsledků hodnocení od jednotlivých ukazatelů až po nadřazené složky.

Poté, co jsou vyhodnoceny všechny složky, určuje výsledný stav vodního útvaru podle této metodiky nejhůře hodnocená složka.

Tab. 3: Typově specifické hodnoty pro ukazatele všeobecných fyzikálně-chemických složek ekologického stavu útvarů povrchových vod tekoucích

Upravený typ			X-1-1-1		X-1-1-2		X-1-1-3		X-1-2-1		X-1-2-2		X-1-2-3		X-2-1-1		X-2-1-2		X-2-1-3		X-2-2-1		X-2-2-2	
složka stavu	ukazatel (jednotka)	charakteristická hodnota	VD/D	D/S	VD/D	D/S	VD/D	D/S	VD/D	D/S	VD/D	D/S	VD/D	D/S	VD/D	D/S	VD/D	D/S	VD/D	D/S	VD/D	D/S	VD/D	D/S
Teplotní poměry	teplota (°C)	maximum	21	23	21	23	21	23	21	23	21	23	21	23	19,5	21,5	19,5	21,5	19,5	21,5	19,5	21,5	19,5	21,5
		medián	12	13	12	13	12	13	12	13	12	13	12	13	11	12	11	12	11	12	11	12	11	12
Kyslíkové poměry	nasycení vody kyslíkem (%)	minimum	80	75	80	75	80	75	80	75	80	75	80	75	85	80	85	80	85	80	85	80	85	80
		maximum	115	125	115	125	115	125	115	125	115	125	115	125	115	125	115	125	115	125	115	125	115	125
	BSK5 (mg/l)	medián	1,8	2,5	1,8	2,5	1,8	2,5	1,8	2,5	1,8	2,5	1,8	2,5	1,7	2,2	1,7	2,2	1,7	2,2	1,7	2,2	1,7	2,2
Solnost	elektrická vodivost (mS/m)																							
Acidobazický stav	pH	rozmezí hodnot	7-8	6,5-8,5	7-8	6,5-8,5	7-8	6,5-8,5	7,5-8,5	7-9	7,5-8,5	7-9	7,5-8,5	7-9	6,5-8	6-8,5	6,5-8	6-8,5	6,5-8	6-8,5	7-8,5	6,5-9	7-8,5	6,5-9
	KNK _{4,5} (mmol/l)	minimum																						
Živinné podmínky	celkový fosfor (mg/l)	medián	0,05	0,07	0,05	0,07	0,05	0,07	0,05	0,07	0,05	0,07	0,05	0,07	0,035	0,05	0,035	0,05	0,035	0,05	0,035	0,05	0,035	0,05
	PO ₄ -P (mg/l)	medián	0,03	0,05	0,03	0,05	0,03	0,05	0,03	0,05	0,03	0,05	0,03	0,05	0,02	0,035	0,02	0,035	0,02	0,035	0,02	0,035	0,02	0,035
	dusičnanový dusík (mg/l)	maximum	3,4	5,6	3,4	5,6	3,4	5,6	3,4	5,6	3,4	5,6	3,4	5,6	3,4	5,6	3,4	5,6	3,4	5,6	3,4	5,6	3,4	5,6
		medián	2,3	3,8	2,3	3,8	2,3	3,8	2,3	3,8	2,3	3,8	2,3	3,8	1,7	3,2	1,7	3,2	1,7	3,2	1,7	3,2	1,7	3,2
	amoniakální dusík (mg/l)	medián	0,06	0,15	0,06	0,15	0,06	0,15	0,06	0,15	0,06	0,15	0,06	0,15	0,06	0,1	0,06	0,1	0,06	0,1	0,06	0,1	0,06	0,1

VD/D – hranice mezi velmi dobrým a dobrým stavem
D/S – hranice mezi dobrým a středním stavem

Tab. 3 - pokračování: Typově specifické hodnoty pro ukazatele všeobecných fyzikálně-chemických složek ekologického stavu útvarů povrchových vod tekoucích

Upravený typ			X-2-2-3		X-3-1-1		X-3-1-2		X-3-1-3		X-3-2-1		X-3-2-2		X-4-1-1		X-4-1-2		X-4-2-1		X-4-2-2	
složka stavu	ukazatel (jednotka)	charakteristická hodnota	VD/D	D/S	VD/D	D/S	VD/D	D/S	VD/D	D/S	VD/D	D/S	VD/D	D/S	VD/D	D/S	VD/D	D/S	VD/D	D/S	VD/D	D/S
Teplotní poměry	teplota (°C)	maximum	19,5	21,5	18	20	18	20	18	20	18	20	18	20	16	18	16	18	16	18	16	18
		medián	11	12	10	11	10	11	10	11	10	11	10	11	9	10	9	10	9	10	9	10
Kyslíkové poměry	nasycení vody kyslíkem (%)	minimum	85	80	90	80	90	80	90	80	90	80	90	80	90	80	90	80	90	80	90	80
		maximum	115	125	110	120	110	120	110	120	110	120	110	120	110	120	110	120	110	120	110	120
	BSK5 (mg/l)	medián	1,7	2,2	1,5	1,7	1,5	1,7	1,5	1,7	1,5	1,7	1,5	1,7	1,2	1,5	1,2	1,5	1,2	1,5	1,2	1,5
Solnost	elektrická vodivost (mS/m)																					
Acidobazický stav	pH	rozmezí hodnot	7-8,5	6,5-9	6-8	5,5-8	6-8	5,5-8	6-8	5,5-8	7,5-8,5	6-8,5	7,5-8,5	6-8,5	6-7,5	5,5-8	6-7,5	5,5-8	6,5-8	6-8	6,5-8	6-8
	KNK _{4,5} (mmol/l)	minimum			0,1	0,05	0,1	0,05	0,1	0,05	0,4	0,2	0,4	0,2	0,1	0,05	0,1	0,05	0,2	0,1	0,2	0,1
Živinné podmínky	celkový fosfor (mg/l)	medián	0,035	0,05	0,025	0,045	0,025	0,045	0,025	0,045	0,025	0,045	0,025	0,045	0,02	0,03	0,02	0,03	0,02	0,03	0,02	0,03
	PO ₄ -P (mg/l)	medián	0,02	0,035	0,015	0,03	0,015	0,03	0,015	0,03	0,015	0,03	0,015	0,03	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02
	dusičnanový dusík (mg/l)	maximum	3,4	5,6	1,6	4,6	1,6	4,6	1,6	4,6	1,6	4,6	1,6	4,6	1	1,4	1	1,4	1	1,4	1	1,4
		medián	1,7	3,2	1,2	2,3	1,2	2,3	1,2	2,3	1,2	2,3	1,2	2,3	0,8	1	0,8	1	0,8	1	0,8	1
amoniakální dusík (mg/l)	medián	0,06	0,1	0,05	0,08	0,05	0,08	0,05	0,08	0,05	0,08	0,05	0,08	0,05	0,08	0,05	0,08	0,05	0,08	0,05	0,08	

VD/D – hranice mezi velmi dobrým a dobrým stavem

D/S – hranice mezi dobrým a středním stavem

4. Klasifikace a znázornění výsledků hodnocení

Celkové hodnocení stavu útvarů povrchových vod tekoucích podle všeobecných fyzikálně-chemických složek se vyjádří klasifikací do tří kategorií podle hodnocení nehorší ze všech hodnocených složek. Kategorie jsou tři od nejlepší k nejhorší: velmi dobrý stav, dobrý stav, horší než dobrý stav.

Pro každé dílčí povodí může být zpracována přehledná mapa (není povinná), zobrazující souhrnné hodnocení stavu útvarů povrchových vod tekoucích podle všeobecných fyzikálně-chemických složek, který je barevně vyznačen podle následující tabulky 4.

Tab. 4: Způsob zobrazení souhrnného hodnocení stavu útvarů povrchových vod tekoucích podle všeobecných fyzikálně-chemických složek

Klasifikace stavu	Barevné označení
velmi dobrý	modrá
dobrý	zelená
střední nebo horší	žlutá

5. Seznam použitých podkladů

- Guidance Document No. 10 – CIS WFD – River and lakes – Typology, reference conditions and classification systems, European Communities, Luxembourg, 2003, ISBN 92-894-5641-0.
- Guidance Document No. 7 – CIS WFD – Monitoring under the Water Framework Directive, European Communities, Luxembourg, 2003, ISBN 92-894-5127-0.
- Horký, P., Marvan, P., Opatřilová, L. a Heteša, J. (2011b): Metodika hodnocení ekologického stavu útvarů povrchových vod tekoucích pomocí biologické složky fyto-bentos, VÚV TGM, 15 pp.
- Horký, P., Opatřilová, L., Kokeš, J., Němejcová, D., Syrovátka, V. a Zahradková, S. (2011a): Metodika hodnocení ekologického stavu útvarů povrchových vod tekoucích pomocí biologické složky makrozoobentos, VÚV TGM, 24 pp.
- Horký, P., Slavík, O. (2011): Metodika hodnocení ekologického stavu útvarů povrchových vod tekoucích pomocí biologické složky ryby, VÚV TGM, 16 pp.
- IS ARROW (Assessment and Reference Reports of Water Monitoring), [databáze online]. Praha: Český hydrometeorologický ústav, 2011. Dostupné z URL <http://hydro.chmi.cz/isarrow/>
- Langhammer, J, Hartvich F., Mattas D., Zbořil A. et al. 2009. Vymezení typů útvarů povrchových vod. PŘF UK Praha, 101 pp.
- Nařízení vlády č. 61/2003 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech, ve znění pozdějších předpisů.

Směrnice 2000/60/ES Evropského parlamentu a Rady z 23. října 2000 ustavující rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky, 2005. Aktualizovaný pracovní překlad s anglickým originálem. Praha, MŽP, Odbor ochrany vod.

Vyhláška č. 49/2011 Sb., o vymezení útvarů povrchových vod.

Vyhláška č. 98/2011 Sb., o způsobu hodnocení stavu útvarů povrchových vod, způsobu hodnocení ekologického potenciálu silně ovlivněných a umělých útvarů povrchových vod a náležitostech programů zjišťování a hodnocení stavu povrchových vod.

Wasson, J.- G. (2006): Proposals for Reference Thresholds of selected chemical parameters for the Central-Baltic GIG intercalibration. Work paper for the CB GIG, Cemagref, Cellule DCE, Lyon, France.

6. Poděkování

V konečné verzi metodiky byly zohledněny některé připomínky oponentů Doc. Ing. Josefa Hejzlara, CSc. a RNDr. Jindřicha Durase, PhD., týkající se nastavení typově specifických hodnot pro některé ukazatele. Řešitelé jim děkují za cenné podněty a konzultace.