



STÁTNÍ FOND  
ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ  
ČESKÉ REPUBLIKY

[www.sfzp.cz](http://www.sfzp.cz)



Ministerstvo životního prostředí  
České republiky

[www.mzp.cz](http://www.mzp.cz)

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

veřejná výzkumná instituce

# Metodika hodnocení ekologického stavu útvárů povrchových vod tekoucích pomocí biologické složky makrofyta

**Aktualizace metodiky v návaznosti na Rozhodnutí Komise 2018/229/EU**

**Mgr. Martin Kočí, Ph.D. a kol.**

**ZÁVĚREČNÁ ZPRÁVA**

Zadavatel: **MŽP**

Praha, prosinec 2011

**Aktualizace metodiky je platná od března 2018**



# **Metodika hodnocení ekologického stavu útvarů povrchových vod tekoucích pomocí biologické složky makrofyta**

Mgr. Martin Kočí, Ph.D. a kol.

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 projektu:**

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.

**Autorský kolektiv:**

Mgr. Martin Kočí, Ph.D.  
doc. RNDr. Vít Grulich, CSc.  
Mgr. Libuše Opatřilová  
Ing. Pavel Horký, Ph.D.

## Předmluva k aktualizované verzi metodiky

Metodika, která je předmětem tohoto dokumentu, byla sestavena a je používána pro hodnocení ekologického stavu tekoucích vod na území České republiky pro potřeby plánování v oblasti vod v návaznosti na plnění požadavků evropské Rámcové směrnice pro vodní politiku 2000/60/ES. Rámcová směrnice pro vodní politiku vyžaduje jako nezbytnou součást klasifikace ekologického stavu zajištění porovnatelnosti výsledků biologického monitorování mezi členskými státy. Porovnání jednotlivých národních metod hodnocení se provádí v interkalibračním cvičení, které je organizačně zajištěno Evropskou komisí.

V rámci zeměpisných interkalibračních skupin je posouzen soulad postupů a výsledků klasifikace jednotlivých národních metod hodnocení z hlediska dodržení normativních definic stanovených Rámcovou směrnicí o vodách, jsou porovnány výsledky klasifikace ekologického stavu národních metodik v předem stanovených typech a provedena procedura zajišťující finální porovnání a harmonizaci národních klasifikačních systémů. Výsledkem interkalibračního cvičení je harmonizace číselné hodnoty pro hranici tříd mezi velmi dobrým a dobrým stavem a hodnoty pro hranici tříd mezi dobrým a středním stavem v rámci jednotlivých typů zeměpisných interkalibračních skupin, akceptované výsledky porovnání jsou uvedeny v Rozhodnutí komise (2018/229/EU).

Pracovní postup pro přizpůsobení nových nebo revidovaných národních klasifikačních metod harmonizované definici dobrého ekologického stavu stanoveného v dokončeném mezikalibračním cvičení je uveden v dokumentu *CIS Guidance Document No. 30: Procedure to fit new or updated classification methods to the results of a completed intercalibration exercise* (2015).

Metodika hodnocení ekologického stavu útvarů povrchových vod tekoucích pomocí biologické složky makrofyta, byla předmětem porovnání v rámci dvou zeměpisných interkalibračních skupin, Centrální/baltské řeky (CB GIG – Central-Baltic rivers geographic intercalibration group) a Východokontinentální řeky (EC GIG - Eastern Continental rivers geographic intercalibration group). Na základě porovnání výsledků klasifikace ekologického stavu byly harmonizovány původně nastavené hranice tříd ekologického stavu a nové hranice tříd jsou součástí Rozhodnutím komise 2018/229/EU a této aktualizované metodiky.

## Obsah

1. Požadavky Rámcové směrnice.....	3
2. Stanovení skórujících druhů .....	3
3. Typologie vod .....	8
4. Popis vybraných metrik.....	16
5. Výpočet indexu MTV.....	19
6. Určení hranic tříd ekologického stavu .....	20
7. Vztah indexu MTV a proměnných prostředí .....	24
8. Spolehlivost hodnocení.....	25
9. Souhrn.....	26
10. Závěrečná doporučení.....	27
11. Literatura .....	28
Příloha č. 1 Rešerše přístupů k hodnocení makrofyt v tekoucích vodách v okolních zemích	30
Příloha č. 2 Geografická vazba makrofyt a jejich vztah k řádu toku .....	34

## 1. Požadavky Rámcové směrnice

Účelem Rámcové směrnice pro vodní politiku 2000/60/ES je stanovit sjednocující rámec pro ochranu a vodohospodářské využití vnitrozemských povrchových, brakických, pobřežních a podzemních vod.

Jedním z dílčích požadavků směrnice je také příprava a zahájení programů monitorování stavu povrchových vod. Při hodnocení tohoto stavu se hodnotí více složek, které určují jeho kvalitu. Jedná se jednak o biologické složky, mezi které patří složení a četnost vodní flóry, fauny bentických bezobratlých a četnost a věková struktura rybí fauny. Dále o složky jejich prostředí, tj. hydromorfologické, chemické a fyzikálně chemické složky podporující biologické složky.

Jednou z biologických složek, považovanou za vhodný ukazatel kvality vodního prostředí, jsou vodní rostliny - makrofyty. Předpokládá se, že složení společenstev makrofyt odráží ekologický stav jejich vodního prostředí. Pro vyhodnocení ekologického stavu je vyžadováno stanovení kvalitativních a kvantitativních měřítek jednotlivých biologických složek tekoucích vod.

Nároky makrofyt na kvalitu vody však nejsou dosud příliš prozkoumané. U některých druhů se ví, že obývají vody oligotrofní, jiné naopak spíše vody eutrofní. Jejich skutečné ekologické nároky a především ekologická valence ve vztahu k hlavním stresorům vodního prostředí je však známa jen částečně. Její znalost je ovšem zásadní pro to, abychom dokázali posoudit jejich indikační schopnost ve vztahu k ekologickému stavu vod, ve kterých žijí.

## 2. Stanovení skórujících druhů

Jeden z klíčových problémů při práci s makrofyty je vymezení okruhu taxonů. Dle národní metodiky odběru a zpracování vzorků pro Rámcovou směrnici o vodách (Grulich et Vydrová 2006) se mezi makrofyty řadí makroskopicky pozorované vyšší cévnaté rostliny, mechorosty (*Bryophyta*) a parožnatky (*Charophyceae*), nejsou sem řazeny nároty makroskopických řas, které jsou přiřazeny k fyto-bentosu. Makrofyty jsou definována jako rostliny ze stanovišť, které jsou po 150 dnů v roce pod vodou.

Je však velmi obtížné a při práci v terénu nezjistitelné, zda vzorkované taxony tuto podmínku splňují či nikoli. Ohraničení porostů makrofyt vůči obojživelným břehovým porostům není ostré a občas se druhy vzájemně prolínají. Při vzorkování se tedy může snadno stát, že jsou zaznamenávány také taxony, jejichž přítomnost ve vodním prostředí je spíše náhodná a které jsou součástí obojživelné, prameništní či mokřadní vegetace, nebo dokonce vegetace vlhkých trávníků.

Pro objektivnější přístup k vymezení makrofyt byly proto v této metodice využity tzv. Ellenbergovy indikační hodnoty (dále EIH), které škálují vztah taxonů vyšších rostlin k různým ekologickým faktorům (Ellenberg et al. 1992). Byly stanoveny pro středoevropské taxony, zvláště pro cévnaté rostliny a zvláště pro mechorosty; stupnice pro tyto skupiny nelze vzájemně slučovat. Jsou to 10–12 bodové stupnice, které mají relativní charakter a slouží především pro vzájemné porovnání nároků jednotlivých taxonů; nelze je tedy převádět na konkrétní hodnoty. V originální práci (Ellenberg et al. 1992) byly stanoveny pro následující faktory: světlo, teplota, kontinentalita, vlhkost, pH, živiny, zasolení. Hodnoty mají charakter mediánu, nelze tak podle nich určovat šíři ekologické valence.

Pro účely této metodiky má pro vymezení makrofyt význam především EIH pro vlhkost. Stupnice pro vlhkost je pro cévnaté rostliny 12členná; stupně 1 dosahují nejsuchomilnější, stupně 12 nejvlhkomilnější taxony. Taxony cévnatých rostlin, které byly zaznamenány při vzorkování českých toků, mají EIH pro vodu v rozmezí 7–12.

Tyto stupně jsou definovány následovně:

- 7 - indikátory vlhkého prostředí: těžiště na dobře provlhčovaných, avšak nikoli mokrých půdách
- 8 - mezi stupni 7 a 9
- 9 - indikátory mokrého prostředí: těžiště na často zamokřených (často nedostatečně provzdušněných) půdách
- 10 - indikátory střídavého zaplávání: vodní rostliny, snášející dlouhou dobu bez vody vystupující nad půdní povrch
- 11 - vodní rostliny: druhy kořenující ve dně, ale alespoň dočasně s listy vzplývajícími na vodní hladině
- 12 - vodní rostliny: zcela nebo převážně rostoucí pod hladinou vody

Pro mechorosty je stupnice odlišná. Mechorosty zaznamenané v tocích ČR dosahují EIH pro vodu v rozmezí 6–9.

Definice těchto stupňů jsou následující:

- 5 - indikátory čerstvě vlhkého prostředí: na středně vlhkých půdách, na mokrých, jakož i vysychavých podkladech chybějí; druhy stanovišť s vlhkým vzduchem a na jaře mokrých
- 6 - mezi stupni 5 a 7, obsazují středně, ale trvale vlhká stanoviště
- 7 - indikátory vlhkého prostředí: těžiště na dobře provlhčených až zamokřených stanovištích
- 8 - mezi stupni 7 a 9
- 9 - na trvale mokrých, zvl. ostříkávaných místech v blízkosti toků a vodopádů, jakož i pravidelně přeplavované nebo také ponořené, eventuelně vzplývavé mechorosty.

Z předešlých definic vyplývá, že definici makrofyt mezi cévnatými rostlinami odpovídají EIH stupně pro vodu 11 a 12, pro mechorosty EIH 9.

Z celkového počtu 70 druhů cévnatých rostlin uvedených v metodice odběru a zpracování vzorků makrofyt tekoucích vod (Grulich et Vydrová 2006) a zároveň zaznamenaných v rámci monitoringu povrchových vod tuto definici naplňuje celkem 24 taxonů. Z celkového počtu 7 taxonů mechorostů tuto podmínku naplňují 3 (tab. 1).

Dále je přihlédnuto k následujícím výjimkám: mezi makrofyta se započítají ještě takové druhy cévnatých rostlin s EIH pro vodu 10, které jsou schopny v proudící vodě vytvářet trvalé vzplývavé (resp. zčásti ponořené) formy. Tyto formy sice mohou zůstat téměř permanentně sterilní, ale časovým vztahem naplňují základní definici. Takových druhů je celkem 6 (viz tab. 1). Mezi makrofyta je také začleněn zpravidla ponořeně rostoucí druh mechorostu *Rhynchosstegium riparioides*, který dosahuje EIH 8.

Taxalist pro databázi monitoringu povrchových vod obsahuje další taxony, které však v rámci monitoringu nebyly ve sledovaných profilech zaznamenány. Hodnoty EIH pro vodu pro ně uvádí tab. 1; v tabulce byly dále vyznačeny taxony, které byly v letech 2000-2011 na území ČR prokazatelně zjištěny v tekoucích vodách mimo sledované profily (tj. v rámci jiného monitoringu než monitoringu povrchových vod pro Rámcovou směrnici). Jde celkem o 7 druhů: 2 z nich jsou mimořádně vzácné, 3 jsou zřejmě vázány jen na střední Labe, jen 2

další mají více lokalit, na žádné však nebyl uskutečněn sběr dat. Výskyt ostatních druhů cévnatých rostlin je v proudící vodě na území ČR víceméně pochybný. Analogicky, taxalist uvádí další druhy mechorostů; z nich však pouze jeden druh splňuje podmínku  $EIH/V = 9$  (*Riccia rhenana*). Tento druh však není z tekoucích vod z ČR znám: jako nezakořeněná rostlina může mít její výskyt v prostředí tekoucí vody pouze akcesorický charakter, a proto nevstupuje do dalšího hodnocení.

Taxalist pro databázi monitoringu povrchových vod uvádí také seznam parožnatěk (*Charophyceae*). Během posledního desetiletí však nebyly parožnatky na území ČR nikdy pozorovány v tekoucí vodě; velmi pozoruhodné je zjištění, že nová monografie parožnatěk (Caisová et Gąbka 2009) uvádí v přehledu rozšíření výslovně z tekoucích vod jen 2 historické údaje z počátku 20. století. Všechny parožnatky by splnily definici vodních makrofyt; z výše uvedených důvodů jejich vyhodnocování ve vodních tocích ČR však považujeme za irelevantní. Naproti tomu považujeme za vhodné ke skórujícím druhům makrofyt zařadit také častěji se vyskytující ruduchy z čeledi *Lemnaceae*, zejména druh *Lemanea fluitans*, který byl při vzorkování v profilech častěji zaznamenán a který je podle současných metodik odběru a zpracování vzorků řazen mezi fytobentos.

Na základě takto definovaných makrofyt je tedy **v podmínkách ČR možno vyhodnocovat celkem 37 skórujících taxonů cévnatých rostlin, 4 taxony mechorostů a 1 taxon ruduch**. Na jedné straně je tento malý počet taxonů určitá komplikace, ale na druhé straně je zřejmé, že vyhodnocované druhy reflektují skutečně vodní prostředí, a nikoli jiné faktory.



**Tabulka 1:** Ellenbergovy indikační hodnoty taxonů (EIH) pro vodu a finální výběr skórujících taxonů

Skupina	Taxon	EIH/V	Druh zaznamenaný v programech monitoringu		Finálně skórující taxony
			ano	ne	
Cévnaté rostliny	<i>Ceratophyllum demersum</i>	12	x		x
Cévnaté rostliny	<i>Elodea canadensis</i>	12	x		x
Cévnaté rostliny	<i>Myriophyllum alterniflorum</i>	12	x		x
Cévnaté rostliny	<i>Myriophyllum spicatum</i>	12	x		x
Cévnaté rostliny	<i>Potamogeton alpinus</i>	12	x		x
Cévnaté rostliny	<i>Potamogeton bertholdii</i>	12	x		x
Cévnaté rostliny	<i>Potamogeton crispus</i>	12	x		x
Cévnaté rostliny	<i>Potamogeton lucens</i>	12	x		x
Cévnaté rostliny	<i>Potamogeton nodosus</i>	12	x		x
Cévnaté rostliny	<i>Potamogeton pectinatus</i>	12	x		x
Cévnaté rostliny	<i>Potamogeton pusillus</i>	12	x		x
Cévnaté rostliny	<i>Ranunculus fluitans</i>	12	x		x
Cévnaté rostliny	<i>Zannichellia palustris</i>	12	x		x
Cévnaté rostliny	<i>Ceratophyllum submersum</i>	12		x	
Cévnaté rostliny	<i>Elodea nuttallii</i>	12		x	
Cévnaté rostliny	<i>Hottonia palustris</i>	12		x	
Cévnaté rostliny	<i>Lemna trisulca</i>	12	x		x (byl prokazatelně zjištěn na území ČR)
Cévnaté rostliny	<i>Myriophyllum verticillatum</i>	12		x	
Cévnaté rostliny	<i>Potamogeton</i> × <i>angustifolius</i>	12		x	
Cévnaté rostliny	<i>Potamogeton gramineus</i>	12		x	
Cévnaté rostliny	<i>Potamogeton obtusifolius</i>	12		x	
Cévnaté rostliny	<i>Potamogeton perfoliatus</i>	12		x	x (byl prokazatelně zjištěn na území ČR)
Cévnaté rostliny	<i>Potamogeton praelongus</i>	12		x	x (byl prokazatelně zjištěn na území ČR)
Cévnaté rostliny	<i>Utricularia australis</i>	12		x	
Cévnaté rostliny	<i>Butomus umbellatus</i>	11	x		x
Cévnaté rostliny	<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>	11	x		x
Cévnaté rostliny	<i>Lemna gibba</i>	11	x		x
Cévnaté rostliny	<i>Lemna minor</i>	11	x		x
Cévnaté rostliny	<i>Nuphar lutea</i>	11	x		x
Cévnaté rostliny	<i>Persicaria amphibia</i>	11	x		x
Cévnaté rostliny	<i>Potamogeton natans</i>	11	x		x
Cévnaté rostliny	<i>Ranunculus aquatilis</i>	11	x		x
Cévnaté rostliny	<i>Ranunculus penicillatus</i>	11	x		x
Cévnaté rostliny	<i>Schoenoplectus lacustris</i>	11	x		x
Cévnaté rostliny	<i>Spirodela polyrhiza</i>	11	x		x
Cévnaté rostliny	<i>Alisma gramineum</i>	11		x	
Cévnaté rostliny	<i>Callitriche palustris</i>	11		x	
Cévnaté rostliny	<i>Callitriche platycarpa</i>	11		x	x (byl prokazatelně zjištěn na území ČR)
Cévnaté rostliny	<i>Nuphar pumila</i>	11		x	x (byl prokazatelně zjištěn na území ČR)
Cévnaté rostliny	<i>Nymphaea alba</i>	11		x	x (byl prokazatelně zjištěn na území ČR)
Cévnaté rostliny	<i>Nymphaea candida</i>	11		x	x (byl prokazatelně zjištěn na území ČR)
Cévnaté rostliny	<i>Potamogeton acutifolius</i>	11		x	
Cévnaté rostliny	<i>Potamogeton trichoides</i>	11		x	
Cévnaté rostliny	<i>Sparganium natans</i>	11		x	
Cévnaté rostliny	<i>Alisma lanceolatum</i>	10	x		
Cévnaté rostliny	<i>Alisma plantago-aquatica</i>	10	x		
Cévnaté rostliny	<i>Berula erecta</i>	10	x		
Cévnaté rostliny	<i>Callitriche cophocarpa</i>	10	x		x (tvoří fluitantní formy)
Cévnaté rostliny	<i>Callitriche hamulata</i>	10	x		x (tvoří fluitantní formy)
Cévnaté rostliny	<i>Callitriche stagnalis</i>	10	x		
Cévnaté rostliny	<i>Carex rostrata</i>	10	x		
Cévnaté rostliny	<i>Equisetum fluviatile</i>	10	x		
Cévnaté rostliny	<i>Glyceria maxima</i>	10	x		
Cévnaté rostliny	<i>Glyceria notata</i>	10	x		
Cévnaté rostliny	<i>Leersia oryzoides</i>	10	x		
Cévnaté rostliny	<i>Nasturtium officinale</i>	10	x		
Cévnaté rostliny	<i>Phragmites australis</i>	10	x		
Cévnaté rostliny	<i>Potamogeton polygonifolius</i>	10	x		x (tvoří fluitantní formy)
Cévnaté rostliny	<i>Rorippa amphibia</i>	10	x		
Cévnaté rostliny	<i>Rumex hydrolapathum</i>	10	x		
Cévnaté rostliny	<i>Sagittaria sagittifolia</i>	10	x		x (tvoří fluitantní formy)
Cévnaté rostliny	<i>Sparganium emersum</i>	10	x		x (tvoří fluitantní formy)
Cévnaté rostliny	<i>Sparganium erectum</i>	10	x		x (tvoří fluitantní formy)
Cévnaté rostliny	<i>Typha angustifolia</i>	10	x		
Cévnaté rostliny	<i>Typha latifolia</i>	10	x		

**Tabulka 1:** Ellenbergovy indikační hodnoty taxonů (EIH) pro vodu a finální výběr skórujících taxonů – pokračování

Skupina	Taxon	EIH/V	Druh zaznamenaný v programech monitoringu		Finálně skórující taxony
			ano	ne	
Cévnaté rostliny	<i>Veronica anagallis-aquatica</i>	10	x		
Cévnaté rostliny	<i>Alisma lanceolatum</i>	10		x	
Cévnaté rostliny	<i>Berula erecta</i>	10		x	
Cévnaté rostliny	<i>Eleocharis acicularis</i>	10		x	
Cévnaté rostliny	<i>Eleocharis mamillata</i> s. l.	10		x	
Cévnaté rostliny	<i>Hippuris vulgaris</i>	10		x	
Cévnaté rostliny	<i>Oenanthe aquatica</i>	10		x	
Cévnaté rostliny	<i>Sium latifolium</i>	10		x	
Cévnaté rostliny	<i>Alopecurus aequalis</i>	9	x		
Cévnaté rostliny	<i>Carex acuta</i>	9	x		
Cévnaté rostliny	<i>Glyceria fluitans</i>	9	x		
Cévnaté rostliny	<i>Iris pseudacorus</i>	9	x		
Cévnaté rostliny	<i>Juncus articulatus</i>	9	x		
Cévnaté rostliny	<i>Poa palustris</i>	9	x		
Cévnaté rostliny	<i>Ranunculus flammula</i>	9	x		
Cévnaté rostliny	<i>Ranunculus sceleratus</i>	9	x		
Cévnaté rostliny	<i>Veronica beccabunga</i>	9	x		
Cévnaté rostliny	<i>Calla palustris</i>	9		x	
Cévnaté rostliny	<i>Carex disticha</i>	9		x	
Cévnaté rostliny	<i>Carex vesicaria</i>	9		x	
Cévnaté rostliny	<i>Cicuta virosa</i>	9		x	
Cévnaté rostliny	<i>Montia fontana</i> s. l.	9		x	
Cévnaté rostliny	<i>Carex buekii</i>	8	x		
Cévnaté rostliny	<i>Lysimachia vulgaris</i>	8	x		
Cévnaté rostliny	<i>Lythrum salicaria</i>	8	x		
Cévnaté rostliny	<i>Myosotis nemorosa</i>	8	x		
Cévnaté rostliny	<i>Myosotis palustris</i> agg.	8	x		
Cévnaté rostliny	<i>Persicaria hydropiper</i>	8	x		
Cévnaté rostliny	<i>Persicaria lapathifolia</i>	8	x		
Cévnaté rostliny	<i>Phalaris arundinacea</i>	8	x		
Cévnaté rostliny	<i>Rorippa palustris</i>	8	x		
Cévnaté rostliny	<i>Rumex aquaticus</i>	8	x		
Cévnaté rostliny	<i>Solanum dulcamara</i>	8	x		
Cévnaté rostliny	<i>Juncus bulbosus</i>	7	x		
Cévnaté rostliny	<i>Juncus effusus</i>	7	x		
Cévnaté rostliny	<i>Poa trivialis</i>	7	x		
Cévnaté rostliny	<i>Sagittaria latifolia</i>	neofyt	x		
Cévnaté rostliny	<i>Chara aspera</i>			x	parožnatky - hodnocení irelevantní
Cévnaté rostliny	<i>Chara braunii</i>			x	parožnatky - hodnocení irelevantní
Cévnaté rostliny	<i>Chara canescens</i>			x	parožnatky - hodnocení irelevantní
Cévnaté rostliny	<i>Chara contraria</i>			x	parožnatky - hodnocení irelevantní
Cévnaté rostliny	<i>Chara delicatula</i>			x	parožnatky - hodnocení irelevantní
Cévnaté rostliny	<i>Chara globularis</i>			x	parožnatky - hodnocení irelevantní
Cévnaté rostliny	<i>Chara hospoda</i>			x	parožnatky - hodnocení irelevantní
Cévnaté rostliny	<i>Chara intermedia</i>			x	parožnatky - hodnocení irelevantní
Cévnaté rostliny	<i>Chara vulgaris</i>			x	parožnatky - hodnocení irelevantní
Cévnaté rostliny	<i>Nitella batrachosperma</i>			x	parožnatky - hodnocení irelevantní
Cévnaté rostliny	<i>Nitella flexilis</i>			x	parožnatky - hodnocení irelevantní
Cévnaté rostliny	<i>Nitella mucronata</i>			x	parožnatky - hodnocení irelevantní
Cévnaté rostliny	<i>Tolypella glomerata</i>			x	parožnatky - hodnocení irelevantní
Cévnaté rostliny	<i>Tolypella intricata</i>			x	parožnatky - hodnocení irelevantní
Cévnaté rostliny	<i>Tolypella prolifera</i>			x	parožnatky - hodnocení irelevantní
Mechorosty	<i>Fontinalis antipyretica</i>	9	x		<b>x</b>
Mechorosty	<i>Fontinalis squamosa</i>	9	x		<b>x</b>
Mechorosty	<i>Scapania undulata</i>	9	x		<b>x</b>
Mechorosty	<i>Riccia rhenana</i>	9		x	
Mechorosty	<i>Rhynchostegium riparioides</i>	8	x		<b>x</b>
Mechorosty	<i>Drepanocladus aduncus</i>	8		x	
Mechorosty	<i>Riccia fluitans</i>	8		x	
Mechorosty	<i>Ricciocarpus natans</i>	8		x	
Mechorosty	<i>Sphagnum cuspidatum</i>	8		x	
Mechorosty	<i>Brachythecium rivulare</i>	7	x		
Mechorosty	<i>Leptodictyum riparium</i>	7	x		
Mechorosty	<i>Marchantia polymorpha</i>	6	x		
Ruduchy	<i>Lemanea fluitans</i>		x		<b>x</b>

### 3. Typologie vod

Definování typů vod dle makrofyt v návaznosti na současné navržené typologické členění vod v České republice (Langhammer et al. 2009) bylo provedeno na základě analýz záznamů o druhovém složení v profilech a také analýz vybraných parametrů prostředí. Jednalo se jednak o chemické vlastnosti vod, tj. naměřené průměrné hodnoty P-PO<sub>4</sub> (fosforečnanový fosfor), BSK<sub>5</sub> (biologická spotřeba kyslíku pětidenní), konduktivita (elektrolytická konduktivita), KNK<sub>4</sub> (kyselinová neutralizační kapacita), N-NH<sub>4</sub> (amoniakální dusík), N-NO<sub>3</sub> (dusičnanový dusík), P<sub>CEL</sub> (celkový fosfor) a dále se jednalo o stanovištní charakteristiky popisující profily, tj. zejména nadmořskou výšku, šířku, hloubku a sklon toku.

#### Zvolené metody

Data o druhovém složení byla analyzována pomocí klasifikační metody Twinspan (Hill 1979) v programu Juice (Tichý 2002). Cílem bylo najít skupiny zápisů podobných druhovým složením a pokusit se tyto skupiny interpretovat pomocí ekologických charakteristik daných profilů, především zjistit, zda je možno tuto klasifikaci vztáhnout na současnou typologii vodních toků (Langhammer et al. 2009). U dostupných dat je však obtížné až nemožné posoudit míru dřívějšího antropického ovlivnění. Není tak možné hodnotit jen ty, které by bylo možné považovat za neovlivněné tj. referenční. S cílem získat základní představu o hlavních gradientech a směrech variability v datech byly analyzovány všechny profily, u nichž to umožňovala kompletnost údajů.

K určení hlavních směrů variability v druhových zápisech z profilů bylo použito ordinačních metod v programu Canoco (ter Braak et Šmilauer 2002), konkrétně detrendované korespondenční analýzy (DCA) druhových zápisů. Pro stanovení typů vod bylo využito také testování vlivu parametrů a kategorií (tab. 2) Langhammerovy klasifikace pomocí Monte-Carlo permutačního testu v kanonické korespondenční analýze (CCA).

**Tabulka 2:** Parametry Langhammerovy klasifikace a jejich kategorie

Parametr	Kód	Kategorie
Úmoří	1	Severní moře
	2	Baltské moře
	3	Středozevní moře
Nadmořská výška	1	< 200 m.n.m.
	2	200-500
	3	500-800
	4	800 a více
Geologické podloží	1	Krystalinikum a vulkanity
	2	Pískovce, jílovce, kvartér
Řád toku dle Strahlera	1	Potoky (řád 1-3)
	2	Říčky (řád 4-6)
	3	Řeky (řád 7-9)

## Výsledky analýz

Metodou Twinspan bylo podle podobnosti druhového složení klasifikováno 183 zápisů obsahujících skórující druhy do sedmi skupin (tab. 3), jejich vztah k Langhammerově klasifikaci (tab. 4) je uveden níže.

**Tabulka 3:** Klasifikace zápisů do skupin podle podobnosti druhového složení. Hodnoty představují relativní frekvenci výskytu druhu v jednotlivých skupinách, tj. procentický podíl zápisů, v nichž se druh v dané skupině vyskytoval.

Skupina zápisů	I	II	III	IV	V	VI	VII
Počet zápisů ve skupině	28	7	26	38	22	37	25
<i>Callitriche hamulata</i>	<b>64</b>	0	<b>12</b>	5	<b>18</b>	3	<b>80</b>
<i>Scapania undulata</i>	<b>61</b>	0	0	0	0	0	4
<i>Fontinalis squamosa</i>	<b>18</b>	0	0	0	5	0	8
<i>Persicaria amphibia</i>	0	<b>100</b>	0	3	0	3	0
<i>Sparganium erectum</i>	0	<b>14</b>	<b>54</b>	<b>21</b>	0	0	<b>16</b>
<i>Nuphar lutea</i>	0	<b>14</b>	12	<b>24</b>	5	0	8
<i>Potamogeton pectinatus</i>	0	0	<b>31</b>	<b>26</b>	5	0	0
<i>Lemna minor</i>	0	0	8	<b>84</b>	9	8	<b>20</b>
<i>Spirodela polyrhiza</i>	0	0	4	<b>58</b>	0	5	<b>12</b>
<i>Ceratophyllum demersum</i>	0	0	0	<b>16</b>	0	0	0
<i>Potamogeton crispus</i>	0	0	12	<b>34</b>	0	3	0
<i>Butomus umbellatus</i>	0	0	12	<b>32</b>	<b>23</b>	0	0
<i>Myriophyllum spicatum</i>	0	0	<b>46</b>	<b>18</b>	<b>55</b>	3	4
<i>Sparganium emersum</i>	0	0	12	<b>24</b>	5	0	<b>28</b>
<i>Ranunculus fluitans</i>	0	0	4	0	<b>91</b>	0	0
<i>Fontinalis antipyretica</i>	<b>36</b>	0	0	5	<b>55</b>	<b>95</b>	<b>60</b>
<i>Ranunculus aquatilis</i>	0	0	4	8	14	<b>22</b>	<b>72</b>
<i>Ranunculus penicillatus</i>	0	0	0	3	0	<b>14</b>	8
<i>Myriophyllum alterniflorum</i>	0	0	0	0	0	0	<b>16</b>
<i>Potamogeton nodosus</i>	0	0	0	5	5	0	0
<i>Sagittaria sagittifolia</i>	0	0	4	<b>18</b>	5	0	4
<i>Potamogeton lucens</i>	0	0	0	0	5	0	0
<i>Schoenoplectus lacustris</i>	0	0	4	0	0	0	0
<i>Potamogeton berchtoldii</i>	0	0	<b>8</b>	0	0	0	0

<i>Potamogeton alpinus</i>	0	0	0	0	0	0	4
<i>Callitriche cophocarpa</i>	0	0	<b>8</b>	0	0	3	0
<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>	0	0	0	3	0	0	0
<i>Elodea canadensis</i>	0	0	4	3	0	0	8
<i>Potamogeton pusillus</i>	0	0	0	5	0	0	0
<i>Lemna gibba</i>	0	0	0	3	0	0	0
<i>Potamogeton natans</i>	0	0	<b>8</b>	0	0	0	0
<i>Zannichellia palustris</i>	0	0	0	3	0	0	0

**Tabulka 4:** Interpretace skupin zápisů pomocí Langhammerovy klasifikace. Hodnoty představují procentický podíl jednotlivých kategorií u každého z parametrů Langhammerovy klasifikace, do kterých jsou zápisy v jednotlivých skupinách zařazeny.

Skupina snímků	I	II	III	IV	V	VI	VII
<b>Úmoří</b>							
1	100	100	38	36	67	76	79
2	0	0	13	12	0	14	14
3	0	0	50	52	33	10	7
<b>Nadmořská výška</b>							
	I	II	III	IV	V	VI	VII
1	0	<b>33</b>	<b>38</b>	<b>40</b>	<b>50</b>	5	7
2	30	<b>67</b>	<b>63</b>	<b>60</b>	<b>50</b>	<b>95</b>	<b>64</b>
3	<b>70</b>	0	0	0	0	0	<b>21</b>
4	0	0	0	0	0	0	<b>7</b>
<b>Geologie</b>							
	I	II	III	IV	V	VI	VII
1	70	50	19	12	17	43	57
2	30	50	81	88	83	57	43
<b>Kategorie řádu toku dle Langhammera</b>							
	I	II	III	IV	V	VI	VII
1	0	0	0	0	0	14	14
2	<b>80</b>	17	<b>56</b>	<b>40</b>	<b>50</b>	<b>62</b>	<b>86</b>
3	<b>20</b>	<b>83</b>	<b>44</b>	<b>60</b>	<b>50</b>	24	0

Řád toku dle Strahlera							
	I	II	III	IV	V	VI	VII
1	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	6
3	4	0	0	0	0	11	6
4	13	0	5	3	0	7	6
5	29	0	5	10	25	22	38
6	25	17	48	31	42	41	38
7	29	33	14	34	33	15	6
8	0	17	24	21	0	4	0
9	0	33	5	0	0	0	0

Klasifikace byla expertně posouzena se snahou o interpretaci jednotlivých skupin zápisů s podobným druhovým složením. Hlavní váha byla dána vzhledem k expertním zkušenostem parametrům řád toku a nadmořská výška. Naopak za nepodstatný parametr bylo považováno úmoří a geologické podloží.

Jako nejsnáze interpretovatelná se jeví skupina I, která zahrnuje převážně toky nadmořských výšek nad 500 m s poměrně úzce vyhraněnou skupinou druhů. Skupina II představuje druhově velmi chudé, degradované toky nižších poloh. Skupiny III. a IV. jsou podle druhové skladby eutrofní toky poloh pod 500 m a skupina V. a VI. klasické, druhově chudší střední toky, skupina VII. podobně jako skupina I. představuje menší, rychleji proudící toky vyšších poloh. Klasifikace do skupin je však velmi ovlivněna malým počtem druhů v zápisech a jejich velkým rozptylem, respektive alternací druhů.

Testování vlivu parametrů (úmoří, nadmořská výška, geologie a řád toku) a kategorií Langhammerovy klasifikace (viz tab. 2) na druhové složení zápisů bylo provedeno na souboru 143 zápisů. Jako nejvýznamnější proměnné se jeví kategorie nadmořské výšky 500-800 m a kategorie řádu toku 3 – řeka (7.-9. řád dle Strahlera). Většina ostatních kategorií až na kategorii řádu toku 1 – potoky (řád 1-3 dle Strahlera) a 2 – říčka (řád 3-6 dle Strahlera) byla také významná. Vzhledem k tomu, že celková variabilita, kterou proměnné vysvětlovaly, byla velmi nízká, je i zde patrné, podobně jako u twinspanové klasifikace, že výsledek analýzy byl velmi ovlivněn malým počtem druhů v zápisech a zároveň jejich velkou variabilitou, respektive alternací druhů. Přičemž se změnou druhového složení nejvíce korelují proměnná nadmořská výška v kategorii 500-800 m, které v twinspanové klasifikaci odpovídá jasněji definovatelná skupina 1 a kategorie řádu toku 3 – řeka, která se v twinspanové klasifikaci kryje nejvíce se skupinami III a IV, jež se vyznačují největší druhovou divezitou.

K nalezení hlavních směrů variability v druhových zápisech z profilů byla využita také DCA. Pomocí této metody dochází k uspořádání zápisu v mnohorozměrném ordinačním prostoru druhů. Hlavní ordinační osy pak představují hlavní směry variability v datech o druzích. K jejich interpretaci je možné využít korelace skór zápisů, které představují sumarizované floristické složení zápisů na ordinačních osách s naměřenými proměnnými prostředí.

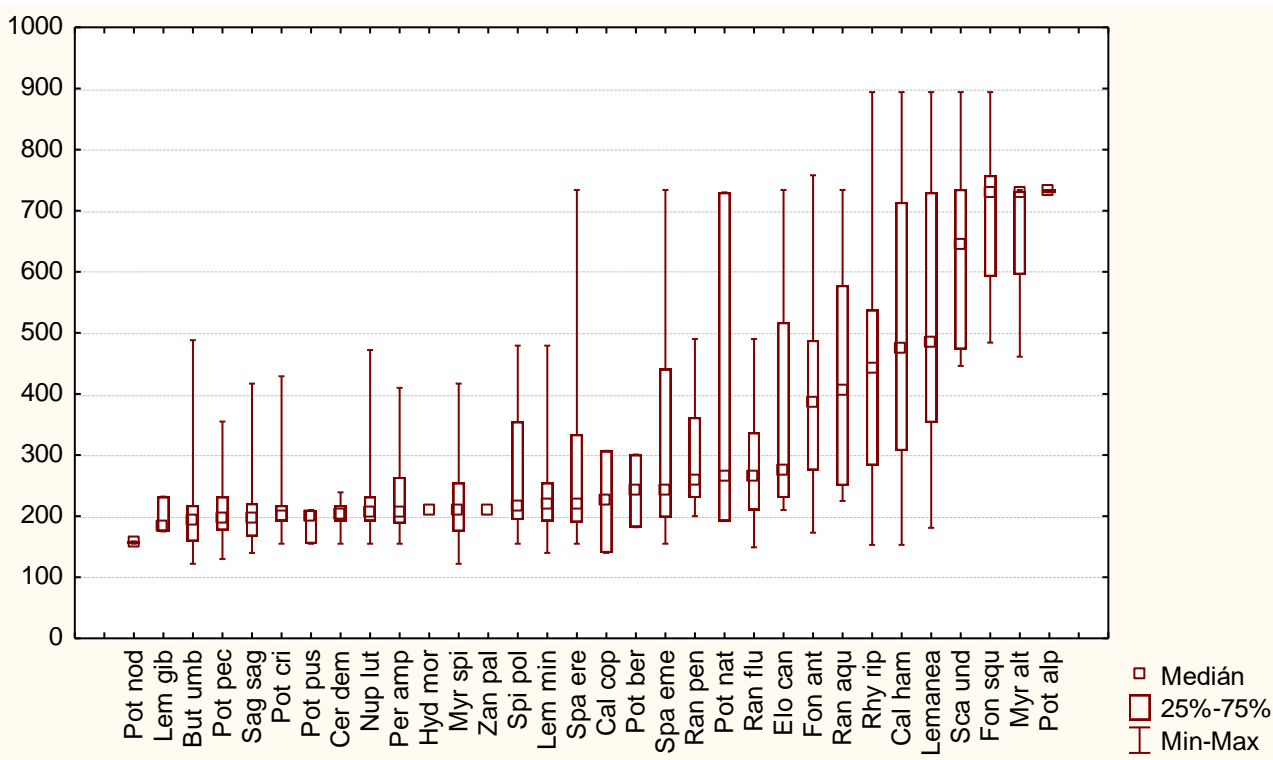
Z korelační matice chemických vlastností vodního prostředí a hlavních os DCA vyplývá, že s první osou, představující hlavní směr variability v zápisech z profilů, nejsilněji korelují proměnné BSK<sub>5</sub> a konduktivita, které odrážejí trofii vodního prostředí. Při následném testování jednotlivých proměnných pomocí mnohorozměrných metod i zkoumání další korelační struktury dat se jako nejvýznamnější proměnná vysvětlující druhové složení ukázaly konduktivita a nadmořská výška. Potvrdila se také silná vzájemná korelace mezi jednotlivými parametry popisujícími chemické vlastnosti vodního prostředí. Zároveň se ukázalo, že počet druhů makrofyt v záznamech z profilů nekoreluje s žádným z parametrů prostředí.

Z korelační matice stanovištních charakteristik jednotlivých profilů a hlavních os DCA vyplývá, že nejsilněji jsou s první osou korelovány proměnné nadmořská výška a šířka toku. Také při testování významnosti jednotlivých korelujících proměnných pomocí Monte-Carlo testu v CCA se jako nejvýznamnější jeví nadmořská výška a dále šířka toku.

Protože nadmořská výška se jevila jako základní gradient prostředí, podle něhož dochází ke změně druhového složení, byl zjištěn také rozsah hodnot nadmořské výšky pro jednotlivé skórující taxony (obr. 1). Ten přehledně ukazuje chování druhů ve vztahu k nadmořské výšce. Z analýz vyplývá, že existují poměrně dobře ohraničené skupiny druhů, které se vyskytují převážně v nadmořských výškách nad 500 m a pod 500 m a několik druhů, které jsou k nadmořské výšce víceméně indiferentní (viz tab. 6). Z uvedeného grafu také vyplývá, že vhodnější hraniční nadmořskou výškou by v našich podmínkách byla spíše hranice 300 m n. m, pod níž má velká část druhů své optimum.

**Obrázek 1:** Rozsahy nadmořské výšky (osa Y) podle zaznamenaných výskytů skórujících druhů (osa X). Jména druhů jsou uvedena zkratkami tvořenými prvními třemi písmeny vědeckého jména. Hraničními hodnotami nadmořské výšky pro odvození typů vod dle Směrnice 2000/60/ES jsou 200 a 500 a 800 m n. m.





Na základě provedených analýz byla pro stanovení typů toků jako základní klasifikační kritérium vybrána nadmořská výška. Další nejlépe korelovanou proměnnou je šířka toku, z chemických vlastností vody konduktivita. Obě proměnné s nadmořskou výškou korelují negativně. Vzhledem k tomu, že jediné další možné klasifikační kritérium, které Langhammerova klasifikace umožňuje, je řád toku, byl zvolen jako další klasifikační kritérium. Dá se předpokládat, že řád toku určitým způsobem odráží dvě výše zmíněné významné proměnné, které mají vliv na druhové složení zápisů, konduktivitu a šířku toku.

### Typy vod pro makrofyta

Výsledků výše uvedených analýz bylo využito jako podkladu pro definování typů vod pro makrofyta v návaznosti na současné navržené typologické členění vod (Langhammer 2009) a také k definování referenčních skupin druhů pro jednotlivé typy vod (viz kap.6).

Langhammerovy typy byly sloučeny do pěti skupin (viz tab. 5):

**Typ 1:** Zahrnuje rychleji proudící toky 4.-6. řádu dle Strahlera (kategorie 2 dle Langhammera), které se vyskytují v nadmořských výškách nad 500 m. Do typu je řazen i jediný typ toků kategorie 3 dle Langhammera vyskytující se v nadmořských výškách nad 500 m (1313 Vrchovinné toky úmoří Severního moře). Tento typ nebyl v datech z profilů zastoupen, jeho podíl na délce toků v ČR je zanedbatelný, činí 0,01%.

Tyto toky jsou charakterizovány dobře vyhraněnou skupinou druhů, pro něž je typická vazba na čisté proudící vody s nízkými hodnotami konduktivity vyskytující se převážně v nadmořských výškách nad 500 m. Dále se zde vyskytuje skupina druhů, které jsou vázány



na vody spíše s nízkou konduktivitou a jsou indiferentní k nadmořské výšce, tj. vyskytují se v oblastech nad i pod 500 m n. m.

**Typ 2:** Zahrnuje nížinné toky 4.-9. řádu dle Strahlera (kategorie 2 a 3 dle Langhammera) v nadmořských výškách pod 200 m.

Tyto toky jsou charakterizovány širokým spektrem především širokovaletných druhů, z nichž většina má optimum v nadmořských výškách do cca 300 m n. m., ale mohou se vyskytovat až do 500 m n. m. V tomto typu předpokládáme větší výskyt druhů pomalu tekoucích i stojatých vod a zároveň druhů preferujících výskyt v eutrofnějších vodách se středními až vysokými hodnotami konduktivity.

**Typ 3:** Zahrnuje velké, proudící toky středních poloh 7.-9. řádu dle Strahlera (kategorie 3 dle Langhammera). Jedná se o toky středních nadmořských výšek (200-500 m n.m.). Tyto toky jsou charakterizovány širokým spektrem především širokovaletných druhů, z nichž se většina vyskytuje od nejnižších poloh až do 500 m. V tomto typu předpokládáme větší výskyt druhů rychleji proudících vod, menší zastoupení druhů stojatých vod a zároveň druhů preferujících výskyt ve vodách se středními až vysokými hodnotami konduktivity. Naopak očekáváme i výskyt druhů preferujících vody s nižšími hodnotami konduktivity.

**Typ 4:** Zahrnuje rychleji proudící toky 4.-6. řádu dle Strahlera (kategorie 2 dle Langhammera) vyskytující se ve středních nadmořských výškách od 200 do 500 m n.m. Jedná se o druhově chudší toky převážně s výskytem širokovaletných druhů indiferentních k nadmořské výšce, druhů rychleji proudících vod a druhů vod s nižší konduktivitou.

**Typ 5:** Zahrnuje malé toky 1.-3. řádu dle Strahlera (kategorie 1 dle Langhammera) bez rozlišení dle nadmořské výšky. V těchto tocích se makrofyta zpravidla kvůli zastínění nevyskytují, nebo se vyskytují jen mechorosty. V monitorovaných profilech nejsou toky tohoto řádu prakticky vůbec zastoupeny. Podíl těchto toků na celkové délce toků u nás činí cca 85%. S ohledem na výše uvedené informace se hodnocení tohoto typu toků dle makrofyty nedoporučuje.

**Tabulka 5:** Definované typy vod pro makrofyta v návaznosti na současné navržené typologické členění vod (Langhammer 2009, čtyřmístný kód viz tab. 2). Poznámka: Skupina 2 a Skupina 4 byly po harmonizaci hodnocení v rámci interkalibračního cvičení rozděleny podle úmoří (A a B).

Typy vod
<b>Skupina 1</b>
1312 Vrchovinné toky úmoří Severního moře
1313 Vrchovinné toky úmoří Severního moře
1322 Vrchovinné toky úmoří Severního moře
2312 Vrchovinné toky úmoří Baltského moře

2322 Vrchovinné toky úmoří Baltského moře
3312 Vrchovinné toky úmoří Středozevního moře
3322 Vrchovinné toky úmoří Středozevního moře
1412 Horské toky úmoří Severního moře
1422 Horské toky úmoří Severního moře
<b>Skupina 2</b>
1112 Nížinné toky úmoří Severního moře (2A)
1122 Nížinné toky úmoří Severního moře (2A)
3122 Nížinné toky úmoří Středozevního moře (2B)
1113 Nížinné toky úmoří Severního moře (2A)
1123 Nížinné toky úmoří Severního moře (2A)
3123 Nížinné toky úmoří Středozevního moře (2B)
<b>Skupina 3</b>
1213 Toky středních výšek úmoří Severního moře
1223 Toky středních výšek úmoří Severního moře
2223 Toky středních výšek úmoří Baltského moře
3213 Toky středních výšek úmoří Středozevního moře
3223 Toky středních výšek úmoří Středozevního moře
<b>Skupina 4</b>
1212 Toky středních výšek úmoří Severního moře (4A)
1222 Toky středních výšek úmoří Severního moře (4A)
2212 Toky středních výšek úmoří Baltského moře (4A)
2222 Toky středních výšek úmoří Baltského moře (4A)
3212 Toky středních výšek úmoří Středozevního moře (4B)
3222 Toky středních výšek úmoří Středozevního moře (4B)
<b>Skupina 5</b>
1211 Toky středních výšek úmoří Severního moře
1221 Toky středních výšek úmoří Severního moře
2211 Toky středních výšek úmoří Baltského moře
2221 Toky středních výšek úmoří Baltského moře
3211 Toky středních výšek úmoří Středozevního moře
3221 Toky středních výšek úmoří Středozevního moře
1311 Vrchovinné toky úmoří Severního moře

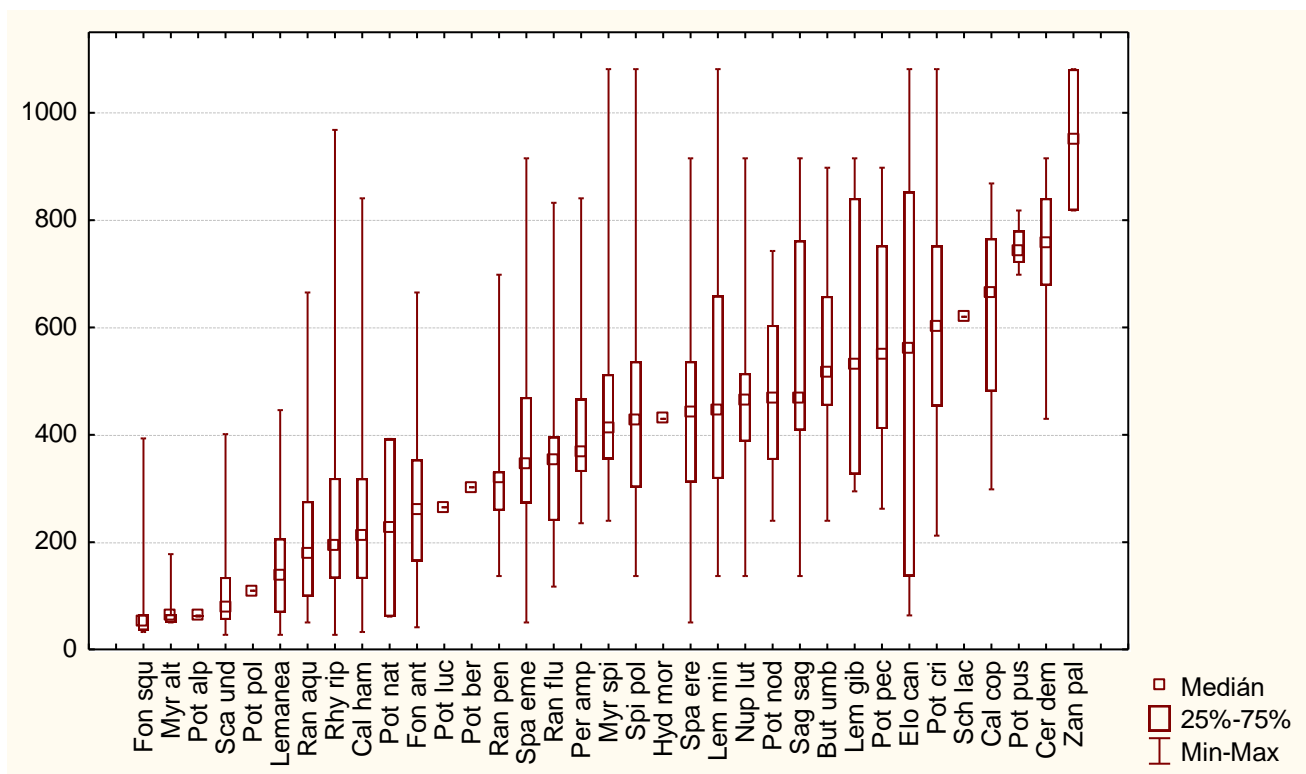
1321 Vrchovinné toky úmoří Severního moře
2311 Vrchovinné toky úmoří Baltského moře
2321 Vrchovinné toky úmoří Baltského moře
3311 Vrchovinné toky úmoří Středozemního moře
3321 Vrchovinné toky úmoří Středozemního moře
1411 Horské toky úmoří Severního moře
1421 Horské toky úmoří Severního moře
2411 Horské toky úmoří Baltského moře
2421 Horské toky úmoří Baltského moře
3411 Horské toky úmoří Středozemního moře
3421 Horské toky úmoří Středozemního moře
1111 Nížinné toky úmoří Severního moře
1121 Nížinné toky úmoří Severního moře
3121 Nížinné toky úmoří Středozemního moře

#### 4. Popis vybraných metrik

##### Index MTV

Výběr metriky vychází z analýzy datového souboru obsahujícího druhové záznamy z jednotlivých profilů, hodnoty chemických parametrů vodního prostředí a stanovištní charakteristiky jednotlivých profilů. **Jako výsledná a jediná metrika pro hodnocení ekologického stavu tekoucích vod podle makrofyt byl zvolen trofický index MTV (Mean trophic value) vážený pokryvností**, který odráží trofii vodního prostředí a je proměnnou, která nejlépe koreluje se změnou druhového složení v zápisech. Trofický index přiřazuje každému druhu hodnotu na škále od 1 do 10 podle jeho nároků na trofii prostředí. Vyššímu skóre druhu odpovídá nižší trofie prostředí. Index představuje nejčastější hodnotu (medián), ve které má druh své optimum. Nedokáže však postihnout šíři jeho ekologické amplitudy (obr. 2) - ekologickou valenci, která může být a u většiny druhů také je značná.

**Obrázek 2:** Rozsahy konduktivity (osa Y) podle zaznamenaných výskytů skórujících druhů (osa X). Jména druhů jsou uvedena zkratkami tvořenými prvními třemi písmeny vědeckého jména. Hraničními hodnotami konduktivity pro třídy jakosti vod dle ČSN 75 7221 jsou 400, 700 a 1100  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .



Pro vodní makrofyta odpovídající definici uvedené v kapitole 2 byly hodnoty MTV jednotlivých druhů stanoveny na základě skutečných hodnot konduktivity naměřených na profilech při odběru makrofyt (obr. 2). K jejich stanovení bylo využito porovnání rozsahů naměřených hodnot a jejich průměrů a mediánů. Indikační váha jednotlivých druhů je vyjádřena pomocí skóre v desetičlenné škále MTV. Hodnoty skóre MTV u druhů s malým množstvím záznamů byly expertně korigovány, podobně byly korigovány hodnoty druhů s širokou amplitudou, u nichž byla hodnota MTV mírně snížena. Výsledné hodnoty skóre MTV pro skórující druhy udává tab. 6.

### Ekologické skupiny

Druhy byly na základě jejich chování ve vztahu k hlavním faktorům ovlivňujícím výskyt makrofyt tj. nadmořské výšce a konduktivitě zařazeny do ekologických skupin (tab. 6), což následně sloužilo jako podklad ke stanovení referenčních skupin druhů pro jednotlivé typy vod.

Podle nadmořské výšky byly rozlišeny tři skupiny, 1) druhy vyskytující se převážně v nadmořské výšce nad 500 m, 2) druhy vyskytující se převážně v nadmořské výšce pod 500 m a 3) druhy indiferentní k nadmořské výšce.

Podle hodnot konduktivity vod, v nichž byly druhy v profilech zaznamenány, byly rozděleny do následujících skupin: 1) druhy vyskytující se převážně ve vodách s nízkou konduktivitou, 2) druhy vyskytující se ve vodách s nízkou až střední konduktivitou, 3) druhy vyskytující se ve vodách s nízkou až vysokou konduktivitou, tedy indiferentní a 4) druhy, které se vyskytují častěji ve vodách s vysokou konduktivitou tj. silně eutrofních.

Naměřené hodnoty konduktivity byly kategorizovány dle tříd jakosti vod, které stanoví norma ČSN 75 7221 (Dalešický et al. 1998).

**Tabulka 6:** Zařazení skórujících druhů do ekologických skupin. A - druhy vázané na vody převážně v oblastech nad 500 m, B - druhy vázané na vody převážně v oblastech pod 500 m, C - druhy víceméně indiferentní k nadmořské výšce, D - druhy vázané na vody s nízkou konduktivitou, třída I (dle normy ČSN 75 7221), E- druhy vázané na vody s nízkou až střední konduktivitou, třída I-II, F - druhy širokovalentní, vázané na vody s nízkou až vysokou konduktivitou, třída I-III, G - druhy vázané na vody spíše s vysokou konduktivitou, třída II-III, H – druhy vázané na rychleji proudící vody, I – druhy vázané spíše na pomalu tekoucí až stojaté vody, Nadm. v. – nadmořská výška, MTV skóre – hodnoty stanovené dle mediánů hodnot konduktivity zaznamenaných u jednotlivých druhů.

Nadm. v.	Seznam skórujících druhů	D	E	F	G	H	I	MTV skóre
A	<i>Fontinalis squamosa</i>	x				x		10
A	<i>Myriophyllum alterniflorum</i>	x				x		10
A	<i>Potamogeton alpinus</i>	x						10
A	<i>Potamogeton polygonifolius</i>	x				x		9
A	<i>Scapania undulata</i>	x				x		10
B	<i>Butomus umbellatus</i>			x			x	4
B	<i>Callitriche platycarpa</i>			x				5
B	<i>Ceratophyllum demersum</i>			x	x		x	1
B	<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>			x			x	5
B	<i>Lemna gibba</i>			x	x		x	3
B	<i>Lemna minor</i>			x			x	4
B	<i>Lemna trisulca</i>			x			x	4
B	<i>Myriophyllum spicatum</i>			x		x		4
B	<i>Nuphar lutea</i>			x			x	3
B	<i>Nymphaea alba</i>			x			x	4
B	<i>Nymphaea candida</i>			x			x	6
B	<i>Persicaria amphibia</i>			x				5
B	<i>Potamogeton berchtoldii</i>			x			x	5
B	<i>Potamogeton crispus</i>			x			x	3
B	<i>Potamogeton lucens</i>			x			x	5
B	<i>Potamogeton nodosus</i>			x				4
B	<i>Potamogeton pectinatus</i>			x	x			2
B	<i>Potamogeton perfoliatus</i>			x				4
B	<i>Potamogeton praelongus</i>			x				6

Nadm. v.	Seznam skórujících druhů	D	E	F	G	H	I	MTV skóre
B	<i>Potamogeton pusillus</i>			x	x			2
B	<i>Ranunculus fluitans</i>		x	x		x		6
B	<i>Ranunculus penicillatus</i>		x	x				6
B	<i>Sagittaria sagittifolia</i>			x				3
B	<i>Schoenoplectus lacustris</i>			x				3
B	<i>Spirodela polyrhiza</i>			x				4
B	<i>Zannichellia palustris</i>				x		x	1
C	<i>Callitriche cophocarpa</i>			x				3
C	<i>Callitriche hamulata</i>		x	x				8
C	<i>Elodea canadensis</i>			x				7
C	<i>Fontinalis antipyretica</i>		x	x		x		7
C	<i>Lemanea fluitans</i>	x				x		9
C	<i>Nuphar pumila</i>		x					7
C	<i>Potamogeton natans</i>			x				5
C	<i>Ranunculus aquatilis</i>		x			x		8
C	<i>Rhynchosstegium riparioides</i>		x	x		x		7
C	<i>Sparganium emersum</i>			x		x		5
C	<i>Sparganium erectum</i>			x				4

## 5. Výpočet indexu MTV

Index MTV se počítá dle následujícího vzorce:

$$MTV = \frac{\sum mtv_i * E_i}{\sum E_i}, \quad \text{kde}$$

$mtv_i$  – hodnota MTV skóre druhu  $i$ ,

$E_i$  – pokryvnost druhu  $i$  ve stupních 1-5,

Po expertním verifikování výsledků byl učiněn závěr, že u typu vod 1 dochází u některých, především druhově bohatých zápisů, ke zkreslení výsledků v případě, kdy se v zápise vyskytují společně úzkovalentní druhy spolu s druhy širokovalentními. Indikační váha

úzkovalentních druhů je logicky výrazně vyšší než váha druhů širokovalentních, což není ve výše uvedeném výpočtu indexu zohledněno. Přítomnost většího počtu širokovalentních druhů pak výslednou hodnotu MTV indexu výrazně snižuje. V tomto typu vod je proto vhodnější provést výpočet jiným způsobem.

Výpočet indexu MTV v případě **výskytu úzkovalentních druhů spolu s druhy širokovalentními** (platí pro všechny typy vod):

V případě společného výskytu druhů obou skupin započítáváme širokovalentní druhy jen jako jeden tzv. alternující druh, kterému přidělujeme vypočtenou hodnotou MTV a pokrývnosti, rovnající se průměru hodnot všech širokovalentních druhů v zápise.

Do skupiny stenovalentních druhů náleží ty, které jsou v tab. 6 zařazeny zároveň v ekologické skupině A a D, tj. vyskytují se v nadmořské výšce nad 500 m a ve vodách s nízkými hodnotami konduktivity. Jedná se o druhy *Fontinalis squamosa*, *Myriophyllum alterniflorum*, *Potamogeton alpinus*, *Potamogeton polygonifolius* a *Scapania undulata*.

## 6. Určení hranic tříd ekologického stavu

### Výpočet EQR pro index MTV

Výsledné hodnoty indexu MTV jsou vyjádřeny tzv. poměrem ekologické kvality (ecological quality ratio - EQR). EQR reprezentuje poměr mezi hodnotami biologických parametrů (= metrik) pozorovaných/naměřených pro danou lokalitu a hodnotami, kterých by tyto parametry nabývaly za referenčních (= nenarušených) podmínek vztahujících se k danému typu vod. EQR je vyjádřen jako číselná hodnota od 0 do 1: velmi dobrý ekologický stav je vyjádřen hodnotami blízko jedné a zničený ekologický stav hodnotami blízkými nule.

Výpočet se provede dle následujícího vzorce:

$$EQR = \frac{HodnotaIndexu - NejnižšíHodnota}{NejvyššíHodnota - NejnižšíHodnota}$$

Nejnižší (nejhorší) hodnota indexu MTV je teoreticky 1, tj. přítomnost jednoho druhu s nejnižším možným MTV skóre tj. 1. Výpočet hodnot EQR proto probíhá takto:

$$EQR = \frac{HodnotaIndexu - 1}{NejvyššíHodnota - 1}$$

Pro zjištění nejvyšší (=referenční) hodnoty indexu bylo pro každý typ vod (tab. 5) odvozeno tzv. referenční druhové spektrum (tab. 7). Spektrum nebylo definováno pro typ vod Skupina 5, který metodika nedoporučuje hodnotit.

Referenční spektrum zahrnuje jen druhy, u nichž se předpokládá, že by se vyskytovaly při působení přirozené eutrofizace. Tzn. indikátory silné eutrofizace (např. *Ceratophyllum demersum*) jsou z těchto spekter vypuštěny.

**Tabulka 7:** Referenční seznam druhů pro definované typy vod (tab. 5), čísla udávají hodnoty MTV skóre druhů.

Typy vod	Typ 1	Typ 2	Typ 3	Typ 4
<b>Skórující druhy</b>				
<i>Butomus umbellatus</i>		4		
<i>Callitriche cophocarpa</i>		3	3	
<i>Callitriche hamulata</i>	8		8	8
<i>Callitriche platycarpa</i>	5			
<i>Ceratophyllum demersum</i>				
<i>Elodea canadensis</i>	7		7	7
<i>Fontinalis antipyretica</i>	7		7	7
<i>Fontinalis squamosa</i>	10			
<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>		5	5	
<i>Lemanea fluitans</i>	9			9
<i>Lemna gibba</i>		3	3	
<i>Lemna minor</i>		4	4	
<i>Lemna trisulca</i>		4		
<i>Myriophyllum alterniflorum</i>	10			
<i>Myriophyllum spicatum</i>		4	4	4
<i>Nuphar lutea</i>		3	3	
<i>Nuphar pumila</i>				7
<i>Nymphaea alba</i>		4		
<i>Nymphaea candida</i>		6		
<i>Persicaria amphibia</i>		5	5	
<i>Potamogeton alpinus</i>	10			
<i>Potamogeton berchtoldii</i>		5	5	
<i>Potamogeton crispus</i>		3	3	
<i>Potamogeton lucens</i>		5	5	
<i>Potamogeton natans</i>		5	5	5
<i>Potamogeton nodosus</i>		4	4	4
<i>Potamogeton pectinatus</i>				
<i>Potamogeton perfoliatus</i>		4	4	4
<i>Potamogeton polygonifolius</i>	9			



Typy vod	Typ 1	Typ 2	Typ 3	Typ 4
Skórující druhy				
<i>Potamogeton praelongus</i>		6	6	
<i>Potamogeton pusillus</i>		2		
<i>Ranunculus aquatilis</i>	8		8	8
<i>Ranunculus fluitans</i>			6	6
<i>Ranunculus penicillatus</i>				6
<i>Rhynchosstegium riparioides</i>	7		7	7
<i>Sagittaria sagittifolia</i>		3	3	
<i>Scapania undulata</i>	10			
<i>Schoenoplectus lacustris</i>		3	3	
<i>Sparganium emersum</i>			5	5
<i>Sparganium erectum</i>		4	4	
<i>Spirodela polyrhiza</i>		4	4	4
<i>Zannichellia palustris</i>				

### Hranice tříd ekologického stavu (ES)

Stanovení hraničních hodnot tříd ekologického stavu (tab. 9a) bylo provedeno na základě výpočtu poměrů teoretických hodnot indexu MTV (průměr, maximum a minimum) pro referenční spektrum druhů (tab. 8). Indexy MTV jsou vypočítány jako prostý průměr z hodnot MTV všech druhů daného typu vod v referenčním druhovém spektru.

Hranice mezi třídou ES 1 a 2:

Referenční průměr / referenční maximum

Hranice mezi třídou ES 2 a 3:

Polovina intervalu mezi Hranicí 1/2 a 3/4

Hranice mezi třídou ES 3 a 4:

Referenční minimum / referenční maximum

Hranice mezi třídou ES 4 a 5:

Polovina intervalu mezi Hranicí 3/4 a minimální hodnotou

**Tabulka 8:** Průměrné, maximální a minimální hodnoty MTV všech druhů daného typu vod v referenčním druhovém spektru. Typ 1-4: typy vod dle makrofyt.

MTV	Typ 1	Typ 2	Typ 3	Typ 4
<b>Maximum referenční</b>	10.0	6.0	8.0	9.0
<b>Průměr referenční</b>	8.3	4.0	4.8	6.1
<b>Minimum referenční</b>	5.0	2.0	3.0	4.0

**Tabulka 9a:** Hranice tříd ekologického stavu (hodnoty EQR). Typ 1-4: typy vod dle makrofyt. Platnost: prosinec 2011 - únor 2018.

Třída ekol. stavu	Typ vod / Ekologický stav	Typ 1	Typ 2	Typ 3	Typ 4
1	<b>Velmi dobrý</b>	>0.83	>0.67	>0.60	>0.68
2	<b>Dobrý</b>	>0.67–0.83	>0.50–0.67	>0.49–0.60	>0.56–0.68
3	<b>Střední</b>	>0.5–0.67	>0.33–0.50	>0.38–0.49	>0.44–0.56
4	<b>Poškozený</b>	>0.25–0.5	>0.16–0.33	>0.19–0.38	>0.22–0.44
5	<b>Zničený</b>	0–0.25	0–0.16	0–0.19	0–0.22

Takto nastavené hraniční hodnoty tříd ekologického stavu v jednotlivých typech byly předmětem porovnání v rámci zeměpisných interkalibračních skupin a na jeho základě byly Rozhodnutím komise 2018/229/EU upraveny. Nové nastavení hraničních hodnot tříd ekologického stavu je uvedeno v tabulce 9b. Porovnání bylo provedeno v rámci tzv. interkalibrační skupiny Centrální/baltské řeky (CB GIG – Central-Baltic rivers geographic intercalibration group), která zahrnuje úmoří Severního a Baltského moře, a Východokontinentální řeky (EC GIG - Eastern Continental rivers geographic intercalibration group), která zahrnuje úmoří Středozevního moře. Vzhledem k rozdílným výsledkům v jednotlivých interkalibračních skupinách bylo nutné typ Skupina 2 a typ Skupina 4 (viz tab. 5) rozdělit do podtypů A a B podle úmoří tak, aby rozdělení odpovídalo uvedeným zeměpisným interkalibračním skupinám.

**Tabulka 9b:** Hranice tříd ekologického stavu (hodnoty EQR) upravené Rozhodnutím komise 2018/229/EU. Typ 1-4: typy vod dle makrofyt. Podtyp A: úmoří Severního a Baltského moře, podtyp B: úmoří Středozemního moře. Platnost od března 2018.

Třída ekol. stavu	Typ vod / Ekologický stav	Typ 1	Typ 2		Typ 3	Typ 4	
			2A	2B		4A	4B
1	Velmi dobrý	>0.83	>0.86	>0.75	>0.60	>0.82	>0.77
2	Dobrý	>0.67–0.83	>0.62–0.86	>0.5–0.75	>0.49–0.60	>0.64–0.82	>0.56–0.77
3	Střední	>0.5–0.67	>0.33–0.62	>0.33–0.5	>0.38–0.49	>0.44–0.64	>0.44–0.56
4	Poškozený	>0.25–0.5	>0.16–0.33	>0.16–0.33	>0.19–0.38	>0.22–0.44	>0.22–0.44
5	Zničený	0–0.25	0–0.16	0–0.16	0–0.19	0–0.22	0–0.22

## 7. Vztah indexu MTV a proměnných prostředí

Hodnoty indexu MTV byly vypočteny pro všechny případy, kdy byl v profilech monitoringu povrchových vod zaznamenán alespoň jeden druh, tj. celkem pro 191 zápisů.

Obecně lze konstatovat, že index MTV je negativně korelován se všemi proměnnými, které charakterizují chemické vlastnosti vodního prostředí a tedy i jakost tekoucích vod.

Závislost hodnot indexu MTV na proměnných prostředí v rámci jednotlivých typů toků pak ukazuje tab.10.

Korelační koeficienty MTV s proměnnými prostředí pro jednotlivé typy vod ukazují, že v typech 3 a 4 je toto hodnocení poněkud problematické. Na dlouhém gradientu nadmořské výšky 200-500 m se druhové složení i konduktivita výrazně mění, tato změna ale (přestože koreluje s MTV) nemusí odpovídat ani tak ekologickému stavu vod, jako především přirozeně se měnící trofii vod na gradientu nadmořské výšky.

Na krátkých gradientech nadmořské výšky pod 200 m (skupina 2) MTV koreluje jen s celkovým množstvím fosforu. Z dodatečné analýzy CCA vyplývá, že druhy, které dobře indikují zvýšené množství fosforu, jsou *Ceratophyllum demersum* a *Potamogeton pectinatus*.

Korelace MTV s KNK4 (kyselinovou neutralizační kapacitou) je zprostředkována vzájemnou korelací KNK4 s konduktivitou. Obě proměnné jsou spolu silně korelovány. Přímý ekologický vliv KNK4 na makrofyta je však nejasný.

Dle dalších výsledků je zřejmé, že počet druhů makrofyt není korelován v žádném typu s žádnou ze zkoumaných vlastností vodního prostředí a je tedy ovlivňován jinými faktory. Pouze u typu vod 1 je korelace počtu druhů s rostoucí nadmořskou výškou (a také konduktivitou a KNK4). To je pravděpodobně důsledek toho, že do skupiny 1 náleží šumavské toky, Teplá a Studená Vltava, Blanice apod., které jsou z nějakého důvodu (snad velmi nízké konduktivity; zdá se ale, že zde mohou hrát roli i fyto geografické faktory) druhově velmi bohaté oproti dalším srovnatelným tokům, které do tohoto typu patří.

**Tabulka 10:** Korelační koeficienty mezi hodnotami indexu MTV a proměnnými prostředí pro jednotlivé typy vod (Typ 1-4). Tučně jsou vyznačeny statisticky významné hodnoty ( $p < 0.05$ ). (P-PO<sub>4</sub> – fosforečnanový fosfor, BSK<sub>5</sub> – biologická spotřeba kyslíku pětidenní, cond. – elektrolytická konduktivita, KNK<sub>4</sub> – kyselinová neutralizační kapacita, N-NO<sub>3</sub> – dusičnanový dusík, PCEL – celkový fosfor, Alt. – nadmořská výška, Numsp. – počet skórujících druhů, MTV – vypočtená hodnota MTV indexu)

MTV	Typ 1	Typ 2	Typ 3	Typ 4
Alt.	0.26	0.15	<b>0.65</b>	<b>0.38</b>
Numsp.	-0.02	-0.11	-0.05	-0.19
Cond.	0.21	-0.16	<b>-0.69</b>	<b>-0.47</b>
KNK <sub>4</sub>	<b>-0.56</b>	-0.32	<b>-0.80</b>	<b>-0.32</b>
N-NO <sub>3</sub>	-0.23	0.07	-0.38	-0.22
PCEL	0.20	<b>-0.46</b>	-0.38	<b>-0.41</b>
P-PO <sub>4</sub>	-0.18	-0.19	-0.05	<b>-0.32</b>
BSK <sub>5</sub>	-0.07	-0.23	-0.12	<b>-0.55</b>

## 8. Spolehlivost hodnocení

Při hodnocení tekoucích vod podle makrofyt je třeba vzít v úvahu následující problémy, které spolehlivost hodnocení a jistotu, že zařazení daného profilu do příslušné třídy ekologického stavu je správné, značným způsobem snižují.

Definování typů vod – přestože je nadmořská výška hlavní gradient, podle něhož dochází ke změně druhového složení, jsou jednotlivé kategorie (-200, 200-500, 500-800, 800- ) umělé a nemají, až na nadmořskou výšku nad 500 m, výraznou oporu v druhových datech. Z analýzy druhového složení se jako vhodnější a smysluplnější hraniční hodnoty nadmořské výšky lépe odrážející chování druhů tekoucích vod v našich podmínkách jeví hodnoty 300 a 500 m n. m.

Ekologické valence druhů – jen několik druhů je vázáno na vody s nízkou konduktivitou a zároveň jsou vázané na úzkou oblast nadmořské výšky nad 500 m, tj. jsou stenovalentní. Většina ostatních druhů se může vyskytovat v širokém rozmezí nadmořských výšek do 500 m, ale patrně i výše a ve vodách s širokým rozmezím hodnot konduktivity (eutrofizace). Nutno podotknout, že naprostá většina hodnot konduktivity zjištěné v profilech je nižší než hraniční hodnota mezi třetí a čtvrtou třídou jakosti vod dle ČSN 75 7221, tj. dle normy se jedná o neznečištěné, mírně znečištěné nebo jen znečištěné vody. Hodnoty, kterých dosahují silně až velmi silně znečištěné vody tříd 4 a 5, nebyly v profilech s makrofyty zaznamenány. Makrofyta patrně v takto eutrofních vodách vůbec nerostou nebo takové vody nebyly vůbec vzorkovány. Absence makrofyt je však běžná i ve vodách neznečištěných.

Konduktivita silně koreluje s nadmořskou výškou, tzn. s klesající nadmořskou výškou se zvětšuje. Tento gradient je z části jistě přirozený. Se změnou nadmořské výšky a konduktivity se mění i druhové složení makrofyt v zápisech. Je patrně nemožné určit, jaká

část ze zjištěného stavu je přírodního původu a jaká je důsledkem znečištění a měla by se tak zobrazit ve snížení EQR.

Většina makrofyt dokáže růst v širokých rozmezích konduktivity, což značně snižuje jejich indikační hodnotu. V situaci, kdy se navíc vyskytují v zápisech pouze 1-2 druhy, je hodnocení ještě výrazně méně spolehlivé. Výskyt pouze jednoho druhu s hodnotou MTV 4 schopného růst ve vodách, jejichž konduktivita (trofie) rozsahem odpovídá rozpětí MTV 2-7, může ve výsledku znamenat posun hodnocení EQS o několik tříd. Počet druhů makrofyt není korelován s žádnou ze zkoumaných vlastností vodního prostředí a není jasné, kterými faktory je ovlivňován. Počet druhů a druhová diverzita tak jako obraz stavu vodního prostředí mají nejasný význam. Postrádají tím patrně smysl i pro hodnocení stavu vod. Podobně nemá velký význam hodnotit stav pomocí indexů podobnosti, zejména proto, že při malém počtu druhů ve snímcích a jejich alternaci si bude většina zápisů spíše nepodobná, přestože kvalitativně může být jejich vodní prostředí na stejné úrovni.

To vše souvisí s obecnými vlastnostmi makrofyt, charakterem jejich šíření, výskytu a rozšíření, v němž vedle gradientu nadmořské výšky a trofie hrají velkou roli i jiné faktory, včetně náhody (podrobněji viz Příloha č. 2).

## 9. Souhrn

Stávající návrh hodnocení ekologického stavu vod vychází z analýzy dat z cca 240 profilů získaných v letech 2006-2010.

Oproti dosavadnímu pojetí se navrhuje **zúžit definici vodních makrofyt** oproti metodice odběru a zpracování vzorků (Gulich et Vydrová 2006). Za vhodnou platformu se považují **Ellenbergovy indikační hodnoty pro vztah k vodě** (Ellenberg et al. 1992).

V návaznosti na současné navržené typologické členění vod (Langhammer et al. 2009) bylo definováno **5 typů vod pro makrofyta**. Hodnocení ekologického stavu lze provádět u čtyř z nich. **V typu 5, který zahrnuje toky nejnižších řádů, které makrofyta zpravidla postrádají, se hodnocení neprovádí.** Pro čtyři hodnocené typy vod byla navržena referenční druhová spektra, z nichž se vychází při hodnocení ekologického stavu.

Pro hodnocení ekologického stavu byl vybrán jediný index – **Mean Trofic Value (MTV), index trofie**. Trofie představuje nejsilnější ekologický gradient, podle něhož dochází ke změně druhového složení ve vodách. Skórujícím druhům bylo přiděleno MTV skóre, které vyjadřuje jejich vztah k eutrofizaci vodního prostředí. Pomocí těchto skór a pokryvností druhů je vypočítán index MTV a následně hodnota EQR, na základě které je vzorek zařazen do třídy ekologického stavu.

Hodnocení není opřeno o počty druhů a druhovou diverzitu, protože vztah počtu druhů makrofyt a vlastností vodního prostředí se jeví jako velmi nejasný. Většina vod je druhově velmi chudá, vyskytují se v nich jen jeden až dva druhy. A naopak, příčiny extrémní druhové bohatosti některých toků nejsou jasné.

## 10. Závěrečná doporučení

Hodnocení ekologického stavu lze provádět pouze ve vodách, v nichž byly zaznamenány skórující druhy. Vzhledem k vlastnostem makrofyt, zejména jejich široké ekologické valenci, podmínkám prostředí a zpravidla nízkému počtu skórujících druhů, je spolehlivost hodnocení v mnoha případech diskutabilní a lze ho považovat pouze za doplňkové s ohledem na hodnocení ostatních biologických složek kvality.

Hodnocení **lze považovat za spolehlivé** pouze v případech, kdy se na hodnoceném profilu vyskytuje tři a více skórujících taxonů. Hodnocení lokalit s jedním či dvěma skórujícími taxony lze považovat pouze za orientační.

Doporučuje se další systematické sledování makrofyt v rámci provozního monitoringu správců povodí, a to především z následujících důvodů:

- (i) makrofyta mají zásadní význam jako složka mnohostranně strukturující vodní prostředí a jejich přítomnost by měla být zahrnuta do celkového hodnocení ekologického stavu
- (ii) pouze větší a úplnější databáze může vést k dalšímu zpřesnění hodnocení (např. jaký je podíl sledovaných profilů s výskytem makrofyt, využití standardně sledovaných ukazatelů jakosti vody měřených 12x ročně)
- (iii) je třeba získat o vodních makrofytech dostatek komplexních údajů – např. jejich reakce na vysoké průtoky v daném subpovodí a rychlost jejich regenerace (právě schopnost obnovy populací organismů by měla být v systému hodnocení velmi důležitá).

## 11. Literatura

- Anonymus (2008): UKTAG River Assessment Methods. Macrophytes and Phytobenthos. Macrophytes (River Leafpacs). – Water Framework Directive – United Kingdom Advisory Group (WFD – UKTAG). Edinburgh.
- Anonymus (sine dato): Annex A. Description of national methods included in the intercalibration. Case: NL.
- Baláži P. et Tóthová L. (2011): Zoznam zistených taxónov na monitorovaných lokalitách vodných útvarov povrchových vôd Slovenska. Časť 3. Vodné makrofyty. – Acta Environmetalica Universitatis Comenianae (Bratislava), 19/1: 1–89.
- Caisová L. et Gąbka M. (2009): Charophytes (Characeae, Charophyta) in the Czech Republic: taxonomy, autecology and distribution. – Fottea 9: 1–43.
- Casper S. J. et Krausch H.-D. (1980): Süßwasserflora von Mitteleuropa. Vol. 23, Pteridophyta und Anthophyta. 1. Teil, et Vol. 24, Pteridophyta und Anthophyta. 2. Teil. – Gustav Fischer Verlag.
- Dalešický J., Kalinová M., Nesměrák I., Čermák O. (1998): ČSN 75 7221 Jakost vod – Klasifikace jakosti povrchových vod – Český normalizační institut.
- Ellenberg H., Weber H. E., Düll R., Wirth V., Werner W. et Paulißen D. (1992): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. Ed. 2. – Scripta Geobotanica 18: 1–258.
- European Union (2015): CIS Guidance Document No. 30: Procedure to fit new or updated classification methods to the results of the complete intercalibration exercise. ISBN 978-92-79-38434-9, doi: 10.2779/158259.
- Grulich V., Vydrová A. (2006): Metodika odběru a zpracování vzorků makrofyt tekoucích vod. VÚV TGM Praha.
- Hennekens S. M. & Schaminée J. H. J. (2001): TURBOVEG, a comprehensive data base management system for vegetation data. – J. Veg. Sci. 12: 589–591.
- Hill M.O. (1979): TWINSpan. A Fortran program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of the individuals and attributes. – Cornell Univ., Ithaca.
- Chytrý M. [ed.] (2011): Vegetace České republiky. 3. Vodní a mokřadní vegetace. – Academia.
- Chytrý M., Kučera T., Kočí M., Grulich V. et Lustyk P. [eds] (2010): Katalog biotopů České republiky. – Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky.
- Langhammer J., Hartvich T., Maltas D. et Zbořil A. (2009): Vymezení typů vodních toků. – Př F UK, Praha.
- Pall K. et Mooser V. (2008): Leitfaden zur Erhebung der biologischen Qualitätselemente. Teil A4 – Makrophyten. – Bundesamt für Wasserwirtschaft.
- Pivoňková L. et Rydlo J. (1992): Vodní makrofyta Ohře. – Muzeum a Současnost, řada přírodovědná, 6: 11–38.
- Rozhodnutí Komise (EU) 2018/229 ze dne 12. února 2018, kterým se podle směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES stanoví hodnoty pro klasifikace



- monitorovacích systémů členských států vyplývající z mezikalibračního porovnání a kterým se ruší rozhodnutí Komise 2013/480/EU. – Úřední věstník, č. L 47, 20.2.2018.
- Rydlo J. (1987): Vodní makrofyta Labe v letech 1974–1986. – Muzeum a Současnost, řada přírodovědná, 2: 67–122.
- Rydlo J. (2007): Vodní makrofyta v Labi mezi Chvaleticemi a Mělníkem – změny po ukončení lodní dopravy uhlí. – Muzeum a Současnost, řada přírodovědná, 22: 27–95.
- Schaumburg J., Schmedtje U., Schranz Ch., Köpf B., Schneider S., Meilinger P., Hofmann G., Gutowski A. et Foerster J. (2004a): Instruction protocol for the ecological assesment of running waters for implementation of the EU Water Framework Directive: macrophytes and phytobenthos. – Bayerisches Landesamt für Wasserwietschaft.
- Schaumburg J., Schranz Ch., Foerster J., Gutowski A., Hofmann G., Meilinger P., Schneider S. et Schmedtje U. (2004b): Ecological classification of macrophytes and phytobenthos for revers in germany according to the Water Framework Directive. – Limnologova 34: 283–301.
- Slavík B., Hejný S. et al. (eds) (1997–): Květena České republiky. Vol. 1-8. – Academia, Praha.
- Směrnice 2000/60/ES Evropského parlamentu a rady ze dne 23. října 2000 ustavující rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky. – Úřední věstník, č. L 327, 27.12.2000.
- ter Braak C. J. F. & Šmilauer P. (2002): CANOCO reference manual and CanoDraw for Windows user's guide. Software for Canonical Community Ordination (version 4.5). – Biometris, Wagenigen et České Budějovice. 500pp.
- Tichý L. (2002). JUICE, software for vegetation classification. – J. Veg. Sci. 13: 451–453.



## Příloha č. 1 Rešerše přístupů k hodnocení makrofyt v tekoucích vodách v okolních zemích

### Rakousko

K dispozici je materiál Leitfaden zur Erhebung der biologischen Qualitätselemente, Teil A4 – Makrophyten (Pall et Mooser 2008). Tento poměrně obsáhlý materiál shrnuje veškerou metodiku, a to jak sběru dat, tak i jejich vyhodnocování.

V základní metodice sběru dat jsou řešeny standardní otázky odběru vzorků a jejich zpracování (determinace a konzervace). Tato část se příliš neliší od metodiky používané v ČR, s výjimkou délky vzorkovaného úseku: na menších tocích jsou standardně vzorkovány stometrové úseky, pokud však přibude v posledních 25 metrech úseku nový taxon, úsek se prodlužuje o dalších 25 m až do té doby, kdy žádný nový taxon nepřibude. Způsob vzorkování na větších tocích ovšem není specifikován.

Metodika vyhodnocování je relativně jednoduchá. Toky na území Rakouska jsou kategorizovány do 11 odlišných typů; pro každý z nich je zpracován samostatný taxalist. Při výpočtu se vychází z kvalitativního i kvantitativního aspektu druhového složení ve zkoumaném profilu. Při výpočtu se zohledňuje šíře ekologické amplitudy každého ze zastoupených taxonů, přitom však taxony s širokou ekologickou amplitudou výpočet neovlivní (jako by ve vzorku nebyly vůbec zastoupeny).

Problémová místa:

- V taxalitech pro jednotlivé typy toků je zastoupen značný počet druhů, které nejsou skutečnými vodními makrofyty (z materiálu není přímo zřejmé, podle jakého klíče byly taxony do taxalistu zařazovány). Jsou to vlhkomilné druhy, jejichž ekologické optimum se nachází zcela mimo prostředí tekoucích vod. Některým z nich je přiřazena velmi úzká ekologická amplituda (v rozporu se zkušenostmi z ČR), a zásadně tedy mohou ovlivnit výpočet ekologického stavu vodního prostředí. Ve skutečnosti ale zápis z profilu s účastí těchto druhů vypovídá o zcela jiných parametrech prostředí, než o kvalitě prostředí vodního;
- sama metoda výpočtu hovoří o tom, že v profilu musí být zastoupena větší druhová diverzita (včetně dostatečného počtu druhů s užší ekologickou amplitudou), aby výpočet byl relevantní. Jestliže však zúžíme počet druhů jen na ty, které mají pro hodnocení stavu vodního prostředí skutečný význam, u většiny profilů se reálně dostaneme pod hranici hodnotitelnosti;
- z materiálu nevyplývá, zda teoreticky stanovený postup vyhodnocování ověřen na reálných datech z terénu.

### Německo

Pro zhodnocení německého přístupu slouží 2 materiály: Instruction Protocol for the ecological Assessment of Running Waters for Implementation of the EU Water Framework Directive: Macrophytes and Phytobenthos (Schaumburg et al. 2004a) a jeho zkrácená, v časopise Limnologica publikovaná verze Ecological classification of macrophytes and phytobenthos for rivers in Germany according to the Water Framework Directive (Schaumburg et al. 2004b). Metoda sběru dat je podobná jako v Rakousku: vzorkují se přibližně 100 m dlouhé úseky, důraz je kladen na jejich homogenitu.

Podle této metodiky je území Německa rozděleno na 4 regiony, pro každý je zpracován klíč na určení typu vodního toku (hodnotí se hloubka, šířka, rychlost proudu, ovlivnění podzemní vodou a tvrdost vody). Celkem byly rozlišeny 4 hlavní typy vodních toků, a některé z nich jsou dále děleny na subtypy.

Taxalidy byly zpracovány pro každý rozlišený hlavní typ vodního toku a v těchto typech jsou rozříděny cévnaté rostliny do 3, mechorosty do 4 skupin. Taxony se často vyskytují ve více než v jednom typu, v každém z nich mohou být přiřazeny do jiné skupiny. Pro makrofyty je počítán referenční index (zvláště pro cévnaté a zvláště pro mechorosty). Jako pomocné kritérium se počítá index diverzity. Jako základní kritérium pro vyhodnocování je třeba, aby celková kvantita makrofyt dosáhla určité hodnoty (27); pokud ji nedosáhne, profil je třeba posuzovat z hlediska zastínění, a také z hlediska ústupu makrofyt na základě znečištění. V druhém případě je stav automaticky vyhodnocen jako nepříznivý.

Metodika řeší také kombinaci metrik makrofyta, rozsivky a fytobentos mimo rozsivky, ekologický status je zásadně určován z kombinace těchto metrik (v ekoregionu Alp se kombinují pouze makrofyty a rozsivky). Pro každý typ a subtyp vodního toku jsou stanoveny hranice kvalitativních tříd zvláště.

Problémová místa:

- a) Přestože autoři vylučují z dalších úvah rostliny, které nejsou ponořeny, i v tomto taxalistu jsou zastoupeny druhy, které nejsou skutečnými vodními makrofyty (rovněž tak z těchto materiálů není zřejmé, podle jakého klíče byly taxony do taxalistu zařazovány). Týká se to cévnatých rostlin i mechorostů, vlhkomilných druhů s ekologickým optimem zcela mimo prostředí tekoucích vod. V praxi to znamená, že při zvýšeném stavu vody se do hodnocení dostávají druhy, které nejsou standardní součástí makrofytní vegetace, vodní prostředí snášejí pouze po krátkou dobu. Pro většinu těchto druhů platí, že jsou limitovány zcela jinými proměnnými prostředí (často je rozhodující určitá periodicita ve vztahu k vodě), které nemají přímou spojitost s kvalitou vodního prostředí;
- b) není jasné, na základě jakých parametrů byly taxony rozříděny do 3, resp. 4 ekologických skupin, při srovnání druhové klasifikace není příliš patrný design;
- c) vyhodnocení je vázáno na analýzu složení rozsivek, resp. ostatního fytobentosu;
- d) není jasné, zda by byla v našich tocích při aplikaci tohoto přístupu běžně dodržena podmínka celkového kvantitativního zastoupení.

## Nizozemsko

Nizozemský materiál (Anonymus) je stručná charakteristika základních metod sběru dat a jejich vyhodnocení, týká se makrofyt, fytobentosu a bakteriálních nárostů. Délka vzorkovaného úseku činí 50–100 m, na každém vodním toku se vzorkuje více lokalit (podle velikosti a délky toku, až 20). Kromě samotné druhové skladby se u makrofyt zaznamenává i procentické zastoupení růstových forem. V zemi bylo rozlišeno celkem 10 typů vodních útvarů, pro každý je zpracován samostatný taxalíst a skórování při stupních kvantitativního zastoupení (jsou rozlišeny 3). Pro jednotlivé typy vodních útvarů bylo stanoveno i optimální zastoupení růstových forem.

Referenční podmínky vycházejí z dřívějšího extenzivního studia vegetační diverzity vodních makrofyt Nizozemska.

Problémová místa:

- a) V Nizozemsku je na lokalitách druhová diverzita makrofyt zřetelně větší než v ČR, přesto taxalíst zahrnuje i některé druhy, které patří mezi typické helofyty, které mohou vyjadřovat jiné vlastnosti stanoviště, než je kvalita vody

## Velká Británie

Britský materiál – UKTAG River Assessment Methods Macrophytes and Phytobenthos. Macrophytes (River Leafpacks) – zpracovala United Kingdom Advisory Group (WFD-UKTAG) (Anonymus 2008). Je zpracován pro území Velké Británie, tedy pro Anglii, Wales, Skotsko a Severní Irsko. Sběr dat se provádí na úseku dlouhém 100 m. Pracuje se s 5 parametry: živinový index (River Macrophyte Nutrient Index – RMNI), hydraulický index (River Macrophyte Hydraulic Index – RMHI), počet taxonů makrofytů, které nejsou helofyty (NTAXA), počet funkčních skupin makrofytů, které nejsou helofyty (NFG) a procento pokryvnosti zelených vláknitých řas (ALG).

RMNI je index, který se vypočítá tak, že se suma násobků pokryvnosti a stanoveného živinového skóre vydělí sumou pokryvností zjištěných taxonů. Velmi podobně se vypočítá i index RMHI, kde se místo živinového skóre do analogického vzorce dosadí hodnota stanoveného hydraulického skóre. Obě tyto hodnoty jsou pro taxony z druhového seznamu stanoveny v přílohové tabulce. Z téže tabulky lze zjistit, zda taxon je helofyt a jaké funkční skupiny je členem. Při zjišťování parametru ALG se vychází z toho, jaké je průměrné pokrytí porostů makrofytů vláknitými zelenými řasami (výpočtem nebo odhadem).

Referenční hodnoty pro lokalitu jsou dány výpočtem, do něž se započítává průměrná roční alkalinita, nadmořská výška vzorkovaného profilu, nadmořská výška pramene, průměrná šířka toku v profilu, rozdíl nadmořských výšek horního a dolního konce profilu a vzdálenost horního konce profilu od pramene. Regionálně se řeší pouze vyhodnocování faktoru NFG, který se odlišně počítá pro území Severního Irska.

Taxalíst je sice obsáhlý, ale označené ne-helofyty jsou taxony, které v zásadě splňují (u cévnatých rostlin téměř bez výjimky) vymezení makrofytů mezi cévnatými rostlinami užití v naší navržené metodice (včetně inkorporovaných výjimek), u mechorostů se zdá, že v britské metodice je do této skupiny zařazen větší počet taxonů. Taxalíst obsahuje i další organismy, které se v ČR nepovažují za součást makrofytů (Batrachospermum, Lemanea, vyhodnocované vláknité zelené řasy). V případě ruduch z čeledi Lemnaceae je záhodno uvažovat, aby byly vzorkovány a vyhodnocovány spolu s makrofyty i v ČR.

Problémová místa:

- a) poměrně složitý (a přitom víceméně univerzální) výpočet referenčních hodnot a EQR – snad vyplývá z toho, že ve Velké Británii jsou ve vodních tocích homogennější podmínky než ve střední Evropě;
- b) zcela jistě je ve Velké Británii větší druhová diverzita makrofyt, která je dána fyto geografickými důvody, odrážejícími klimaticky poněkud jiné prostředí;
- c) z materiálu není jasné, jakým způsobem byl pro jednotlivé druhy stanoven index RMHI a není ani zcela zřejmé, co má vyjadřovat;
- d) ve výpočtu figurují i helofyty: není zřejmé, jak v konkrétních případech může jejich započtení ovlivnit hodnocení (v případě, že je malá druhová diverzita skórujících druhů – NTAXA – pak zcela jistě velmi).

## Slovensko

Měli jsme k dispozici pouze materiál (Baláži et Tóthová 2011) o druhové diverzitě makrofyt na slovenských profilech. Jde o velmi obsáhlé rešeršní dílo, které v úplnosti pojednává o výzkumu vodních makrofyt na Slovensku a přináší kompletní bibliografii prací s touto tematikou – v tom směru je velmi cenné. Z materiálu je zřejmá metodika sběru – vycházejí z metodiky rakouské, tj. 100 m dlouhý úsek, který se prodlužuje, najde-li se v posledních 25 m nový druh. Slovenský taxalist, jak vyplývá z posuzovaného materiálu, je velmi široký a zahrnuje i typické helofyty – na většině vzorkovaných lokalit nebyly vůbec žádné ne-helofyty zjištěny, a tam, kde „pravé“ makrofyty zjištěny byly, je vždy jen velmi omezená druhová skladba.

Původní metodika hodnocení byla zřejmě stažena (opírala se především o druhovou diverzitu – v relativně kontinentálnější části střední Evropy takto koncipované hodnocení nemůže evidentně přinést uspokojivé výsledky). Současné kvalitativní hodnocení tekoucích vod podle makrofyt nám není známo.

## Příloha č. 2 Geografická vazba makrofyt a jejich vztah k řádu toku

### Geografická vazba makrofyt

Většina druhů makrofyt má velmi rozsáhlé areály, a tedy ani geografická vazba na území ČR není příliš vyhraněná.

Jednou z příčin je potenciál šíření těchto druhů ve vodních tocích. Jeho charakteristickým znakem je možnost snadného šíření diaspor po proudu a špatné šíření proti proudu. K šíření po proudu je většina druhů vybavena snadnou regenerační a zakořeňovací schopností fragmentovaných částí, které jsou přirozeně segmentovány např. při zvýšené disturbanční činnosti proudu. Adaptace k tomuto způsobu šíření došla u řady druhů tak daleko, že představují hlavní způsob rozmnožování. V krajním případě, jakým jsou triploidní populace druhu *Batrachium fluitans*, které zřejmě v ČR převažují, jde o jediný způsob šíření, protože plody těchto rostlin se vůbec nevyvíjejí, zůstávají zakrnělé (opakovaně pozorováno). Nikdy jsme v ČR nepozorovali ani kvetení u druhu *Myriophyllum alterniflorum* a u rdestu *Potamogeton polygonifolius* v prudčeji tekoucích vodách (plodné rostliny tohoto druhu na jiných typech stanovišť jsou plodné pravidelně). Rovněž jsme nikdy nepozorovali kvetoucí vzplývavé formy u zevarů (*Sparganium emersum* a *S. erectum*), u šmele (*Butomus umbellatus*) a u škřípince jezerního (*Schoenoplectus lacustris*).

Převažující způsob vegetativního šíření vede k jevu, že delší úsek řeky obsazuje stejná druhová skladba. Omezené možnosti jiného typu chorie (zřejmě připadá nejčastěji dále v úvahu přenos vodními ptáky) vedou k tomu, že „přeskoky“ mezi řekami se dějí pravděpodobně jen velmi vzácně. Z toho vyplývají následující závěry:

a) Makrofyty jsou – jako poměrně velké organismy – dosti citlivé k mechanické disturbanci, a to i vůči přirozené disturbanci, kterou způsobuje silnější proud při vyšších průtocích. Velké povodně mohou porosty makrofyt poškodit tak, že regenerační doba může trvat i více let.

b) Pokud v toku není výrazná umělá překážka, která znemožňuje hydrochorní transport vegetativních diaspor, je udržování dynamického stavu populací poměrně snadné a relativně bezproblémová je i regenerace po mimořádné povodňové události. Pokud však taková překážka je (hráz údolní nádrže), povodní poškozená (případně zničená) populace ztrácí možnost být dosycena z vyšších úseků toku.

c) Přenos diaspor z jednoho toku do druhého, který nepochybně existuje, se zřejmě odehrává jen jako výjimečná událost.

d) Pokud v celém toku taxon vyhyne, znovuosídlení řeky má i po odeznění stresového faktoru charakter náhody. Absence makrofyt tedy nemusí indikovat momentálně nepříznivý stav, ale může být dlouhodobým stavem poté, co přirozená nebo člověkem způsobená stresová situace nastala, a to i jednorázově. Tento faktor je asi jedním z hlavních, které způsobují, že společenstva makrofyt v jednom toku jsou velmi často druhově chudá.

Počet druhů zaznamenaných v profilech a splňujících naši úzkou definici pro makrofyta se pohybuje od 1 do 11. Průměrný počet druhů je však 2,5 a nejčastějším počtem (medián) jsou druhy dva. Z celkového počtu 244 profilů, které byly původně zahrnuty do analýz se po zúžení seznamu skórujících druhů jejich počet zmenšil na 183, z tohoto množství se v zápise vyskytuje jeden druh v 62 případech (tj. 34%), jen ve 46 případech (25%) je počet skórujících druhů vyšší než 3.



Existuje zde pouze několik druhů, které jsou (a historicky byly) vázány jen na vyhraněnou menší část území. Tato vyhraněnost se navíc velmi dobře kryje se zjištěnou užší ekologickou valencí: geograficky vyhraněné jsou především druhy, které vykazují úzkou vazbu na chladnější, kyselé a na živiny chudé vody. Jsou to zejména druhy *Potamogeton alpinus*, *P. polygonifolius*, *Myriophyllum alterniflorum* a *Nuphar pumila*, z mechorostů především *Fontinalis squamosa*. S výjimkou rdestu *P. polygonifolius* všechny ostatní rostou především na Vltavě nad vzduším VD Lipno, odkud přesahují do dalších toků stékajících ze Šumavy a Novohradských hor (*Myriophyllum alterniflorum*, *Nuphar pumila* a *Fontinalis squamosa*). Ojedinele jsou tyto druhy známy z jižní části Českého lesa: *Potamogeton alpinus* a *Myriophyllum alterniflorum* se vyskytují v Nemanickém potoce pod Čerchovem. Geografickou vazbu vykazuje i výskyt druhu *Potamogeton polygonifolius*, který je na území ČR znám pouze z několika toků Ašského výběžku, v nichž se vyskytuje spolu s *P. alpinus*.

### Vazba na řády toku a povodí

Vzhledem k tomu, že většina vodních makrofyt z cévnatých rostlin vyžaduje osluněné toky, v tocích nižších řádů (sensu Strahler) většinou chybějí. Vzhledem k tomu, že toky 1-3 řádu dle Strahlera zabírají cca 85 % délky všech toků u nás, je hodnocení většiny toků podle makrofytůž předem znemožněno. Nejednodušší k zastínění je *Callitriche hamulata*, které osídluje i relativně malé toky, které mohou mít jen krátké otevřené bezlesé úseky. Kromě *Callitriche hamulata* se v takových tocích vyskytují jen mechorosty, které jsou obecně méně náročné na světlo. Větší toky (přibližně od 4. řádu sensu Strahler) mohou mít v bezlesých úsecích pestřejší druhovou skladbu. Nejvýše položeným tokem 6. řádu (sensu Strahler) je Vltava nad Lipnem, která patří z hlediska druhové diverzity k nejbohatším tokům ČR. Naproti tomu je dosti překvapivé, že cévnaté rostliny mezi makrofyty téměř úplně postrádají řeky stékající z karpatských (flyšovských) pohoří. Tuto absenci mohou způsobovat tři příčiny: a) snadno erodovatelný podklad, b) jemný bahnitý sediment, způsobující častý přirozený pokles průhlednosti vody, nebo c) příliš rozkolísaný průtok. Karpatské toky tvořily na úsecích s menším spádem šterkové lavice; jejich přítomnost svědčí o rozkolísaném průtoku a je v nepřímém vztahu k abundanci vodních makrofyt.

V nižších polohách, zejména v pánevních oblastech a v nížinách, se v pomaleji proudících tocích objevují některé charakteristické druhy makrofyt, např. *Butomus umbellatus*, *Hydrocharis morsus-ranae* a *Zannichellia palustris*. Specifickou druhovou skladbu má střední Labe (makrofyty jsou nejlépe vyvinuty v úseku Přelouč-Mělník). Pro tento úsek jsou typické stulík žlutý (*Nuphar lutea*), leknín bělostný (*Nymphaea candida*), vzácněji i l. bílý (*N. alba*), stejně jako řada dalších druhů; Labe v tomto úseku patří k řekám s největší druhovou diverzitou v ČR (Rydlo 1987, 2007).

Toky středních poloh, zejména úseky řek v hlubších údolích a s výrazným podílem balvanů na dně, mají většinou omezenou druhovou diverzitu, ale často v nich některý druh výrazně dominuje (*Batrachium fluitans*, *B. penicillatum*, *B. aquatile* agg., *Myriophyllum spicatum*).

Druhy, které se zde uplatňují, jsou téměř výhradně druhy s širokou amplitudou ke všem zjišťovaným faktorům prostředí. Ve středních úsecích toků je nejméně zřejmé, jestli současný stav trofie je přirozený nebo zvýšený vlivem člověka; stejně tak nedokážeme odpovědět na otázku, zda druhová skladba makrofyt spíše odráží přírodní stav nebo stav sekundární.

Specifickou výjimku mezi řekami středních nadmořských výšek a středních řádů toku tvoří řeka Ohře. V pánevním úseku pod Chebem je neobvykle velká druhová diverzita i

abundance makrofyt, která se jen o málo snižuje v úsecích průlomového údolí mezi Kynšperkem a Sokolovem a dále po proudu (Pivoňková et Rydlo 1992).

### Vztah makrofyt ke společenstvům

Fytcenologické hodnocení společenstev vodních makrofyt bylo v ČR zpracováno moderními metodami ve velmi nedávné době (Chytrý 2011); na zpracování vodní vegetace se podílela především K. Šumberová. Metody klasifikace, přijaté v tomto díle, vycházejí z principu druhového složení, z něhož se standardně odvozují ekologické charakteristiky stanoviště. U vodní vegetace tento přístup vede k několika problémům:

- a) Převážná většina typů vymezených společenstev vodních makrofyt je druhově chudých a je postaveno na jediné dominantě. V důsledku toho např. druhově bohaté, standardně zapsané maloplošné fytcenologické snímky hodnoticí metoda vylučuje jako neklasifikovatelné; bylo by možné je „rozepsat“ na více samostatných společenstev, které nemusí náležet ani do stejných vyšších syntaxonů na úrovni řádu nebo třídy.
- b) Při zjištěném reálně velmi širokém rozpětí ekologické amplitudy vodních makrofyt je zřejmé, že takto úzce vymezená společenstva stěží mohou indikovat určitý, relativně úzce vymezený ekologický stav.
- c) Celá řada druhů vodních makrofyt „nečte“ ani tak zásadní ekologickou charakteristiku, jestli je voda stojatá nebo tekoucí; tatáž společenstva na úrovni asociací mohou v biotopové klasifikaci tedy být součástí odlišných, ekologicky vymezených biotopů (Chytrý et al. 2010).