



Europäische Union. Europäischer
Fonds für regionale Entwicklung.
Evropská unie. Evropský fond pro
regionální rozvoj.



Ahoj sousede. Hallo Nachbar.
Interreg V A / 2014–2020



Čištění důlních vod a napouštění zbytkových jam

Část II

Posouzení hydrochemických rizik vodních útvárů povrchových vod vzniklých v důsledku baňské činnosti a návrh jejich eliminace



Ústecký kraj

LANDESAMT FÜR UMWELT,
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE



Freistaat
SACHSEN



Obsah

1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE	6
1.1. Identifikační údaje objednavatele	6
1.2. Identifikační údaje zpracovatele	6
1.3. Identifikace díla	6
2. PŘEDMĚT DÍLA	7
3. ZPRACOVATELSKÝ KOLEKTIV	8
4. ÚVOD	9
5. REŠERŠE	14
5.1. Vznik a složení důlních vod a průsaků z výsypek vytěženého materiálu	14
5.2. Charakteristika důlních vod a průsaků z výsypek	16
5.3. Způsoby čištění důlních vod a průsaků z důlních výsypek.....	17
5.3.1. Abiotické způsoby čištění důlních vod a průsaků z výsypek.....	18
5.3.2. Biotické způsoby čištění důlních vod a průsaků z výsypek	19
6. LEGISLATIVA	31
7. METODIKA.....	34
7.1. Podkladový materiál	34
7.2. Lokality	34
7.3. Statistické zpracování	37
7.4. Definování potenciálních rizik ohrožujících kvalitu vody ve vodních nádržích.	37
7.5. Stupně trofie	38
7.6. Kategorizace nádrží	38
Podle stáří.....	38
Podle velikosti nádrže	38
7.7. Vyhodnocení planktonu	38
8. VYHODNOCENÍ HYDROCHEMICKÝCH RIZIK VODNÍCH ÚTVARŮ POVRCHOVÝCH VOD VZNIKLÝCH V DŮSLEDKU BÁŇSKÉ ČINNOSTI	40
8.1. Úvodem.....	40
8.2. Potenciální riziko 1: Eutrofizace	41
8.2.1. Vyhodnocení rizika – „ <i>Eutrofizace</i> “	46
8.3. Potenciální riziko 2: Rybářské využití	47
8.3.1. Vyhodnocení rizika – „ <i>Rybářské využití</i> “	49
8.4. Potenciální riziko 3 - Postupné zazemňování nádrží.....	52
8.4.1. Vyhodnocení rizika – „ <i>Zazemnění nádrží</i> “	55
8.5. Potenciální riziko 4: Změna chemismu vod.....	55
8.5.1. Vyhodnocení rizika – „ <i>Změna chemismu vod</i> “	65
8.6. Potenciální riziko 5: Rekreace	65
8.6.1. Vyhodnocení rizika - „ <i>Rekreace</i> “	68
8.7. Potenciální riziko 6: Specifické polutanty	68
8.7.1. Vyhodnocení rizika – „ <i>Specifické polutanty</i> “	69

8.8.	Potenciální riziko 7: Fytoplankton s ohledem na rozvoj sinic.....	69
8.8.1.	Kvantitativní hodnocení fytoplanktonu.....	70
8.8.2.	Kvalitativní hodnocení fytoplanktonu.....	71
8.8.3.	Porovnání nádrží podle výskytu sinic.....	74
8.8.4.	Poměrné zastoupení skupin v jednotlivých skupinách nádrží.....	75
8.8.5.	Saprobity.....	76
8.8.6.	Shrnutí.....	76
9.	CELKOVÉ ZHODNOCENÍ KVALITY VODY DLE TYPU VODNÍCH ÚTVARŮ A, B, C, D	78
9.1.	Eutrofizace.....	79
9.2.	Rybářské využití.....	81
9.3.	Zazemňování.....	82
9.4.	Změna chemismu vod.....	84
9.4.1.	Rekultivační vodní nádrže A1 až A6.....	85
9.4.2.	Vodní plochy vzniklé na neupraveném rekultivačním terénu (B1 až B6).....	86
9.4.3.	Vodní plochy vzniklé samovolně v rekultivovaném území (C1 až C6).....	86
9.4.4.	Vodní plochy vzniklé při patě výsypky (D1 až D6).....	87
9.5.	Rekreace.....	88
9.6.	Specifické polutanty.....	89
9.7.	Fytoplankton s ohledem na rozvoj sinic.....	89
10.	VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ Z MONITORINGU KVALITY ZDROJOVÝCH VOD ZATOPENÝCH JAM BÝVALÝCH LOMŮ – MOST, CHABAŘOVICE, BARBORA.....	90
10.1.	Jezero Barbora.....	90
10.1.1.	Metodika.....	91
10.1.2.	Vyhodnocení přítoků.....	92
10.1.3.	Celkové vyhodnocení kvality vod vodních příkopů v povodí jezera Barbora...96	
10.2.	Jezero Chabařovice (Milada).....	98
10.2.1.	Metodika.....	99
10.2.2.	Vyhodnocení přítoků.....	101
10.2.3.	Celkové vyhodnocení kvality vod vodních příkopů v povodí jezera Chabařovice 112	
10.3.	Jezero Most.....	115
10.3.1.	Metodika.....	116
10.3.2.	Vyhodnocení přítoků.....	117
10.3.3.	Celkové vyhodnocení kvality vod vodních příkopů v povodí jezera Most.....	130
11.	DOPORUČENÍ OPTIMÁLNÍCH ZPŮSOBŮ EKONOMICKY NENÁROČNÉHO A DLUHODOBĚ UDRŽITELNÉHO ZPŮSOBU ČIŠTĚNÍ DLE PŘEVAŽUJÍCÍCH RIZIKOVÝCH FAKTORŮ.....	132
11.1.	Umělé mokřady pro čištění důlních a výsypkových vod s vyšším obsahem železa a manganu.....	132
11.1.1.	Hloubka vody.....	133
11.1.2.	Konfigurace mokřadního systému.....	133
11.1.3.	Filtrační materiály.....	134

11.2. Umělé mokřady pro čištění důlních a výsypkových vod s vyšším obsahem síranů	134
11.3. Systémy pro zvýšení alkality drenážních vod.....	135
12. ROZPRACOVÁNÍ JEDNOHO ČI VÍCE VYBRANÝCH VZOROVÝCH PŘÍKLADŮ NA ELIMINACI TĚCHTO RIZIKOVÝCH FAKTORŮ.....	136
12.1. Vzorové příklady využití umělých mokřadů	137
13. ZÁVĚR	143
14. DER ABSCHLUSS	145
15. LITERATURA.....	148
16. SEZNAM OBRÁZKŮ	156
17. SEZNAM TABULEK.....	158
18. PŘÍLOHY.....	159

Seznam zkratk

ALD	anoxic limestone drainage - anoxické vápencové drenáže
SAPS	successive alkalinity producing systems - systémy zvyšující alkalitu
UM	umělý mokřad
KČOV	kořenová čistírna odpadních vod
RAPS	reducing and alkalinity producing systems - systémy produkující alkalitu
HF systémy	systémy s horizontálním průtokem
PRB	permeable reactive barriers - propustné reaktivní bariéry
BSK₅	biochemická spotřeba kyslíku
CHSK_{Cr}	chemická spotřeba kyslíku
t	teplota
TOC	celkový organický uhlík
TP, P_{celk.}	celkový fosfor
TN, N_{celk.}	celkový dusík
RL105	rozpuštěné látky sušené při 105°C
RL550	rozpuštěné látky žíhané při 550°C
NL105	nerozpuštěné látky sušené při 105°C
Cd-rozp.	kadmium rozpuštěné formy
Ni-rozp.	nikl rozpuštěné formy
Pb-rozp.	olovo rozpuštěné formy
Hg-rozp.	rtuť rozpuštěné formy
PAU	polycyklické aromatické uhlovodíky
PCB	polychlorované bifenylly
KNK-4,5	kyselinová neutralizační kapacita při pH 4,5
KNK-8,3	kyselinová neutralizační kapacita při pH 8,3
ZNK-4,5	zásadová neutralizační kapacita při pH 4,5
ZNK-8,3	zásadová neutralizační kapacita při pH 8,3
Chla	chlorofyl
KTJ	kolonii tvořící jednotka
NEK-RP	norma environmentální kvality vyjádřená jako celoroční průměrná hodnota
NEK-NPK	norma environmentální kvality vyjádřená jako nejvyšší přípustná koncentrace

1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

1.1. Identifikační údaje objednavatele

Název: Ústecký kraj
sídlo: Velká Hradební 3118/48, 400 02 Ústí nad Labem
zastoupený: Oldřichem Bubeníčkem, hejtmanem Ústeckého kraje
IČ: 70892156
DIČ: CZ70892156
bankovní spojení: Česká spořitelna a.s., č. ú.: 1983272/0800
pro věcná jednání: Ing. Jana Nedrdová, vedoucí oddělení strategie
tel.: +420 475 657 944
e-mail: nedrdova.j@kr-ustecky.cz

1.2. Identifikační údaje zpracovatele

Název: R-PRINCIP Most s. r. o.
sídlo: Zdeňka Fibicha 2670/81, 434 01 Most
zastoupený: Mgr. Martinem Kabrnou, Ph.D., jednatelem
IČ: 61326216
DIČ: CZ61326216
registrace: Krajský soud v Ústí nad Labem, oddíl C, složka 7024
bankovní spojení: ČSOB v Mostě, č. ú.: 715215873/0300
tel.: +420 724 302 256
kontakt: rprincip@rprincip.cz

1.3. Identifikace díla

Název: „Čištění důlních vod a napouštění zbytkových jam“ v rámci projektu Vita-Min, č. 100266035
část II: Posouzení hydrochemických rizik vodních útvarů povrchových vod vzniklých v důsledku báňské činnosti a návrh jejich eliminace
SoD č: 18/SML2600/SoD/SPRP
ze dne: 4. 6. 2018
termín plnění díla: do 6 měsíců od podpisu smlouvy (3. 12. 2018)

2. PŘEDMĚT DÍLA

V souladu se smlouvou o dílo je předmětem II. části plnění díla:

Jedním z výchozích podkladů pro zpracování této dílčí části budou výsledky a závěrečná zpráva z hydrochemického monitoringu, který v roce 2017 probíhal na vybraných 24 vodních útvarech situovaných na hnědouhelných výsypkách v Ústeckém kraji. Hydrochemický monitoring probíhal od března do prosince s měsíčním intervalem odběru vzorků tak, aby byl zastižen celý hydrologický rok. Celkem bylo tedy provedeno 10 měsíčních odběrů.

Výstupem této části bude souhrnná textová zpráva ve formátu WORD (min. rozsah 200 normostran) s doprovodnými přílohami (textové, tabulkové a grafické přílohy). Zpráva bude mít následující základní osnovu:

- 1. Rešerše dostupných způsobů čištění vod charakteru důlních vod s využitím mokřadů a podobných způsobů biologického čištění*
 - a) Úvod do problematiky, shrnutí dosavadního vývoje, základní definice, legislativní aspekty apod.*
 - b) Teoretické principy čištění vod – popis procesů z hlediska fyzikálně-chemických a biologických jevů, které se na čištění podílejí*
 - c) Praktické možnosti čištění vod – rešerše praktických příkladů použití biologických způsobů čištění ve světě a ČR, dosahované účinnosti čištění u jednotlivých kontaminantů, ekonomická náročnost, prostorové požadavky apod.*
- 2. Hodnocení kvality vod vodních útvarů na výsypkách*
 - a) Vodní útvary na výsypkách (24 lokalit) – vyhodnocení a posouzení výsledků hydro-chemického monitoringu prováděného v roce 2017*
 - b) Výrony a přítoky vod z podpovodí jezer vzniklých v zatopených zbytkových jámách bývalých lomů (Most, Milada, Barbora) – posouzení výsledků z monitoringu kvality vod v příkopovém systému těchto jezer*
 - c) Celkové vyhodnocení kvality vod vodních útvarů na výsypkách a v okolí jezer a definování klíčových rizikových faktorů podle typů vodních útvarů (nebeská jezírka, výrony podpovrchových vod, akumulace vody při patě výsypky apod.)*
- 3. Doporučení optimálních způsobů ekonomicky nenáročného a dlouhodobě udržitelného způsobu čištění dle převažujících (rizikových) faktorů*
- 4. Rozpracování jednoho či více vybraných vzorových příkladů na eliminaci těchto rizikových faktorů (např. návrh založení mokřadu a jeho základních parametrů na konkrétní typ vod charakteru důlních vod s predikcí potenciálního snížení kvalitativních ukazatelů na výstupu z mokřadu, požadavky na následný management atd.).*

Předkládaná souhrnná zpráva je zpracována dle výše uvedené osnovy a obsahuje s doprovodnými přílohami celkem 201 normostran.

S ohledem na omezené možnosti formátování tabulek v programu WORD byly přílohové tabulky č. 1, 3, 4 a 5 zpracovány v tabulkovém procesoru EXCEL, který umožňuje pokročilé automatické formátování tabulky podle obsahu (barevné škály apod.). Tyto tabulky jsou pak ve zprávě vloženy ve formě obrázků a originální tabulky

v editovatelné verzi jsou pak v samostatné příloze v souborech .xls. Celkový počet normostran souhrnné textové zprávy je následující:

- | | | |
|-----------------|-----|----------|
| • Průvodní text | ... | 138,7 NS |
| • Příloha č. 1 | ... | 3,7 NS |
| • Příloha č. 2 | ... | 4,0 NS |
| • Příloha č. 3 | ... | 27,4 NS |
| • Příloha č. 4 | ... | 23,8 NS |
| • Příloha č. 5 | ... | 3,4 NS |

3. ZPRACOVATELSKÝ KOLEKTIV

Spolupráce na části II:

ENKI, o. p. s., Dukelská 145, 37901, Třeboň

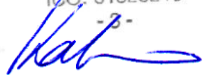
www.enki.cz

- Ing. Lenka Kröpfelová, Ph.D.
- Ing. Marek Baxa, Ph.D.
- Prof. Ing. Jan Vymazal, CSc.
- Ing. Zdeňka Benedová
- Ing. Jana Šulcová

V Mostě dne 15. listopadu 2018

Autorský kolektiv R-PRINCIP Most, s.r.o.

Vedoucí kolektivu: Mgr. Martin Kabrna, Ph.D.

R-PRINCIP Most, s.r.o.
Zd. Fibicha 2670/81, 434 01 Most
IČO: 61326216

.....

4. ÚVOD

Povrchová těžba ovlivňuje všechny složky a funkce krajiny. Krajina započítím těžby ztrácí logiku relativně plynulého vývoje, dochází k likvidaci ekosystémů, k nevratným změnám reliéfu, k oslabení až k likvidaci ekologických vazeb, ke snížení biodiverzity, zpravidla ke snížení rozmanitosti struktury krajiny, ve výsledku pak k celkovému snížení ekologické stability, k závažnému narušení estetických hodnot a spolu s výše uvedeným ke snížení obytného a rekreačního potenciálu krajiny (Obrázek 1). Někteří autoři označují těžební krajiny jako ***krajiny se ztrátou paměti***.



Obrázek 1. Povrchový důl Jiří

V krajinách narušených povrchovou těžbou se vyskytují území s rozdílným stupněm narušení přirozeného oběhu vody, a to v celé pozemní části hydrologického cyklu. Z hlediska hydrologické funkce krajiny jsou nejpodstatnější změny reliéfu, které zcela zásadně mění odtok vody do vodotečí, resp. často voda odtéká místo do toku do těžební či zbytkové jámy. Druhým silným efektem zahloubených jam a čerpání vody z nich je rozsáhlý pokles hladiny podzemní vody a narušení jejího přirozeného proudění v okolním území.

Dalším zcela zásadním zásahem je zlikvidování podstatné části původní říční sítě a její náhrada soustavou betonových koryt, potrubí, stok atd. (Obrázek 2), které vesměs mají rozměry neodpovídající přirozeným průtokům, neboť byly záměrně předimenzovány ve snaze zajistit extrémně bezpečnou ochranu důlních jam před povodněmi. Dalším specifickým je hydrologický režim výsypek, který je dílem uměle navozen drenáží. Ten se dlouhodobě postupně vyvíjí v závislosti na konsolidaci výsypky a vývoji půdního profilu na jejím povrchu.

U výsypek i dalších rekultivovaných ploch se projevují další dvě zásadní odlišnosti od přirozeného stavu povodí. Povrch výsypek v naprosté většině případů není vytvořen

tak, aby se podobal obvyklým přirozeným morfologickým tvarům hydrologických povodí. Totéž platí o drobných vodotečích na výsypkách, které téměř nikdy nemají typický podélný profil s postupným ubýváním sklonu od pramene k ústí, ale naopak často střídají sklonité úseky s "horizontálně" vedenými úseky.



Obrázek 2. Příklady umělých stok, příkopů a odvodňovacích kanálů

Uměle vytvořený monotónní reliéf a síť vodotečí jsou mnohem méně odolné vůči procesu eroze, transportu splavenin a jejich sedimentaci. Lze očekávat, že i v měřítku desetiletí se objeví (v závislosti na náhodném výskytu extrémních přívalových dešťů) s říční sítí značné problémy.

Dalším typem specifického území jsou zaplavené propadliny (pinky), důsledek hlubinné těžby. V porovnání s destrukcí odtokového systému povrchovou těžbou jsou hydrologické následky propadlin v podstatě příznivé, přispívají k zadržení vody v krajině, a pokud jsou ponechány přirozenému vývoji, vytváří se na nich hydrologické poměry i pro okolní území často prospěšné.

Specifickým jevem je také vznik zamokřených území u pat výsypek nebo u pat etáží výsypek. Při vhodném návrhu rekultivace lze tato území využít pro zlepšení hydrologického režimu obnovené krajiny.

Povrch důlních jam, povrch výsypek, budovy a manipulační plochy závodů jsou zbaveny vegetace a půdy a chovají se jako poušť, nezadržují vodu a dopadající sluneční energie se mění na teplo nebo se odráží. Za slunečného počasí se tedy tyto povrchy přehřívají, a naopak v noci rychle chladnou vyzařováním tepla. Vytvářejí se tak velké rozdíly teplot mezi dnem a nocí. Krajina se chová jako poušť, protože postrádá hlavní klimatizační složky – vegetaci a vodu. Voda a vegetace totiž váže sluneční záření do skupenského tepla vody, tedy do vodní páry. Z funkční vegetace se odpaří (transpirací)

při dostatku vody 3 – 6 litrů vody z metru čtverečního za den, tímto způsobem se váže a disipuje (účelně rozptyluje) více než polovina dopadající sluneční energie. V noci pak vodní pára zkondenzuje a uvolní vázanou energii v podobě tepla zpět do svého okolí. V krajině s funkční vegetací, dobře zásobené vodou jsou nízké rozdíly mezi denními a nočními teplotami. Absence tohoto procesu na velkých plochách má za následek jak změnu hydrologického cyklu (voda odtéká, neodpařuje se, otevírá se velký vodní cyklus) tak i změnu teplotních poměrů a následkem toho změnu distribuce místních srážek i proudění vzduchu. Velké odvodněné plochy jsou patrné na družicových snímcích v teplotní oblasti spektra. Následky plošného odstranění vegetace a odvodnění lze pozorovat a hodnotit sledováním změn odtoků vody, distribuce srážek (v čase a prostoru), diurnálními změnami teplot (změny teplot v průběhu dne a noci) a změnami teplotního rozložení na velkých plochách v čase.

Z odvodněných ploch při slunečném počasí stoupá vzhůru teplý a suchý vzduch, který může nepříznivě ovlivnit vývoj vegetace na svazích, a hlavně ve vrcholových partiích hor v době letního přisušku. S hydrologickou funkcí je spojen též transport živin a rozpuštěných látek z povodí vodotečemi nevratně do moře. Z narušené krajiny bez vegetace odtéká více látek nežli z krajiny s uzavřeným vodním cyklem, snižování ztrát látek z povodí je tedy měřítkem funkčnosti krajiny a uzavírání koloběhu látek. Funkční krajina vodu zadrží, voda z ní odtéká pravidelně, nezávisle na srážkách a obsahuje nízké koncentrace rozpuštěných látek (alkalických kovů, uhličitánů).

Velkoplošná hnědouhelná těžba v České republice se významně podílí na destrukci všech těžbou dotčených přírodních a sociálních složek krajiny v Mostecké a Sokolovské pánvi. Již 60 let je zde realizována rekultivace, jejíž nedílnou složkou je i soubor hydrologických rekultivací. V obou těchto revírech bylo do roku 2010 ukončeno a rozpracováno 1 496 ha hydrologických rekultivací s významnou ekologickou, ekonomickou a sociální funkcí. Rekultivační vodní díla se postupně stávají významnou složkou a součástí nově vznikajícího Genia loci post-těžební podkrušnohorské pánevní krajiny (Lhotský ed., 2013).



Obrázek 3. Příklady rekultivované krajiny

Za největší pozitivum považují obyvatelé kraje okolní přírodu a zlepšující se stav životního prostředí (Obrázek 3).

Vodní zdroje ČR jsou prakticky závislé na množství a rozdělení atmosférických srážek a naprostá většina vodních zdrojů závisí na zadržení a akumulaci vody na našem území. Česká republika má omezené vodní zdroje, až na malé výjimky na naše území nepřitéká voda povrchová, jsme závislí na vodě ze srážek. Prakticky veškerá voda odtud řekami odtéká do okolních moří. Proto je nesmírně důležité, abychom maximálně zpomalili odtok povrchových vod, zvyšovali retenční schopnost krajiny a vytvořili co nejvíce akumulačního prostoru, který by pojal nejen vody z jarního tání, ale i z přívaleových dešťů (Štýs, 2004).

Vláda ČR v roce 2017 schválila strategický dokument „Koncepce ochrany před následky sucha pro území České republiky“. Hlavním cílem této koncepce je vytvoření strategického rámce pro přijetí účinných legislativních, organizačních, technických a ekonomických opatření k minimalizaci dopadů sucha a nedostatku vody na životy a zdraví obyvatel, hospodářství, životní prostředí a na celkovou kvalitu života v ČR. Koncepce mj. navrhuje komplex opatření, kterými je možné nepříznivé důsledky sucha a nedostatku vody zmírnit či zcela eliminovat.

Jedním z cílů opatření je zvýšení retence vody v krajině a zvyšování odolnosti vodních ekosystémů vůči hydrologickým extrémům. Na většině území České republiky brání uplatnění tohoto opatření v praxi náročný proces řešení majetkových vztahů na dotčených lokalitách. Tento náročný proces zcela odpadá v rekultivovaných územích po povrchové těžbě nerostných surovin, kde je jen jeden majitel. Dalším opatřením výše uvedené koncepce je obnova přirozených vodních prvků v krajině. Tyto vodní prvky jsou klíčové pro zachování biologické rozmanitosti krajiny, tedy je na nich vázáno významné množství vzácných a ohrožených druhů a plní řadu ekosystémových služeb. Přispívají ke zpomalení odtoku vody z území, podporují zachycení živin a eliminaci transportovaného znečištění. Mokřady přispívají k procesu fixace uhlíku v sedimentech a přispívají k posilování procesů krátkého koloběhu vody. Vytvářejí podmínky pro udržení příznivých klimatických parametrů v krajině v období sucha. Mokřady představují významné stabilizační prvky v krajině.

Mokřady jsou ekosystémy, ve kterých se vyvíjí vegetace adaptovaná k zaplavení. Vyznačují se přítomností vody sahající buď k povrchu půdy, nebo alespoň do kořenové zóny. Mokřadní půda má zvláštní vlastnosti a liší se od ostatních půd, např. nízkým obsahem kyslíku (Mitsch a Gosselink, 2007). Mokřadní rostliny zadržují a váží živiny, umožňují jejich recyklaci a snižují stupeň trofie vody. Mokřady jsou významnými krajinnými prvky, které mají nezastupitelnou úlohu v hydrologickém cyklu. Jsou schopny zadržovat vodu, zmírňovat povodňové vlny v dolních částech povodí.

V posttěžební krajině mokřady mohou plnit řadu ekosystémových služeb. Jejich uplatnění nemusí být omezené jen na hydrické rekultivace, ale zejména v oblastech s lesnickou, zemědělskou a kombinovanou rekultivací se mohou stát významnými biocentry, podporujícími biologickou rozmanitost druhů, zlepšovat hydrologický režim a podobně.

5. REŠERŠE

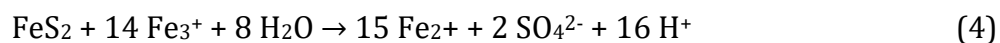
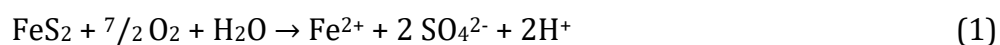
5.1. Vznik a složení důlních vod a průsaků z výsypek vytěženého materiálu

Halvy jsou vytvářeny odpadním materiálem z podzemní těžby, lomů a povrchové těžby. Důlní halvy jsou považovány za prostředí velmi narušené a velmi chudé z hlediska živin a mikrobiálního oživení, což má negativní environmentální dopad (Wijesekara et al., 2016).

Kyselé drenážní vody vznikají v důlních oblastech nebo v jejich blízkosti (Moodley et al., 2018). Tyto oblasti typicky zahrnují aktivní nebo opuštěné doly jak povrchové nebo hlubinné (Udayabhanu a Prasad, 2010; Măicăneanu et al., 2013). Sekundární zdroje kyselých důlních vod zahrnují výsypky, zásobní halvy kovových rud, důlní laguny, cesty, po nichž se ruda dopravuje, zaplavené lomy a kalová důlní pole (Gray, 1997; Johnson a Hallberg, 2005; Weisener a Weber, 2010; Dold, 2017).

Drenážní vody z důlní činnosti a výsypek s vyšším obsahem síranů vznikají, když se sirníky (sulfidy) dostanou do kontaktu s kyslíkem a vodou. Ačkoliv tento proces vzniká i přirozenou cestou, důlní činnost podporuje tento proces tím, že zvyšuje množství sirníků, které se dostávají do styku se vzduchem (kyslíkem) a vodou (Akciil a Koldas, 2006). Nejčastějším sirníkem, který ovlivňuje složení drenážních vod, je pyrit (FeS_2). Všeobecně se předpokládá, že proces zvětrávání pyritu není jenom chemický proces, ale také biogeochemický a některé bakterie mohou hrát roli katalyzátoru, který může rychlost zvětrávání zvýšit až stonásobně (Kelly, 1991).

Reakce, které charakterizují rozpouštění pyritu, jsou dobře známy a jejich výsledkem je produkce kyseliny sírové (2 moly kyseliny na 1 mol pyritu), která vytváří podmínky pro rozpouštění železa (Kelly, 1991; Elberling et al., 2003; Chou et al., 2013):



Biogeochemický model oxidativního zvětrávání pyritu tedy může být popsán třemi hlavními kroky (Johnson a Hallberg, 2003; Wei and Wolfe, 2013; Nordstrom et al., 2015):

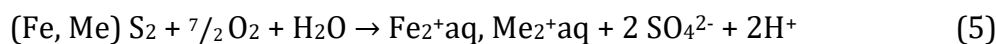
1. V první fázi je pH neutrální a oxidace pyritu je zapříčiněna působením kyslíku (rovnice 1) a mikrobiální činností, především baktériemi *Thiobacillus ferrooxidans*, *Leptospirillum ferrooxidans* a *Acidithiobacillus ferrooxidans*. Oxidace probíhá pomalu, a to i při vysokých koncentracích pyritu. Přirozená alkalita vody je vždy dostačující na potlačení acidity, která vzniká. Tvorba hydroxidu železa (rovnice 2 a 3), která zahrnuje hydrolyzu železitých iontů, probíhá abioticky za současného snížení pH, které zůstává na hodnotách kolem 4,5. Koncentrace síranů je v této fázi vysoká.

2. Ve druhé fázi, kdy je přirozená neutralizační kapacita vyčerpána, se kumuluje vytvořená acidita, která způsobuje pokles pH. Jako odezva na zvýšenou aciditu se zvyšuje mikrobiální aktivita za současného poklesu množství pyritu, který je oxidován. Oxidace pyritu podle rovnice (1) pokračuje na rozdíl od oxidace železitých iontů (rovnice 2), která je především kontrolována mikrobiální aktivitou. Koncentrace síranů zůstává vysoká a celková koncentrace železa se zvyšuje. Poměr $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ je velmi nízký a pH prostředí se pohybuje v rozmezí 2,5 – 4,5.

3. Ve třetí fázi je pH v blízkosti pyritových částic <3 a rychlost tvorby kyseliny kolísá v závislosti na rozpustnosti Fe a také na snížené tvorbě sraženin Fe-oxidů a hydroxidů. Oxidace železnatých iontů je určována mikroorganismy, což nepřímo ovlivňuje oxidaci pyritu ionty Fe^{3+} (rovnice 4). Z toho vyplývá, že ustálená aktivita iontů Fe^{3+} je kontrolována kombinovaným působením bakteriální oxidace iontů Fe^{2+} , redukcí iontů Fe^{3+} pyritem a tvorbou Fe-síranů a komplexních hydroxidů. V této fázi je pH $<2,5$. Acidita, koncentrace síranů a celkového Fe je vysoká a stejně tak vysoký je i poměr $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$.

Biogeochemická oxidace pyritu může probíhat dvěma oxidačními mechanismy: a) anorganická oxidace a biologická oxidace. Oba mechanismy se mohou vyskytovat současně a jejich míra je určována pH a Eh (redoxním potenciálem) v prostředí a faktory limitujícími bakteriální růst. Oproti tomu, anorganické mechanismy jsou a) přímá oxidace kyslíkem a b) nepřímý efekt, kde oxidačním činidlem je železitý ion (Favas et al., 2016).

V případě zvětrávání jiných sirníků, je produkována kyselina stejná, jen se mění složení kovů v roztoku, které závisí na složení sirníku. Oxidace sirníků může být schematicky zapsána takto (Cidu et al., 1997, rovnice 5, 6):



Oxidativní zvětrávání pyritu a dalších sirníků může být popsáno různými rovnicemi, ale všechny v podstatě reprezentují komplexní přirozené procesy, které berou v potaz následující faktory:

- rozpouštění kovových iontů nebo jejich srážení ve formě stabilních, nerozpustných forem jako hydratované oxidy, karbonáty, sírany, fosfáty, silikáty a sirníky
- konverze síry na sírany
- produkce acidických roztoků (Seal a Shanks, 2008; Kim, 2015).

Nejčastějším znečištěním důlních vod a průsaků z hald je zvýšený obsah železa a síranů, které vznikají při oxidaci pyritu.

5.2. Charakteristika důlních vod a průsaků z výsypek

Důlní vody a průsaky z výsypek jsou většinou charakterizovány těmito parametry: pH, acidita, železo, mangan, hliník, sírany a arsen. Příklady složení důlních vod a průsaků z výsypek viz Tabulka 1, Tabulka 2, Tabulka 3.

Tabulka 1. Hodnoty pH a acidity (mg/l CaCO₃) v důlních drenážních vodách a v průsacích z výsypek.

Lokalita	Původ vod	pH	Acidita	Reference
Ohio, USA	Uhelný důl	2,82	1514	Mitsch a Wise (1988)
Rio Tinto, Španělsko	Výsypky z dolů kovových rud	0,96-3,25		Hubbard et al.(2009)
Benhar, Skotsko	Výsypka	2,6-3,2	551	Heal a Salt (1999)
USA, 142 UM	Drenáž uhelných dolů		257	Wieder (1989)
Jižní Afrika,	6 uhelných dolů	2,65-29		Bell et al.(2001)
Anglie	Průsak z výsypky	3,29-4,17	1360-3322	Jarvis et al. (2006)
Pennsylvánie, USA	34 uhelných dolů	4,67	149	Girts et al. (1987)
Pennsylvánie, USA	11 uhelných dolů	4,9	170	Girts a Kleinmann (1986)
Tennessee, USA	Uhelný důl	5,7		Brodie (1991)
Tennessee, USA	Uhelný důl	3,1		Brodie (1991)
Tennessee, USA	Uhelný důl	5,7		Brodie (1991)

Tennessee, USA	Uhelný důl	5,6		Brodie (1991)
Tennessee, USA	Uhelný důl	5,6		Brodie (1991)
Tennessee, USA	Uhelný důl	3,5		Brodie (1991)

Tabulka 2. Koncentrace železa, managnu a hliníku (v mg/l) v důlních drenážních vodách a v průsacích z výsypek.

Lokalita	Původ vod	Fe	Mn	Al	Reference
Ohio, USA	Coal mine	366	6,5	139	Mitsch a Wise (1988)
Rio Tinto, Španělsko	Výsypky z dolů kovových rud	682-45595	26-202	390-3796	Hubbard et al.(2009)
Benhar, Skotsko	Výsypka	247	70	68	Heal a Salt (1999)
USA, 142 UM	Drenáž uhelných dolů	61	38	21	Wieder(1989)
Jižní Afrika	6 uhelných dolů	77-726	3,9-49	32-87	Bell et al. (2001)
Anglie	Uhelné výsypky	278-688	165-238	97-298	Jarvis et al. (2006)
Pennsylvánie, USA	34 uhelných dolů	16,1	16,1	4,51	Girts et al. (1987)
Pennsylvánie, USA	11 uhelných dolů	33	26		Girts a Kleinmann (1986)
Tennessee, USA	Uhelný důl	12	8,0		Brodie (1991)
Tennessee, USA	Uhelný důl	69	9,3		Brodie (1991)
Tennessee, USA	Uhelný důl	65	16,8		Brodie (1991)
Tennessee, USA	Uhelný důl	150	6,8		Brodie (1991)
Tennessee, USA	Uhelný důl	17,9	6,9		Brodie (1991)
Tennessee, USA	Uhelný důl	40	13,0		Brodie (1991)

Tabulka 3. Koncentrace síranů a arsenu (mg/l) v důlních drenážních vodách a v průsacích z výsypek.

Lokalita	Původ vod	SO ₄ ²⁻	As	Reference
Ohio, USA	Uhelný důl	2193		Mitsch a Wise (1988)
Rio Tinto, Španělsko	Výsypky z dolů kovových rud	10752-116160	0,1-222	Hubbard et al. (2009)
Benhar, Skotsko	Výsypka	2416		Heal a Salt (1999)
Jižní Afrika	6 uhelných dolů	910-3840		Bell et al. (2001)
Anglie	Uhelné výsypky	6334-11176		Jarvis et al. (2006)
Pennsylvánie, USA	34 uhelných dolů	131		Girts et al. (1987)
Pennsylvánie, USA	11 uhelných dolů	270-1600		Girts a Kleinmann (1986)

5.3. Způsoby čištění důlních vod a průsaků z důlních výsypek

Základní způsoby čištění drenážních důlních vod a průsaků z hald vytěženého materiálu lze rozdělit na abiotické a biotické (Johnson a Hallberg, 2005):

Abiotické:

“aktivní systémy”: aerace, přidavek neutralizačních činidel

“pasivní systémy”: anoxické vápencové drenáže (ALD – anoxic limestone drainage)

Biotické:

“aktivní systémy”: sulfidogenní bioreaktory

“pasivní systémy”: aerobní mokřady

(anaerobní) mokřady s přidavkem kompostu

propustné reaktivní bariéry (PRB – permeable reactive barriers)

kompaktní bioreaktory pro oxidaci železa

systémy produkující alkalitu (RAPS- reducing and alkalinity producing systems nebo SAPS - successive alkalinity producing systems)

5.3.1. Abiotické způsoby čištění důlních vod a průsaků z výsypek

Aktivní technologie

Běžný způsob úpravy kyselých důlních vod je přidavek neutralizačního činidla. Přídavek alkalického činidla způsobí nárůst hodnoty pH, zvýší rychlost chemické oxidace železnatých iontů a způsobí, že většina kovů, která je v roztoku, se vysráží v podobě hydroxidů a uhličitánů (Coulton et al., 2003). Výsledkem procesu je vznik kalů s vysokým obsahem železa, případně dalších kovů. Jako neutralizační činidlo se používá CaO, CaCO₃, Na₂CO₃, NaOH MgO a Mg(OH)₂. Neutralizační metody poskytují velmi efektivní čištění. Nevýhodou těchto metod jsou velké provozní náklady a vznik velkého množství kalu. (Johnson a Hallberg, 2005).

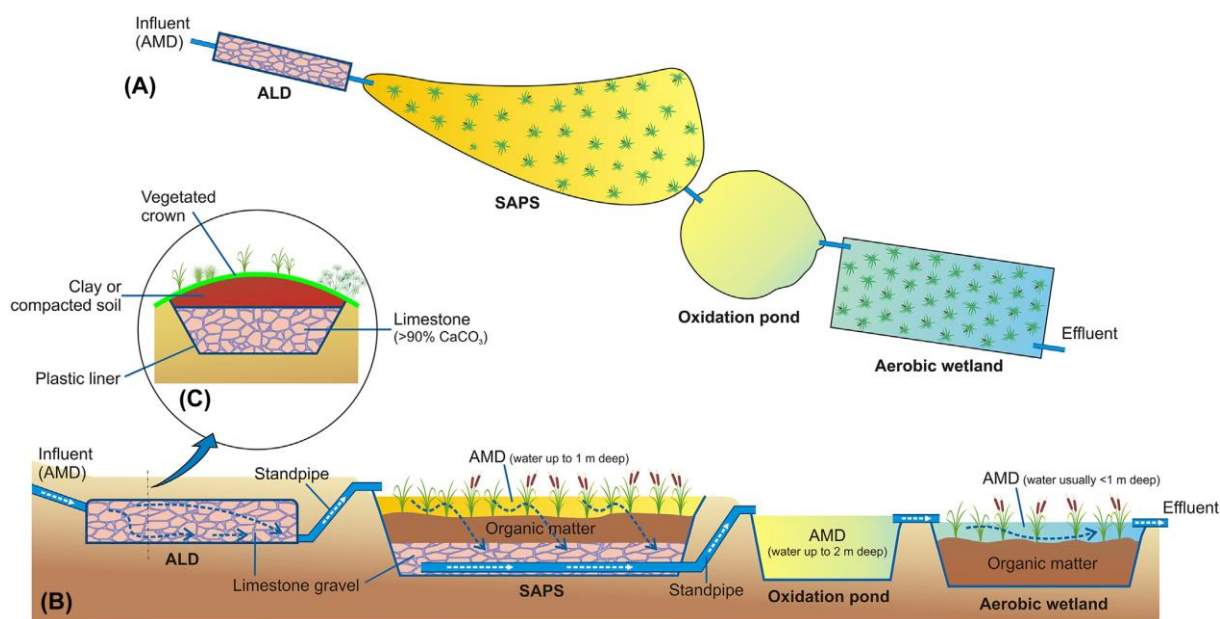
Při aeraci důlních vod dochází k efektivnímu srážení železa, ale aerace nemá příliš velký vliv na aciditu vody.

Pasivní technologie

Alternativní způsob zvýšení alkality kyselých důlních vod je použití anoxických vápencových drenáží (Kleinmann et al., 1998). Tyto systémy se nazývají v angličtině „anoxic limestone drains“ a v literatuře jsou nazývány zkráceně ALD. Úkolem těchto systémů je dodat alkalitu do kyselých drenážních vod a přitom udržet železo v rozpuštěné formě (Fe²⁺) a zabránit vysrážení Fe³⁺ na povrchu vápence, což omezuje funkci alkalizace vody. V drenáži se zvyšuje parciální tlak CO₂, což podporuje rozpouštění vápence, čímž se zvyšuje alkalita prostředí. Šířka ALD se pohybuje od úzkých (0,6 – 1,0 m) do širokých (10

– 20 m), jsou typicky 1,5 m hluboké a dlouhé cca 30 metrů (Johnson a Hallberg, 2005). ALD se však nehodí jako jediný způsob čištění kyselých drenážních vod, protože sraženiny železa mohou postupně zacpávat filtr. Dalším problémem mohou být aerované vody, které mají potenciál srážet železo. ALD jsou většinou využívány jako jedna část čištění kyselých důlních vod ve spojení s aerobními nebo anaerobními (s přidavkem kompostu) mokřady (Kleinmann et al., 1998). Příklad této technologie znázorňuje Obrázek 4.

Výhodou ALD je nízká pořizovací cena, malé nároky na půdu, nízké náklady na údržbu a výborná krátkodobá účinnost. Mezi nevýhody patří skutečnost, že není jednoduché udržovat anoxické podmínky, systém se snadno ucpává, odstraňuje sírany v nízkých koncentracích, může odstraňovat pouze kovy v oxidované formě (Santomartino a Webb, 2007; Gilbert et al., 2011; Quakibi et al., 2014).



Obrázek 4. Schematické znázornění možného systému pro pasivní čištění důlních vod a průsaků z výsypek využívajících ALD, SAPS, oxidační rybník a aerobní mokřad (Favas et al., 2016). A. Horní pohled, B. boční pohled, C. detail ALD.

5.3.2. Biotické způsoby čištění důlních vod a průsaků z výsypek

Biotické aktivní systémy

Sulfidogenní bioreaktory představují zcela odlišný přístup k čištění kyselých důlních vod (Johnson, 2000; Boonstra et al., 1999). Tyto technické systémy mají několik výhod proti pasivním biotickým způsobům: a) jejich účinnost je lépe předvídatelná a

kontrolovatelná, b) umožňuje selektivní znovuvyužití zachycených kovů, jako je zinek nebo měď, c) koncentrace síranů v čištěných vodách může být výrazně snížena.

Sulfidogenní bioreaktory využívají biologickou produkci sulfanu na produkci alkality a vysrážení nerozpustných sulfidů, což jsou procesy, které se také vyskytují v kompostových bioreaktorech nebo propustných reaktivních bariérách, ale sulfidogenní bioreaktory jsou navrhovány a provozovány tak, aby produkce sulfanu byla optimální. Navíc sulfát-redukující bakterie používané v těchto reaktorech, jsou velmi citlivé na jakoukoliv aciditu, a proto je snaha zabránit styku mikroorganismů s kyselými důlními vodami (Johnson a Hallbeg, 2005).

Nejvíce jsou používány dvě technologie – Biosulfide a Thiopaq. Biosulfide systém se skládá ze dvou technologií – biologické a chemické, které operují samostatně (Rowley et al., 1997). Surové kyselé důlní vody vstupují do chemického okruhu, kde se dostávají do styku se sulfanem, který se vytváří v biologickém okruhu. Thiopaq systém se liší od Biosulfide procesu tím, že využívá dvě určité mikrobiální populace a procesy: a) konverzi síranů na sulfan mikrobiální činností a srážení kovových sulfidů a b) konverzi přebytečného sulfanu na elementární síru s využitím bakterií oxidujících sulfidy.

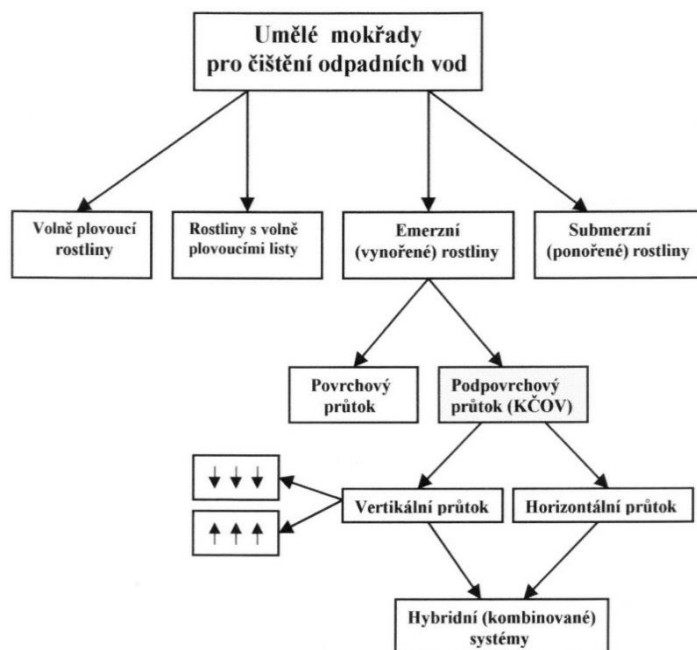
Biotické pasivní systémy

Mezi nejčastěji používané pasivní metody čištění důlních drenážních vod a průsaků z výsypek patří především: aerobní mokřady, anaerobní mokřady s přísadou kompostu, systémy produkující alkalitu, kompaktní bioreaktory pro oxidaci železa, případně propustné reaktivní bariéry (Favas et al., 2016; Fernando et al., 2018).

Aerobní mokřady

Umělé mokřady (UM) pro čištění vod se v průběhu posledních čtyřiceti let vyvinuly v technologii čištění, kterou lze aplikovat na prakticky všechny druhy odpadních vod. V současné době lze rozlišit celou řadu typů umělých mokřadů, které jsou využívány pro čištění vod (Obrázek 5). Základní dělení umělých mokřadů se většinou provádí podle druhu mokřadní vegetace (volně plovoucí, s plovoucími listy, submerzní a emerzní). Další dělení lze provést podle přítomnosti nebo absence volné vodní hladiny (mokřady s

povrchovým a podpovrchovým průtokem). Mokřady s podpovrchovým průtokem lze dále rozdělit podle směru průtoku na horizontální a vertikální systémy. Kombinace jednotlivých typů umělých mokřadů se běžně nazývá hybridní umělý mokřad (Vymazal, 2001).

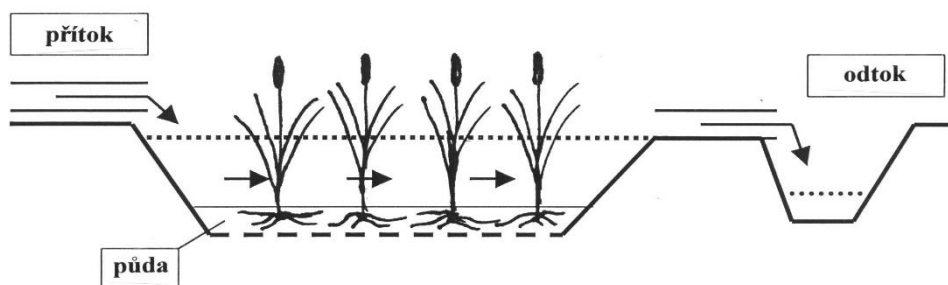


Obrázek 5. Rozdělení umělých mokřadů (Vymazal, 2001)

Mezi aerobní mokřady patří především mokřady s volnou vodní hladinou a umělé mokřady s vertikálním přerušovaným průtokem. Pro čištění důlních vod a drenážních vod z výsypek se nepoužívají vertikální umělé mokřady, protože hrozí nebezpečí ucpání vegetačních filtrů sraženinami, které vznikají v aerobních podmínkách, a to především oxidy, hydroxidy a oxihydroxidy železa a manganu.

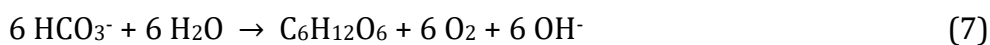
Nejčastěji jsou používány umělé mokřady s volnou vodní hladinou a emerzní (vynořenou) vegetací (Obrázek 6). Umělé mokřady s emerzní (vynořenou) vegetací a volnou vodní hladinou jsou většinou tvořeny mělkými nádržemi, kde nejsou kladeny specifické požadavky na kvalitu půdního substrátu na dně nádrží. Hlavní funkcí této vrstvy je především vytvářet substrát pro růst rostlin. Vlastní proces čištění odpadních vod probíhá především ve vodním sloupci (obvykle 5 – 40 cm), který je hustě prorůstán emerzní vegetací. Ponořené části živých rostlin a zetlelé části rostlin na dně nádrží slouží jako mechanický filtr pro suspendované látky a jako podklad pro bakterie, které se významnou měrou podílejí na odstraňování znečištění. Nejčastěji používané rostliny

v umělých mokřadech určených pro čištění důlních vod a průsaků z výsypek, jsou různé orobince (*Typha spp.*), zvláště potom orobinec širokolistý (*Typha latifolia*), který toleruje velmi nízké hodnoty pH (Vymazal a Kröpfelová, 2008).



Obrázek 6. Schematické znázornění umělého mokřadu s emerzní vegetací a volnou vodní hladinou (Vymazal, 2001).

Aerobní mokřady se používají především pro čištění vod s neutrálním nebo mírně alkalickým pH (Obrázek 7, Obrázek 9, Obrázek 10, Obrázek 11). V aerobních umělých mokřadech dochází především k účinnému srážení železa ve formě hydroxidu železitého - $\text{Fe}(\text{OH})_3$ a oxihydroxidů železa - FeOOH (rovnice 2 a 3) a ke snižování acidity. Jelikož je kyslík volně dostupný, dochází ve vodním sloupci k intenzivnímu srážení železa a manganu. Ke srážení železa dochází nejen v aerobní vrstvě vody na povrchu mokřadu, ale i v okolí kořenů mokřadních rostlin (Obrázek 8), kam difunduje kyslík, který nebyl spotřebován pro respiraci. Srážení železitého povlaku na povrchu kořenů, tzv. plaku (angl. plaque) je katalyzováno i bakteriální činností (Otte et al., 1989; St.Cyr and Crowder, 1990; Crowder and St-Cyr, 1991; Ye et al., 1997, 1998). Současně dochází ke zvyšování pH působením řas a sinic při fotosyntéze:



Mokřadní vegetace podporuje mikrobiální aktivitu v kořenové zóně (difúze kyslíku) (Collins et al., 2004; Gagnon et al., 2007). Oxygenace kořenové zóny stimuluje odstraňování znečištění, především oxidaci rozpuštěného Fe^{2+} na nerozpuštěné formy Fe^{3+} (Stottmeister et al., 2003; Johnson a Hallberg, 2005; Johnson a Younger, 2006). Kromě toho vegetace reguluje průtok drenážních vod, filtruje a stabilizuje železité sraženiny, které se zde kumulují. Navíc poskytují stonky ve vodě podklad pro srážení železitých sloučenin (Johnson a Hallberg, 2005).



Obrázek 7. Umělý mokřad pro čištění alkalických důlních vod. Monastery Run, Pennsylvánie.



Obrázek 8. Železité povlaky na kořenech a oddencích orobince širokolistého (*Typha latifolia*). Velká Podkrušnohorská výsypka. Foto Jan Vymazal.



Obrázek 9. Schéma systému na čištění důlních vod Hope Pit ve Velké Británii. Žluté čtverce = usazovací rybníky, žluté obdélníky s černými tečkami – vyrovnávací nádrž (Obrázek 10), modré obdélníky – aerobní mokřady s povrchovým tokem (Obrázek 11).



Obrázek 10. Vyrovnávací nádrž na čistírně Hope Pit, která je navržena pro čištění důlních vod.



Obrázek 11. Aerobní umělý mokřad pro čištění důlních drenážních vod v Hope Pit ve Velké Británii

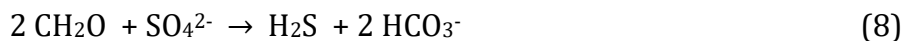
Velmi důležitým procesem, který probíhá v aerobních mokřadech, je odstraňování arsenu. Oxidativním rozpouštěním arsenopyritu (FeAsS) se dostává arsen do vody. Rozpuštěný arsen, který je v důlních vodách většinou přítomen jako anion As^{5+} (AsO_4^{3-}), může být odstraněn především adsorpcí na pozitivně nabitě Fe^{3+} koloidy a teoreticky také vznikem skoroditu (FeAsO_4).

Anaerobní umělé mokřady

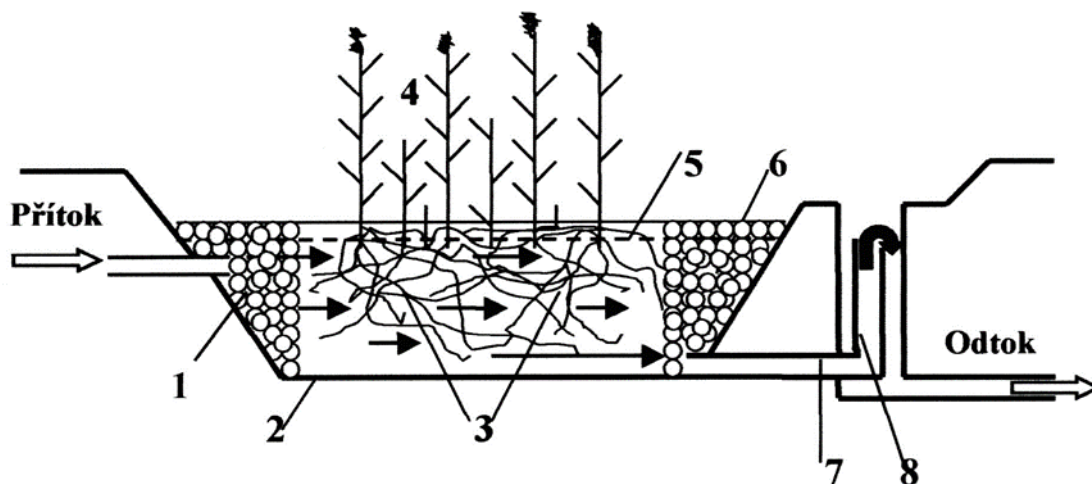
Technologie čištění odpadních vod v umělých mokřadech s horizontálním podpovrchovým průtokem byla vyvinuta již v 60. letech 20. století v Německu Käthe Seidelovou (Seidel, 1961, 1964, 1965 a,b, 1966) a později upravena Reinholdem Kickuthem v 70. letech (e.g., Kickuth, 1977, 1978, 1980, 1981) a v 80. letech poté na základě výzkumů v Dánsku a velké Británii. (Brix a Schierup, 1989a,b) Základním principem tohoto systému je horizontální průtok odpadní vody propustným substrátem, který je osázen mokřadními rostlinami. Při průtoku odpadní vody filtračním materiálem dochází k odstraňování znečištění kombinací fyzikálních, chemických a biologických procesů. Název „kořenová čistírna“ (KČOV) vznikl z anglického „Root Zone Method“, což

bylo pojmenování umělých mokřadů s podpovrchovým horizontálním průtokem, které se používalo v 70. a 80. letech 20. století (Končalová a Květ, 1987). V anglické literatuře jsou tyto systémy označovány jako HF (z angl. horizontal flow) systémy.

Anaerobní umělé mokřady se používají pro čištění kyselých důlních vod, protože potřebná alkalita se vytváří při redukci síranů a železitých sloučenin (rovnice 8 a 9, Egger, 1994):



Jako substrát do těchto umělých mokřadů se nejčastěji využívají levné nebo odpadní materiály, které jsou zdrojem organického uhlíku, který je nutný pro redukci síranů (rovnice 8). Mezi tyto substráty patří především koňský a kravský hnůj, rašelina, balíky slámy, piliny, štěpka nebo použitý kompost pro pěstování žampionů (Vile a Wieder, 1993; Gazea et al., 1996). Schéma anaerobního umělého mokřadu znázorňuje Obrázek 12.



Obrázek 12. Schematické znázornění anaerobního mokřadu (Vymazal, 2001). 1-rozvodná zóna, 2-plastová fólie, 3-filtrační materiál, 4- mokřadní vegetace, 5-hladina vod, 6-sběrná zóna, 7-odtok vyčištěné vody, 8-regulace výšky vodní hladiny ve filtračním poli.

Anaerobní mokřady s přidavkem kompostu

Klíčové reakce, které probíhají při čištění kyselých důlních vod v anaerobních mokřadech s přidavkem kompostu, jsou anaerobního charakteru. Johnson a Hallberg (2005) však zpochybňují výraz „mokřad“, protože tyto systémy nepoužívají rostliny, které by mohly uvolňovat do bioreaktoru kyslík, což je v tomto případě nežádoucí.

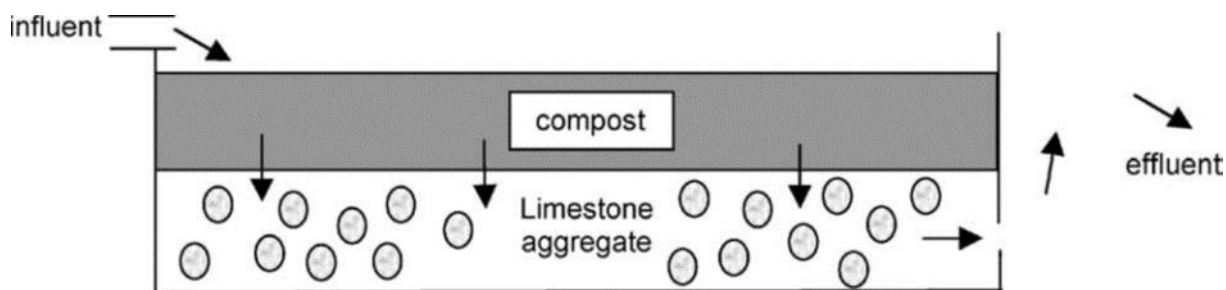
Mikrobiálně katalyzovaná reakce, která probíhá v kompostových bioreaktorech, produkuje alkalitu a biogenní sulfan (rovnice 10):



Z tohoto důvodu mohou být tyto systémy použity pro důlní vody, které jsou acidické a obsahují těžké kovy. Na rozdíl od aerobních mokřadů jsou reduktivní reakce, které probíhají v kompostu, podpořeny donory elektronů, které se generují z organické hmoty kompostu (Johnson and Hallberg, 2005). Jako náplň do těchto bioreaktorů se většinou používá směs dobře rozložitelné organické hmoty (kravský nebo koňský hnůj, použitý kompost z pěstování žampionů) a relativně hůře rozložitelných materiálů (piliny, sláma, rašelina). Kromě biologických procesů, jsou kyselé důlní vody také čištěny filtrací nerozpuštěných a koloidních látek a adsorpcí kovů na organickou matici (Favas et al., 2016).

Systémy produkující alkalitu

Jednou z variant použití kompostových bioreaktorů je jejich kombinace se systémy, které produkují alkalitu (Younger et al., 2003). Tyto systémy jsou nazývány RAPS (z angl.. reducing and alkalinity producing systems) nebo SAPS (z angl.. successive alkalinity producing systems) (Kepler a McCleary, 1994). V těchto systémech (Obrázek 13) protéká drenážní voda vertikálně přes vrstvu kompostu, přičemž se z vody odstraní kyslík a redukuje se železo a sírany a poté protéká vrstvou vápencového štěrku, který zde plní funkci anoxické drenáže.



Obrázek 13. Schematické znázornění RAPS systému (Younger et al., 2003).

Propustné reaktivní bariéry

Tento způsob čištění se používá především pro čištění znečištěných podzemních vod a pracuje na stejné bázi jako anaerobní kompostové bioreaktory (mokřady) (Benner et al., 1997). Propustné reaktivní bariéry se vytváří tak, že se reaktivní materiál zakope do země do místa proudění. Materiál je většinou směs organického substrátu (např. koňský hnůj, sláma) a vápencového štěrku, který je dostatečně propustný, aby proudění vody nebylo ovlivněno. Reduktivní mikrobiologické procesy v těchto bariérách produkují alkalitu (která vzniká také při rozpouštění vápence nebo dalších bazických minerálů) a odstraňují kovy ve formě sirníků, hydroxidů a uhličitánů (Tabulka 4). Sasaki et al. (2008) popisuje jako náplň do propustné reaktivní bariéry, využití granulované škváry z vysokých pecí, která neobsahuje železo.

Mezi výhody tohoto způsobu patří malé nároky na plochu, nízké provozní náklady a skutečnost, že nevzniká žádný odpad, který je nutné likvidovat. Nevýhodou je nutnost několika substrátů, vyšší pořizovací cena u velkých systémů, použití je specifické pro každou lokalitu a je omezeno na průtok drenáže <20 cm pod povrchem terénu a není známa dlouhodobá účinnost (Blowes et al., 2000; Gavaskar et al., 2000; Moraci a Calabro, 2010).

Tabulka 4. Složení maticí pro propustné reaktivní bariéry (Gilbert et al., 2011).

Lokalita	Složení náplně	Koncentrace síranů na přítoku (mg/l)	Účinnost (%)
Sudbury, Kanada	Městský kompost (20%) Mulč z listí (20%) Štěpka (9%) Štěrk (50%) Vápenec (1%)	2500-5200	25-78
Vancouver, Kanada	Mulč z listí (15%) Štěrk (84%) Vápenec (1%)		
Charleston, USA	Mulč z listí (30%) Fe ⁰ (20%) Štěrk (45%) Vápenec (5%)	1800-49500	83-99
Shilbottle, V. Británie	Kompost z koňského hnoje a slámy (25%) Zelený kompost (25%) Vápenec (50%)		

Kompaktní bioreaktory pro oxidaci železa

Oxidace Fe^{2+} na Fe^{3+} v kyselých ($\text{pH} < 4$) důlních vodách je velmi zrychlená působením Fe-oxidujících prokaryot (baktérie a archea), z nichž mnohé jsou autotrofní. Nejčastěji studovanou baktérií je *Acidithiobacillus ferrooxidans*, striktní acidofilní baktérie, která také oxiduje řadu redukovaných sloučenin síry. Limitním faktorem pro použití těchto baktérií je jejich množství, což se většinou řeší imobilizací baktérií na pevný nosič (Long et al., 2003). Jak uvádějí Hallberg a Johnson (2001), většina výzkumu v této oblasti se soustředí především na různé nosiče a pouze baktérii *A. ferrooxidans*, přesto, že existuje celá řada dalších baktérií tohoto typu.

Mokřadní systémy pro odstranění organických látek a dusíku

Organické látky a dusík nebývají většinou přítomny v důlních vodách a průsacích z výsypek ve vyšších koncentracích. Pokud by bylo nutné tyto látky odstraňovat, jako efektivní způsob, který není náročný na investiční a provozní náklady, se jeví umělé mokřady s povrchovým tokem. Principiálně jsou tyto mokřady shodné s mokřady pro odstraňování železa a manganu. Rozdíl je pouze v návrhových parametrech, kde plocha mokřadu se počítá podle vzorce:

$$A = Q (\ln C_{\text{vstup}} - \ln C_{\text{výstup}}) / k, \quad \text{kde:}$$

A = plocha mokřadu (m^2)

Q = průměrný denní přítok (m^3/d)

C_{vstup} = koncentrace BSK₅ nebo N-NH_4^+ na přítoku (mg/l)

$C_{\text{výstup}}$ = koncentrace BSK₅ nebo N-NH_4^+ na odtoku (mg/l)

k = rychlostní konstanta prvního řádu (0,1 m/d pro BSK₅, 0,05 m/d pro N-NH_4^+)

účinnost pro BSK₅:

$$C_{\text{výstup}} = 0,173C_{\text{vstup}} + 4,70$$

pro amoniakální dusík:

$$C_{\text{výstup}} = 0,336q^{0,456} \times C_{\text{vstup}}^{0,728}$$

q = hydraulické zatížení (cm/d) tj. náпустná výška

Účinnost určena na základě analýzy 440 umělých mokřadů s povrchovým tokem podle Kadlec a Knight (1996).

Jako vegetace je nejvhodnější rákos obecný (*Phragmites australis*), hloubka vody se doporučuje mezi 10 a 40 cm.

6. LEGISLATIVA

Při posuzování rizik hodnocených lokalit jsme vycházeli z platné legislativy týkající se kvality povrchových vod. Naměřené hodnoty jednotlivých ukazatelů byly porovnány s limitními hodnotami. Vyhodnocení dat dle níže uvedené legislativy je pouze orientační, neboť data nesplňují podmínky dané touto legislativou týkající se především četnosti odběrů a strukturou dat.

Vypouštění důlních vod do toků je umožněno za méně přísných podmínek, pro přítok do velkých zbytkových jam dodržení obecných limitů často není nezbytné.

Ve studii jsme vycházeli z následujících dokumentů:

Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů, v platném znění. Účelem tohoto zákona je chránit povrchové a podzemní vody, stanovit podmínky pro hospodárné využívání vodních zdrojů a pro zachování i zlepšení jakosti povrchových a podzemních vod, vytvořit podmínky pro snižování nepříznivých účinků povodní a sucha a zajistit bezpečnost vodních děl v souladu s právem Evropských společenství. Účelem tohoto zákona je též přispívat k zajištění zásobování obyvatelstva pitnou vodou a k ochraně vodních ekosystémů a na nich přímo záviselých suchozemských ekosystémů. Důlní vody se pro účely tohoto zákona považují za vody povrchové, popřípadě podzemní a tento zákon se na ně vztahuje, pokud zvláštní zákon nestanoví jinak.

Nařízení vlády č. 401/2015 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, v platném znění.

Příloha č. 3. A. Povrchové vody, Tabulka 1a: Ukazatele vyjadřující stav povrchové vody, normy environmentální kvality a požadavky na užívání vod. Jde o ukazatele přípustného znečištění povrchových vod, určených pro vodárenské účely, koupání a lososové a kaprové vody. Vybrané limitní hodnoty uvádí příloha 2.

Česká technická norma, ČSN 75 7221, Kvalita vod – Klasifikace kvality povrchových vod. Tato norma platí především pro jednotné určování třídy kvality

tekoucích povrchových vod – klasifikace, která slouží k porovnání jejich kvality na různých místech a v různém čase, a pro orientační posouzení kvality vody. Tekoucí povrchové vody se podle kvality vody zařazují do pěti tříd kvality (Tabulka 5). Základní klasifikace kvality vody je založena na klasifikaci vybraných ukazatelů kvality vody: BSK₅, CHSK_{Cr}, N-NO₃⁻, N-NH₄⁺, P_{celk}. a saprobní index makrozoobentosu. Výsledná třída se určí podle nejnepříznivějšího zatřídění zjištěného u jednotlivých vybraných ukazatelů.

Tabulka 5. Třídy kvality tekoucí povrchové vody dle ČSN 75 7221

Třídy kvality		
I.	Neznečištěná voda	
II.	Mírně znečištěná voda	
III.	Znečištěná voda	
IV.	Silně znečištěná voda	
V.	Velmi silně znečištěná voda	

Klasifikace kvality vody vychází z hodnocení údajů vybraných ukazatelů kvality vody. Kvalita vody se klasifikuje na základě výsledků monitoringu z delšího uceleného období. Doporučuje se klasifikovat výsledky monitoringu pro dvouletí, aby pro výpočet charakteristické hodnoty bylo k dispozici alespoň 24 hodnot. Kvalita vody se klasifikuje pro každý jednotlivý parametr zvlášť. Vybrané limitní hodnoty uvádí příloha 2.

Vyhláška č. 238/2011 Sb. Stanovení hygienických požadavků na koupaliště, sauny a hygienické limity písku v pískovištích venkovních hracích ploch

Vyhláška mimo jiné hodnotí kvalitu koupacích vod z hlediska výskytu sinic podle tří stupňů znečištění (Tabulka 6).

Tabulka 6 Ukazatele a jejich limitní hodnoty pro přírodní koupaliště provozované na povrchových vodách, dalších povrchových vodách ke koupání a vodních plochách ke koupání vzniklých těžební činností se zvýšeným rizikem vzniku masového rozvoje sinic

	Ukazatel	Jednotka	I. stupeň	II. stupeň	III. stupeň
1a	Sinice	buňky/ml	20000	100000	250000
1b	Sinice	mm ³ /l	2	10	20
2	chlorofyl-a	µg/l	10	50	100

**Česká technická norma, ČSN 75 7716, Jakost vod – Biologický rozbor –
Stanovení saprobního indexu.**

Stanovení slouží pro posuzování jakosti vod podzemních, povrchových i odpadních. Výsledek stanovení kvantifikuje celou stupnici jakosti vody z biologického hlediska.

7. METODIKA

7.1. Podkladový materiál

- *Originální data* z Hydrochemického monitoringu vod prováděného firmou BIOANALYTIKA CZ, s.r.o. v roce 2017, data v elektronické podobě
- *Závěrečná zpráva projektu Vita-Min – Leben mit dem Bergbau / Život s těžbou – „Hydrochemický monitoring vod“*, pro Ústecký kraj zhotovitelem BIOANALYTIKA CZ, s.r.o., 2018
- *V. etapa - závěrečná zpráva REAL&PROJEKT, 2018*: Mapování a průzkum drobných vodních útvarů vzniklých v důsledku báňské činnosti z hlediska jejich možných rizik ovlivnění ostatních vodních útvarů
- *Mapové podklady*
- *Výsledkové tabulky fytoplanktonu* (březen až prosinec 2017) z 24 sledovaných vodních útvarů na výsypkách, excelový soubor obsahuje informace o přítomnosti jednotlivých druhů
- *Výsledkové tabulky zooplanktonu* (březen až prosinec 2017) z 24 sledovaných vodních útvarů na výsypkách, excelový soubor obsahuje informace o přítomnosti jednotlivých druhů

7.2. Lokality

Stěžejním úkolem této studie bylo vyhodnotit data z hydrochemického a hydrobiologického monitoringu, který zahrnoval odběry a analýzy vzorků povrchových vod na 24 vybraných reprezentativních drobných vodních útvech situovaných na hnědouhelných výsypkách v Ústeckém kraji na území okresů Chomutov, Most, Teplice a Ústí nad Labem. Tyto drobné vodní útvary byly zadavatelem rozděleny do čtyř skupin podle svého původu:

A Rekultivační vodní nádrže – jde o vodní nádrže cíleně vybudované v rámci rekultivačních prací, mohou být se zemní hrází a odtokovým objektem, často bývají umístěné na odvodňovacím příkopu a jsou tedy průtočné, v jejich okolí je pak provedena biologická rekultivace (lesnická, zemědělská, ostatní)

B Vodní plochy vzniklé na neupraveném výsypkovém terénu – jde o vodní plochy spontánně vzniklé v terénních depresích na částech výsypky ponechané

cíleně či náhodně samovolnému vývoji, což je patrné díky charakteristické „hřebínkové“ struktuře povrchu výsypky

C Vodní plochy vzniklé samovolně v rekultivovaném území – jde o vodní plochy, které vznikly spontánně v terénních depresích v rekultivačních porostech, a to většinou v důsledku konsolidace výsypky, která se projevuje nerovnoměrným sedáním a poklesy terénu

D Vodní plochy vzniklé při patě výsypky – jde o vodní plochy vzniklé přirozenou akumulací povrchových či mělkých podpovrchových vod v terénních depresích při okrajích výsypek, a to v důsledku změny původních odtokových poměrů, kdy morfologie terénu neumožňuje gravitační odtok povrchové vody či těleso výsypky svou hmotností vytlačuje mělké podzemní vody na povrch terénu, někdy mohou být tyto vodní akumulace upraveny v rámci rekultivačních prací na vodní nádrž

Poskytnutá data byla z monitoringu vodních útvarů, který probíhal 1x měsíčně od března 2017 do prosince 2017. Celkem bylo provedeno 10 měsíčních odběrů. Byly sledovány chemické, mikrobiologické a hydrobiologické ukazatele (Tabulka 7). Kompletní výsledky jsou v závěrečné zprávě projektu Vita-Min (Novotná, 2018).

Tabulka 7. Chemické, mikrobiologické a hydrobiologické ukazatele sledované v povrchových vodách drobných vodních útvarů

<i>Ukazatel</i>	<i>Parametry</i>
Všeobecné ukazatele	<i>t, pH, O₂, BSK₅, CHSK_{Cr}, TOC, Pcelk., Ncelk., N-NO₃⁻, N-NO₂⁻, N-NH₄⁺, RL105, RL550, NL105, Cl⁻, SO₄²⁻, Mg, Ca</i>
Mikrobiologické ukazatele	<i>ECOLI, ENT, FC</i>
Vybrané prioritní látky	<i>Cd-rozp., Ni-rozp., Pb-rozp., Hg-rozp.</i>
Vybrané specifické znečišťující látky	<i>Sb, As, Ba, Be, B, Sn, Al, Cr, Co, Mn, Cu, Mo, Se, Ag, V, Zn, Fe, Suma-PAU, Suma-PCB, Uhlovodíky C10-C40</i>
Doplňkové chemické ukazatele	<i>vodivost, Na, K, P-PO₄³⁻, KNK-4,5, KNK-8,3, ZNK-4,5, ZNK-8,3</i>
Biologické ukazatele	<i>chlorofyl-a, zooplankton, fytoplankton, makrozoobentos</i>

Cílem této studie bylo zhodnotit hydrochemická rizika vodních útvarů povrchových vod vzniklých v důsledku báňské činnosti (Tabulka 8).

Tabulka 8. Seznam a souřadnice odběrných míst - malé vodní plochy (převzato z Novotná, 2018)

Typ a název nádrže		
A. Rekultivační vodní nádrže	souřadnice X	souřadnice Y
A.1. Hetov na Radovesické výsypce	777 928	988 293
A.2. Syčivka na Radovesické výsypce	778 846	987 074
A.3. Merkur V	817 142	998 364
A.4. Pruněrov VII	818 268	996 414
A.5. Vršany II. etapa vnitřní výsypka	797 525	991 884
A.6. Slatinická výsypka IV. etapa	793 940	991 027
B. Vodní plochy vzniklé na neupraveném výsypkovém povrchu	souřadnice X	souřadnice Y
B.1. Radovesice sever	777 161	986 242
B.2. Radovesice jih	777 178	987 763
B.3. vnitřní výsypka DJŠ 13. část	801 288	988 432
B.4. Hornojiřetínská výsypka I. etapa	793 653	980 342
B.5. Kopistská výsypka II. etapa	792 481	985 046
B.6. Růžodolská výsypka u Pluta	791 101	980 473
C. Vodní plochy vzniklé samovolně v rekultivovaném území	souřadnice X	souřadnice Y
C.1. Merkur VIII	815 750	997 580
C.2. Pruněrov VIII	818 894	995 438
C.3. výsypka Obránců míru V. etapa	796 004	985 027
C.4. Hornojiřetínská výsypka III. etapa	793 745	980 123
C.5. vnitřní výsypka DJŠ 11. část	800 724	987 872
C.6. Růžodolská výsypka Z a JV svahy	791 931	980 418
D. Vodní plochy vzniklé při patě výsypky	souřadnice X	souřadnice Y
D.1. výsypka Obránců míru (IV. etapa)	794 286	983 969
D.2. výsypka Pokrok (XI. etapa)	786 216	978 991
D.3. Radovesická výsypka (Štěpánov)	775 448	988 428
D.4. Hornojiřetínská výsypka	795 682	981 773
D.5. Kopistská výsypka	792 156	985 405
D.6. Růžodolská výsypka	790 109	982 258

7.3. Statistické zpracování

Výsledková databáze byla vytvořena a vedena v programu MS EXCEL 2010. Pro strukturování dat byl použit nástroj kontingenční tabulka. Hledání vzájemných vztahů mezi typem nádrží a jednotlivými parametry vodního prostředí bylo provedeno analýzami „One-way ANOVA“, „Kruskal-Wallis test“ a Column statistics“ v programu GraphPad PRISM 7 (PRISM 1992) s využitím zobrazení dat pomocí tzv. „scatter plot graphs“ (Weissgerber et al. 2015). Na grafech *červená linie* značí průměr, *černá vertikální úsečka* směrodatnou odchylku a *ohraničené tečky* značí uspořádání bodů. Pro každý vodní útvar A1 až D6 byly vytvořeny grafy časového průběhu jednotlivých ukazatelů.

Jedním z důležitých parametrů pro vyhodnocení stavu a fungování nádrží je znalost průtokových režimů jednotlivých nádrží. Tato data nebyla k dispozici. U některých ukazatelů leží mnoho hodnot pod mezí stanovitelnosti. Takovéto koncentrace nepředstavují žádné riziko pro životní prostředí. Pro účely grafického a statistického zpracování bylo u těchto hodnot odstraněno znaménko méně než a číselná hodnota byla ponechána. Byly vytvořeny tabulky s modifikovanými číselnými hodnotami použitelnými pro výpočty a vytvoření kontingenční tabulky dat.

7.4. Definování potenciálních rizik ohrožujících kvalitu vody ve vodních nádržích.

Na základě dlouhodobého monitoringu a sledování stojatých povrchových vod byla definována následující možná rizika:

- Eutrofizace
- Rybářské využití
- Zazemnění mělkých nádrží
- Změna chemismu vod
- Rekreační
- Specifické polutanty
- Fytoplankton s ohledem na rozvoj sinic

Naměřená data byla porovnána s limity uvedenými v Nařízení vlády č. 401/2015 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, v platném znění. Byly použity limity uvedené v „příloze č. 3., Tabulka

1a - Ukazatele vyjadřující stav povrchové vody, normy environmentální kvality“. Jde o ukazatele přípustného znečištění povrchových vod, určených pro vodárenské účely, koupání a lososové a kaprové vody.

7.5. Stupně trofie

Pro posouzení znečištění povrchových vod živinami byla provedena klasifikace stojatých vod dle úživnosti (OECD, 1992, Tabulka 9). Trofie neboli úživnost charakterizuje určitý hydrochemický režim a s ním související biologii vodních ekosystémů. Je určena množstvím základních živin, které jsou udržovány v koloběhu (Hartman et al. 2005).

Tabulka 9. Stupně trofie dle OECD 1992

Trofie	Oligotrofie	Mezotrofie	Eutrofie	Slabá hypertrofie	Silná hypertrofie
P - celkový (mg/l)	< 0,02	0,02 – 0,05	0,1 - 0,2	0,2 - 0,8	> 0,8
Chlorofyl <i>a</i> (µg/l)	< 3	3 – 7	7 – 30	30 – 500	> 500
Průhlednost (m)	> 5	2 – 5	0,5 – 2	0,2 – 0,5	< 0,2

7.6. Kategorizace nádrží

Při vyhodnocování dat byly vodní nádrže rozděleny do následujících skupin:

Podle stáří

- do 10 let
- 10 – 20 let
- Nad 20 let

Podle velikosti nádrže

- Do 1 ha
- 1 – 2 ha
- Nad 2 ha

Podle převládající hloubky

- Do 1 m
- Nad 1m

7.7. Vyhodnocení planktonu

Při hodnocení zooplanktonu jsme vycházeli z předložených seznamů druhů. Interpretace výsledků je pravděpodobně zatížena značnou chybou v determinaci druhů.

Perloočky a buchanky jsou velmi nevěrohodné, zjevně špatně určené. Častější jsou v tamních podmínkách *D. longispina* a *D. cucullata*. U rodu *Ceriodaphnia* by alespoň někde měla být *C. pulchella*. Chybí *Tropocyclops prasinus*, naproti tomu pravidelně v létě *Cyclops insignis* (velký časně jarní druh tůní v zimě s deficitem kyslíku) a nejsou další druhy rodu *Cyclops*, *Megacyclops*, *Macrocyclus* a *Mesocyclops*. *Diacyclops languidoides* uváděný skoro ze všech nádrží žije v kyselých vodách a zde je prakticky vyloučený.

Při hodnocení fytoplanktonu jsme vycházeli z předloženého seznamu druhů, jako ukazatele kvality. Nebyly k dispozici abundance druhů, a proto byl použit parametr množství chlorofylu-a jako ukazatele kvantity. Při hodnocení jsme se zaměřili zejména na výskyt sinic, které mohou být potenciálně rizikové.

8. VYHODNOCENÍ HYDROCHEMICKÝCH RIZIK VODNÍCH ÚTVARŮ POVRCHOVÝCH VOD VZNIKLÝCH V DŮSLEDKU BÁŇSKÉ ČINNOSTI

8.1. Úvodem

Rekultivace je víceoborový proces řízených úprav silně poškozeného území, jejichž smyslem je uvedení narušených pozemků do společensky žádoucího stavu. „Rekultivačním výrobkem“ nejsou jen hospodářsky či sociálně využitelné pozemky, ale současně i určitý prostor krajiny, který je pro přírodu součástí ekosystémů a pro lidi životním prostředím. Rekultivace je dlouhodobým procesem, který se skládá z mnoha různých kroků. Na obnovu krajiny narušené povrchovou těžbou se mj. využívají vhodné kombinace zemědělských, lesnických, hydrických a rekreačních rekultivací. Původní charakter krajiny, která byla silně narušena povrchovou těžbou hnědého uhlí, je postupně přetvářen do dnešní podoby. Vyznačuje se nepřirozenými odtokovými poměry, vynuceným převodem vod mezi povodími, narušeným krátkým vodním cyklem, nepřirozenými podélnými profily nově vznikajících vodotečí na výsypkách, malou pestrostí vodních a mokřadních prvků v rekultivované krajině a dalšími negativními atributy. Území po těžbě mají obecně velkou diverzitu podmínek a velkou biodiverzitu s vysokou koncentrací chráněných a ohrožených druhů.

Obnova funkce krajiny vyžaduje, jako jednu z mnoha podmínek úspěšnosti, vytváření členitého území, a to nejen pro vlastní modelování reliéfu krajiny, ale i pro zbytkové jámy, a to zejména v případě jejich zatápění vodou. Jestliže se při báňské činnosti vychází z principu rychlého odvodu vody mimo plochy jednotlivých těžebních řezů a výsypkových etází, potom při obnově funkce krajiny je prioritou princip zcela opačný, a to maximální zdržení vody v zájmovém území (Lhotský ed., 2013).

Prvořadou snahou při obnově vodního režimu těžbou narušené krajiny je zvýšení retenční schopnosti rekultivovaného území. Toho lze dosáhnout cílenou realizací vodních a mokřadních prvků v rámci rekultivační činnosti, ale i zachováním nejrůznějších zavodněných terénních depresí, které samovolně vznikají nerovnoměrným sedáním povrchu výsypek nebo akumulací mělkých podzemních vod při patách výsypek, jejich založením často vznikla místa bez přirozeného odtoku. Pokud takto vzniklé vodní plochy či mokřady neohrožují stabilitu výsypky, měly by být citlivě začleňovány do rekultivované krajiny (Doležalová et al, 2012). Z hlediska posílení malého vodního cyklu, schopnosti

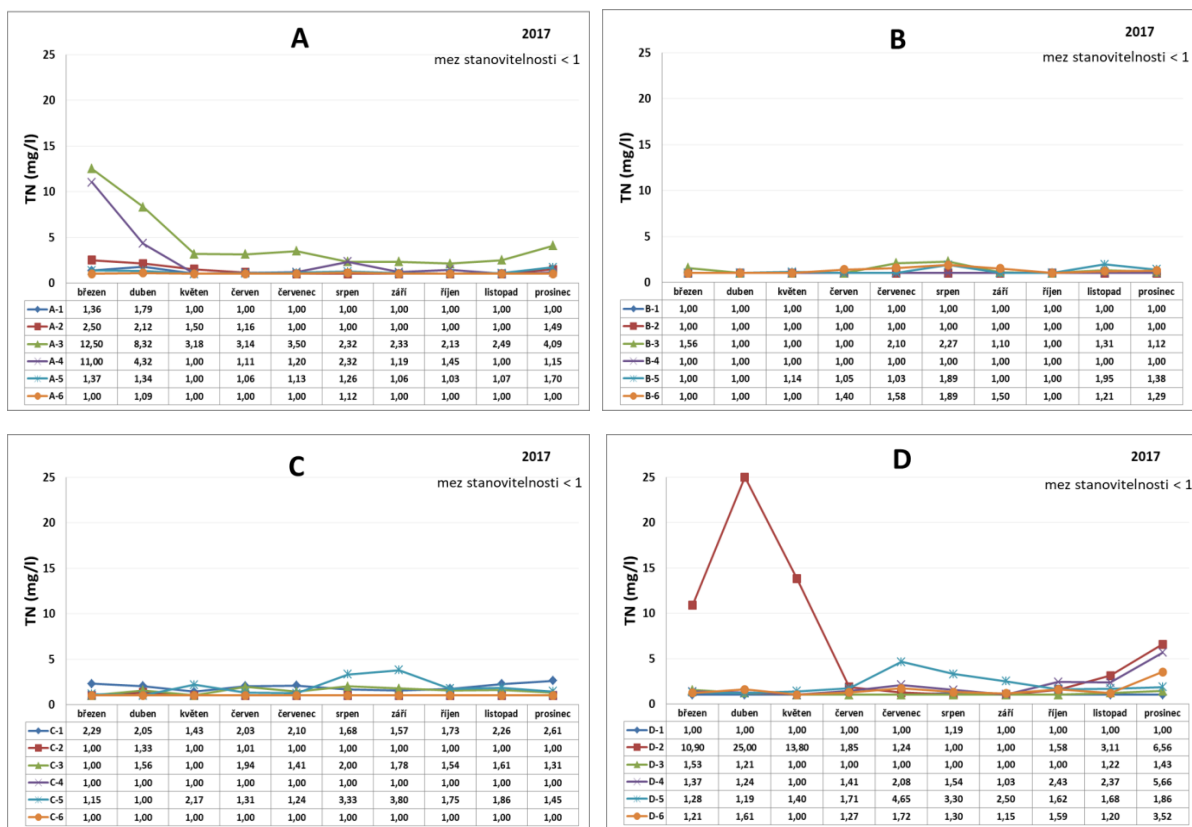
zadržovat vodu v krajině nebo zvyšování stanovištní i druhové diverzity mohou tyto nové krajinné prvky hrát významnou roli.

Hydrické rekultivace jsou uplatňovány roztroušeně řadou malých vodních ploch, které mají v krajině především ekologické funkce. A v konečné etapě životnosti lomu výstavbou velké vodní nádrže.

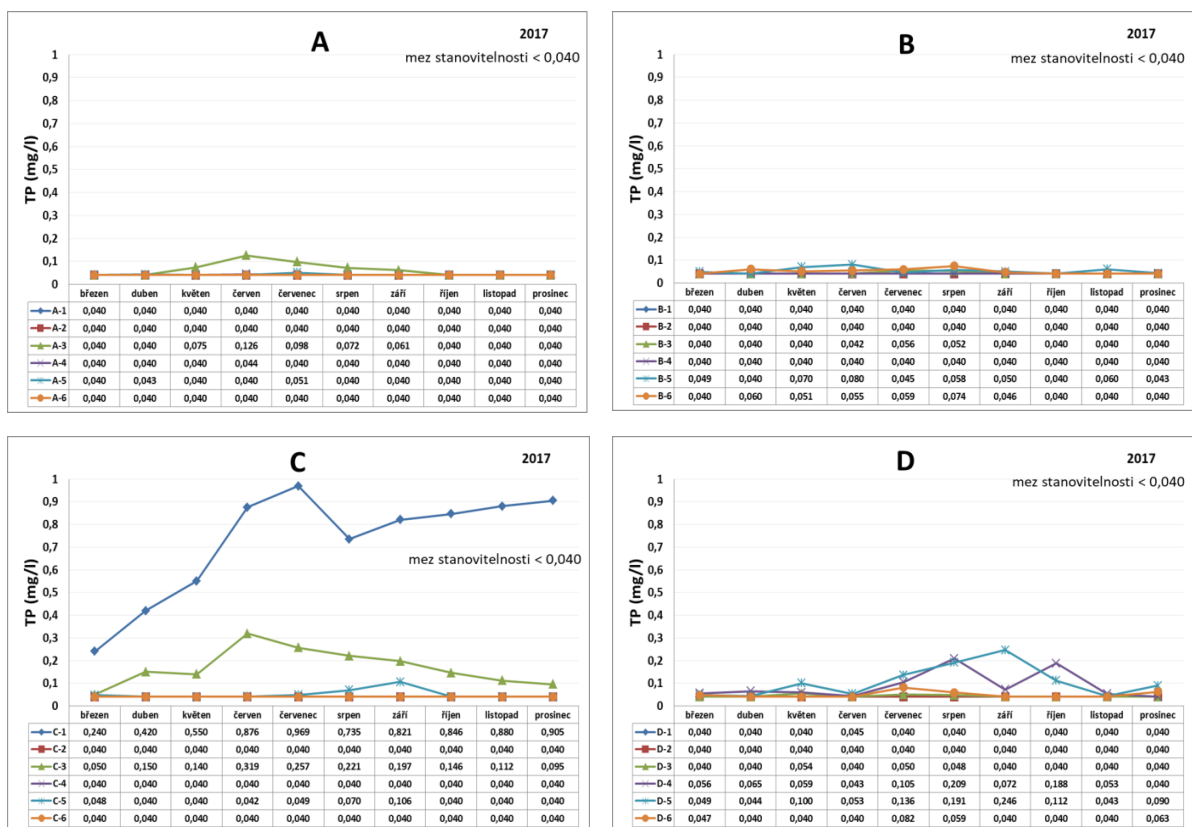
V rámci monitoringu bylo vymezeno užší zájmové území, které zahrnovalo jednotlivá tělesa vnitřních a vnějších hnědouhelných výsypek. Před těžbou se zde nacházelo 184 vodních ploch o celkové rozloze 175,31ha, což odpovídá zhruba 1% velikosti souhrnné plochy výsypek. Kvůli těžbě pak byla většina vodních ploch zrušena. Současné vodní plochy vznikly cíleně nebo spontánně a oproti předtěžební krajině zauímají více jak dvojnásobnou rozlohu a jsou také početnější. Na druhou stranu jsou vzájemně více izolované a mají menší relativní délku břehové linie (V. etapa - závěrečná zpráva R&P, 2018).

8.2. Potenciální riziko 1: Eutrofizace

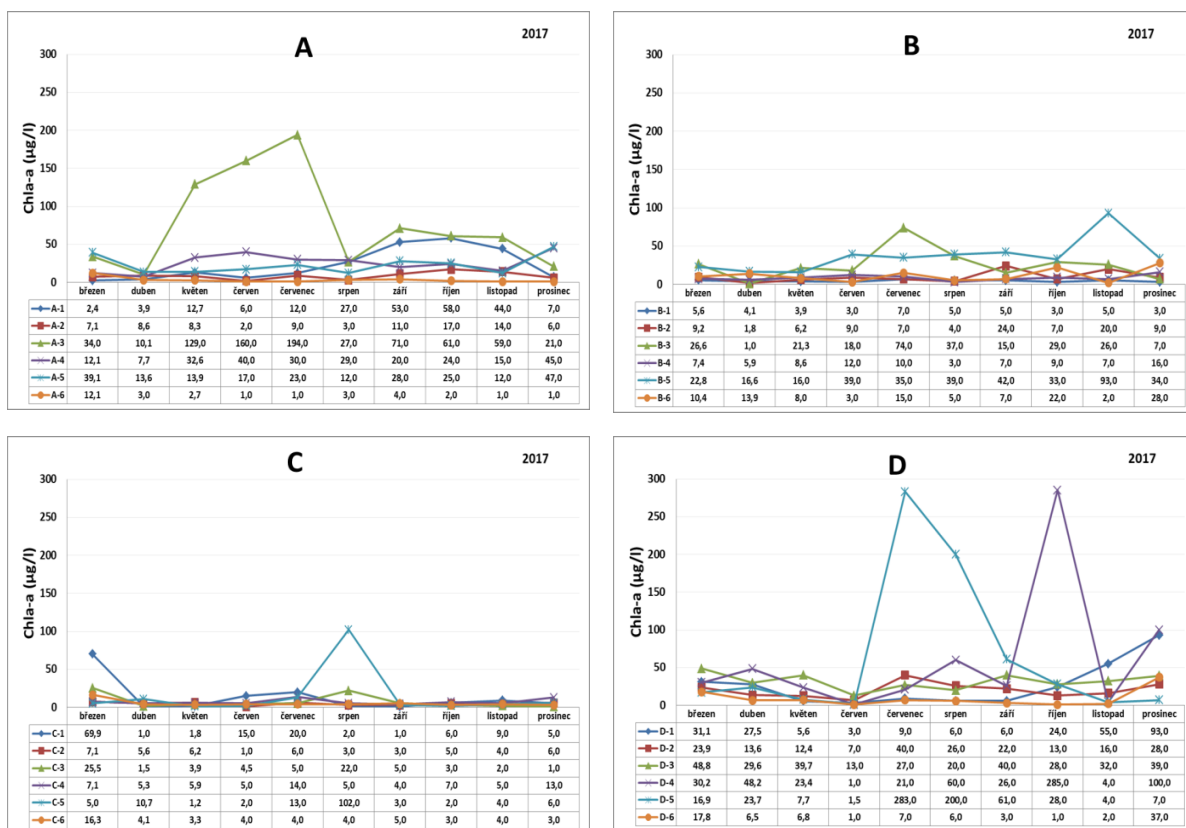
Rizika spojená s eutrofií byla hodnocena na základě standardních parametrů: TP, TN a chlorofyl-a. Rizikové hodnoty TP vykazují lokality ze skupin C (vodní plochy vzniklé samovolně v rekultivovaném území) a D (vodní plochy vzniklé při patě výsypky) - Obrázek 15. Na lokalitách C1 a C3 byly hodnoty TP prakticky trvale nad 0,1mg/l. Tyto lokality už lze hodnotit jako hypertrofní (OECD, 1992, Tabulka 9). V podmínkách stojatých vod jsou takovéto hodnoty potenciálním rizikem pro rozvoj vodních květů sinic, snižování průhlednosti, výskytu kyslíkových deficitů a v konečném důsledku snížení druhové diverzity. Obdobně se chovají nádrže D4 a D5, přičemž překročení hranice 0,1 mg/l nastalo až v červenci a trvalo až do konce roku. Zdrojem fosforu v obdobných typech nádrží bývá splach z okolních pozemků, rybářské hospodaření, zásoby v sedimentu a přítok z povodí. Zpravidla se jedná o souběh několika zmiňovaných faktorů. I přes výše popsané ze souboru vyčnívající 4 nádrže lze celkově zařadit zbylé lokality na rozmezí mezo až eutrofie. To svědčí o nižší živinové zátěži v porovnání např. s rybníčními oblastmi. V případě, že okolní pozemky nebudou zemědělsky využívány, budou hlavními riziky zvyšující obsah TP v nádržích přítomná ichtyofauna a na vodu vázané ptactvo.



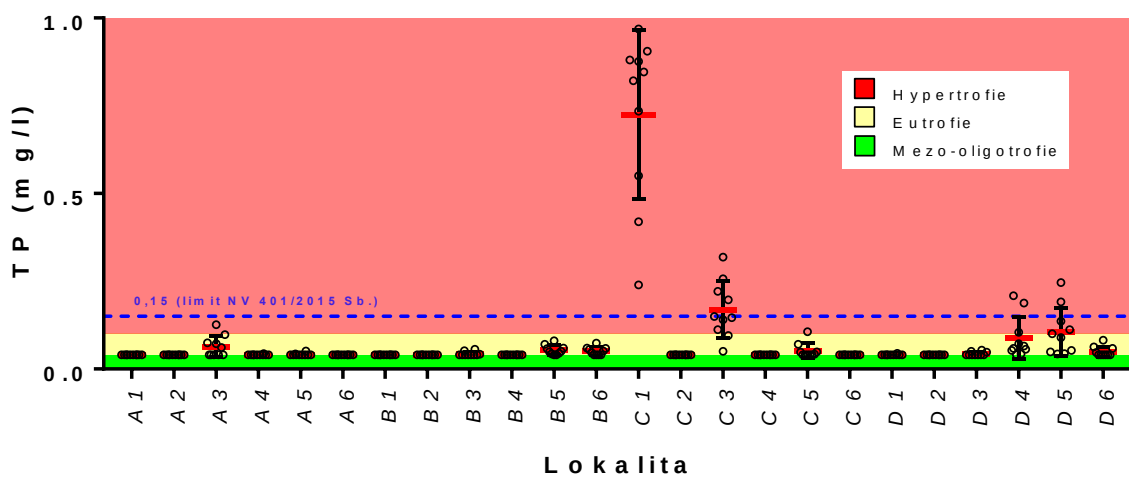
Obrázek 14. Roční průběh hodnot TN (mg/l) ve vodních nádržích A4 až D6 (2017)



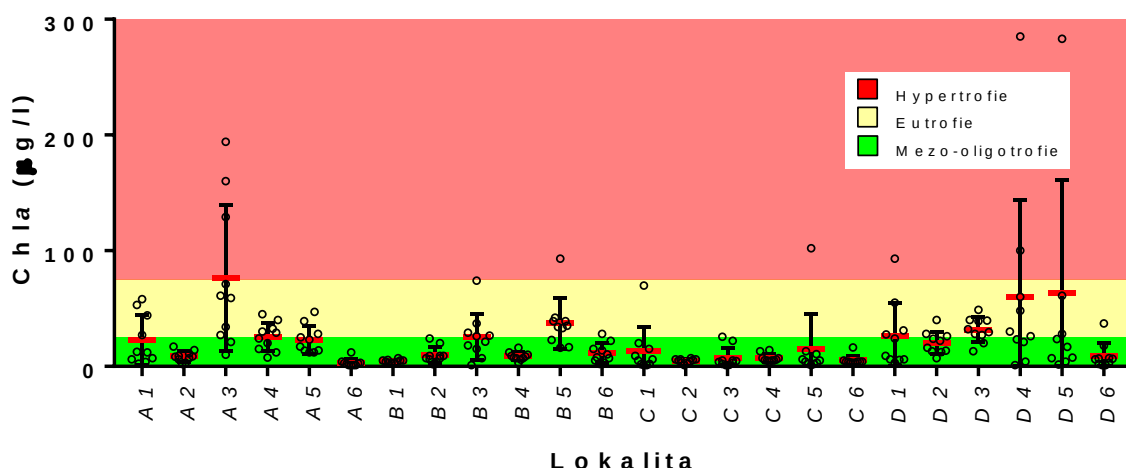
Obrázek 15. Roční průběh hodnot TP (mg/l) ve vodních nádržích A1 až D6 (2017)



Obrázek 16. Roční průběh hodnot chlorofylu (µg/l) ve vodních nádržích A1 až D6 (2017)



Obrázek 17. hodnocení trofie dle TP



Obrázek 18. Hodnocení trofie dle chlorofylu-*a*

Ačkoliv se lokality ze skupiny C z hlediska hodnocení TP jeví jako nejrizikovější, hodnoty chlorofylu tomu nenasvědčují (Obrázek 16). Až na výjimku na lokalitě C5 (srpen 2017 – 102 µg/l), na celém souboru lokalit ze skupiny C nepřesáhly hodnoty chlorofylu 70 µg/l. To je bezpochyby pozitivní zjištění. Výrazně ohroženější se z hlediska chlorofylu jeví lokality ze skupiny A a D. V datových souborech se běžně objevují hodnoty kolem 50 µg/l, přičemž na lokalitách A3, D4 a D5 dosahují často hodnoty více jak 100 µg/l. Z tohoto pohledu lze tyto lokality zařadit do eutrofní až hypertrofní úrovně. Zbylé nádrže mají spíše mezotrofní charakter.

Hodnoty celkového dusíku lze považovat vesměs jako nízké, výjimku a spíše nahodilou událost vykazovala nádrž D2 v jarních měsících, kdy většinu celkového dusíku (max. 25mg/l) tvořil dusík dusičnanový (max. 22,7mg/l) - Obrázek 14.

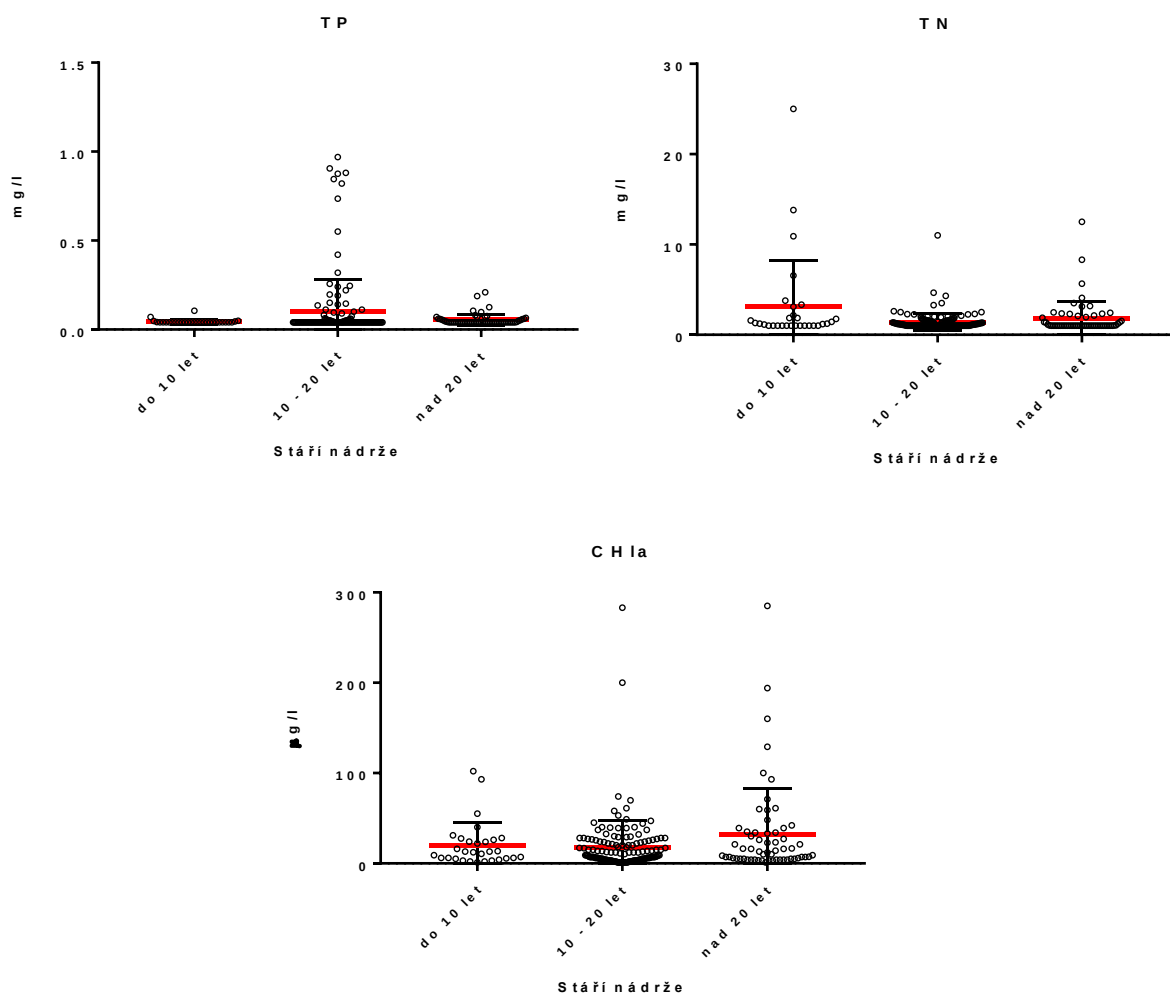
K největším problémům, spojených s eutrofizací nádrží s rekreačním využitím, patří rozvoj sinic vodního květu způsobující zdravotní problémy. Problematika sinic vodního květu se v minulosti plošně řešila především v 60. a 70. letech 20. století a po krátké přestávce se stala opět závažnou od 90. let, přestože kvalita vody se mezitím významně zlepšila a došlo i k poklesu koncentrace minerálních živin. Souvisí to nesporně s účinnějším zadržováním dusíku v čistírnách odpadních vod všech velikostí a s omezením používání dusíkatých hnojiv v zemědělství. Navíc u dusíkatých látek dochází v povrchových vodách k chemickým změnám umožňujícím únik významné části dusíku do ovzduší ve formě molekulárního dusíku a amoniaku. Naproti tomu koncentrace fosforu ve vodách se snížily relativně méně a v souvislosti s budováním malých čistíren

odpadních vod jsou dokonce horní toky řek tímto prvkem zatěžovány více než v minulosti. Fosfor se z vodních ploch nemůže uvolňovat do ovzduší. Hromadí se v sedimentech a jen menší část odtéká s vodou z nádrží. Výsledkem je pozorovatelný plošný pokles poměru celkového dusíku k celkovému fosforu ve vodním sloupci. Při poklesu pod určitou úroveň jsou pak ve fytoplanktonu ve výhodě sinice, které umějí vázat vzdušný dusík a které ve fytoplanktonu, charakteristicky v letním období, následně převládnu.

V biomase fytoplanktonu se v širokém průměru udává atomový poměr základních biogenních prvků $C : N : P = 106 : 16 : 1$. To se po přepočtu na hmotnostní poměr dá upravit na $C : N : P = 41 : 7 : 1$. Pokud je v prostředí (ve vodním sloupci) některého prvku méně než v uvedeném poměru, stává se limitujícím pro růst fytoplanktonu. Ve vodních ekosystémech České republiky je prakticky vždy nadbytek uhlíku, limitující tudíž může být jen dusík nebo fosfor (Přikryl, 2015). V hydrobiologii platilo, že v kontinentálních vodách je skoro vždy limitujícím prvkem fosfor. Zpočátku se naše životní prostředí včetně vod obohacovalo oběma prvky a fosfor tak zůstával limitující živinou. Kumulace fosforu v sedimentech na rozdíl od průběžného úniku dusíku z vodních ekosystémů a účinnější odstraňování dusíku z odpadních vod však vede ke změně, takže se v některých vodách alespoň dočasně (část roku nebo třeba jen část dne) stává limitujícím prvkem dusík. K tomu dříve docházelo v úživnějších vodách (například eutrofní a hypertrofní rybníky, kde je často zjišťován váhový poměr dusíku k fosforu $5 - 10 : 1$), ale poměr se mění i v čistých nádržích s živinově chudou vodou.

Dalo by se zjednodušeně očekávat, že dusík začne být limitující při poklesu poměru celkového dusíku k celkovému fosforu pod 7. Ve skutečnosti jde jen o hrubé měřítko. Ne všechny formy fosforu a dusíku jsou dostupné nebo dobře využitelné fytoplanktonem. Empirický výzkum českých nádrží provedený B. Maršálkem prokázal, že sklon k tvorbě vodních květů sinic mají nádrže s poměrem celkového dusíku k celkovému fosforu nižším než 30.

Ve sledovaných vodních nádržích A1 až D6 byl vypočítán hmotnostní poměr TN/TP. Vzhledem k tomu, že většina hodnot celkového dusíku a fosforu byla pod mezí stanovitelnosti, nebylo možno provést hodnocení poměru těchto dvou základních biogenních prvků.



Obrázek 19. Závislost TN, TP a Chla na stáří vodní nádrže

Čím starší jsou vodní útvary, tím je větší procento lokalit, které hodnotou chlorofylu spadají do hypertrofie, ale v průměru se posuzované vodní útvary stále drží na hodnotách mezo až eutrofie. Stejně tak z hlediska celkového fosforu lze až na výjimky konstatovat, že s přibývajícím stářím vodních útvarů koncentrace TP nenarůstají (Obrázek 19).

8.2.1. Vyhodnocení rizika – „Eutrofizace“

Jako celek lze, z hlediska trofie, hodnotit monitorované nádrže příznivě. Naprostá většina lokalit se v průměru pohybuje na úrovni mezo až eutrofie. A to v podmínkách, kdy se v souboru sledovaných lokalit vyskytují nádrže více jak 2 desítky let staré, na kterých by bylo již možné očekávat projevy spojené s eutrofizací. Většina nádrží vznikla na přelomu tisíciletí a později. Ze Zprávy o stavu životního prostředí ČR, která vyhodnocuje

dlouhodobé trendy, vyplývá, že za poslední dvě desítky let dochází v tekoucích vodách ke stagnaci až k mírnému poklesu hodnot celkového fosforu a chlorofylu. Nedochází tak k plošnému zhoršování podmínek v povodí. Z dlouhodobého měření a sledování (akreditovaná laboratoř ENKI, o.p.s) vyplývá, že jsou důlní vody obecně živinově chudé. To může být důvod, proč si tyto nádrže stále zachovávají nízkou živinovou zátěž. Na rozdíl od rybníků, které jsou mnohonásobně starší a nesou v sobě historickou zátěž zejména z 60. – 80. let minulého století.

Povrchové vody ve studované posttěžební krajině mají, z hlediska posuzovaných dat, v současné době potenciál zachovat si nízkou živinovou zátěž na úrovni mezo až maximálně eutrofie. Další vývoj bude záviset na celkovém managementu v dotčeném území.

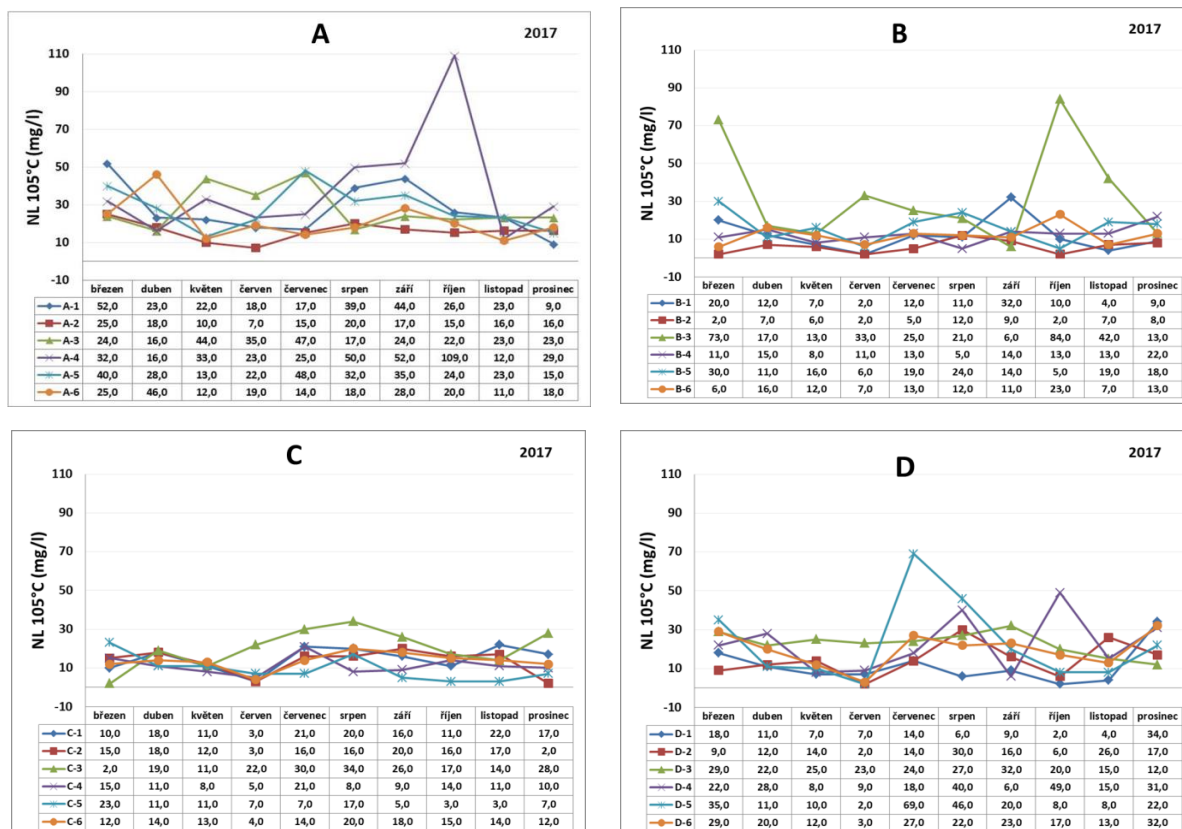
8.3. Potenciální riziko 2: Rybářské využití

Zarybnění se ve zkoumané oblasti jeví jako nejrizikovější faktor. Nevhodná struktura rybí obsádky, vzniklá rybářským hospodařením či samovolně jako důsledek přirozené sukcese, zapříčiňuje dlouhodobé problémy, zejména v neslovitelných nádržích.

- V případě vysokých obsádek s dominancí kapra obecného dochází ke zvyšování turbidity (zákalu), obohacování vodního sloupce o nerozpuštěné látky a živiny ze sedimentu. Dlouhodobé působení takových to obsádek zapříčiňuje i pravidelnou absenci dafniového zooplanktonu.
- V podmínkách s výskytem planktonofágních ryb (např. střevlička východní, karas obecný, plotice obecná či okoun říční) dochází k silnému vyžíracímu tlaku na zooplanktonní organismy = trvalá absence dafnií. U prvních dvou zmiňovaných ryb se jedná o nepůvodní a invazní druhy.
- V mezotrofních až mírně eutrofních podmínkách se optimálně chovají nádrže bez ryb případně s obsádkami, ve kterých převládají dravé druhy ryb.
- Obecně rybářské hospodaření s sebou přináší rizika spojená s vnosem organických látek do vodních ekosystémů zejména v podobě krmení a hnojení.
- Z výše uvedených bodů vyplývá, že jakékoliv rybářské hospodaření musí být důsledně plánováno.

Vliv rybí obsádky na fungování nádrže lze na základě dostupných dat hodnotit z hlediska struktury zooplanktonu (tj. výše vyžíracího tlaku) a případně z hlediska

množství nerozpuštěných látek ve vodním sloupci. Suspendované látky ve vodním sloupci způsobují zvýšenou turbiditu, která omezuje množství pronikajícího světla, a tím snižuje fotosyntézu. Dalším nežádoucím vlivem suspendovaných látek je jejich vypadávání z roztoku a následná sedimentace. Depozice těchto látek může značně změnit charakter dna, který následně ovlivní růst rostlin a živočichů a rozmnožování ryb (Adámek et al, 2008).

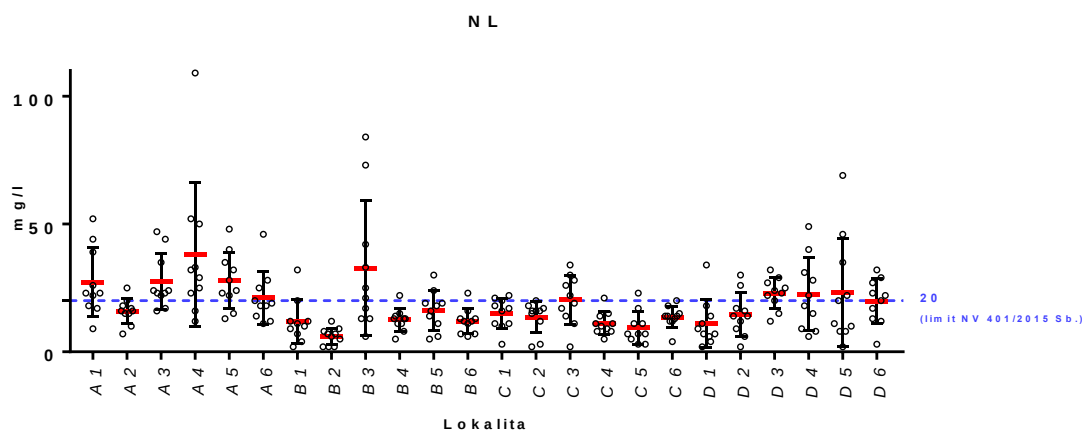


Obrázek 20. Roční průběh hodnot nerozpuštěných látek na vodních nádržích A1 až D6 (2017)

Vodní nádrže s nejvyššími průměrnými hodnotami nerozpuštěných látek (nad 20 mg/l) jsou vesměs v typu A – rekultivační vodní nádrže. Takto zvýšené hodnoty již nebývají důsledkem přirozených procesů uvnitř nádrže, tj. míchání vody vlivem teplotních změn a větrné činnosti, nýbrž důsledkem bioturbace sedimentu přítomnou rybí obsádkou případně erozním smyvem částic z okolních pozemků. Pokud terén v okolí nádrže není náchylný k vodní erozi lze předpokládat, u nádrží typu A, že za zvýšené množství NL je zodpovědná přítomná rybí obsádka (Obrázek 21). Nejohroženějšími lokalitami z hlediska nerozpuštěných látek jsou A1, A3, A4, B3, D4 a D5. Na ostatních lokalitách jsou průměrné hodnoty pod úrovní 20 mg/l (Obrázek 22).



Obrázek 21. Vodní nádrž A4 - Pruněrov VII (zarybnění) a B3 – vnitřní výsypka DJŠ 13. část (půdní eroze)



Obrázek 22. Nerozpuštěné látky – porovnání lokalit

8.3.1. Vyhodnocení rizika – „Rybářské využití“

A1 - Hetov na Radovesické výsypce (rekultivační vodní nádrž)

Nejvyšší hodnoty NL byly zjištěny v březnu a září. Naměřené hodnoty NL mohou signalizovat vliv rybí obsádky na zooplankton, resp. rycí činnost ryb do dna. Zatímco v březnu lze malé druhové zastoupení zooplanktonních společenstevch přisoudit chladné vodě a začátku sezony, druhová struktura v září indikuje přítomnost většího množství hospodářských druhů ryb (zejména kapr obecný). V nádrži se vyskytují druhy zooplanktonu běžné v chovných rybnících. Po celou sezónu byla zaznamenána přítomnost perlooček - *Bosmina longirostris*, vířníků - *Asplanchna sp.*, případně *Keratella cochlearis*. Dle fotodokumentace se nádrž jeví jako klasický produkční rybník, ale rozsah litorální vegetace nenasvědčuje vysokému tlaku kapří obsádky do sedimentu. Lze tedy usuzovat, že za vyšší obsah nerozpuštěných látek může pravděpodobně větrná činnost, která zvedne částice ode dna do vodního sloupce (převládající hloubka nádrže je 0,8m). A

za strukturu zooplanktonu je pravděpodobně zodpovědná přítomnost drobných planktonofágických druhů ryb.

A3 – Merkur V (rekultivační vodní nádrž)

Na této lokalitě je velmi pravděpodobné, že zvýšený obsah NL způsobuje vítr v kombinaci s disturbanční činností prasete divokého, jehož výskyt popisuje Real & Projekt ve své studii. Vysvětluje to prakticky celoroční přítomnost perloočky *Daphnia pulex*, která by se v podmínkách s vyššími rybími obsádkami nevyskytovala celoročně. Z dodaného fotografického materiálu lze vytušit přítomnost minimálně jednoho páru vrubozobé kachny pravděpodobně poláka chocholačky. Přítomnost tohoto druhu na rybnících signalizuje dlouhodobý rozvoj hrubého dafniového zooplanktonu, neboť ten je prakticky výhradní potravní složkou pro vyvedená mláďata. I rozsah a struktura litorální vegetace podporuje hypotézu o absenci vysoké rybí obsádky.

A4 – Pruněrov VII (rekultivační vodní nádrž)

Zvýšené obsahy nerozpuštěných látek vlivem větru jsou pouze krátkodobé. Dlouhodobé zvýšení množství nerozpuštěných látek v letních a podzimních měsících zapříčiňuje rycí aktivita rybí obsádky. Dokládají to i pravidelné nálezy perloočky *Chydorus sphaericus*, která je vázána na dnový sediment. Pravděpodobně celkově i velikostní struktura zooplanktonu byla malá, neboť ve vzorcích byly pravidelně nalézány pouze menší druhy zooplanktonu (např. *Bosmina longirostris*, *Ceriodaphnia affinis*, *Keratella quadrata* či *Polyathra* sp.). Lze tedy vyvodit, že se v nádrži vyskytuje kombinace kapří obsádky s planktonofágickými druhy ryb. I přes veškeré indicie ukazující na nežádoucí přítomnost ryb je stav litorální vegetace nenarušený a příznivý.

B3 – vnitřní výsypka DJŠ 13. část (vodní plocha vzniklá na neupraveném výsypkovém povrchu)

I přes fakt, že druhové zastoupení zooplanktonu v průběhu celé sezóny připomíná nádrže s vyšší rybí obsádkou, domníváme se, že za krátkodobé zvýšení nerozpuštěných látek (v březnu, červnu, říjnu a listopadu) jsou zodpovědné spíše srážky a s nimi spojený erozní smyv do nádrže. Analyzované materiály při hodnocení této nádrže často obsahují protichůdné informace – nelze tedy s jistotou říci, zda je nádrž vystavena nežádoucímu predačnímu tlaku ryb.

D4 – Hornojiřetínská výsypka (vodní plocha vzniklá při patě výsypky)

Jedná se o starou nádrž, která vznikla při patě výsypky. Z toho vyplývá, že nádrž bude výrazně zazemněna a vystavena erozním procesům z přilehlého okolí. I přes fakt, že se v průběhu sezóny vyskytují periody s vyšším obsahem NL nelze tyto hodnoty přičítat rycí činnosti kapra, přestože struktura zooplanktonu tomu mírně napovídá. Nicméně celosezónní přítomnost vírníka *Brachionus calyciflorus* ukazuje spíše na vyžírací tlak drobných planktonofágních ryb v pelagiální zóně nádrže.

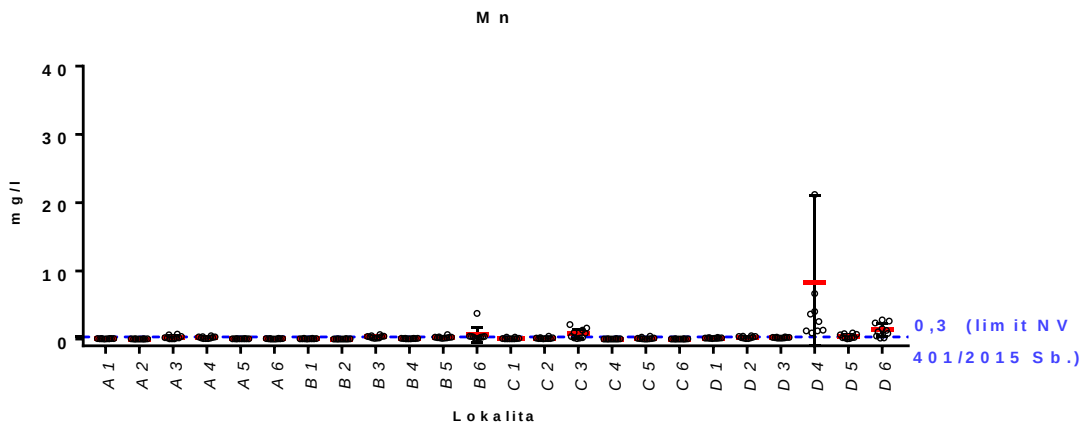
D5 – Kopistská výsypka (vodní plocha vzniklá při patě výsypky)

Dle fotografického materiálu lze poměrně s velkou jistotou říci, že v nádrži není vysoká rybí obsádka, periody se zvýšeným obsahem nerozpuštěných látek jsou zapříčiněny s velkou pravděpodobností větrem nebo zvířením sedimentu v době odběru. Jedná se o malou (0,34 ha) a mělkou (0,6 m) nádrž, která v letních měsících zarůstá rákosinami. Přítomnost perloočky *Daphnia pulex* posiluje tvrzení o nízké rybí obsádce.

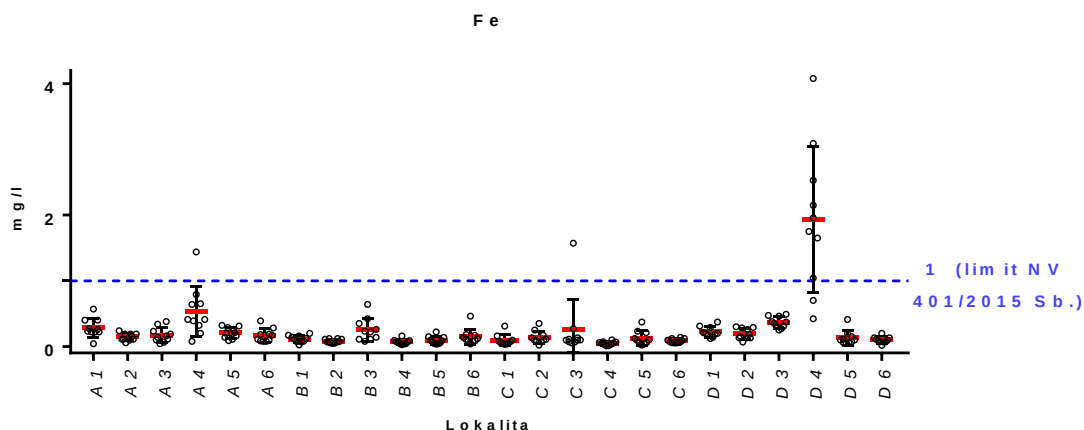
Druhovú strukturu zooplanktonu na všech nádržích nasvědčuje stavu, kdy lze obecně pro tyto nádrže říci, že tlak rybí obsádky (vyžírací tlak kapra nebo planktonofágů) není výrazný. Toto tvrzení lze opřít o velký druh perloočky *Daphnia pulex*, která byla zjištěna na 20 nádržích z celkových 24. Z toho na 12 nádržích byla zjištěna více než jedenkrát ve sledované sezóně (Příloha 1). Je však důležité nahlížet na nádrže přísně individuálně. V takovém případě lze z daného souboru vytipovat nádrže potenciálně problematické z hlediska nežádoucí rybí obsádky. Riziko představují neslovitelné či obtížně slovitelné nádrže, ve kterých bude probíhat přirozená sukcese nejen ichtyofauny. Výsledkem bývá převaha planktonofágních druhů ryb, která v konečném důsledku citelně devastuje zejména zooplanktonní společenstva. U nádrží slovitelných lze doporučit každoroční lovení s důsledným zaměřením na eliminaci zmiňovaných planktonofágních druhů ryb. Tímto způsobem by měl být negativní efekt rybích obsádek na těchto slovitelných nádržích výrazně eliminován.

Zdrojem nerozpuštěných látek u důlních vod s vysokým obsahem železa a manganu mohou být sraženiny oxidovaných forem zmiňovaných prvků. Pro železo a mangan jsou normy environmentální kvality vod dle NV 401/2015 Sb., příloha č. 3, tab. 1c - 1 mg/l, resp. 0,3 mg/l. Ve sledovaných vodních nádržích se hodnoty Fe a Mn pohybují pod těmito limity (Obrázek 23, Obrázek 24) a je tedy zřejmé, že vyšší hodnoty

nerozpuštěných látek nejsou způsobené výskytem oxidovaných forem Fe a Mn. Pouze na lokalitě D4 byly naměřeny vyšší hodnoty celkového železa a manganu.



Obrázek 23. Mn – porovnání lokalit



Obrázek 24. Fe – porovnání lokalit

8.4. Potenciální riziko 3 - Postupné zazemňování nádrží

Po svém vzniku se vodní nádrže vyvíjejí s tendencí k postupnému zazemnění a k zániku. Tento proces je velmi rychlý u mělkých úživných nádrží a poměrně pomalý u hlubokých jezer. Morfologie nádrže totiž výrazně ovlivňuje intenzitu a způsob koloběhu živin mezi dnem (sedimenty) a vodním sloupcem. Čím intenzivnější je koloběh živin, tím více živé hmoty se vyprodukuje a tím rychleji se nádrž zanáší (Přikryl, 2005).

Dynamika postupného specifického zarůstání vodních nádrží a přírůstku hmoty usazené na dně si vyžaduje z hlediska systémového přístupu k hodnocení vodních nádrží

změnu rozlišení ploch v krajině. Vedle hranice katastrálního území a vodní plochy je nutno rozlišovat ještě plochu litorálního pásma. Pokud je tento požadavek v praxi dodržován, existuje soulad mezi hydrologickými funkcemi a přírodním prostředím.

Pokud dochází k výraznému zazemňování nádrží, dochází též k neúměrnému zmenšování akumulačního prostoru nádrže i její vodní plochy ve prospěch litorálního pásma a úbytek litorálního pásma ve prospěch sousedních pozemků typu podmáčených luk.

Sedimentaci nelze chápat jako jednostranný děj, zachycující pouze průběh klesání částic ve vodním prostředí, ale jako proces, který současně ovlivňuje jakost vody i přítomné vodní organismy. Sedimentací částic se významně snižuje podíl fosforu, uhličitany, kovů a řady dalších látek ve vodním sloupci. Ani po usazení však nepřestává vzájemné spolupůsobení vody se sedimentem. V případě nepříznivých podmínek (zvýšení teploty, snížení množství rozpuštěného kyslíku ve vodním sloupci, snížení redoxpotenciálu atd.) se mohou živiny (zejména fosfor) nekontrolovaně uvolnit zpět do vodního sloupce a tak zhoršit kvalitu vody.

K největší intenzitě zazemňování dochází v okrajových částech nádrží, v tzv. litorálním pásmu. Jestliže poklesne hladina volné vody pod 60 – 40 cm začíná nárůst tvrdé vodní flory. Na větší části vodní plochy narůstají bohatá společenstva rostlin. Místy se tvoří útvary z rostlinné hmoty 10 – 20 cm nad úrovní stálého zdržení vody v nádrži. Tyto útvary jsou vítanou nikou pro řadu vodních organismů zejména ptáků. Ptačí trus tak obohacuje plochu litorálního pásma o další živiny, především fosfor. Vodní a mokřadní druhy rostlin jsou postupně nahrazovány suchozemskými, neustále se zmenšuje akumulační prostor nádrže, mění se společenstva živočichů v neprospěch vodních druhů a může dojít až k pomalému zániku nádrže (Gergel.2002).

U vodních nádrží, v jejichž okolí převládají zemědělské rekultivace spojené se svažitém terénem může docházet, při nedodržení zásad správné zemědělské praxe, mj. ke zvýšenému vnosu nerozpuštěných látek do nádrže (Obrázek 25).

Rychlost zazemnění vodních nádrží ovlivňují převážně tyto faktory:

- Svažitost okolního terénu
- Nedostatečný vegetační pokryv okolního terénu
- Malá převládající hloubka vodní nádrže

- Velikost nádrže
- Výskyt extrémních klimatických jevů (např. přívalové deště, bouřky)
- Zastoupení vodní vegetace
- Způsob hospodaření v okolní krajině



Obrázek 25. Příklad vodní eroze ve svažitém zemědělském terénu

Chceme-li tento proces zmírnit je zapotřebí výše uvedená rizika minimalizovat.

U malých nádrží s bujnou litorální vegetací nelze rychlý proces zazemňování řešit jinak než mechanickým odstraňováním biomasy rostlin nebo přímým odtěžením sedimentu, případně vyššími obsádkami kapra, který litorální pásma efektivně narušuje. Litorální pásmo je však natolik cenným biotopem (ekotonem), že se jeho redukce musí provádět s rozmyslem a velice citlivě.

U větších nádrží se strmým přechodem břehové části do nádrže bude proces zazemňování výrazně pomalejší a minimálně v horizontu několika desítek let se není

třeba obávat tohoto fenoménu. Obzvláště bude-li okolní krajina obhospodařována dle výše zmiňovaných zásad správné zemědělské praxe.

8.4.1. Vyhodnocení rizika – „Zazemnění nádrží“

V tuto chvíli nelze odhadnout, které nádrže z hodnoceného souboru budou vystaveny výraznému zazemňování. Určitým vodítkem může být množství nerozpuštěných látek ve vodním sloupci. Tzn. nádrže s vyšším obsahem NL se již pravděpodobně intenzivně zanášejí a v blízké budoucnosti bude tento problém zapotřebí řešit.

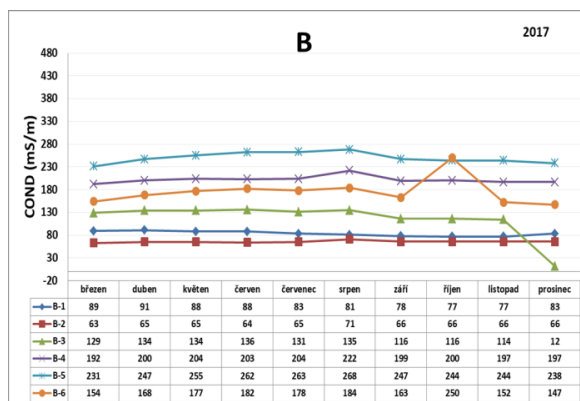
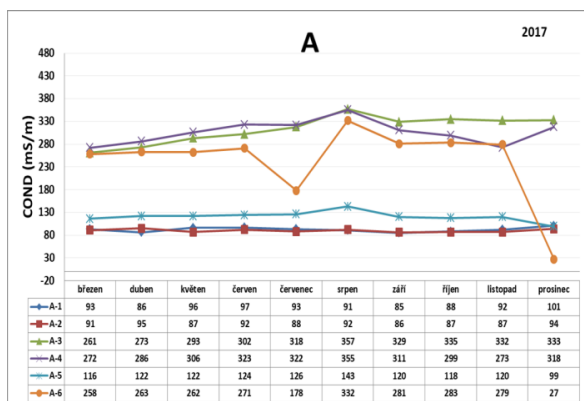
Častější je riziko vyschnutí nádrže v důsledku zmenšení přítoku z povodí.

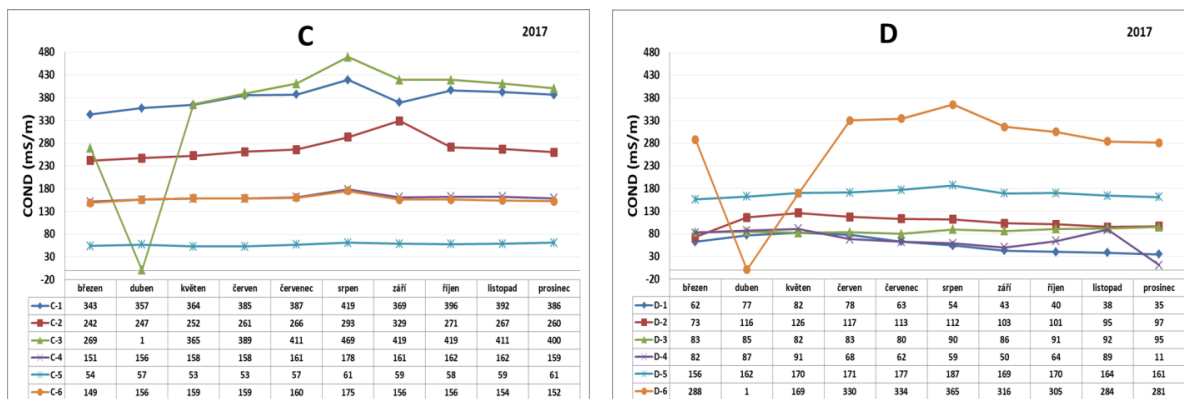
8.5. Potenciální riziko 4: Změna chemismu vod

Změny složení povrchových vod mohou být buď krátkodobé, nebo dlouhodobé. Krátkodobé změny jsou způsobeny převážně hydrologickými nebo klimatickými poměry. Dlouhodobější, trvalejší změny jsou způsobeny zejména antropogenní činností, spočívající v chemizaci zemědělství, urbanizaci a industrializaci. Významnými časovými změnami v chemickém složení se povrchové vody odlišují od podzemní, u nichž kolísání v dané lokalitě bývá podstatně menší (Pitter, 2009).

S postupným vývojem nádrží v rekultivovaném území a s celkovým utvářením krajinného rázu je spojena i změna v chemickém složení vody. Prvním a jednoduše měřitelným ukazatelem je **VODIVOST**, která vystihuje celkovou koncentraci látek vedoucích ve vodě elektrický proud, tedy prakticky sumu minerálních kationtů a aniontů. Úzce souvisí s rozpuštěnými látkami ve vodě. Její hodnoty se mohou pohybovat v rozpětí mnoha řádů, přičemž velmi přibližně platí:

rozpuštěné látky (mg/l) = 10* vodivost (mS/m)

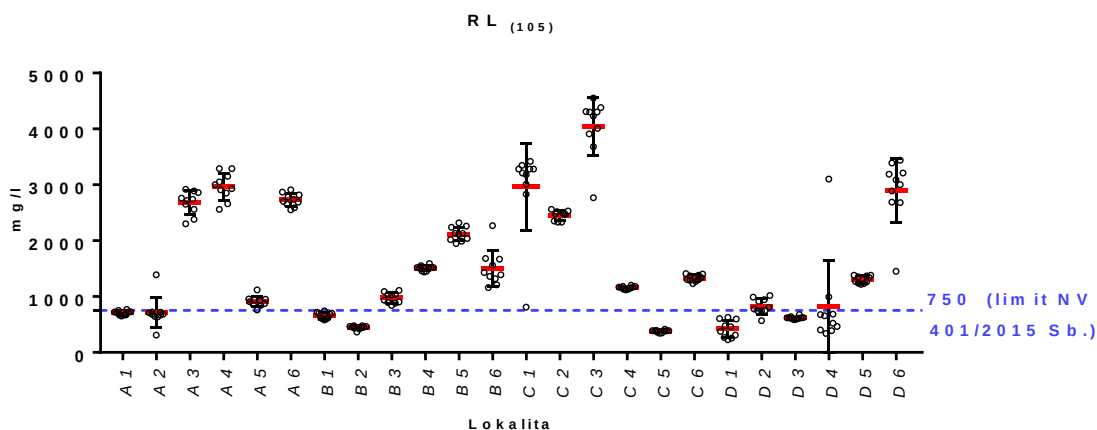




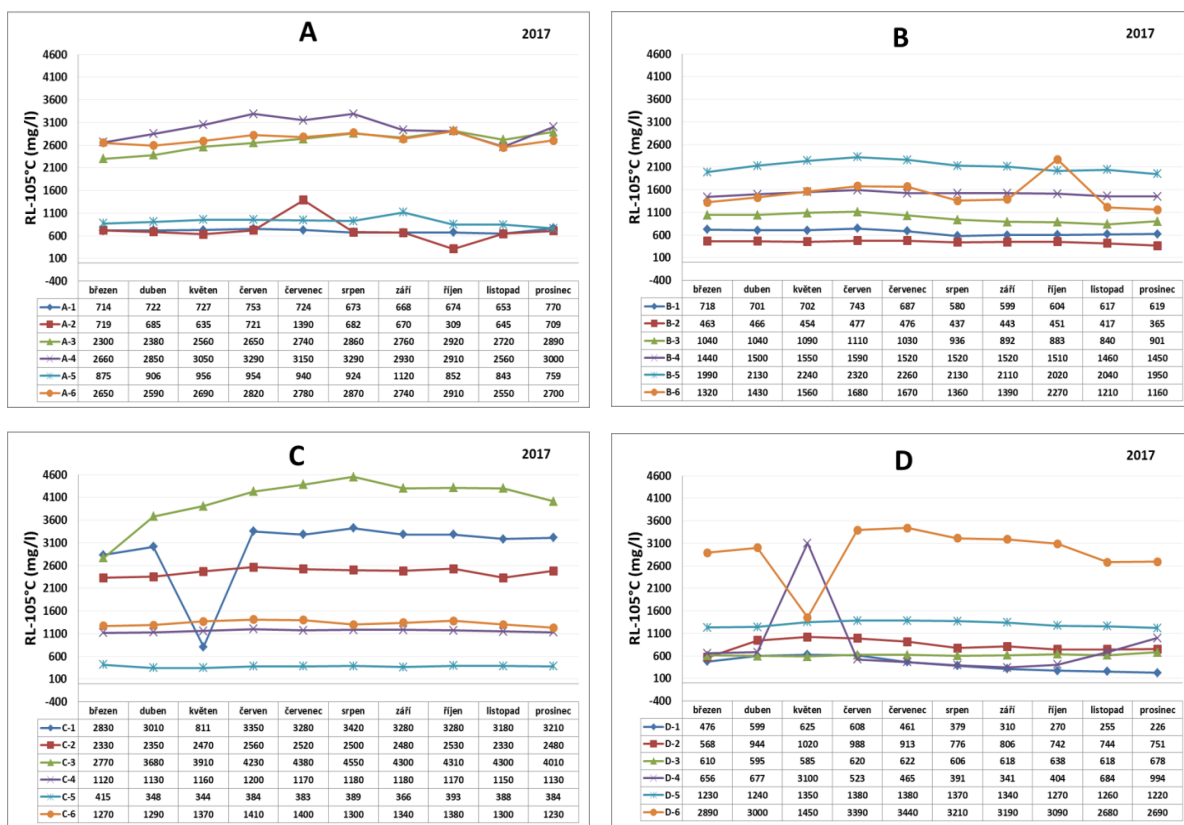
Obrázek 26. Roční průběh hodnot vodivosti (mS/m) ve vodních nádržích A1 až D6 (2017)

Nejnižší průměrné hodnoty vodivosti byly zaznamenány na vodních nádržích C5, D1 (57 mS/m) resp. B2, D4 (66 mS/m). Naopak nejvyšší průměrné hodnoty vodivosti (nad 300 mS/m) byly zaznamenány na vodních nádržích A3, A4, C1 a C3. Nařízení vlády č.401/2015 Sb. neuvádí limit pro vodivost. Z hlediska rekreace i oživení vodními organismy je významná až úroveň kolem 500 mS/m. Sledované vodní nádrže A1 až D6 nepřekračují tuto kritickou hodnotu ani v jednom případě. Roční průběhy ukazují Obrázek 26.

Problematika **ROZPUŠTĚNÝCH LÁTEK** je velmi podobná jako u vodivosti. Sledované vodní nádrže A1 až D6, které mají nejnižší, resp. nejvyšší průměrnou hodnotu rozpuštěných látek, jsou shodné s hodnotami vodivosti. Obrázek 27 porovnává hodnoty RL 105°C s limitem Nařízení vlády č.401/2015 Sb, který je 750 mg/l. Vodní nádrže typu C, vodní plochy vzniklé samovolně v rekultivovaném území, (vyjma C5) překračují všechny tento stanovený limit. Lokality C1 a C3 vykazují velkou variabilitu hodnot, naopak lokality C2, C4, C5 a C6 se jeví jako ustálené. V kategoriích nádrží A, B a D lze nalézt lokality, jak s nízkými, tak i limit překračujícími hodnotami rozpuštěných látek. Jinými slovy nebyly zjištěny rozdíly mezi jednotlivými typy (A - D) sledovaných nádrží. Obrázek 28 znázorňuje, že hodnoty rozpuštěných látek v průběhu sezóny nekolísají.



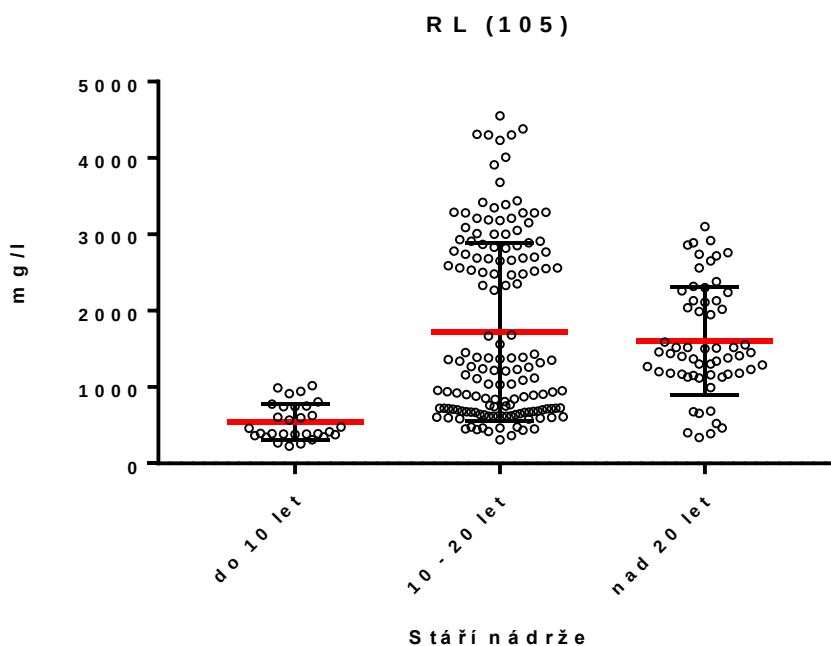
Obrázek 27. RL₍₁₀₅₎ – porovnání lokalit



Obrázek 28. Roční průběh hodnot RL₍₁₀₅₎ ve vodních nádržích A1 až D6 (2017)

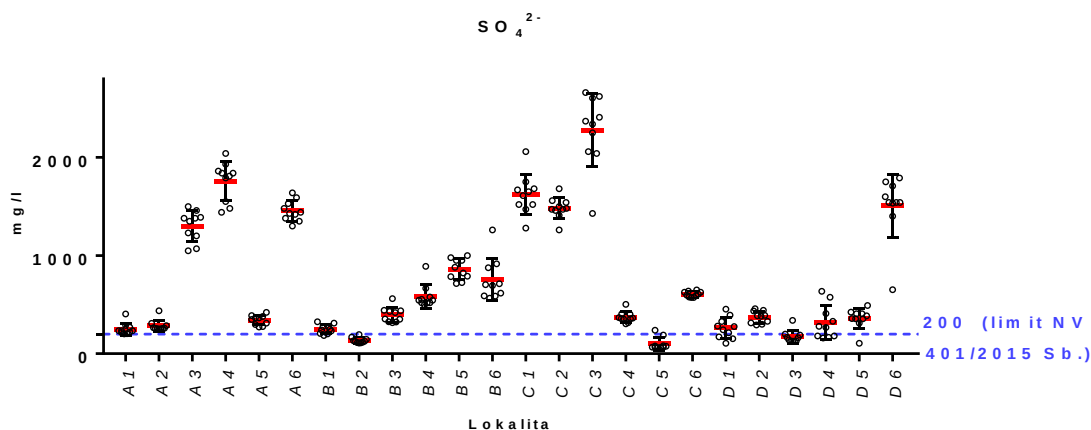
Počátek jakékoliv sukcese sebou přináší rozmanité a rychle viditelné změny prostředí, než dojde k ustálení podmínek a krajina se začne přibližovat klimaxovému stádiu. Rekultivovanou krajinu po těžbě uhlí lze bezpochyby považovat za počátek sukcese. Na sledovaném území to dokumentuje vývoj rozpuštěných látek v průběhu let. Jak ukazuje Obrázek 29, k razantnímu nárůstu rozpuštěných látek ve vodních nádržích

dochází v prvních 20 letech od vzniku nádrže. U starších nádrží (nad 20 let) se hodnoty RL v průměru ani nezvyšují ani nesnižují. Efekt vyplavování látek z okolní krajiny je zřetelný pouze prvních 20 let od vzniku nádrže. Lze tak předpokládat, že nebude-li v povodí provozována hospodářská činnost s intenzivním vnosem látek (zejména živin), nebudou se nádrže v budoucnu potýkat s výrazně zhoršenou kvalitou povrchových vod.



Obrázek 29. Závislost RL₍₁₀₅₎ na stáří vodní nádrže

Na celkové koncentraci rozpuštěných látek se v důlních vodách a nádržích ovlivněných důlními vodami zpravidla nejvíce podílejí **SÍRANY**. Koncentrace síranů trvale převyšují u 21 z 24 celkově sledovaných vodních nádrží normu environmentální kvality (NEK-RP), která je 200 mg/l (Obrázek 30). Pouze vodní nádrže B2, C5 a D3 splňují limit výše uvedené normy. Nejvyšších hodnot koncentrací síranů bylo dosaženo na vodní nádrži C3 (výsypka Obránců míru V. etapa) a nejnižších na C5 (vnitřní výsypka DJŠ 13, část). Obě extrémní hodnoty koncentrací síranů byly naměřeny ve skupině vodních nádrží spadající do kategorie – vodní plochy vzniklé samovolně v rekultivovaném území.

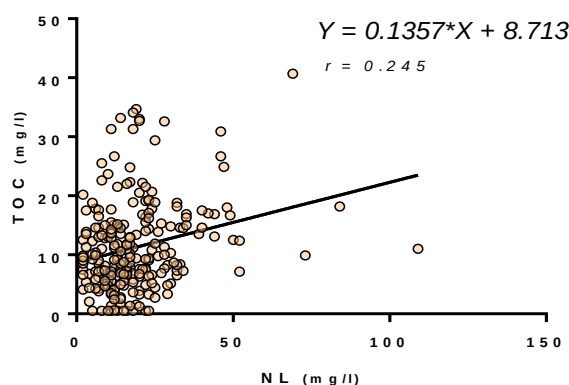


Obrázek 30. SO₄²⁻ – porovnání lokalit

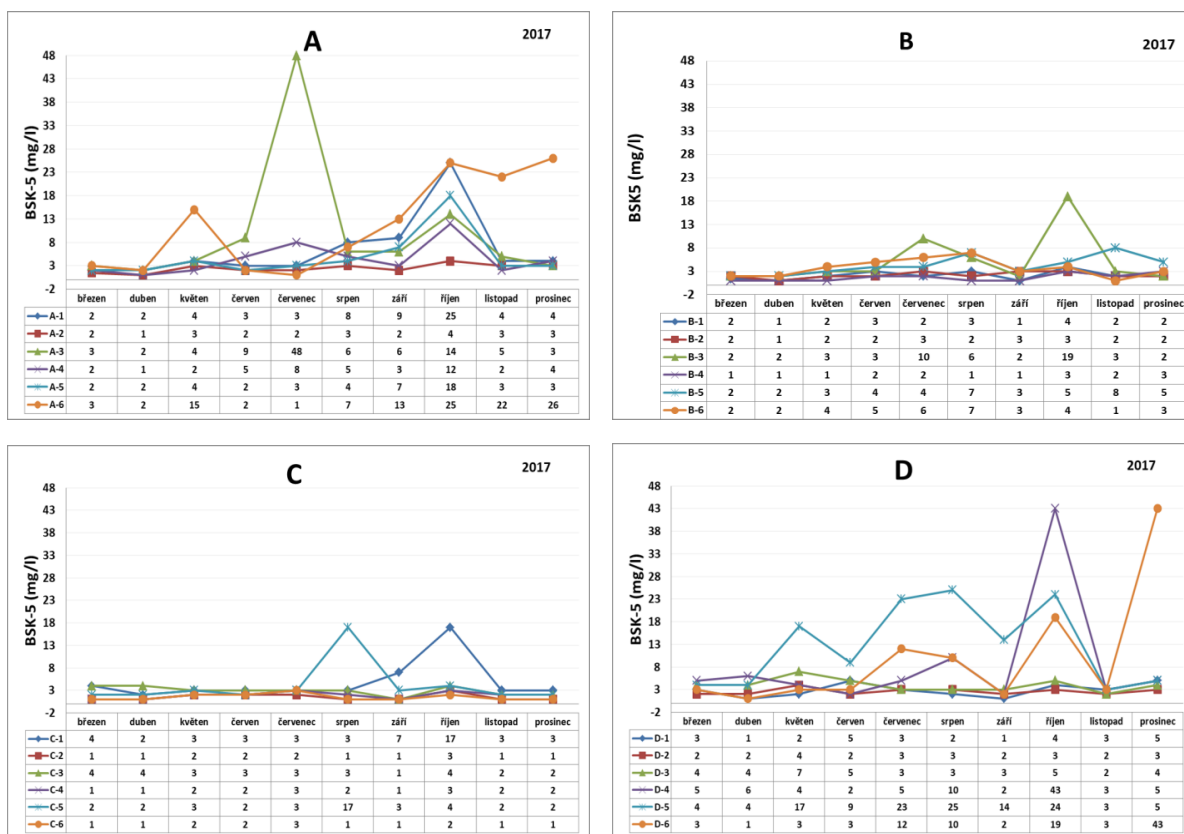
ORGANICKÉ LÁTKY tvoří nejvýznamnější složku znečištění vod po kvalitativní i kvantitativní stránce. Zatížení prostředí organickými látkami vzrůstá s využíváním stále širšího spektra nejrůznějších výrobků. Organické látky v povrchových vodách jsou jednak přírodního původu (huminové látky a produkty životní činnosti vodních organismů), jednak původu antropogenního (ze splaškových a průmyslových odpadních vod a ze zemědělství).

Hodnota **BSK₅** vyjadřuje koncentraci lehce rozložitelných organických látek, které mohou nepříznivě ovlivnit koncentraci kyslíku ve vodě. To je významné zejména při sledování znečištění vod z bodových zdrojů. Ve stojatých vodách vyjadřuje BSK₅ množství organické biomasy živých organismů a jimi vyloučených organických látek. Rozpuštěné organické látky se do přirozených vod dostávají výluhem půd z povodí, výluhem rozkládajících se organických materiálů na povrchu půd (dřevo, listí), především však vznikají ve vodách vylučováním organismů a uvolňují se při jejich rozkladu (Adámek, 2008). Na vodních nádržích A a D (lokality s předpokladem přítoků) lze očekávat vyšší aktivitu živých organismů spojenou s pravděpodobným výskytem rybí obsádky. S tím se pojí vyšší biomasy mikroorganismů (bakterie, fytoplankton, zooplankton). To potvrzuje vzájemné porovnání lokalit (Obrázek 33). Také porovnání sezónních průběhů na jednotlivých nádržích potvrzuje větší rozkolísanost na lokalitách z kategorie A a D (Obrázek 32).

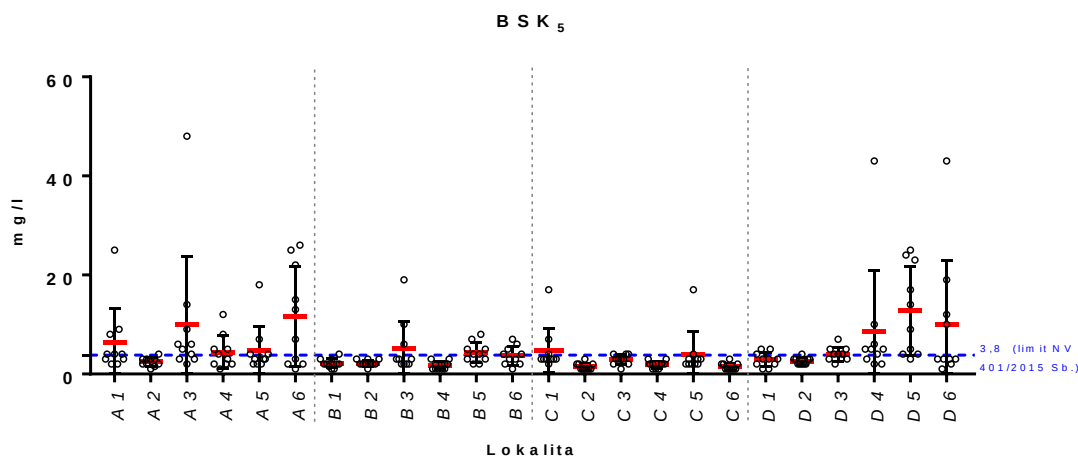
Vyhodnocením dat, porovnáním grafů a korelačních závislostí lze konstatovat, že většinu organického znečištění nesou **NEROZPUŠTĚNÉ LÁTKY** (Obrázek 31), tj. látky, které zůstanou po filtraci vzorku na GF/C filtru.



Obrázek 31. Závislost organických látek vyjádřených jako TOC na nerozpuštěných látkách

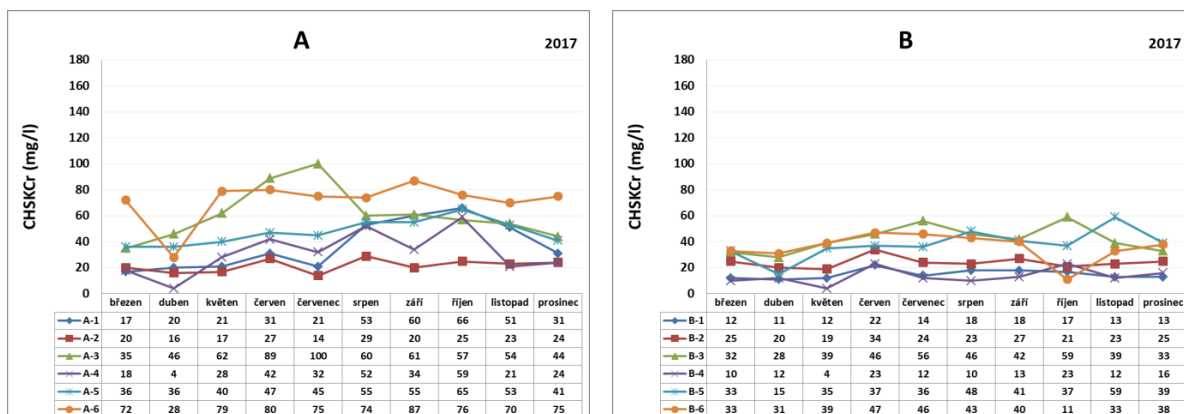


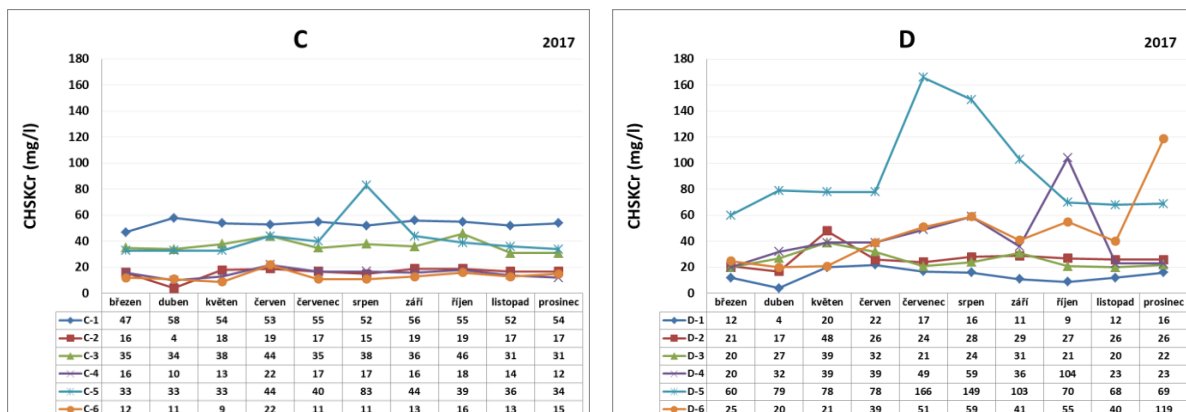
Obrázek 32. Roční průběh hodnot BSK₅ ve vodních nádržích A1 až D6 (2017)



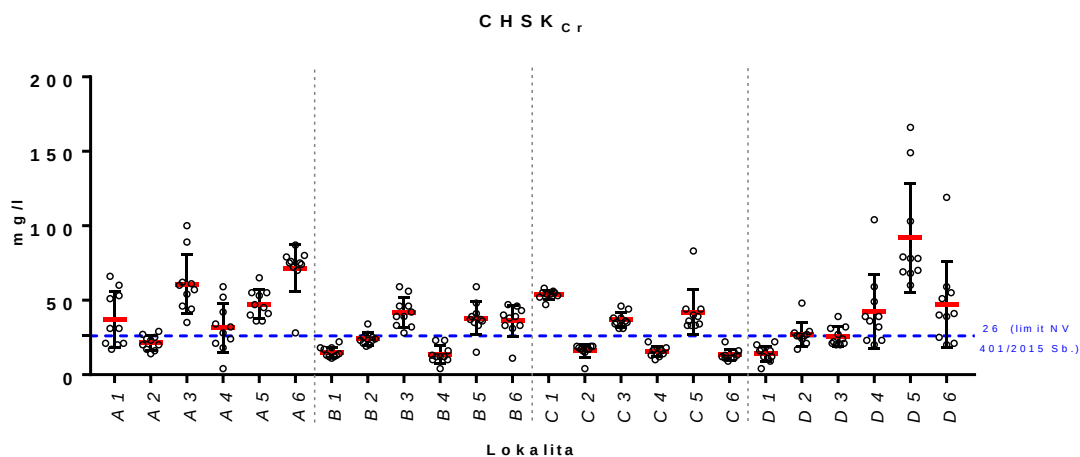
Obrázek 33. BSK₅ – porovnání lokalit

Dalším parametrem, který vyjadřuje míru zatížení vody organickými látkami, je chemická spotřeba kyslíku dichromanovou metodou - **CHSK_{Cr}**. Touto metodou se stanoví prakticky všechny organické látky včetně látek biologicky nerozložitelných nebo nesnadno rozložitelných. Nemá tedy tak úzký vztah ke kyslíkovému režimu. Podobnost nádrží z kategorií A a D ukazují také roční průběhy tohoto parametru (Obrázek 34). Distribuci lokalit překračující limit 26 mg/l zobrazuje Obrázek 35.



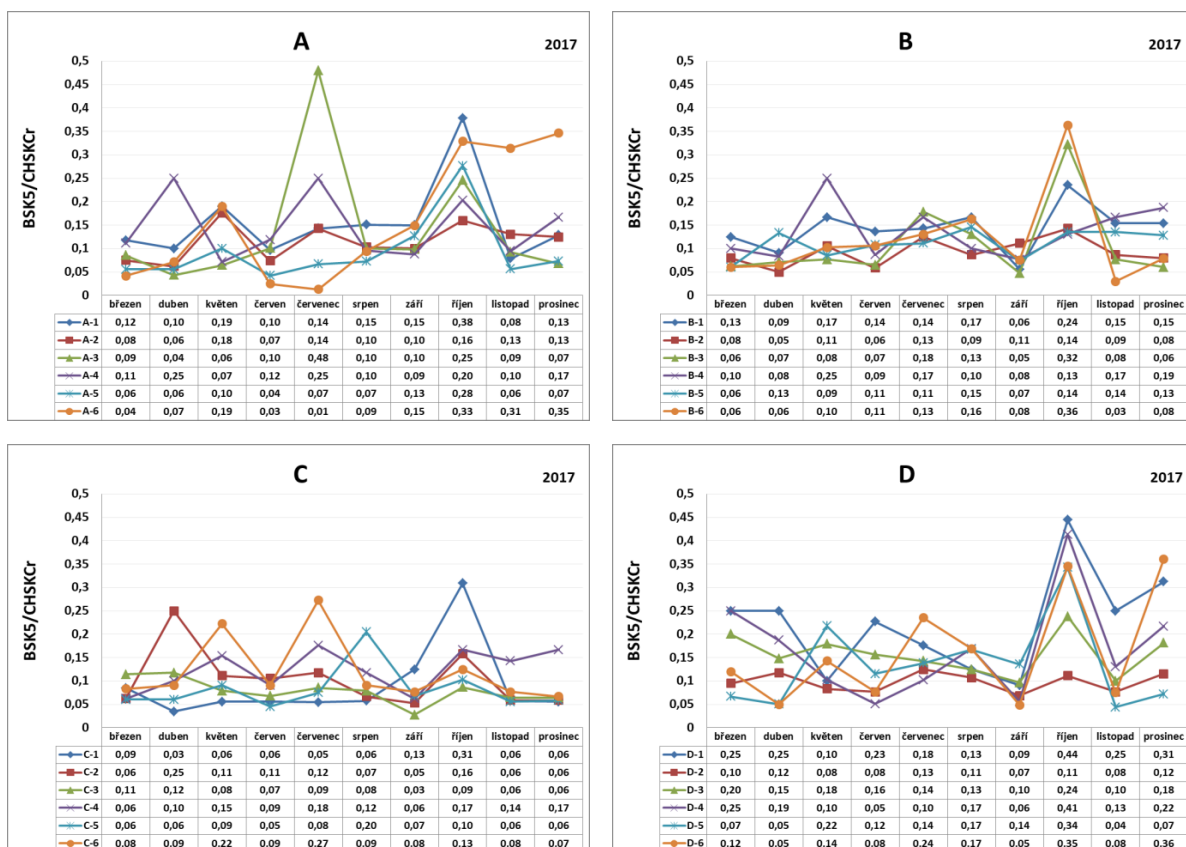


Obrázek 34. Roční průběh hodnot CHSK_{Cr} ve vodních nádržích A1 až D6 (2017)



Obrázek 35. CHSK_{Cr} – porovnání lokalit

Podle chování organických látek ve vodě a schopnosti mikroorganismů využívat tyto látky jako zdroj energie a transformovat je na látky jednodušší, se dělí organické látky na lehce nebo obtížně rozložitelné, biochemicky stabilní a rezistentní. První informaci o zastoupení rozložitelných a nerozložitelných látek poskytuje poměr BSK₅:CHSK_{Cr}, který je u dobře rozložitelných látek asi 0,4 až 0,7, u obtížně rozložitelných 0,25 až 0,4 (Adámek, 2008). U všech sledovaných vodních nádrží A1 až D6 se poměr pohyboval vesměs pod hodnotou 0,4 (Obrázek 36). Z toho lze vyvodit převládající přítomnost obtížně rozložitelných organických látek, které jsou odrazem geologického podloží zájmového území.



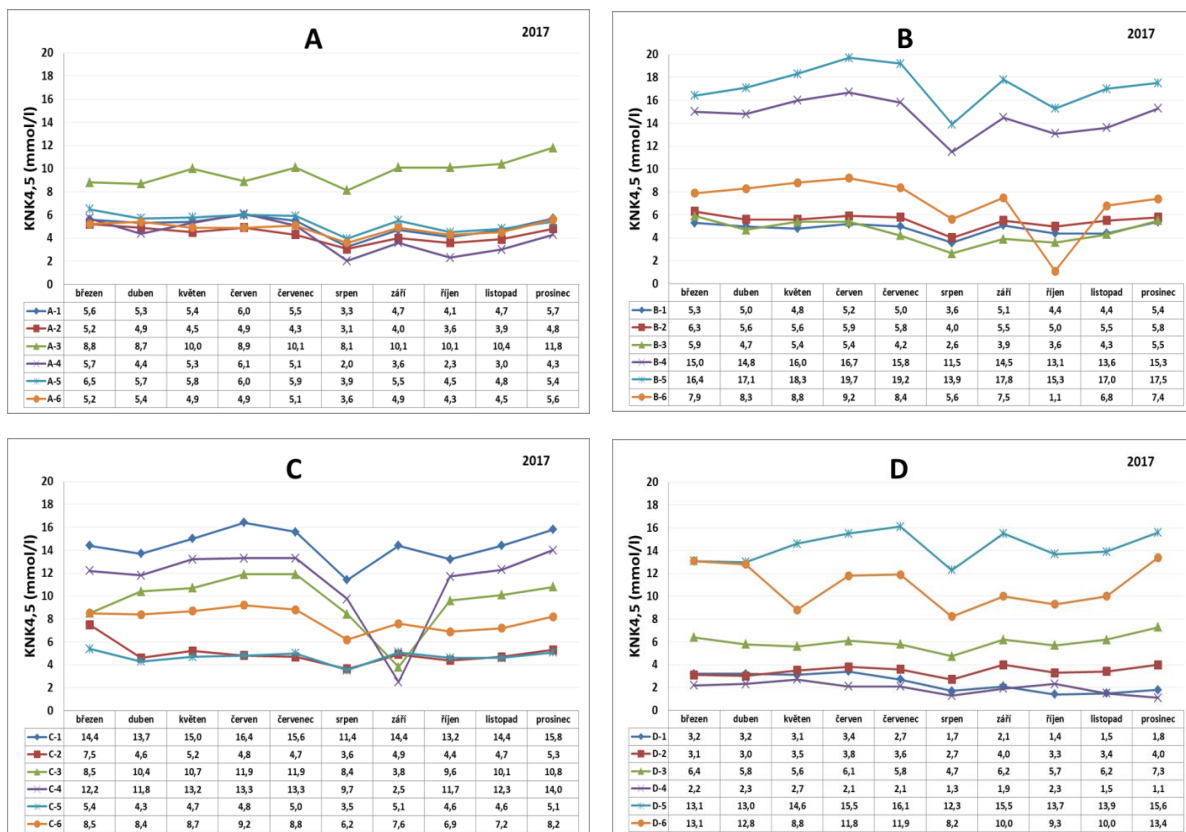
Obrázek 36. Roční průběh poměrů BSK₅/CHSK_{Cr} ve vodních nádržích A1 až D6 (2017)

ALKALITA u přírodních vod poukazuje na schopnost vody vyrovnávat se do určité míry s kyselými nebo zásaditými přítokovými vodami (sněhová voda, odpadní vody, apod.), aniž dojde k významnému poklesu nebo vzrůstu pH.

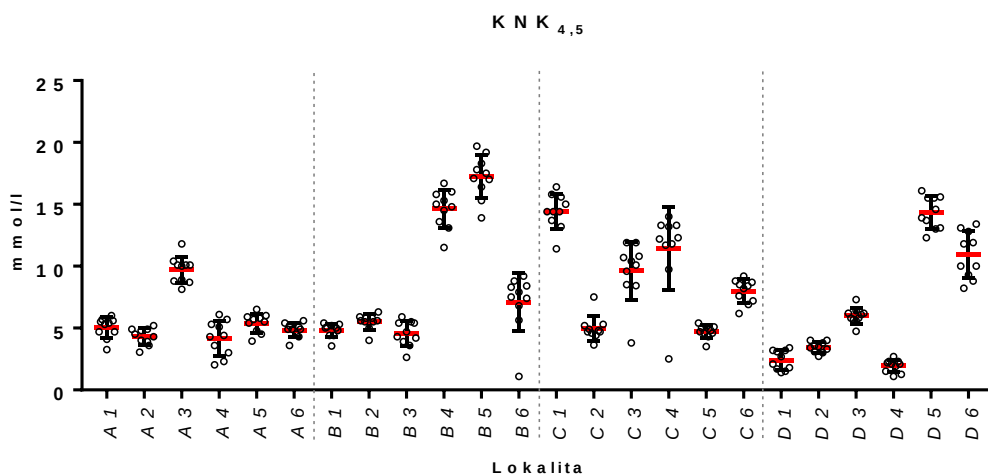
Rok 2017 neprokázal výrazný sezónní trend ve vývoji alkality (Obrázek 37). Vyhodnocovaná data ukazují nízkou rozkolísanost hodnot alkality na jednotlivých lokalitách (Obrázek 38, zřetelná i nízká variabilita u každé nádrže). Z dlouhodobého hlediska však alkalita narůstá (Obrázek 40). To lze přičíst intenzivnějším respiračním procesům souvisejícím se zvyšujícím se oživením vodního ekosystému v průběhu let. Hodnoty alkality (průměrná hodnota 7,5 mmol/l; min 1,1 mmol/l; max 19,7 mmol/l) jsou ve většině případů vyšší ve srovnání s běžnými povrchovými vodami v ČR (průměrná hodnota okolo 2 mmol/l), to by nemělo být chápáno jako znečištění, ale jako přirozená vlastnost vody v daném území.

Obrázek 38 ukazuje na rozdílné fungování alkality mezi jednotlivými nádržemi. U běžných povrchových vod alkalitu ovlivňuje zejména suma Ca, Mg. Na testovaném souboru se ukázalo, že samotný Ca a Mg s alkalitou výrazně nekorrespondují. Nicméně

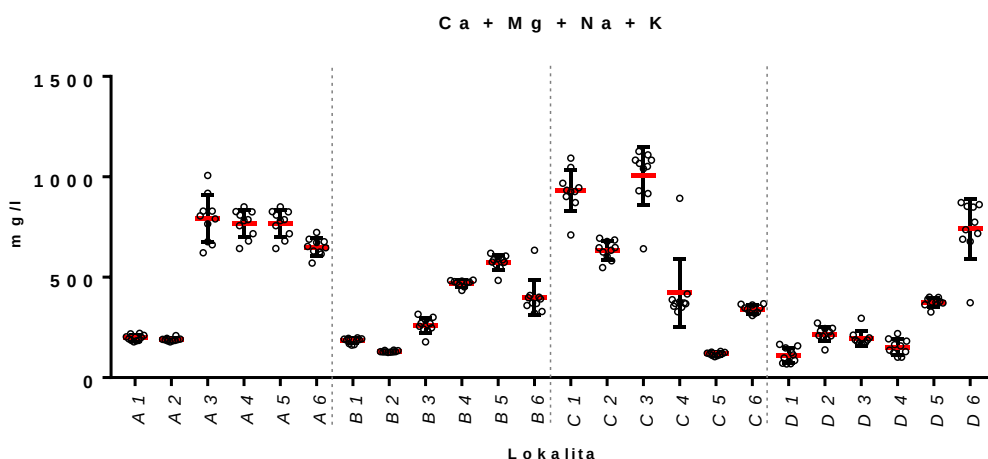
suma všech kationtů již s alkalitou koresponduje spolehlivě (Obrázek 39). Potvrzuje se tak odlišné chování nádrží od běžných povrchových vod, které z velké části odrážejí stav podloží a povodí. Na uhličitánové rovnováze se tak na dotčeném území významně podílejí i kationty K a Na.



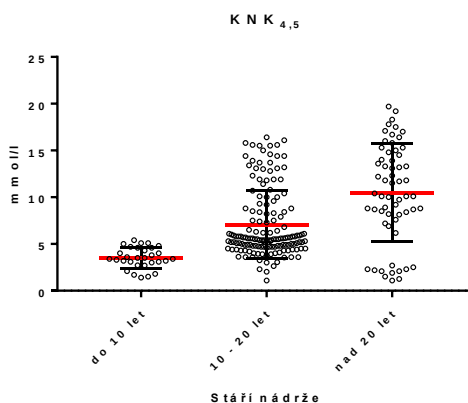
Obrázek 37. Roční průběh $KNK_{4,5}$ ve vodních nádržích A1 až D6 (2017)



Obrázek 38. $KNK_{4,5}$ – porovnání lokalit



Obrázek 39. Suma kationtů – porovnání lokalit



Obrázek 40. Závislost KNK_{4,5} na stáří nádrže

8.5.1. Vyhodnocení rizika – „Změna chemismu vod“

Sledovaný soubor nádrží ukazuje na známý fakt, že vodní ekosystémy, zvláště nádrže rybníčního charakteru, nelze z větší části paušálně hodnotit. Výrazná heterogenita a chování nádrží z hlediska chemických pochodů je natolik zřejmá, že lze obtížně vyvodit/definovat rizika závisující například na typu, stáří, či hloubce nádrže. Nicméně je zřejmé, že do budoucna nehrozí zhoršení kvality vody, způsobené chemickými změnami.

8.6. Potenciální riziko 5: Rekreace

Naprostá většina vodních ploch v dotčeném území byla vytvořena samovolně, či jako rekultivační prvek, bez přímého ovlivnění lidskými aktivitami. Otevření prostoru veřejnosti logicky přinese kvalitativní změny vodního prostředí a bezprostředního okolí.

Rekreace často významně ovlivní živinovou bilanci v nádrži. Obzvláště patrné to bývá na nádržích s menší kubaturou vody. Nepředpokládáme však, že například koupání, bude probíhat na nádržích s převládající hloubkou do 1,5 m.

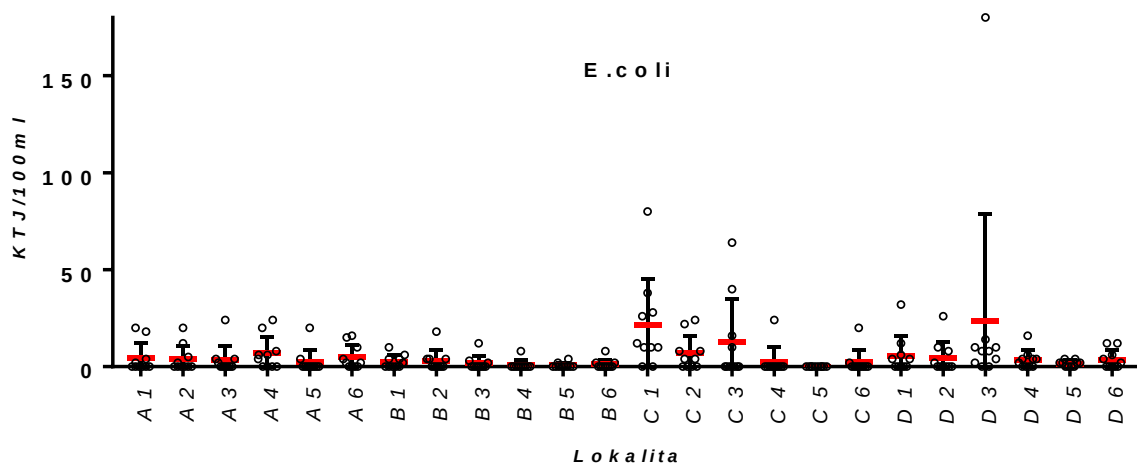
Rekreace s sebou přináší i potenciální sportovní rybáře, případně jen snahy o zarybnění vod. Rizika spojená se zarybněním jsou uvedena v samostatné kapitole.

Nepřehlédnutelným aspektem spojeným s rekreací je zvyšování počtu fekálních bakterií ve vodním prostředí.

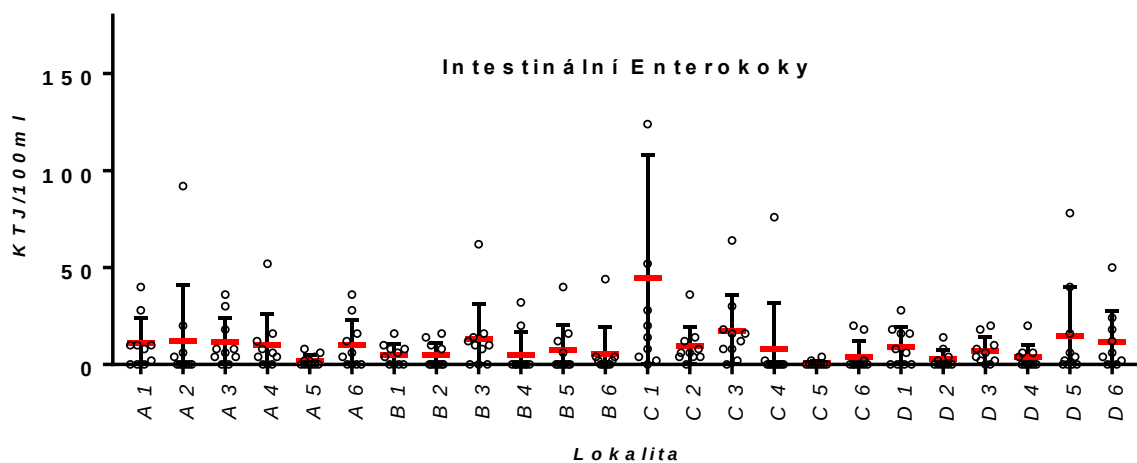
Indikátorem fekálního znečištění je bakteriální druh *Escherichia coli*. Tento druh je součástí střevní mikrobioty teplokrevných živočichů i člověka, ve vodě se nepomnožuje, přežívá v závislosti na přírodních podmínkách pouze omezenou dobu a lze jej specificky detekovat. Intestinální enterokoky jsou též dobrým indikátorem fekálního znečištění a svým charakterem doplňují stanovení termotolerantních koliformních bakterií, resp. *E. coli*. Hlavními problémy, se kterými je třeba počítat při hodnocení výsledků, jsou nejistoty stanovení mikrobiologických ukazatelů a velké výkyvy počtu sledovaných bakterií v povrchové tekoucí vodě v souvislosti se změnami průtoků (Baudišová a Mlejnková, 2017).

Ve vybraných vodních nádržích bylo 1x měsíčně sledováno mikrobiální znečištění pomocí stanovení *Escherichia coli*, intestinálních enterokoků a termotolerantních koliformních bakterií. I přes velmi nízké hodnoty bakteriálního znečištění (desítky KTJ) se lze domnívat, že zatížení těmito bakteriemi je v průběhu roku víceméně konstantní (Obrázek 41, Obrázek 42, Obrázek 43).

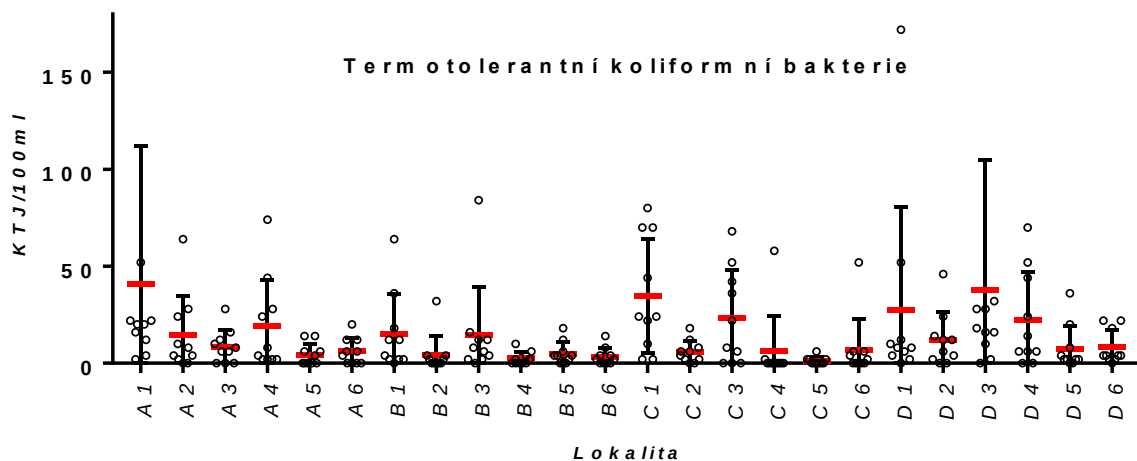
O tom, zda bakteriální zatížení ve vodě přetrvává, může rozhodovat nasycení vody kyslíkem. V podmínkách s vyšším obsahem kyslíku střevní bakterie pravděpodobně z velké části hynou a nepředstavují tak výraznější riziko pro povrchové vody dle NV č.401/2015 Sb. V případě, že se nádrž potýká s kyslíkovými propady (běžné situace v letních měsících s vyšší teplotou vody) mohou bakterie v takovémto prostředí lépe prospívat.



Obrázek 41. *E. coli* – porovnání lokalit



Obrázek 42. Intestinální enterokoky – porovnání lokalit



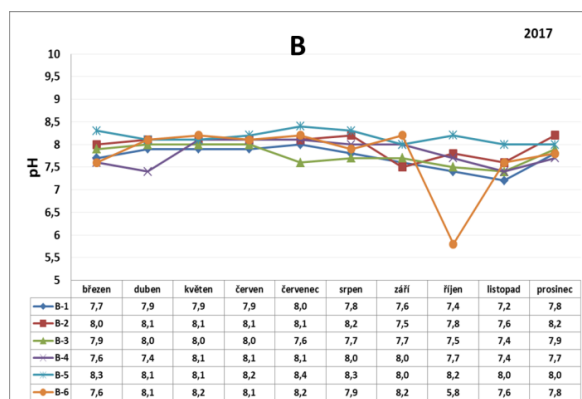
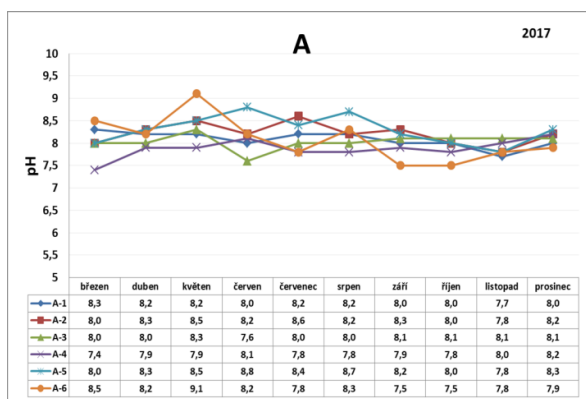
Obrázek 43. Termotolerantní koliformní bakterie – porovnání lokalit

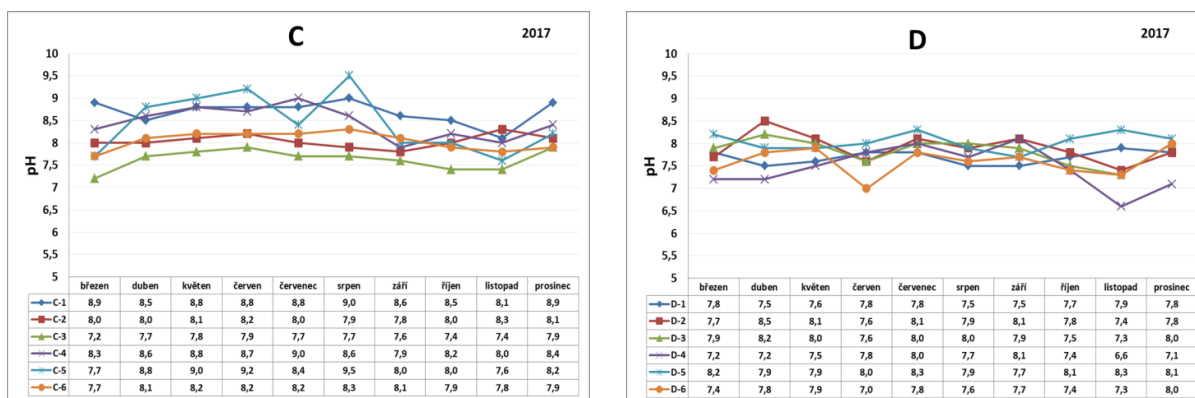
8.6.1. Vyhodnocení rizika - „Rekreace“

Na základě získaných hodnot lze konstatovat, že všechny lokality spadají do nejlepších jakosti dle NV č. 401/2015 Sb. a ČSN EN 75 7221.

8.7. Potenciální riziko 6: Specifické polutanty

Ve vzorcích vody z vodních nádrží byly 2x během sezóny (březen, září) stanoveny obsahy rozpuštěných forem potenciálně rizikových prvků a specifických polutantů. Přehled měřených parametrů ukazuje Tabulka 7. Naměřené koncentrace byly u velké části polutantů pod mezí stanovitelnosti. U prvků - Al, Ba, B, Mo a Ni byly naměřeny koncentrace vyšší než je mez stanovitelnosti, ale přesto se jednalo o velmi nízké hodnoty. V Nařízení vlády č. 401/2015 Sb. NEK jsou uvedeny limity pouze pro hliník ($1000\mu\text{g/l}$) a molybden ($18\mu\text{g/l}$). Ani jedna naměřená hodnota Al a Mo nepřekračovala limity dané tímto nařízením. Hodnota pH má zásadní vliv na rozpustnost i toxicitu mnoha látek ve vodním prostředí. V kyselých vodách se snižující hodnotou pH se zvyšuje rozpustnost potenciálně rizikových látek (toxické kovy) a rizikové prvky se uvolňují do vodního sloupce. Extrémní hodnoty mají mj. vliv na druhové spektrum vodních organismů. Na sledovaných vodních nádržích se hodnoty pH pohybovaly v slabě alkalické oblasti bez výraznějších sezónních výkyvů (Obrázek 44).





Obrázek 44. Roční průběh pH ve vodních nádržích A1 až D6 (2017)

8.7.1. Vyhodnocení rizika – „Specifické polutanty“

Lze tedy konstatovat, že znečištění výše uvedenými specifickými polutanty a potenciálně rizikovými prvky v současné době nepředstavuje ve sledovaných vodních nádržích prakticky žádné hydrochemické riziko.

8.8. Potenciální riziko 7: Fytoplankton s ohledem na rozvoj sinic

Fytoplankton tvoří dvě skupiny organismů – sinice a řasy. Sinice jsou vývojově starší s prokaryotní stavbou buněk blízké bakteriím, většinou obsahují toxiny. Řasy jsou eukaryotní organismy, mají diferencovanou stavbu buňky a jsou blízké vyšším rostlinám. Obě skupiny zajišťují primární produkci a jsou přirozenou součástí vodních ekosystémů. Riziko pro nádrže představují zejména sinice v případě, když dojde k jejich masovému rozvoji.

Abundance k jednotlivým taxonům nebyly k dispozici. Spolehlivou informaci o celkovém množství fytoplanktonu dává parametr chlorofyl-a (Chl-a), ale není možné z něj určit, jaké množství náleží jednotlivým druhům, ani oddělit sinice a řasy. Dalším ukazatelem množství fytoplanktonu je počet buněk v 1 ml. Kvantifikace byla provedena v laboratořích VÚV TGM, v.v.i., Praha. Dominantní taxony nebyly stanoveny ani podíl sinic ve vzorcích není znám. Kalkulace na úrovni jednotlivých taxonů nebyla prováděna. Výsledkem je počet jedinců v ml vzorku. Vzhledem k absenci proporčního zastoupení druhů nebylo možné kvantifikovat a detailně vyhodnotit fytoplankton.

Pro kvantitativní hodnocení fytoplanktonu byl použit parametr Chl-a a počet buněk na 1 ml. Pro kvalitativní hodnocení jsme vycházeli ze seznamu zjištěných druhů. Pozornost byla věnována zejména sinicím. Dále byly k jednotlivým taxonům přiřazeny

stupně saprobity. Abundance k jednotlivým druhům nebyly k dispozici, hodnocení saprobity je pouze informativní.

Z výše uvedených důvodů lze obtížně definovat potenciální rizika spojená s množstvím fytoplanktonu. Následující text tak vychází zejména z dosavadních zkušeností z nádrží obdobného charakteru.

Sinice jsou všudypřítomné a riziko představuje jejich přemnožení. Ukazatel „vodní květ“ v souboru dat nebyl. Z dat nelze jednoznačně vyčíst, zda k těmto situacím na nádržích dochází. Obdobně lze nahlížet na pikosinice, které mohou tvořit velké abundance, ale nepředstavují výrazné riziko pro běžné povrchové vody.

8.8.1. Kvantitativní hodnocení fytoplanktonu

Chlorofyl *a*

V průběhu monitorovacího období byl stanoven chlorofyl-*a* na všech nádržích v deseti odběrových termínech. Naměřené hodnoty byly porovnány s normou ČSN 757221 Kvalita vod – Klasifikace povrchových vod (Obrázek 16).

Ze všech 240 naměřených hodnot bylo pouze 7 (necelá 3%) klasifikováno stupněm V. Konkrétně na 4 nádržích (A3, C5, D4, D5). Tyto nádrže lze považovat za nejrizikovější z hlediska vyššího výskytu fytoplanktonu v případech, kdy v druhovém složení budou dominovat sinice. Stupeň IV překročilo 13 hodnot (5%) na 5 nádržích (A1, B3, B5, C1 D1) a stupeň III 43 hodnot (18%) na 7 nádržích. Jako znečištěná až silně znečištěná voda byla tedy hodnocena pouze čtvrtina z celkového množství hodnot, ale více než polovina nádrží měla aspoň v jednom odběru hodnocení znečištěná voda. Více než 50% všech hodnot bylo přiřazeno stupni I neznečištěná voda, ale celou sezonu se kvalita na stupni I udržela pouze na dvou nádržích (B1, C2) a na 6 nádržích (A2, A6, B2, B4, C4, C6) se udržela kvalita na stupni II celou sezonu.

Množství fytoplanktonu měřené parametrem Chl-*a* je během sezóny velmi proměnlivé. Z hlediska sezónního vývoje je nejrizikovější období s vyššími teplotami a delší dobou oslunění, které je pro růst fytoplanktonu nejprůzračnější. Většina nadlimitních hodnot, tedy stupeň 5, byly naměřeny v období květen až srpen.

Počet buněk

V průběhu monitorovacího období byly stanoveny počty buněk na všech nádržích v deseti odběrových termínech. Biomasa fytoplanktonu ani podíl sinic na celkové biomase nebyly k dispozici. Hodnocení fytoplanktonu není v podmínkách legislativy ČR zakotveno. Řasy jsou přirozenou součástí vodních ekosystémů a není důvod je z hlediska potenciálních zdravotních rizik sledovat. Riziko představují pouze sinice, pokud dojde k jejich masovému rozvoji. Počty buněk sinic jsou sledovány při potenciálním využití povrchových vod pro vodárenské nebo rekreační účely. Limity stanoví vyhláška č. 238/2011 Sb. pro koupací vody. Podle této vyhlášky se za vody, u nichž lze očekávat s velkou pravděpodobností rozmnožení sinic, považují zejména vody, kde byl alespoň jednou za poslední 3 roky zaznamenán výskyt sinic překračující limity II. stupně podle odstavce 2 nebo v předcházející sezóně zaznamenán výskyt sinic překračující limity I. stupně (Tabulka 10).

Tabulka 10. Ukazatele a jejich limitní hodnoty pro přírodní koupaliště provozované na povrchových vodách, dalších povrchových vodách ke koupání a vodních plochách ke koupání vzniklých těžební činností se zvýšeným rizikem vzniku masového rozvoje sinic

	Ukazatel	Jednotka	I. stupeň	II. stupeň	III. stupeň
1a	Sinice	buňky/ml	20000	100000	250000
1b	Sinice	mm ³ /l	2	10	20
2	chlorofyl-a	µg/l	10	50	100
3	vodní květ	stupeň			2

V daném souboru dat byly stanoveny počty buněk fytoplanktonu celkem, ale nebyla informace o počtu buněk sinic. Pro vyhodnocení k této zprávě byly orientačně porovnány počty buněk veškerého fytoplanktonu s výše uvedenou tabulkou. Ze všech 240 odběrů na sledovaných deseti lokalitách bylo 187 hodnot pod limitem I. stupně a pouze 3 hodnoty překročily stupeň III. (A1 v září a říjnu a D4 v říjnu). Ani na jedné z těchto lokalit v daném termínu nebyly determinovány sinice. Posouzení rizik podle celkového počtu buněk (tj. řasy a sinice dohromady) není v tuto chvíli relevantní.

8.8.2. Kvalitativní hodnocení fytoplanktonu

Pro kvalitativní hodnocení fytoplanktonu byl k dispozici seznam výskytu determinovaných druhů na jednotlivých nádržích v jednotlivých odběrech. Seznam byl rozdělen podle taxonomických skupin.

Sinice

V daných nádržích byl počet druhů sinic nízký. Sinice tvořily maximálně 2-4 % z celkového počtu determinovaných druhů na monitorovaných lokalitách.

Nejméně druhů sinic bylo determinováno u skupiny A a nejvíce u skupiny D, přičemž v nádrži D6 bylo určeno nejvíc různých druhů sinic. To samo o sobě nemusí být špatné, záleží na druhu sinic a množství jejich biomasy. Pro vyhodnocení nebyla k dispozici informace o počtu buněk jednotlivých rizikových druhů ve vzorcích ani o celkové biomase jednotlivých druhů, aby bylo možné konkrétně posoudit aktuální riziko.

Největší riziko představují sinice, které mohou tvořit tzv. "vodní květy". Z druhů určených na monitorovaných nádržích to jsou následující taxony:

Dolichospermum (dříve Anabaena) solitaria

Dolichospermum (dříve Anabaena) sp.

Aphanizomenon cf. flos-aquae

Planktothrix agardhii

Woronichinia cf. compacta

Woronichinia naegeliana.

K těmto taxonům byly dohledány údaje o koncentraci chlorofylu-a, počtu buněk a celkovém počtu determinovaných taxonů v daném odběru a podílu sinic v odběru. Přehled ukazuje Tabulka 11.

Tabulka 11. Lokality s výskytem sinic tvořících vodní květy

Taxon	Datum	Typ	Lokalita	Chl a *	Buňky **	Počet druhů/počet sinic
				µg/l		
Anabaena sp.	28.8.17	B	B2	4	9369	16/2
Anabaena sp.	16.10.17	B	B2	7	5844	16/1
Anabaena sp.	17.7.17	C	C3	5	316	6/1
Anabaena sp.	17.7.17	C	C4	14	7761	6/1
Anabaena solitaria	28.8.17	D	D1	6	4423	11/1
Aphanizomenon cf. flos-aquae	28.8.17	C	C5	102	35137	1/1
Planktothrix agardhii	17.7.17	B	B3	74	20910	10/1
Planktothrix agardhii	26.4.17	B	B5	17	4 970	12/1
Planktothrix agardhii	5.4.17	D	D3	49	37798	12/1
Planktothrix agardhii	26.4.17	D	D3	30	18 256	10/1

Planktothrix agardhii	5.4.17	D	D5	17	2477	14/1
Planktothrix agardhii	5.4.17	D	D6	18	1314	12/2
Planktothrix agardhii	20.6.17	D	D6	1	1271	7/2
Planktothrix agardhii	17.7.17	D	D6	7	4643	8/3
Woronichinia cf.compacta	16.10.17	B	B4	9	19100	9/1
Woronichinia naegeliana	28.8.17	C	C4	5	5629	8/1

*Chla- barevná škála podle normy ČSN 75 7221 stupeň I až V

** Buňky barevná škála dle vyhlášky č. 238/2011 Sb. stupeň 1-3.

Tyto nejrizikovější druhy nebyly determinovány na nádržích skupiny A, byly na téměř všech nádržích skupiny B (kromě B1) a na polovině nádrží skupin C a D.

Významný je nález druhu *Aphanizomenon flos-aquae* na lokalitě **C5 v srpnu**. V daném odběru byl na lokalitě určen pouze tento jeden druh, to znamená, že naměřené množství chla- a 102 ug/l a 35 tis. jedinců v ml byl *Aphanizomenon flos-aquae*. V porovnání s vyhláškou č. 238/2011 Sb. byly překročeny limity pro přírodní koupaliště provozované na povrchových vodách, dalších povrchových vodách ke koupání a vodních plochách ke koupání vzniklých těžební činností se zvýšeným rizikem vzniku masového rozvoje sinic. V dalším odběru o měsíc později už určen nebyl. Lze předpokládat, že nadlimitní výskyt sinic může běžně nastávat i v dalších letech, ale nemusí. Sinice mohou být doplněny nebo nahrazeny jinými primárními producenty. Záleží na průběhu sezóny a celkovém stavu ekosystému v nádrži.

Limity prvního stupně byly překročeny ještě na lokalitě **B3 v červenci a na D3 v dubnu**. V obou případech byla zaznamenána přítomnost druhu *Planktothrix agardhii*. Spolu s touto sinicí se na těchto lokalitách vyskytovalo ještě 9 respektive 11 jiných druhů. Informace o počtu buněk jednotlivých taxonů nebyla k dispozici. Lze předpokládat, že sinice nebyly dominantní. Ostatní druhy sinic s potenciálem tvorby vodních květů byly zpravidla determinovány v jednotlivých nádržích v jednom odběru, nebyl tedy zaznamenán souvislý výskyt druhu v několika odběrech po sobě. Kromě těchto rizikových sinic bylo v daném odběru určeno ještě 6 – 12 dalších druhů jiných taxonomických skupin.

Tyto tři nádrže vzhledem k množství chlorofylu se jeví zatím jako nejrizikovější z hlediska výskytu sinic. V dalších nádržích je množství sinic tvořících vodní květy zatím hygienicky nevýznamné a riziko masového rozvoje sinic prozatím malé.

Další rizikovou sinicí je *Limnothrix redekei*, tenká vláknitá sinice s maximálním výskytem v zimních měsících, jejíž toxiny při přemnožení pravděpodobně působí na nervovou soustavu akvatických živočichů. Výskyt výše zmíněného druhu byl zaznamenán na nádrži B6 v dubnu.

Významnou skupinou jsou ještě pikosinice, které tvoří kolonie. Byl zaznamenán souvislý výskyt *Aphanocapsa sp.* na nádrži D6 téměř po celou sezónu a navíc se zde vyskytoval i *Planktothrix agardhii*. Nádrž D6 se jeví z tohoto hlediska jako nejhorší.

Ostatní druhy sinic a pikosinic by neměly být potenciálně významně rizikové. V budoucnu bude záležet na vývoji nádrží. V případě zvýšeného přísunu živin z okolní krajiny a optimálních teplotních podmínek, lze předpokládat zvyšování biomas sinic.

Řasy

Řasy ve vodních nádržích jsou primárními producenty. Druhové složení se mění v průběhu sezóny i podle fyzikálně chemických vlastností vodního prostředí, na druhé straně jsou vystaveny predáčnímu tlaku. Dlouhodobé zkušenosti ukazují, že v jarních měsících dominují zpravidla rozsivky (*Bacillariophyta*), v letních měsících chlorokokální řasy (*Chlorophyta*). V nádržích s větším podílem organického uhlíku dominují *Euglenophyta* a *Cryptophyta* (viz saprobity). Hodnocená data vykazují podobné trendy.

Řasy nepředstavují zdravotní riziko, jejich přemnožení způsobuje problémy spíše technického rázu a esteticky nepůsobí dobře. Zpravidla neobsahují nebezpečné toxiny a hladinové vodní květy tvoří pouze výjimečně. Vodní květy mohou tvořit některé vláknité řasy ze skupiny *xantofyt*, *eugleny* a drobná plovoucí makrofyta (např. *Lemna minor*). *Xantofyta* nebyla determinována, *eugleny* se vyskytovaly hojně, ale není informace o jejich abundanci. Spolu s nimi byly determinovány další skupiny řas, je tedy předpoklad, že nebyly dominantní.

8.8.3. Porovnání nádrží podle výskytu sinic

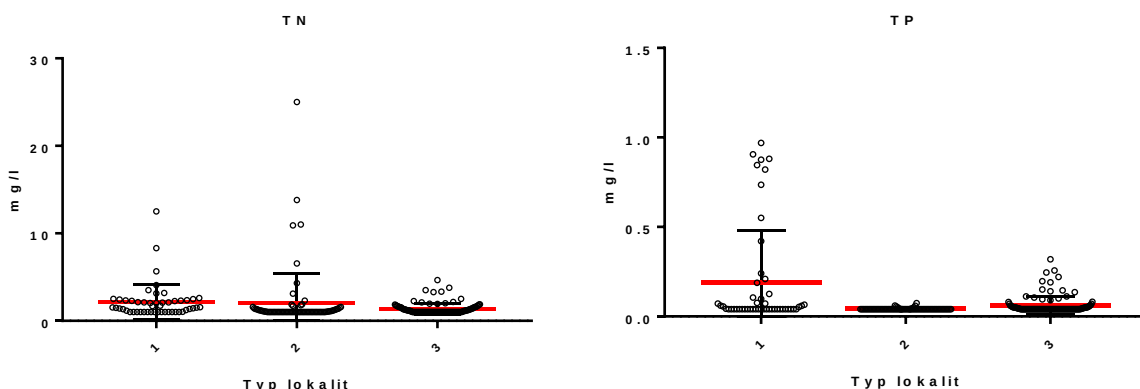
Nádrže byly rozděleny do tří skupin podle výskytu sinic a sledovány vůči řadě fyzikálně-chemických parametrů. Z hlediska přítomnosti sinic jsou nejvíce skloňovány prvky N a P.

Typ lokalit:

1. Nádrže s výskytem sinic tvořících vodní květy

2. Nádrže s ostatními sinicemi

3. Nádrže, ve kterých sinice determinovány nebyly.



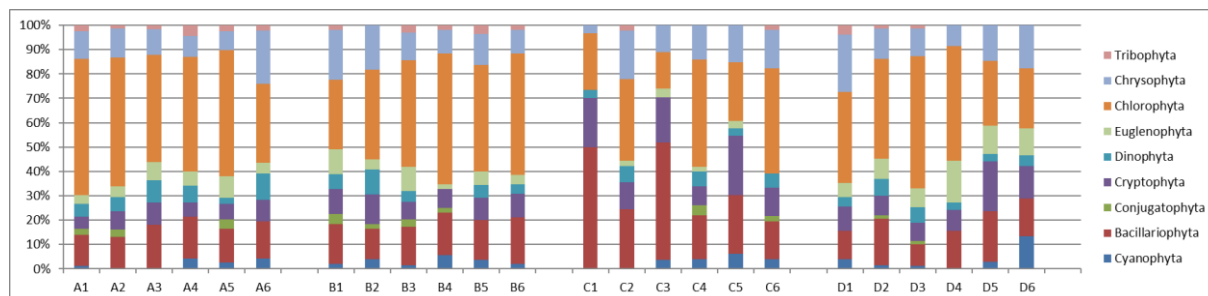
Obrázek 45. Porovnání TN a TP na jednotlivých typech lokalit podle výskytu sinic

Na posuzovaném souboru dat se mezi jednotlivými lokalitami neprokázal žádný signifikantní rozdíl u prvků N a P (Obrázek 45). Obdobně se chovaly ostatní testované parametry.

8.8.4. Poměrné zastoupení skupin v jednotlivých skupinách nádrží

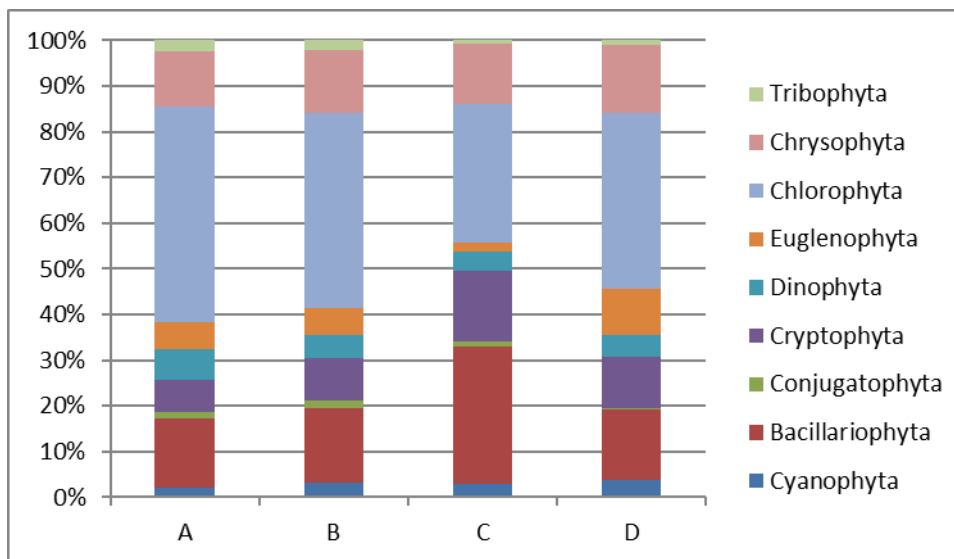
V průběhu monitoringu bylo determinováno cca 250 taxonů (včetně sinic.) Největší biodiverzita byla u nádrží typu A (průměr 68 taxonů) a nejmenší u typu C (39 taxonů). U nádrží typu D je to nevyrovnané od 34 – 79.

Obrázek 46 zobrazuje procentuální zastoupení jednotlivých taxonomických skupin fytoplanktonu v jednotlivých typech nádrží. Nejvyrovnanější jsou nádrže typu A a B, a částečně i D. V nádržích typu C jsou největší rozdíly v počtech determinovaných druhů i taxonomických skupin.



Obrázek 46. Procentuální zastoupení jednotlivých skupin fytoplanktonu na nádržích A1 - D6

Obrázek 47 graficky znázorňuje průměrné zastoupení taxonomických skupiny fytoplanktonu v jednotlivých typech nádrží.



Obrázek 47. Průměrné zastoupení taxonomických skupin fytoplanktonu na jednotlivých typech nádrží A - D

Ve všech typech nádrží je nejvíce druhů ve skupině chlorokokálních řas, následují rozsivky, kryptomonády a zlativky (*Chrysophyta*). V nádržích typu A je nejvíce druhů chlorokokálních řas, nejméně kryptomonád a sinic v porovnání s ostatními typy. V nádržích typu B je nejvíce krásivek (*Conjugatophyta*) v porovnání s ostatními typy, v nádržích C je nejvíce druhů rozsivek a kryptomonád, nejméně početnou skupinou jsou euglenofyta a chlorokokální řasy. Nádrže typu D mají nejvíce druhů euglenofyt v porovnání s ostatními typy nádrží.

8.8.5. Saprobity

K determinovaným druhům byly přiřazeny saprobní indexy podle technické normy ČSN 75 7716 *Jakost vod – Biologický rozbor – Stanovení saprobního indexu*. Abundance nebyly k dispozici, pouze výskyty v jednotlivých odběrech, nebylo tedy možné vypočítat saprobní index společenstva fytoplanktonu. Saprobní indexy druhů byly v rozmezí od 1,2 do 2,7. Průměrná hodnota byla 2,0, což odpovídá beta – mesosaprobítě. Jednotlivé skupiny nádrží se nelišily.

8.8.6. Shrnutí

Sledované nádrže v roce 2017 byly hodnoceny z hlediska fytoplanktonu kvantitativně i kvalitativně. Přestože byly ve všech typech nádrží zjišťovány v letních měsících nadlimitní hodnoty koncentrací chlorofylu a na některých lokalitách se vyskytovaly sinice s potenciálem tvorby vodních květů, nepředstavuje fytoplankton

v současné době výrazné riziko. Pozornost je však potřeba věnovat výskytu sinic v lokalitách C5, B3, D3. Pokud bude docházet k eutrofizaci území, může se výskyt rizikových sinic zvyšovat i na dalších nádržích.

9. CELKOVÉ ZHODNOCENÍ KVALITY VODY DLE TYPU VODNÍCH ÚTVARŮ A, B, C, D

Výsypky představují jeden z doprovodných jevů těžby nerostných surovin, v Ústeckém kraji tedy především těžby hnědého uhlí. V zájmu obyvatel pánevních okresů i těžebních podniků je jejich co nejrychlejší úprava a postupné začlenění takto nově vzniklé krajiny do ekosystému území. Jde o procesy, které by bez zásahu člověka trvaly minimálně desítky let, ovšem v případě nepříznivého složení hornin sypaných na výsypku by k nim patrně vůbec nedošlo. Proto nabývají rekultivační práce na výsypkách severočeské pánve stále většího významu. Povrchová těžba se, oproti hlubinné, vyznačuje vyšší roční těžbou, nižšími těžebními náklady, ale hlavně také devastací všech složek prostředí, ve kterém je provozována (Štýs, 2004). Negativními vlivy je zasaženo velké množství obyvatel. Z těchto důvodů je rychlost a kvalita rekultivací ploch zasažených těžbou nerostných surovin významným faktorem krajinotvorby.

Z hlediska umístění výsypek se rozlišují výsypky vnější, které jsou zakládány mimo prostor povrchového dolu, a výsypky vnitřní, kdy jsou nadložní zeminy ukládány zpět do vyuhleného prostoru povrchového dolu. Někdy však vnější výsypka může plynule přecházet do výsypky vnitřní. Po dosypání výsypky je její povrch většinou upraven buldozerem a následně rekultivován. Někdy byly části některých výsypek ponechány bez terénní úpravy, což je dodnes patrné díky typické „hřebínkové“ struktuře povrchu výsypky. Po ukončení těžby zůstávají v krajině různé velké vodní plochy, od velkých jezer až po menší vodní nádrže a mokřady.

Vedle velkých a hlubokých zbytkových jam po povrchové těžbě uhlí se v rekultivované krajině vyskytuje velký počet menších a mělkých zbytkových jam, malých a mělkých rekultivačních nádrží, propadlin, jezírek a toků na výsypkách i mělké bažiny u paty výsypky. Vlastnosti vody ve vodních nádržích se mění nejenom v průběhu let, ale liší se i mezi jednotlivými povodími. Změny budou patrné i při výjimečných a extrémních událostech, jako je jarní tání, přívalové deště, apod. Tak jak dochází k postupné konsolidaci výsypek, stabilizaci krajiny, většímu zapojování vegetace v krajině dotčené povrchovou těžbou, tak dochází postupem let k ustálení látkového zatížení vod. Vlivem přísunu nerozpuštěných látek a opadem z vegetace v okolí nádrže dochází k postupnému zvyšování vrstvy sedimentu na dně nádrží, který funguje jako živinový rezervoár.

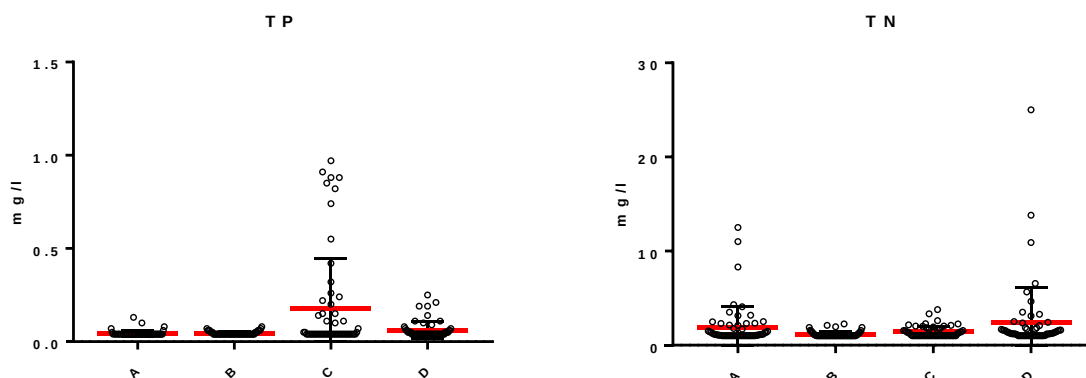
V předkládané studii bylo vyhodnocováno 24 vodních nádrží vzniklých na hnědouhelných výsypkách. V závislosti na původu a okolnostech jejich vzniku byly rozděleny do 4 hlavních typů:

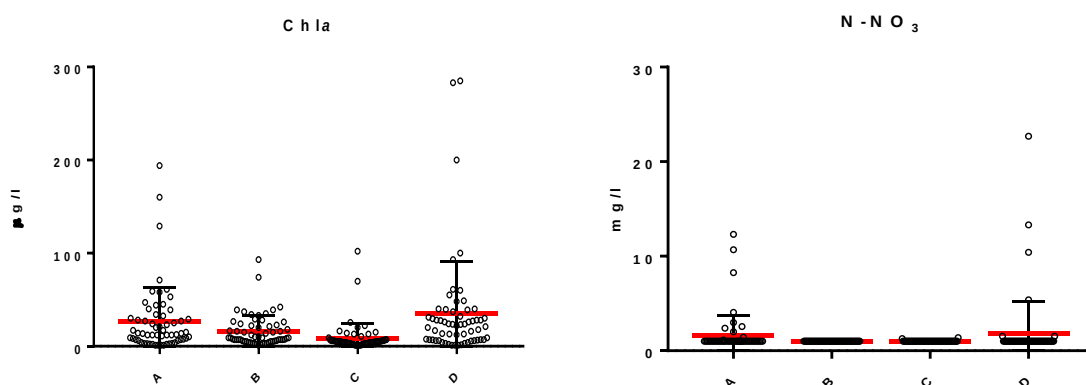
- A Rekultivační vodní nádrže
- B Vodní plochy vzniklé na neupraveném výsypkovém terénu
- C Vodní plochy vzniklé samovolně v rekultivovaném území
- D Vodní plochy vzniklé při patě výsypky

Pro posouzení hydrochemických rizik lokalit dle typu vzniku byla použita stejná rizika jako u vyhodnocování jednotlivých vodních nádrží.

9.1. Eutrofizace

Ochranu před eutrofizací poskytuje především udržitelné využívání krajiny v povodí příslušné vodní nádrže. To zahrnuje hlavně omezení půdní eroze a aplikaci hnojiv na zemědělských pozemcích pouze v množstvích využitelných polními a travními porosty (Čížková, Vlasáková a Květ, eds., 2017). Tato opatření je ovšem třeba zavádět ve spojení s ohleduplným obecným nakládáním s vodami, a to v celých povodích stojatých i tekoucích vod (Pokorný&Květ 2001).





Obrázek 48. Porovnání TP, TN, CHla a N-NO₃ na jednotlivých typech nádrží A, B, C, D

V současné době se čím dál více limitujícím prvkem, zejména z pohledu rozvoje sinic, stává fosfor. Ve vodních nádržích se stává klíčovým prvkem, který rozhoduje o tom jak „bude nádrž vypadat“. Naprostá většina hodnot ve vyhodnoceném souboru je pod mezí stanovitelnosti 0,04 mg/l TP. Z toho lze vyvodit, že téměř všechny lokality, bez ohledu na jejich typ (A, B, C či D) nemají problém se zatížením fosforem. Přesto se ukazuje, že některé lokality ze skupiny C (tj. vodní plochy vzniklé samovolně v rekultivovaném území) mají koncentrace TP vyšší a mohou tak být více náchylné k projevům eutrofizace (Obrázek 48).

S úvahou výše však nekoresponduje parametr chlorofyl-*a*. Ten je na lokalitách ze skupiny C průměrně nejnižší. Nejnáchylněji k rozvoji řas, případně sinic se jeví lokality ze skupiny D a následně A. Obdobný výsledek je pozorovatelný i u parametru TN.

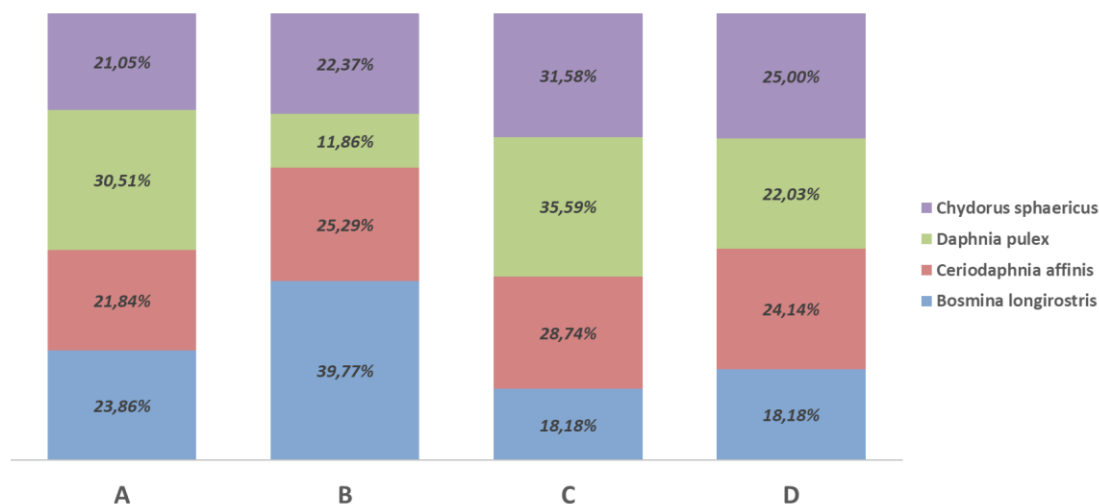
Spíše výjimečné vysoké hodnoty dusičnanů, způsobené pravděpodobně nějakým lokálním povrchovým smyvem, poukazují na nízké živinové zatížení monitorovaného území.

Výsledky naznačují, že z hlediska rizika eutrofizace, rozdělení nádrží podle typu vzniku nedává příliš velký smysl. Potvrzuje se individuální vývoj nádrží, realizace živin v potravním řetězci a jejich vzájemný poměr.

Až na některé výjimky, však stále celkově hovoříme o stavu vodních nádrží příznivém s potenciálem zachovat nízkou úroveň živin a s méně výraznými projevy eutrofizace.

9.2. Rybářské využití

Riziko spojené s přítomností rybí obsádky lze vyhodnotit na základě stavu zooplanktonu. Z dat bylo možno porovnat počet výskytů u jednotlivých druhů. O vlivu rybí obsádky na vodní ekosystém nejlépe vypovídá přítomnost a struktura perlooček. Pro porovnání jednotlivých typů lokalit byly vybrány 4 druhy perlooček (*Bosmina longirostris*, *Ceriodaphnia affinis*, *Daphnia pulex*, a *Chydorus sphaericus*).

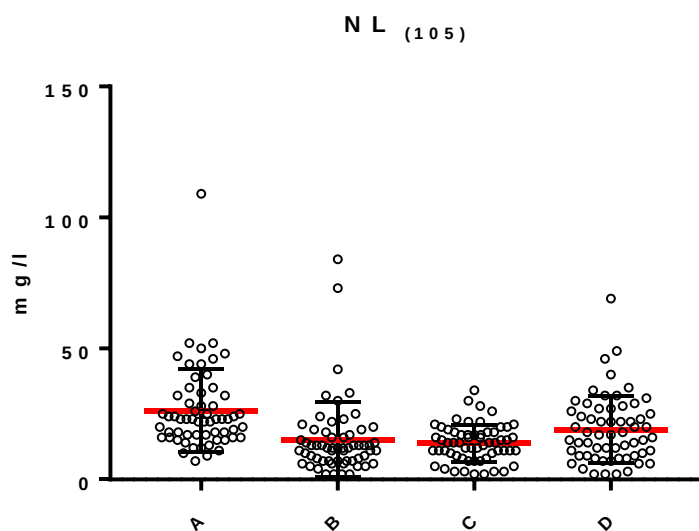


Obrázek 49. Procentuální vyjádření výskytu vybraných druhů perlooček na typech lokalit A, B, C, D z celkového počtu zjištěných výskytů na všech lokalitách. Základ 100% je přenesen na jednotlivý druh perloočky (tj. 100% dává součet hodnot ve stejných barevných polích).

Přítomnost *Daphnia pulex* jako zástupce velkého druhu perloočky signalizuje malý vliv rybí obsádky na ekosystém. Nutná je však alespoň orientační znalost abundance. Nicméně i fakt, že se tento druh vyskytuje prakticky celoročně na konkrétní nádrži, vypovídá spíše o nižším vlivu ryb na zooplankton, potažmo celkově na ekosystém nádrže. Na lokalitách ze skupiny nádrží B byl zjištěn nejnižší výskyt *D. pulex* (Obrázek 49). Lze z toho vyvodit, že v tomto typu lokalit (B) je nejvíce nádrží s potenciálním rizikem spojeným s rybí obsádkou. Obrázek 50 ukazuje, že množství nerozpuštěných látek na skupině nádrží B nebývá vysoké. Lze se oprávněně domnívat, že lokality typu B jsou vystaveny vyžíracímu tlaku zejména drobných planktonofágních druhů ryb jako jsou střevlička východní, karas stříbřitý, plotice obecná, apod. Vyšší obsádky kapra by bezpochyby zapříčinily i vyšší hodnoty nerozpuštěných látek. Vyšší biomasy druhu *Bosmina longirostris* naopak signalizují významný vliv rybí obsádky na zooplankton. Porovnáním výskytů (Obrázek 49) lze ukázat, že *B. longirostris* byla nejčastěji nalézána na

lokalitách ze skupiny B. Potvrzuje se tak domněnka, o výraznějším vlivu rybí obsádky na ekosystém nádrže na lokalitách typu B oproti typům A, C a D.

Časté nálezy druhu *Chydorus sphaericus* poukazují na vířený sediment, neboť tento druh je svým životem vázaný spíše na dno nádrží. Nejčastěji byl výskyt zjištěn na lokalitách ze skupiny C, na kterých je však zjišťována i průměrně nejnižší hodnota nerozpuštěných látek (Obrázek 50). Bezpečně tak lze, na lokalitách ze skupiny C, vyloučit výrazný vliv kapřích obsádek. Nádrže ze skupiny C jsou pravděpodobně mělké a rozvíření sedimentu mohl způsobit samotný odběr zooplanktonu.



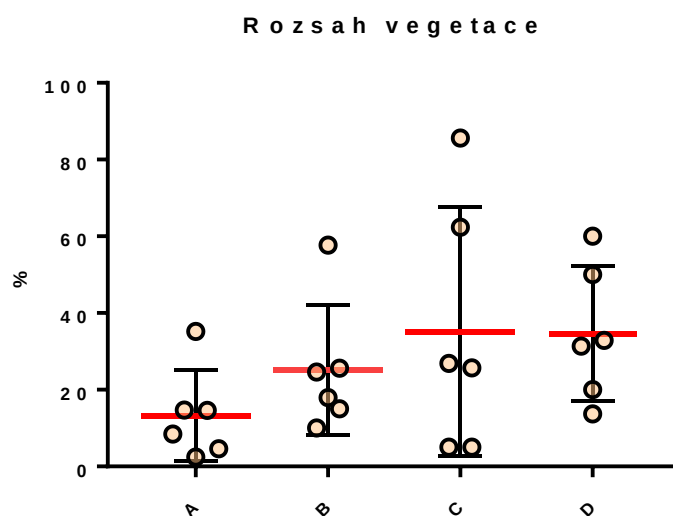
Obrázek 50. Porovnání nerozpuštěných látek na typech lokalit A, B, C a D

9.3. Zazemňování

U mělkých vodních nádrží s výskytem litorálních porostů může za nedlouhou dobu, závislou na rozloze a hloubce nádrže, dojít vlivem zarůstání postupně se zvětšujícího podílu plochy vodní nádrže hydrofyty k úplnému zazemnění. Výsledkem takového sukcesního vývoje je náhrada vodní nádrže bažinou, případně močálem. Zarůstání nádrží emerzními makrofyty je možno v počátečních fázích bránit zvýšením vodní hladiny. Nejjednodušším způsobem mechanického omezování růstu makrofyt je jejich kosení ve vegetačním období, nejlépe opakovaně, ale mimo období hnízdění vodních ptáků. Omezující účinek kosení zpravidla posílí následné úplné zaplavení zbylých nadzemních částí rostlin. Technicky i finančně náročnější je vyhrnování litorálních sedimentů i s většinou podzemních částí vytrvalých makrofyt s použitím těžké mechanizace (Čížková, Vlasáková a Květ, eds., 2017). Zazemňování nádrží výrazně

ovlivňuje/urychluje morfologie a využívání okolní krajiny. Přeměna vodních nádrží na mokřady zarostlé emerzní vegetací nevadí, je rovněž funkční jak z hlediska biodiverzity, tak malého vodního oběhu a zadržení vody v krajině.

Na většině sledovaných lokalit nelze manipulovat s výškou vodní hladiny z důvodu jejich neprůtočnosti a množství přitékané vody je zde závislé na ročním srážkovém úhrnu, množství sněhu a dotaci vodní nádrže podzemními vodami či průsaky z podloží.



Obrázek 51. porovnání rozsahu litorální vegetace na jednotlivých typech vodních nádrží

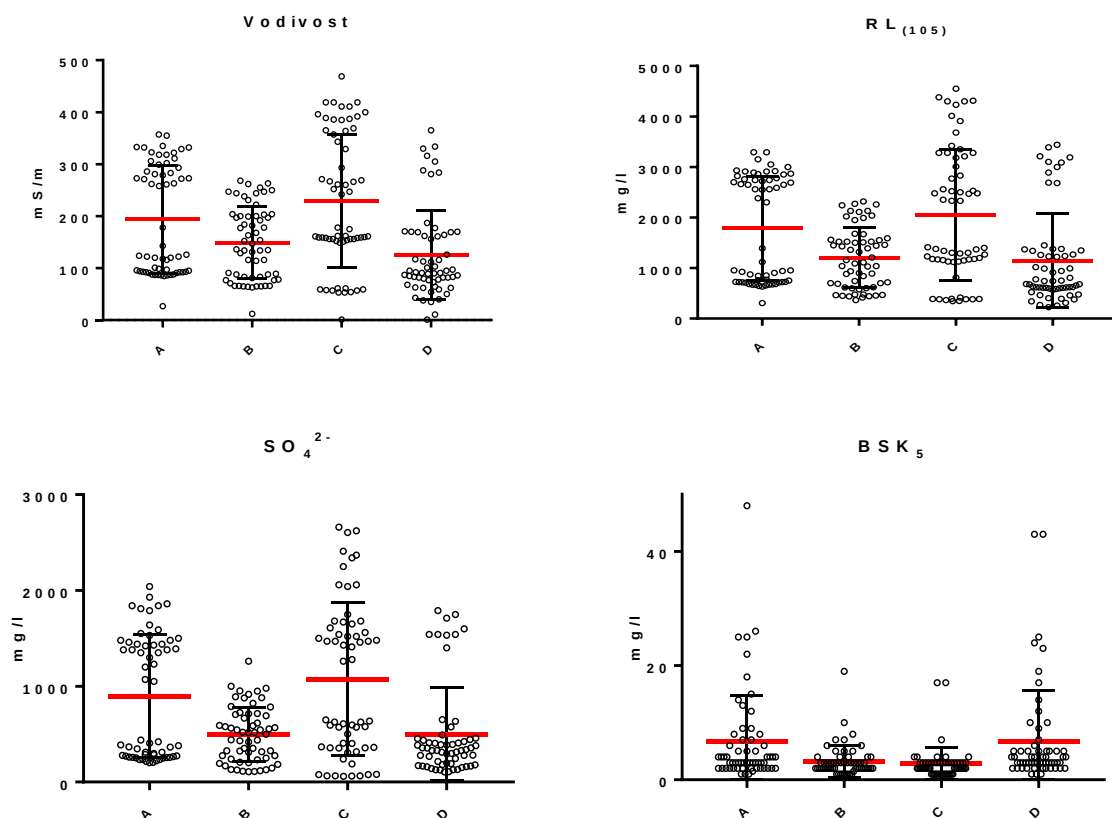
Potenciál k zazemňování lze odhadnout ze současného rozsahu litorální vegetace. Jak ukazuje Obrázek 51, nádrže procentuálně s nejmenší zarostlou plochou vodní vegetací spadají do typu nádrží A (tj. rekultivační vodní nádrže). To znamená, nádrže uměle vytvořené, pravděpodobně se strmějším přechodem břehů do vody, neumožňující intenzivní rozvoj litorální vegetace. Obráceně, nejvyšší potenciál k zazemňování mají lokality ze skupiny D (tj. vodní plochy vzniklé při patě výsypky). I přes to, že se průměrné hodnoty téměř shodují se skupinou nádrží C, u typu D je výrazně menší variabilita. Na nádržích spadajících do kategorie D lze očekávat rozsah vodní vegetace v průměru kolem 40% z celkové vodní plochy. Riziko zazemnění na kategorii D umocňuje i fakt, že se tyto nádrže nachází nejnižší ve sledovaném území a budou vystaveny největšímu smyvu částic vodní erozí z okolních pozemků.

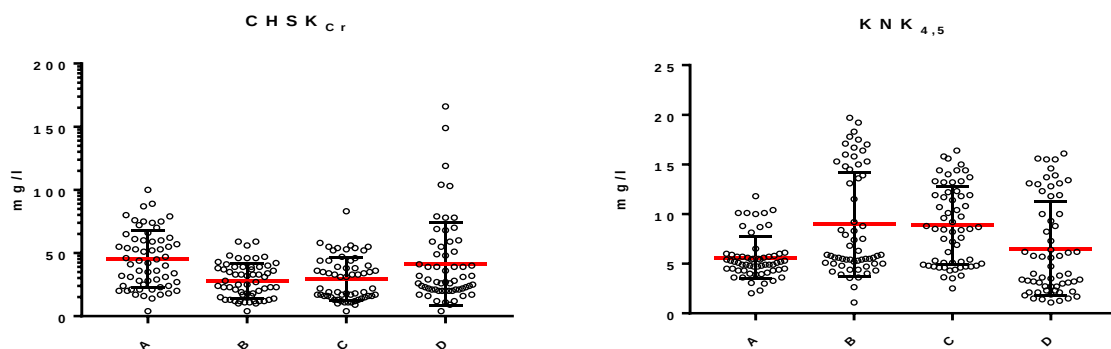
Obecně vliv stáří na zarůstání nádrží vodní vegetací nebyl potvrzen.

9.4. Změna chemismu vod

Obdobně jako u jednotlivých nádrží byly vyhodnoceny klíčové parametry pro jednotlivé typy nádrží A, B, C a D. Obrázek 52 naznačuje, že nejméně náchylné na chemické změny v prostředí jsou lokality ze skupiny B (tj. vodní plochy vzniklé na neupraveném výsypkovém povrchu). Tyto lokality jsou v rámci hodnoceného datového souboru u jednotlivých parametrů (vyjma alkality) nejvíce homogenní. Tzn., že se jednotlivé nádrže z kategorie B zpravidla chovají podobně a lze je bezpečně hodnotit dle dosažených průměrných hodnot. Ostatní typy nádrží (A, C a D) vykazují v rámci svého souboru většinou zřetelnější variabilitu. Na jednotlivé nádrže v těchto typech (A, C a D) je tak nutno nahlížet více individuálně.

Obecně lze těžko, z hlediska chemismu vod, vyvozovat signifikantní závěry na jednotlivých typech nádrží A, B, C a D.





Obrázek 52. porovnání klíčových ukazatelů chemismu vod mezi jednotlivými typy nádrží A, B, C a D

Průměrné, maximální a minimální hodnoty, včetně porovnání s nařízeními uvádí Závěrečná zpráva Vita-Min (Novotná 2018).

9.4.1. Rekultivační vodní nádrže A1 až A6

Voda těchto vodních útvarů má průměrný obsah rozpuštěných látek 500 – 3000 mg/l, jedná se tedy o vodu se zvýšenou až velmi vysokou mineralizací. Je slabě alkalická, průměrné hodnoty pH byly zaznamenány v rozmezí 7,8 až 8,2. Neutralizační kapacita vody nevykazuje během monitorovacího období výrazné změny. Obsah organických látek, vyjádřený jako CHSK_{Cr} , dosahoval nejvyšších průměrných hodnot na profilu A6, stejně jako zjištěné hodnoty TOC. Maximální hodnota CHSK_{Cr} 100 mg/l byla naměřena na profilu A3.

Na profilech A3 a A4 byly v jarním období zjištěny koncentrace celkového dusíku nad 10 mg/l, při dalším sledování jejich koncentrace poklesly na 2 – 3 mg/l. Jednalo se o dusík v převážně dusičnanové formě. Amoniakální dusík byl na těchto profilech detekován od srpna, kdy jeho koncentrace postupně narůstaly až na cca 0,5 mg/l.

Koncentrace fosforu na těchto odběrových místech byla velmi nízká, ve všech případech nižší, než 0,1 mg/l. Podle pětistupňové škály tvrdosti (NV č. 401/2015 Sb., příloha č. 3, tab. 1b) je povrchová voda zařazena do třídy 5 (koncentrace CaCO_3 vyšší než 200 mg/l). Nejvyšší koncentrace vápníku byly měřeny na profilu A4 (max. 350 mg/l) a A6 (max. 250 mg/l). Na těchto profilech a rovněž na profilu A3 byly opakovaně stanoveny vysoké koncentrace hořčíku (max. 250 mg/l). Pokud jde o specifické znečišťující látky a vybrané prioritní kontaminanty, obsah železa byl ve většině měření pod 0,5 mg/l, obsah manganu byl po celé sledované období velmi nízký.

9.4.2. Vodní plochy vzniklé na neupraveném rekultivačním terénu (B1 až B6)

Voda těchto vodních útvarů má obsah rozpuštěných látek do 2000 mg/l, jedná se rovněž o vody se zvýšenou až velmi vysokou mineralizací. Průměrné hodnoty pH byly zaznamenány v rozmezí 7,6 až 8,2, jedná se o vody slabě alkalické. Neutralizační kapacita vykazuje mírný pokles na konci letního období a poté se vrací k předchozímu stavu.

Voda v těchto útvarech obsahovala nižší koncentrace organických látek, než bylo zjištěno v jiných typech vodních ploch. Maxima zjištěných hodnot CHSK_{Cr} leží okolo 60 mg/l, maximální hodnota TOC 20 mg/l.

Koncentrace celkového dusíku i všech jeho anorganických forem byly po celé monitorovací období velmi nízké, stejně tak i koncentrace fosforu. Podle pětistupňové škály tvrdosti (NV č. 401/2015 Sb., příloha č. 3, tab. 1b) jsou povrchové vody z většiny profilů zařazeny do třídy 5 (koncentrace CaCO_3 vyšší než 200 mg/l), kromě profilu B2, který náleží do třídy 4 (100 – 200 mg/l CaCO_3). Průměrné koncentrace vápníku byly okolo 100 mg/l. Koncentrace hořčíku byly na některých profilech vyšší, než koncentrace vápníku (B5 250 mg/l). Pokud jde o specifické znečišťující látky a vybrané prioritní kontaminanty, obsah železa nepřekročil po celou dobu monitoringu na žádném profilu hodnotu 0,5 mg/l. Obsah manganu byl rovněž většinou velmi nízký, jedinou výjimkou byl říjnový odběr na profilu B6, kdy byla naměřena koncentrace manganu 3,78 mg/l. V dalších odběrech se tato situace neopakovala, bylo naměřeno 0,12 mg/l v listopadu a 0,33 mg/l v prosinci.

9.4.3. Vodní plochy vzniklé samovolně v rekultivovaném území (C1 až C6)

Voda těchto vodních útvarů obsahuje nejvyšší koncentrace rozpuštěných látek. Kromě profilu C5 přesahují průměrné koncentrace rozpuštěných látek na ostatních profilech 1000 mg/l. Maximální koncentrace byla zaznamenána na profilu C3 a je vyšší, než 4500 mg/l. Tyto vodní útvary vykazují rovněž největší variabilitu průměrných hodnot pH – zatímco na profilu C3 byla naměřena průměrná hodnota pH 7,6, na profilu C1 je průměrná hodnota pH 8,6. Neutralizační kapacita na profilech C3 a C4 vykazovala během monitorovacího období největší výkyvy, kdy v červnu a v srpnu došlo k náhlému poklesu.

Obsah organických látek, vyjádřených jako CHSK_{Cr} , většinou nepřekračoval 60 mg/l, hodnoty TOC v průměru nepřekračovaly 15 mg/l.

Koncentrace celkového dusíku na profilech C4 a C6 byly po celou dobu sledování velmi nízké (<1 mg/l), na ostatních profilech v průměru 2 – 3 mg/l. V listopadu byl zaznamenán nárůst koncentrace amoniakálního dusíku na profilu C3.

Pokud jde o celkový fosfor, na profilech C1 byly naměřeny nejvyšší koncentrace ze všech sledovaných vodních ploch. Koncentrace se zvyšovaly od června a tento trend trval až do prosince. Max. hodnota cca 1 mg/l byla naměřena v červenci.

Podle pětistupňové škály tvrdosti (NV č. 401/2015 Sb., příloha č. 3, tab. 1b) jsou povrchové vody z profilů C1, C2, C3 a C6 zařazeny do třídy 5 (koncentrace CaCO₃ vyšší než 200 mg/l), profily C4 a C5 do třídy 4 (100 – 200 mg/l CaCO₃). Koncentrace hořčíku je na všech profilech srovnatelná nebo vyšší, než koncentrace vápníku. Pokud jde o specifické znečišťující látky a vybrané prioritní kontaminanty, na profilu C3 byly zaznamenány koncentrace železa a manganu větší, než 1 mg/l.

9.4.4. Vodní plochy vzniklé při patě výsypky (D1 až D6)

Tyto vodní plochy vykazují velkou variabilitu vlastností. Průměrná koncentrace rozpuštěných látek na profilech D1 až D4 má hodnotu nižší, než 1000 mg/l, profil D6 je výrazně odlišný. Maximální obsah rozpuštěných látek na tomto profilu překračuje 3500 mg/l.

Průměrné hodnoty pH na těchto profilech se pohybuje v rozmezí 7,4 – 8,0, jedná se o vodu neutrální až slabě alkalickou. Neutralizační kapacita na profilech D1 až D4 nevykazuje v průběhu monitorovacího období výraznější změny, na rozdíl od profilů D5 a D6.

Organické látky, vyjádřené jako CHSK_{Cr}, dosahují na profilech D4, D5 a D6 nejvyšších průměrných hodnot, naměřených v rámci tohoto monitoringu. Maximální hodnota 166 mg/l byla zaznamenána na profilu D5. S tím koreluje i nejvyšší naměřená hodnota TOC 41 mg/l v červenci.

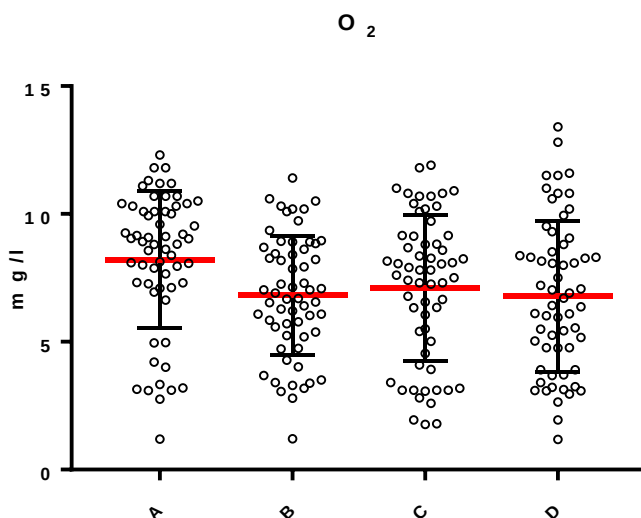
Vysoké hodnoty celkového dusíku a dusičnanového dusíku byly zaznamenány od března do června na profilu D2. Maximální koncentrace 20 mg/l byla zjištěna v dubnu. Dusitanový dusík byl detekován na profilu D2 ve všech monitorovacích cyklech, maximální koncentrace 0,15 mg/l byla naměřena v květnu. V říjnu, listopadu a prosinci byly pozorovány rostoucí koncentrace amoniakálního dusíku. Celkový fosfor je v koncentracích do 0,2 mg/l.

Podle pětistupňové škály tvrdosti (NV č. 401/2015 Sb., příloha č. 3, tab. 1b) jsou povrchové vody z profilů D3 a D6 zařazeny do třídy 5 (koncentrace CaCO_3 vyšší než 200 mg/l), ostatní profily do třídy 4 (100 – 200 mg/l CaCO_3). Pokud jde o specifické znečišťující látky a vybrané prioritní kontaminanty, byly na profilu D-4 byly po celou dobu monitoringu měřeny koncentrace železa větší, než 1 mg/l. Maximální hodnota 4 mg/l byla zjištěna v říjnu. Koncentrace manganu na tomto profilu dramaticky rostly od října do prosince, maximální naměřená hodnota byla 40 mg/l.

9.5. Rekreace

Vzhledem k rozmanitosti jednotlivých nádrží není možné v současné době hodnotit vliv rekreace na jednotlivé typy nádrží A, B, C a D. Tím spíše, že s největší pravděpodobností není, naprostá většina nádrží, ve sledovaném území rekreačně využívána.

Rekreační aktivity ovlivňují řadu parametrů a složek životního prostředí v nádrži a jejím bezprostředním okolí. Klíčovým parametrem pro fungování nádrží, vyrovnáváním se se znečištěním, apod. je množství kyslíku ve vodě. Kyslík například rozhoduje, zda v prostředí převládnou anaerobní procesy, zda budou přežívat fekální bakteriální společenstva, aj. Porovnáním jednotlivých typů lokalit z hlediska kyslíkového režimu nelze prokázat, že by některý typ lokalit byl náchylnější ke kyslíkovým deficitům. V každém souboru 4 hodnocených typů lokalit se vyskytují nádrže s nižšími i vyššími hodnotami kyslíku (Obrázek 53).



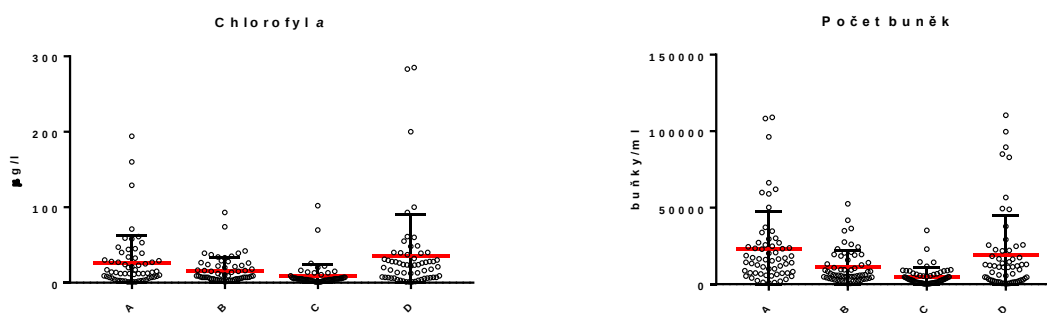
Obrázek 53. Porovnání kyslíkových poměrů mezi jednotlivými typy lokalit A, B, C a D

9.6. Specifické polutanty

Množství dat u specifických polutantů je natolik malé, že daný soubor nelze statisticky vyhodnotit. Obecně platí totéž, co v kapitole 8.7. Naprostá většina naměřených hodnot byla pod mezí stanovitelnosti. Koncentrace specifických polutantů tak v současné době nepředstavují hydrochemické riziko.

9.7. Fytoplankton s ohledem na rozvoj sinic

Porovnáme-li počty buněk v 1 ml a chlorofyl *a* na jednotlivých typech nádrží, dojdeme k závěru, že nejlépe ze souboru vychází lokality z kategorie C (tj. vodní plochy vzniklé samovolně v rekultivovaném území). Jak hodnoty chlorofylu *a*, tak počty buněk jsou u této kategorie v průměru nejnižší (Obrázek 54). Lze z toho vyvodit závěr, že vodní plochy vzniklé samovolně budou na sledovaném území nejméně náchylné k masivnímu rozvoji fytoplanktonu, včetně sinic a vodních květů.



Obrázek 54. Porovnání chlorofylu *a* a počtu buněk na jednotlivých typech lokalit A, B, C a D

10. VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ Z MONITORINGU KVALITY ZDROJOVÝCH VOD ZATOPENÝCH JAM BÝVALÝCH LOMŮ – MOST, CHABAŘOVICE, BARBORA.

10.1. Jezero Barbora

Dnešní nádrž Barbora se nachází v území, ze kterého pochází jedny z nejstarších zmínek o těžbě uhlí a kde se zároveň nacházelo největší množství starých dolů. Kvalita vody na počátku samovolné akumulace byla ovlivněna kontaktem s uhelnou slojí, která tvořila část dna nádrže, neboť nebyla úplně vytěžena.

K rekultivaci prostoru Otakar – Barbora bylo přistoupeno v roce 1981. Nejprve byla stabilizována vodní hladina Barbory vybudováním přepadu do nedalekého potoka Bouřlivce. Vznikly dvě vodní plochy o výměře 73 ha – oba bývalé doly s nestejnou výškou vodní hladiny byly propojeny systémem přepadových zařízení. V další fázi bylo provedeno ozelenění břehů a vnitřní výsypky, později bylo vybudováno parkoviště, pláže, autocamping a sociální zařízení v jižní části, v jihozápadní části pak dětské brouzdaliště, zpevnění břehů proti vymílání, cesty pro pěší a cyklisty a další záchytné parkoviště. Nestabilní svahy lomu Otakar musely být sanovány. Rekultivace související s vodní plochou byla ukončena v roce 1988 a vodní plocha byla předána MNV Oldřichov, práce na lesnické rekultivaci pokračovaly do roku 1994, kdy byla plocha předána OÚ Jeníkov.

Začátkem 90. let bylo tvrdě opevněno přítokové koryto z potoka Bouřlivce do nádrže Otakar. Odtokové koryto z Otakaru bylo vystaveno silné erozi a bylo proto rovněž několikrát opevňováno. Během přívalových dešťů v roce 2002 se vylila voda z přeložky Bouřlivce do Otakaru v nové trase po svazích lomu a zneprůtočnila začátek regulérního přítokového koryta. Následně nebyl přítok z Bouřlivce obnoven a obě nádrže jsou v současnosti odkázány na přítoky z vlastního povodí. V letech 2003 – 2005 byla provedena sanace severních svahů Barbory, které trpěly zátrhy a sesuvy a byl rovněž masivně opevněn odtok z Otakaru do Barbory (Přikryl, 2013). Následkem toho také přítok z Otakaru do Barbory klesl na zanedbatelnou úroveň (méně než 10 l/s, zpravidla méně než 3 l/s), ale z Barbory nadále odtékalo v průměru několik desítek l/s. Odtok z Barbory byl i dříve větší než přítok do Barbory z Otakaru, ale teprve po zastavení přítoku z Bouřlivce to začalo být nápadné. To ukazuje na zásadní význam přítoků z vlastního povodí Barbory. Ty jsou ovšem rozptýleny po jejím obvodu a zřejmě částečně zaústěny i pod hladinou. Průzkumem v roce 2004 se podařilo najít několik přítoků s vydatností odpovídající jen asi třetině odtoku z Barbory. Od roku 2006 je navíc pravidelně vzorkován

poměrně vydatný trvalý přítok ústící u severního okraje nudistické pláže (označen jako přítok SZ), který zřejmě drénuje vodu ze zemědělských pozemků na svazích pod obcí Hrob. Obecně přítoky do obou nádrží i odtoky z nich jsou větší v jarním období než při odběrech koncem léta.

Nádrž Barbora i její blízké okolí je stále intenzivněji využíváno k řadě rekreačních aktivit, zejména potápění, jachting a koupání. Barbora i Otakar jsou vyhlášeny jako rybářské revíry.

10.1.1. Metodika

Podkladový materiál

- Odborná zpráva Přikryl, I.: Zhodnocení sledování Barbory a Bouřlivce v profilu Jeníkov v letech 1985-1988, ENKI, o.p.s., 1998
- Odborná studie Přikryl, I.: Přínos sledování nádrží Barbora a Otakar, ENKI, o.p.s., 2005
- Odborná studie Přikryl, I.: Hodnocení dlouhodobého sledování jezer v zatopených lomech Barbora a Otakar, ENKI, o.p.s., 2013

Pro hodnocení přítoků do jezera Barbora byla využita data, která poskytla společnost R-Princip. Jednalo se o xls. soubor, který obsahoval data ze dvou přítoků do jezera - přítok z Otakaru a přítok SZ. Odběry na přítoku z Otakaru probíhaly průměrně 2x ročně od roku 1995 do roku 2015. Odběry na lokalitě přítok SZ probíhaly od roku 2006 do roku 2014 s periodicitou max. 2x ročně. Na zpracování vzorků se v průběhu let podílely různé laboratoře s různým laboratorním přístrojovým vybavením a s rozdílnou metodikou z čehož vyplývá, že chyba měření nebyla po celou dobu sledování konstantní.

Tabulka 12 uvádí přehled stanovovaných parametrů. Sledované parametry byly měřeny s různou periodicitou.

Tabulka 12. Přehled měřených parametrů v přítocích do jezera Barbora

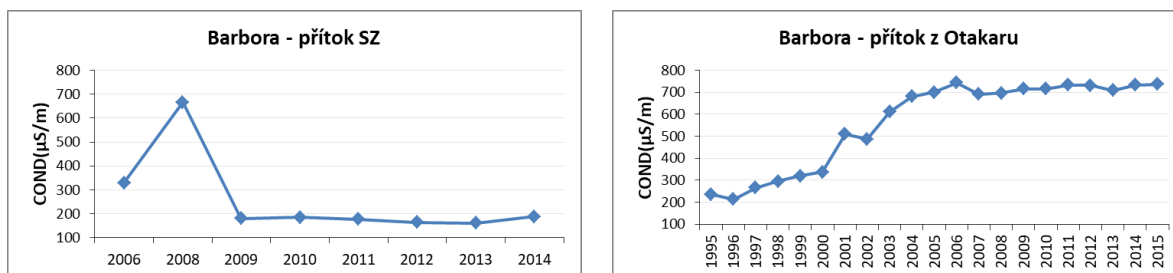
<i>Ukazatele</i>	<i>Parametry</i>
<i>Všeobecné ukazatele</i>	<i>pH, O₂, BSK₅, CHSK_{Cr}, CHSK_{Mn}, TC, IC, TOC, TP, TN, N-NO₃, N-NO₂, N-NH₄⁺, RL105, NL105, Cl⁻, SO₄²⁻, Mg, Ca</i>
<i>Vybrané specifické znečišťující látky</i>	<i>Al, Zn, Fe, Mn</i>
<i>Doplňkové chemické ukazatele</i>	<i>vodivost, Na, K, P-PO₄³⁻, KNK-4,5, KNK-8,3, ZNK-4,5, ZNK-8,3, turbidita</i>
<i>Biologické ukazatele</i>	<i>chlorofyl-a, fluorescence</i>

Kompletní tabulky s naměřenými daty jsou v tabulkové příloze č. 5, která je součástí této studie. Data jsou porovnána s limity NV č. 401/2015 Sb. a technickou normou ČSN 75 7221.

10.1.2. Vyhodnocení přítoků

V tekoucí vodě jsou obsaženy jak rozpuštěné látky (vesměs v iontové formě), tak pevné částice. V průběhu let došlo u sledovaných přítoků do jezera Barbora k významné změně u parametru vodivosti, který vyjadřuje souhrnný ukazatel koncentrace iontů. Na obou přítocích došlo ve vyhodnocovaném období k ustálení hodnot vodivosti, ale s opačným trendem vývoje hodnot (Obrázek 55). Přítok z Otakaru měl od počátku sledování vzrůstající trend, který se v cca v roce 2003 ustálil na hodnotách okolo 700 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Nižší hodnoty vodivosti v Otakaru byly důsledkem intenzivnějšího proplachování vodou z Bouřlivce. Po omezení přítoku z Bouřlivce došlo k navýšení hodnot vodivosti.

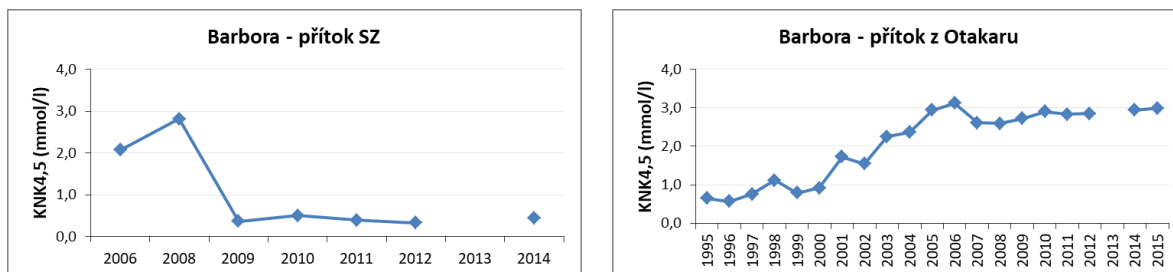
Naproti tomu vyšší hodnoty vodivosti (v roce 2006) na přítoku SZ cca od roku 2008 klesly na hodnoty pod 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Naměřené hodnoty vodivosti korelují s obsahem síranů v přítocích do jezera. Dá se předpokládat, že oba přítoky na konci vyhodnocovaného období dosáhly hodnoty vodivosti blízké konstantní hodnotě.



Obrázek 55. Vývoj vodivosti na jednotlivých přítocích do Barbory

Vývoj hodnot alkality byl podobný. Hodnoty alkality $\text{KNK}_{4,5}$ v přítoku z Otakaru se od roku 1995 postupně zvyšovaly a přibližně v roce 2005 došlo k zastavení rostoucího trendu a hodnoty se ustálily pod hodnotou 3 mmol/l. Hodnoty alkality v přítoku SZ byly v roce 2006 - 2008 cca 3 mmol/l a poté došlo k poklesu na hodnoty okolo 0,5 mmol/l (Obrázek 56). Alkalita v povrchových vodách se běžně pohybuje okolo cca 2,5 mmol/l. Alkalita ovlivňuje stabilitu pH vody a při vyšších hodnotách může vyvolávat v důsledku

srážení uhličitánů u hladiny a jejich opětovného rozpouštění u dna gradient hustoty vody, který zpomaluje její promíchávání v chladném ročním období (Přikryl, 2013).

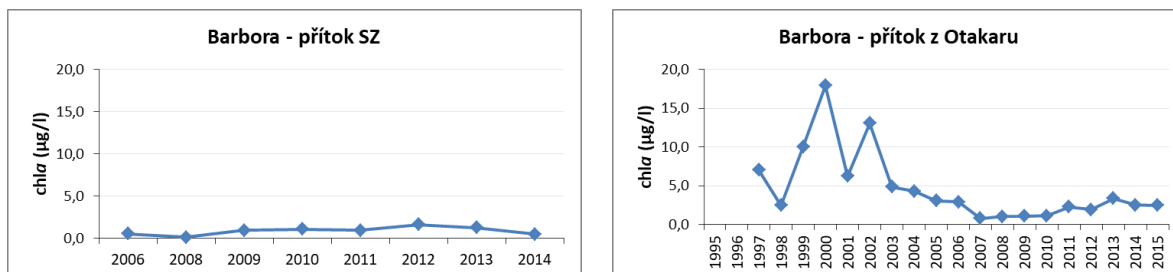


Obrázek 56. Vývoj alkality na jednotlivých přítocích do Barbory

Ve sledovaných přítocích byly pravidelně sledovány parametry určující živinovou zátěž. Na obou přítocích došlo na konci sledovaného období (2014-2015) k vyrovnání průměrných hodnot celkového fosforu kolem hodnoty 0,05 mg/l. U přítoku z Otakaru byl pozorován nárůst hodnot od roku 2009, maxima dosáhl v roce 2012. Od té doby klesal, až na výše zmiňovanou hodnotu okolo 0,05 mg/l. Obdobná situace byla na přítoku SZ.

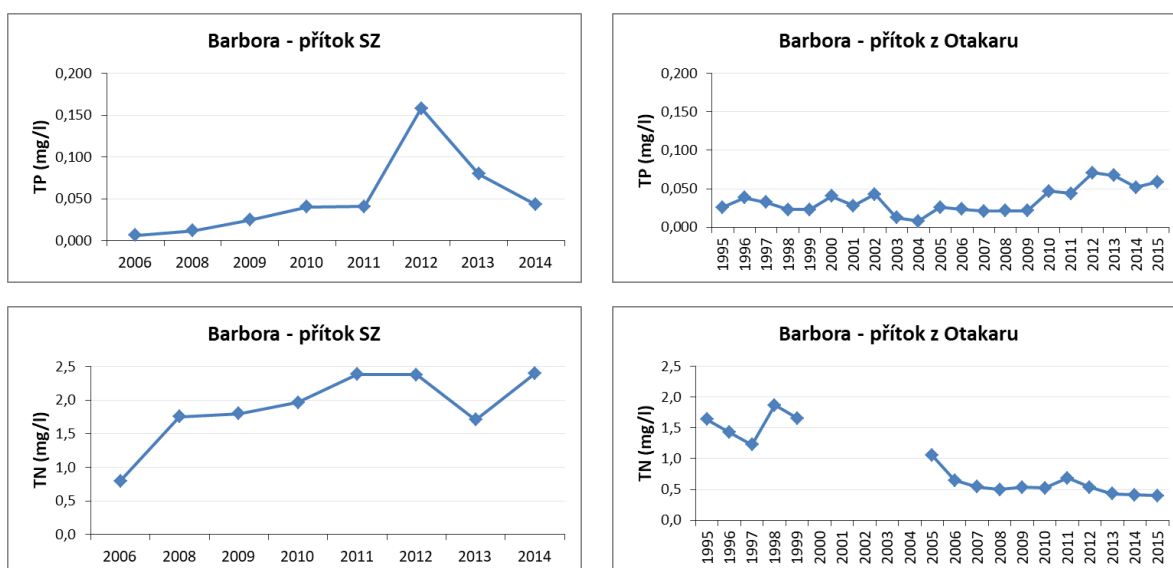
Průběhy jednotlivých živin a základních forem znázorňuje Obrázek 58. Je zřejmé, že celkový dusík v přítoku z Otakaru měl stále klesající tendenci a na konci sledovaného období dosáhl průměrné hodnoty okolo 0,5 mg/l. Hodnoty celkového dusíku na přítoku SZ se po počátečním růstu ustálily na hodnotách blízkých 2 mg/l. Většina dusíku je formě dusičnanového dusíku. Vzhledem k tomu, že byla k dispozici pouze 1, max. 2 hodnoty za rok, lze těžko více hodnotit zatížení přítoků živinami. Na přítoku z Otakaru se pravděpodobně dlouhodobě projevuje efekt postupné eutrofizace nádrže. S postupnou eutrofizací dochází i k častějšímu nárůstu biomas fytoplanktonu. Vzhledem ke stáří nádrže Otakar (min. 30let) lze předpokládat, že utvořená společenstva fytoplanktonu již účinně odčerpávají dusičnany z pelagiálu nádrže. Jako hlavní důvod úbytku dusičnanů na přítoku z Otakaru však lze považovat samotnou oligotrofizaci této nádrže. Jak uvádí Přikryl (1998) původní hlavní přítok Otakaru z Bouřlivce měl průměrnou koncentraci dusičnanového dusíku za období 1995 – 2003 1,27 mg/l. Přítok se postupně snižoval a po roce 2002 nebyl obnoven. Přítok Otakaru od Košťan sledovaný od roku 1997 měl průměrnou koncentraci dusičnanového dusíku 0,13 mg/l. V dalších nepodchycených přítocích do Otakaru nejsou koncentrace známy. To dokumentuje vývoj dusičnanů v přítoku z Otakaru do jezera Barbora, kde je zřejmý setrvalý pokles koncentrací.

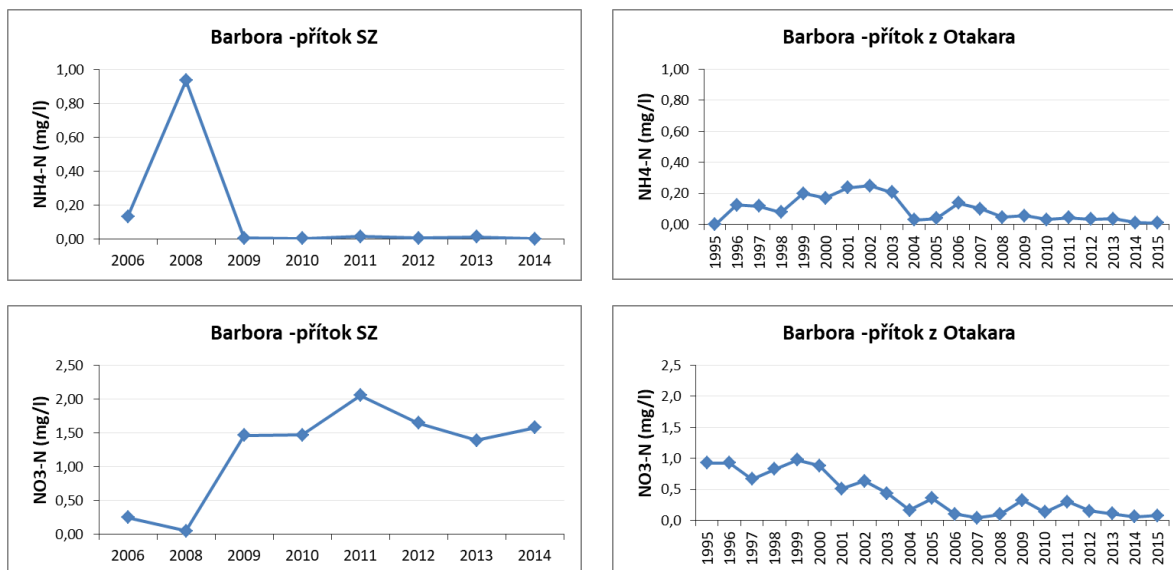
Přibližně od roku 2006 došlo k ustálení hodnot chlorofylu *a* u přítoku z Otakaru pod 3 µg/l a z hlediska hodnocení trofie měl oligotrofní charakter. Do stejné klasifikační škály spadá i přítok SZ s hodnotami chlorofylu-*a* nepřekračující 2 µg/l po celou dobu monitorování přítoku (Obrázek 57).



Obrázek 57. Vývoj chlorofylu na přítocích do Barbory

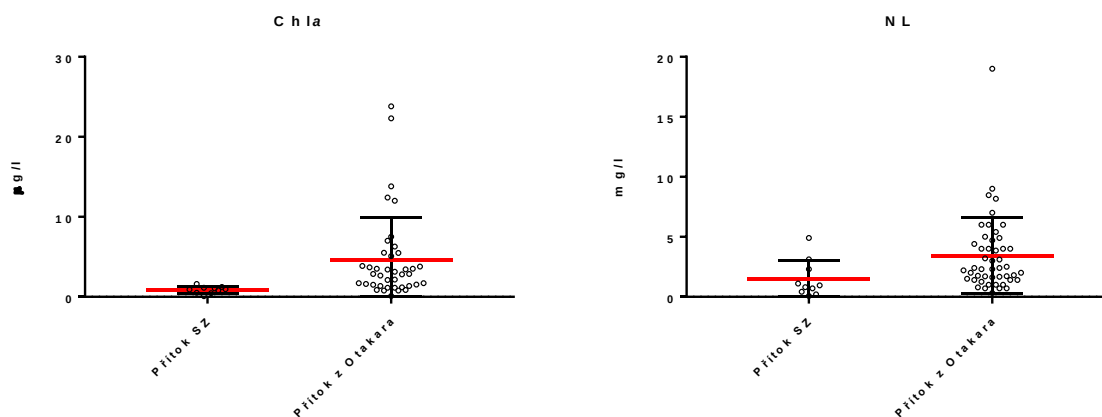
Dalším parametrem, který je použit při klasifikaci vodních nádrží z hlediska trofie, je koncentrace celkového fosforu. Oba přítoky jsou mírně eutrofní – maximální koncentrace TP cca 0,15 mg/l (Obrázek 58).

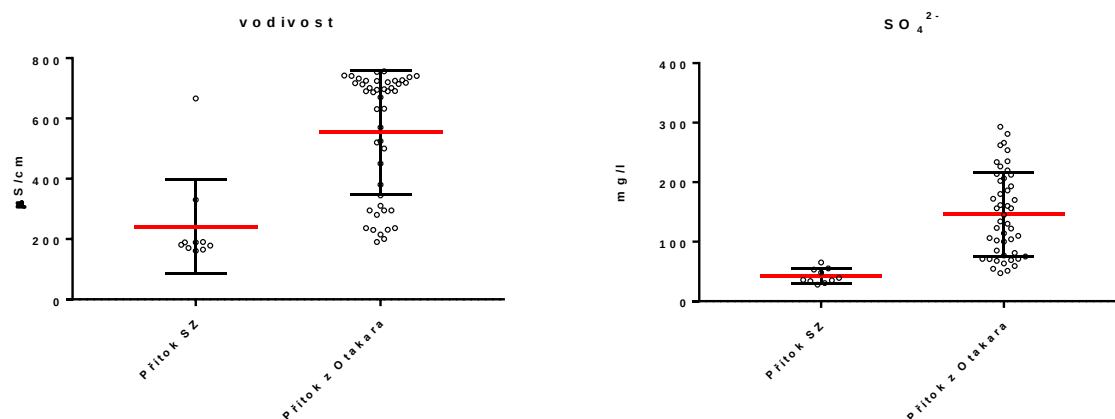




Obrázek 58. Vývoj N, P a jejich forem na přítocích do Barbory

Koncentrace nerozpuštěných látek byla u obou přítoků velmi nízká a nepřekračovala hodnotu 3 mg/l. Z porovnání obsahu rozpuštěných látek vyplývá, že přítok SZ má obecně nižší koncentrace hlavních iontů (např. COND, SO₄²⁻, Cl⁻, Ca) než přítok z Otakaru (Obrázek 59). Průměrné hodnoty vodivosti byly u přítoku SZ cca 4x nižší než průměrné hodnoty vodivosti u přítoku z Otakara.





Obrázek 59. Porovnání průměrů a tvaru datového souboru Chla, NL, vodivosti a SO_4^{2-} přítoků do Barbory

Ve monitorovaných přítocích nebyly sledovány potencionálně rizikové prvky. Vzhledem k tomu, že hodnoty pH u přítoku z Otakaru se pohybovaly v rozmezí 6,3 – 8,4 (průměrná hodnota pH 7,6), se dá předpokládat, že nedocházelo k vyluhování potencionálně rizikových látek do vody, které je pozorováno v kyselých vodách. Ve vyhodnocovaném období (2006-2014) pH na přítoku SZ vykazovalo klesající trend z hodnot 6,3 na 5,3. Dle porovnání s limitem pro pH NV č.401/2015 Sb. (pH 5-9), všechny hodnoty pH z obou přítoků splňují tento limit. Lze konstatovat, že hodnoty pH v obou přítocích byly příznivé a nebyly zjištěny extrémně nízké hodnoty běžné v důlních vodách, které jsou spojené s vysokými koncentracemi kovů.

V porovnání s limity NV č. 401/2015 Sb. lze konstatovat, že od roku 2006 docházelo k pravidelnému překračování limitů u přítoku z Otakaru pouze u parametru sírany (viz. Tabulková příloha 5). Toto překročení limitů však není třeba vnímat jako znečištění, ale jako odraz geologického podloží. Dle orientačního zařazení vod do klasifikační škály dle ČSN 75 7221 spadá přítok do Otakara do I až II třídy (neznečištěné až mírně znečištěné vody), pouze díky hodnotám vodivosti a koncentraci síranů však spadá do III. třídy – znečištěná voda. Kvalitu vody v přítoku SZ lze zařadit do I a II třídy (neznečištěné až mírně znečištěné vody).

10.1.3. Celkové vyhodnocení kvality vod vodních příkopů v povodí jezera Barbora

Na základě předložených dat (viz metodika Barbora) byly hodnoceny fyzikálně chemické a biologické parametry dvou přítoků v povodí jezera. Přítoky jsou sledovány dlouhodobě, přítok z Otakaru od roku 1995 a přítok SZ od roku 2006.

Data byla zpracována dle jednotlivých parametrů, byly sledovány trendy jejich vývoje do roku 2017. Pozornost byla věnována zejména nadlimitním hodnotám dle NV 401/2015 Sb. pro povrchové vody.

Pro celkové vyhodnocení rizik byla vytvořena přehledová tabulka výskytu nadlimitních hodnot pro jednotlivé parametry a příkopy. Tabulka 13 uvádí sledované příkopy a přehled parametrů, u nichž byl překročen limit podle NV 401/2015 Sb. Poměr v jednotlivých buňkách porovnává celkový počet měření za celou dobu sledování s počtem výskytů nadlimitních hodnot. V tabulce jsou barevně odlišeny hodnoty četností výskytu nadlimitních hodnot dle následujícího schématu:

Procentuální rozsah	Vysvětlivky
100 %	Všechny naměřené hodnoty byly nad limitem
1-99 %	Nadlimitní hodnoty se vyskytovaly v intervalu 1-99%
0%	Nadlimitní hodnoty nebyly naměřeny

Z dostupných dat hydrochemického monitoringu posuzujících kvalitu vody přítékající do jezera Barbora lze konstatovat, že voda v přítocích z Otakaru a SZ nepředstavuje významné riziko pro kvalitu vody v jezeře Barbora. Naměřené hodnoty výše uvedených ukazatelů odpovídají hodnotám běžně se vyskytujících na lokalitách dotčených těžbou nerostných surovin. Důlní vody jsou charakteristické vysokým obsahem minerálních látek, většinou Fe, Mn a síranů. Vzhledem k tomu, že v povodí jezera Barbora již nedochází k významným změnám v krajinné struktuře, s velkou pravděpodobností nelze očekávat výrazné zhoršení v chemickém složení přítékajících vod spjatých s vyplavováním látek z podloží. Případná rizika jsou spjata se změnami v hospodaření v krajině a jejím využíváním.

Tabulka 13. Počet překročení stanoveného limitu u jednotlivých parametrů z celkového počtu měření. Zeleně vyznačeny parametry, ve kterých nebyl nikdy limit překročen.

BARBORA	RL 105	NL	pH	CHSK _{Cr}	BSK ₅	chl _a	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	TOC
Přítok SZ	1/0	10/0	10/0	10/0	x	10/0	10/0	10/0	4/0
Přítok z Otakaru	27/0	45/0	45/0	42/4	22/0	40/0	42/0	44/10	8/0

BARBORA	NH ₄ -N	NO ₃ -N	TN	TP	Ca	Mg	Fe	Mn	Al
Přítok SZ	10/0	10/0	10/0	10/1	6/0	5/0	1/0	5/0	1/0
Přítok z Otakaru	43/6	44/0	32/0	43/0	38/0	38/0	37/0	36/6	10/0

10.2. Jezero Chabařovice (Milada)

Jezero Chabařovice je první velká nádrž (rozloha 252 ha) na území ČR vzniklá řízeným zatápěním povrchového hnědouhelného lomu. Těžba v povrchovém dolu Chabařovice byla ukončena v roce 1997 a napouštění zbytkové jámy hnědouhelného dolu probíhalo v letech 2001 až 2010. Hlavním zdrojem pro zatápění byla nedaleká nádrž Kateřina a přelivný vrt důlních vod.

Chabařovickou část pánve lze z hlediska hydrogeologického rozdělit do dvou dílčích oblastí a to na část trmickou, kde je hladina ovlivňována čerpáním na jámě Franz Josef a na část bezprostředně ovlivňovanou přetokem na přelivovém vrtu PV9 respektive případným čerpáním na jámě Kateřina.

Na plnění jezera se podílel i povrchový a podzemní přítok z vlastního povodí a srážky na hladinu. V období od poloviny roku 2002 do poloviny roku 2004 bylo řízené napouštění přerušeno, a převážily přítoky z vlastního povodí, kde koncentrace rozpuštěných látek byla vysoká. To se projevilo výrazným vzrůstem vodivosti.

Do jezera vtéká přibližně 30 přítoků a každý z nich má vlastní povodí. Tato povodí se liší jak co do velikosti, tak co do charakteru provedené rekultivace a rozvoje vegetace na těchto povodích. Na jižním svahu byla provedena lesnická rekultivace. Severní strana je určená pro rekreační využití, tudíž je tato strana zatravněna a nejsou zde žádné dřeviny. Nad svahem se nachází ocelárna. Svah na západním okraji je zalesněn (Lhotský, ed. 2013).

Na břehu Chabařovického jezera byla vybudována protieutrofizační nádrž (Obrázek 60), kterou měl podle původních představ protékat Modlanský potok a měla sloužit k produkci násadových ryb pro jezero. S ohledem na špatnou kvalitu vody byl Modlanský potok sveden přeložkou koryta mimo jezero. Na konci roku 2008 byl do protieutrofizační nádrže sveden přítok z nádrže Kateřina, v současnosti je tudy vedena voda ze Zalužanského potoka pod nádrží Zalužany. Během roku 2008 byla napájena vodou z výsypky, po roce 2010 nějakou dobu rovněž a příležitostně měla přítok i z Modlanského potoka (Přikryl, 2014).



Obrázek 60. Protieutrofizační nádrž

10.2.1. Metodika

Podkladový materiál

- Odborná studie Příkryl, I.: Posouzení kvality vody v jezeru Chabařovice, ENKI, o.p.s., 2007
- Odborná zpráva Příkryl, I.: Jezero Chabařovice – hodnocení vývoje kvality vody, ENKI, o.p.s., 2009
- Odborná studie Příkryl, I.: Hodnocení vývoje kvality vody v jezeře Chabařovice po napuštění, ENKI, o.p.s., 2014
- Odborná studie Příkryl, I.: Jezero Chabařovice – návrh poklesu poměru N/P a rozvoj sinic, ENKI, o.p.s., 2015

Pro hodnocení přítoků do jezera Chabařovice byla využita data, která poskytla společnost R-Princip. Jednalo se o xls. soubor, který obsahoval data z 20 přítoků do Chabařovického jezera. U některých ukazatelů leží mnoho hodnot pod mezí stanovitelnosti. Pro účely grafického zpracování byly takové hodnoty nahrazeny zpravidla polovinou nejmenší stanovované hodnoty a byly vytvořeny tabulky s modifikovanými číselnými hodnotami použitelnými pro výpočty.

Odběry na přítocích probíhaly nepravidelně od roku 2006 do roku 2015. Výběr vzorkovaných profilů závisí na aktuálním průtoku a u některých také na možném riziku znečištění cizorodými látkami. Soubor dat je tak dost nesourodý. Některé příkopy byly vzorkovány mnohokrát, jiné třeba jen 2x (CH6 – odv. příkop v SV části JCH u pláže). U 8 odběrových míst z 20 vyhodnocovaných byl poslední odběr proveden na jaře 2011 (CH3, CH5, CH10, CH15, CH16, CH17, CH18 a CH19).

V současné době (2018) probíhá pravidelný hydrochemický monitoring přítoků 2x ročně a termíny odběrů se řídí přítomností vody v přítocích. Přítoky jsou vodné pouze po určitou dobu v roce v závislosti na tání sněhu a množství srážek. Ve vyhodnocovaném období (2006 až 2015) všechny odběry probíhaly v jarním (březen, duben) nebo v pozdním podzimním období (listopad, prosinec). Trvalým a poměrně vydatným přítokem je přelivový vrt PV9 (CH20) na severní straně jezera. Vrtem odtéká, při nečerpání na Vodní jámě Kateřina, do jezera za ustálených podmínek a běžných srážek cca 30 – 60 l/s (Palivový kombinát, ústní sdělení).

Při zpracování této odborné studie byly přítoky do jezera Chabařovice rozděleny do 3 kategorií, podle toho o jaký typ přítoku se jednalo (Tabulka 14).

Tabulka 14. Rozdělení přítoků do jezera Chabařovice dle typu vodního toku

Odvodňovací příkopy (OP)	zkratka	Potoky (P)	zkratka	Ostatní (Ost)	zkratka
Betonový propustek příkopu S 16	CH 1	JCH 8 – přepad z přeložky Modlanského potoka	CH 2	Odvodňovací drén z mokřadu v Z části JCH pod VD Zalužany	CH 7
Odv. příkop pod svahy Rovného v již. části plaviště popílku	CH 5	Maršovský potok obec Soběchleby u kapličky	CH 3	Sedimentační jímka v západních svazích JCH	CH 14
Odv. Příkop v SV části JCH (u pláže)	CH 6	Modlanský potok pod obcí Roudníky u býv. ČS Roudníky	CH 4	VD Modlany spodní výpust'	CH 16
Odv. příkop „I“ jižní svahy JCH	CH 8	Unčický potok pod komunikací ÚL-TPC	CH 15	Vodní nádrž Rabenov v přepadu	CH 17
Odv. příkop „K“ jižní svahy JCH	CH 9	Zalužanský potok pod komunikací ÚL-TPC	CH 18	PV9	CH 20
Odv. příkop „N“ jižní svahy JCH	CH 10	Zalužanský potok u spodní výpusti VD Kateřina	CH 19		
Odv. příkop „A“ jižní svahy JCH	CH 11				
Odv. příkop pod ocelárnou	CH 12				
Odv. příkopy sever	CH 13				

Na zpracování vzorků se v průběhu let podílely různé laboratoře s různým laboratorním přístrojovým vybavením a s rozdílnou metodikou z čehož vyplývá, že chyba měření nebyla po celou dobu sledování konstantní.

Tabulka 15 uvádí přehled stanovovaných parametrů. Sledované parametry byly měřeny s různou periodicitou.

Tabulka 15. Přehled stanovovaných parametrů na přítocích do jezera Chabařovice

Ukazatel	Parametr
Všeobecné ukazatele	pH, O ₂ , BSK ₅ , CHSK _{Cr} , TOC, P _{celk} , N _{celk} , N-NO ₃ ⁻ , N-NO ₂ ⁻ , N-NH ₄ ⁺ , RL105, NL105, Cl ⁻ , SO ₄ ²⁻ , Mg, Ca
Vybrané specifické znečišťující látky	Al, Zn, Fe, Mn, Cd, Cr, Ni, Pb, Hg, PCB, C10-C40
Doplňkové chemické ukazatele	vodivost, Na, K, P-PO ₄ , KNK-4,5, ZNK-8,3

Kompletní tabulky s naměřenými daty jsou v tabulkové příloze č. 4, která je součástí této studie. Data byla porovnána s limity NV č. 401/2015 Sb. a technickou normou ČSN 75 7221.

10.2.2. Vyhodnocení přítoků

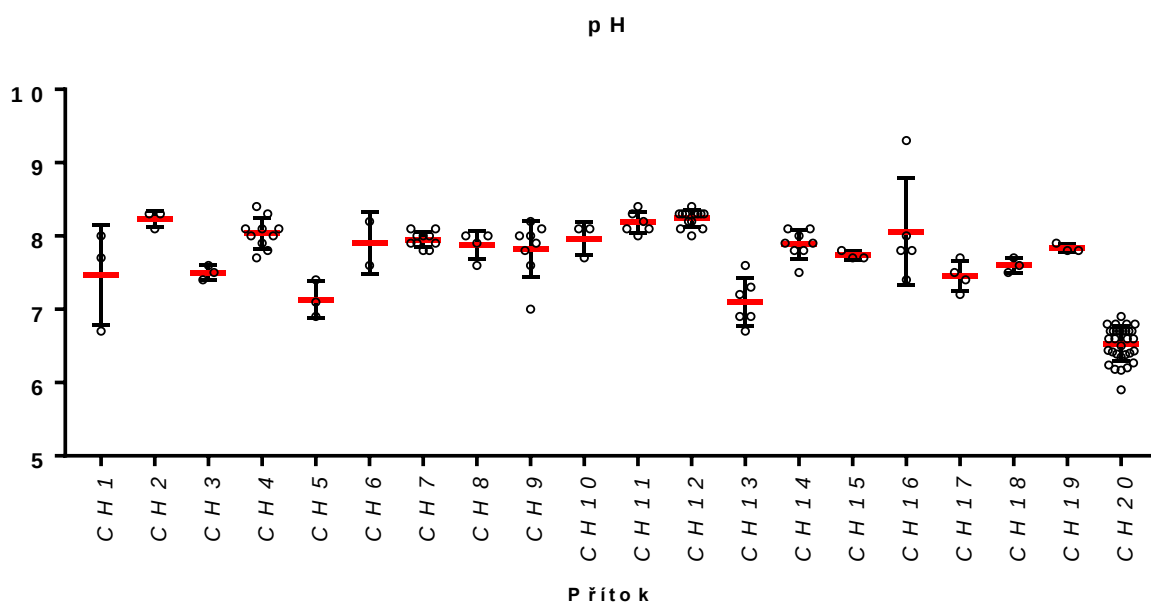
Přítoky z vlastního povodí jsou výrazně vodnější v první polovině roku (sněhové vody, malá evapotranspirace v prvních měsících roku) než v druhé (velká evapotranspirace, kompenzace vláhového deficitu srážkami). V jarním období se zvyšují průměrné hodnoty vodivosti, koncentrace síranů, dusičnanů a celkového fosforu v jezeře (Přikryl, 2009).

Hodnoty pH v přítocích neovlivňují přímo pH v jezeře. Úroveň pH však souvisí s celkovým chemickým složením vody a z toho pohledu pH v přítocích koresponduje s úrovní pH v jezeře. Ve vzorcích vody z vlastního povodí se pH pohybovalo v mírně alkalické oblasti v rozmezí 6,7 – 8,4. Pouze na jaře 2011 byla na přítoku z VD Modlany spodní výpust' (CH16) naměřena hodnota pH 9,3. Hodnoty pH vody z přelivového vrtu PV9 (CH20) se pohybovaly v mírně kyselé oblasti v rozmezí 5,9 – 6,9.

Hodnoty pH jsou velmi důležitým ukazatelem v hydrochemii. Zásadním způsobem rozhodují o rozpustnosti i toxicitě mnoha látek. Extrémní hodnoty mají vliv na druhové spektrum vodních organismů. Hodnoty pH jsou v běžných povrchových vodách funkcí poměru jednotlivých složek uhličitánového systému: oxidu uhličitého,

hydrogenuhličitanů a uhličitanů. Klíčovou látkou je oxid uhličitý a jeho odčerpávání z vody v procesu fotosyntézy (asimilace) a naopak uvolňování do vody při dýchání a mineralizaci organických látek (disimilace). V tekoucí vodě s vysokou koncentrací hydrogenuhličitanů se uplatňuje i produkce oxidu uhličitého při jejich srážení a jeho následný únik do ovzduší. Nízká celková koncentrace složek uhličitanového systému (dobrým ukazatelem je alkalita) vede k silnému kolísání pH, při jejich vysoké koncentraci je pH poměrně stabilní i při intenzivních asimilačně disimilačních procesech. Je patrné, že hodnoty pH na vyhodnocovaných přítocích do jezera mají nízkou variabilitu a nedochází k výraznému kolísání hodnoty pH (Obrázek 61).

Voda v přítocích neustále vymývá látky z podloží, kterým protéká. Hodnota vodivosti ve vodách závisí na množství rozpuštěných látek.



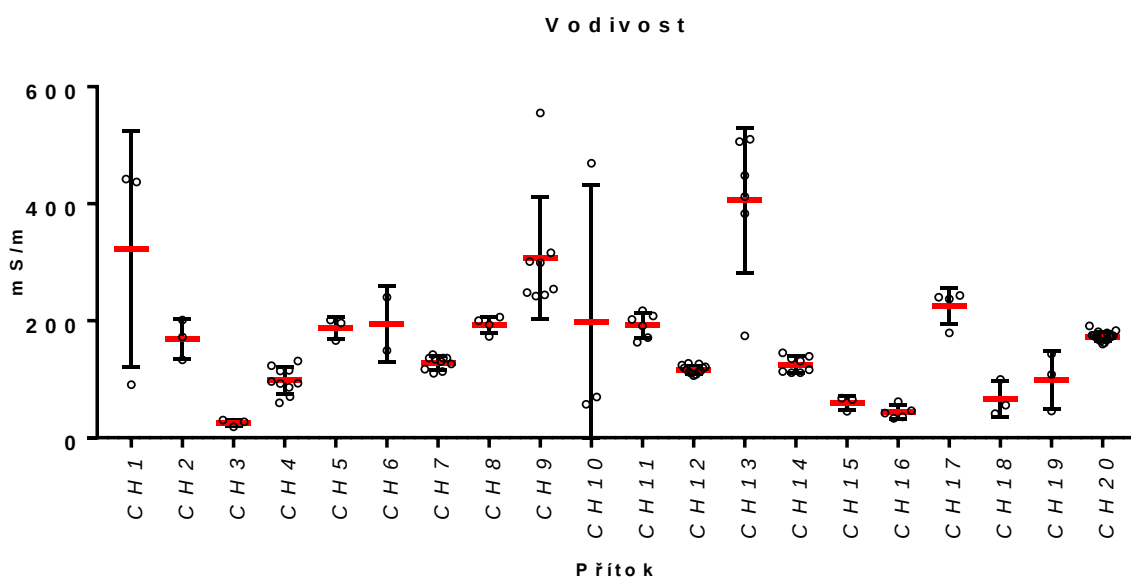
Obrázek 61. Porovnání pH na jednotlivých přítocích do jezera Chabařovice

Pro rozpuštěné látky je v NV č. 401/2015 Sb. stanoven limit 750 mg/l. Tento limit ve skutečnosti v našich podmínkách jen indikuje nepřesně znečištění průmyslovými odpadními vodami. Běžné povrchové vody v některých oblastech (jižní Morava, Slánsko s širokým okolím) pravidelně tuto hodnotu až dvojnásobně překračují.

Z hlediska rekreace i oživení vodními organismy je významná až úroveň hodnoty vodivosti kolem 500 mS/m, kdy lidé začnou vnímat větší koncentraci rozpuštěných látek, po překročení této úrovně se zužuje druhové spektrum sladkovodních organismů

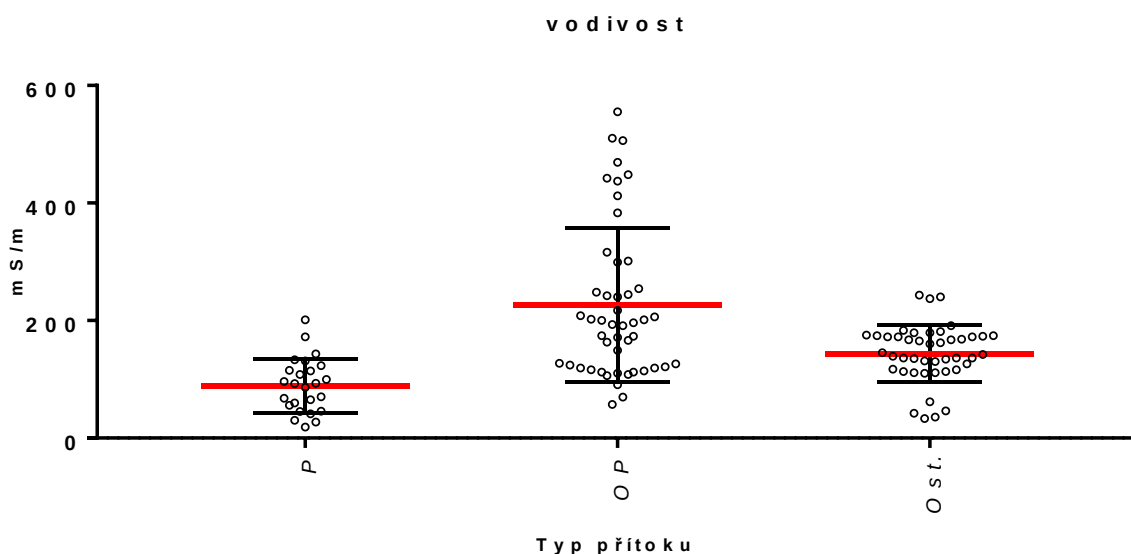
(Přikryl, 2014). Ve sledovaných přítocích byla hodnota vodivosti 500 mS/m překročena pouze 1x v roce 2008 u odvodňovacího příkopu „K“ jižní svahy (CH9) a 2x v roce 2010 u odvodňovacího příkopu sever (CH13). Oba tyto přítoky patří k lokalitám, které mají sice velkou variabilitu hodnot vodivosti, ale hodnoty vodivosti mají klesající tendenci. Velkou variabilitu hodnot vodivosti vykazují ještě další 2 lokality CH1 A CH10, ale v obou případech jsou k dispozici pouze 3 měření a lze tak těžko odhadovat skutečný stav (Obrázek 62).

Na konci vyhodnocovaného období (2015-2016) žádná hodnota vodivosti u přítoků, kde byla sledována vodivost, nepřekračovala hodnotu 200 mS/m a nebyl zaznamenán žádný zřejmý rostoucí trend. Z toho lze usuzovat, že okolí jezera Chabařovice je již zřejmě konsolidované a množství vyplavovaných minerálních kationtů a aniontů je ustálené. Tomu odpovídají i hodnoty nerozpuštěných látek, které jsou víceméně ustálené a většinou se pohybují v řádu jednotek mg/l (viz tabulková příloha 4).



Obrázek 62. Porovnání vodivosti na jednotlivých přítocích do jezera Chabařovice

Přítoky zařazené do kategorie Odvodňovací příkopy (OP) vykazují mnohem větší variabilitu hodnot vodivosti než přítoky v kategorii Potoky (P) a Ostatní (Ost). Zároveň hodnoty vodivosti u kategorie Odvodňovací příkopy byly průměrně 2 - 3 x vyšší než ve zbylých dvou kategoriích (Obrázek 63).



Obrázek 63. Porovnání vodivosti dle typu přítoku do jezera Chabařovice

Jak ukazuje přehled hodnot v tabulkové příloze 4, voda tekoucí v odvodňovacích příkopech má vysokou koncentraci rozpuštěných látek, která skoro ve všech vzorcích překračuje normu environmentální kvality (750 mg/l). Mimo síranů se na tomto stavu podílejí i hydrogenuhličitan s průměrnou koncentrací 427 mg/l.

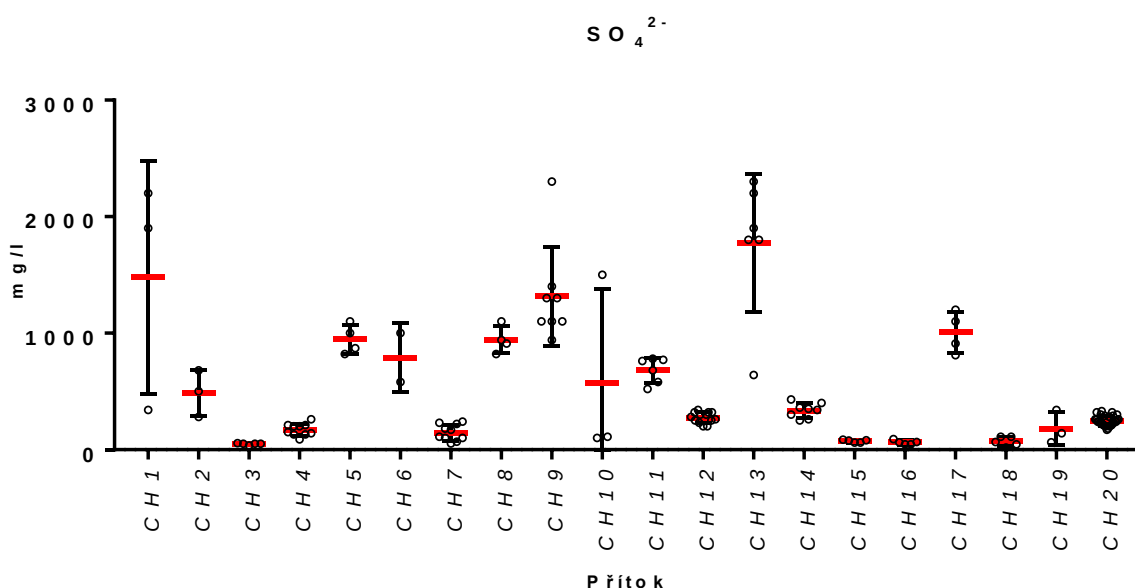
Sírany se v důlních vodách a nádržích ovlivněných důlními vodami zpravidla nejvíce podílejí na celkové koncentraci rozpuštěných látek. Rovněž v jezeře Chabařovice je jejich koncentrace vysoká (Příkryl, 2009). V NV č. 401/2015 Sb. je specifikována limitní hodnota pro parametr sírany – 200 mg/l. Tomuto limitu dlouhodobě vyhovují pouze 4 z 20 odběrových míst (Obrázek 64):

- Maršovský potok obec Soběchleby u kapličky (CH3)
- Unčinský potok pod komunikací ÚL-TPC (CH15)
- VD Modlany spodní výpusť (CH16)
- Zalužanský potok pod komunikací ÚL-TPC (CH18)

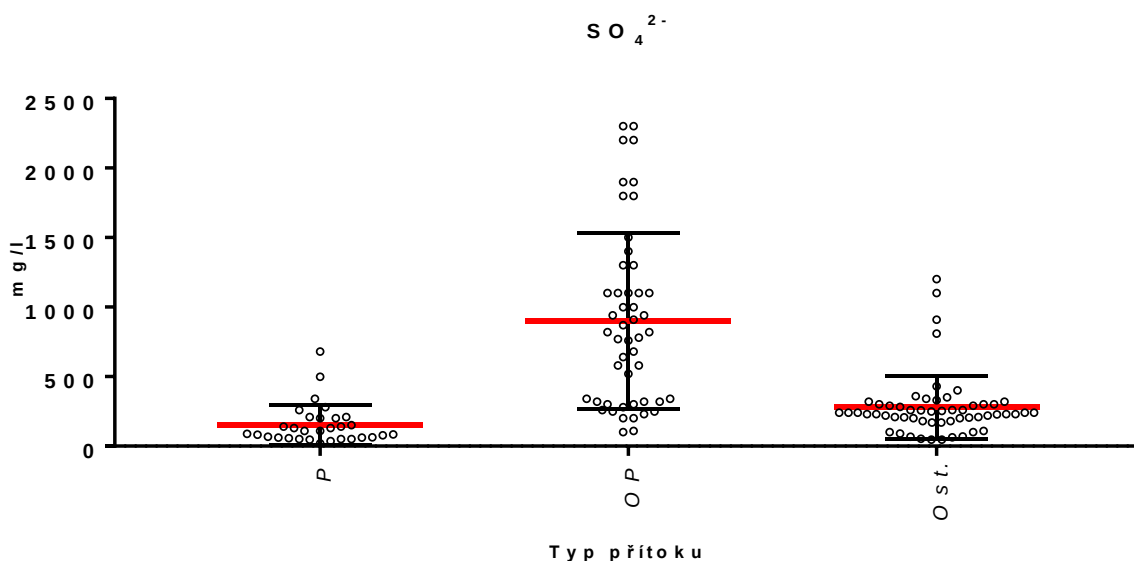
Ve všech 4 případech se jedná o běžné povrchové vody s průměrnou hodnotou koncentrace síranů okolo 60 mg/l a s velmi nízkou variabilitou hodnot. K dispozici byla data pouze od roku 2009 do jara roku 2011. Novější data nebyla k dispozici.

V ostatních 16 sledovaných přítocích byla limitní hodnota parametru sírany 200 mg/l víceméně dlouhodobě a pravidelně překračována. Největší variabilita hodnot byla zaznamenána u lokalit CH1, CH9, CH10 a CH13, což plně koresponduje s výše zmíněným

vývojem hodnot vodivosti. U lokalit CH1 a CH10 jsou opět k dispozici pouze 3 měření a lze tak těžko odhadovat skutečný stav. Tabulková příloha 4 obsahuje mj. přehled všech naměřených hodnot koncentrace síranů. Z výsledků je zřejmé, že ve sledovaném období 2006 – 2016 nedocházelo k výrazným trendům ve vývoji koncentrací síranů. Stejně jako u parametru vodivosti a rozpuštěných látek, přítoky zařazené do kategorie Odvodňovací příkopy (OP) vykazují mnohem větší variabilitu hodnot koncentrace síranů než přítoky v kategorii Potoky (P) a Ostatní (Ost). Zároveň průměrné hodnoty koncentrace síranů u Odvodňovacích příkopů byly několikanásobně vyšší než zbylé dvě kategorie (Obrázek 65).



Obrázek 64. Porovnání síranů na jednotlivých přítocích do jezera Chabařovice



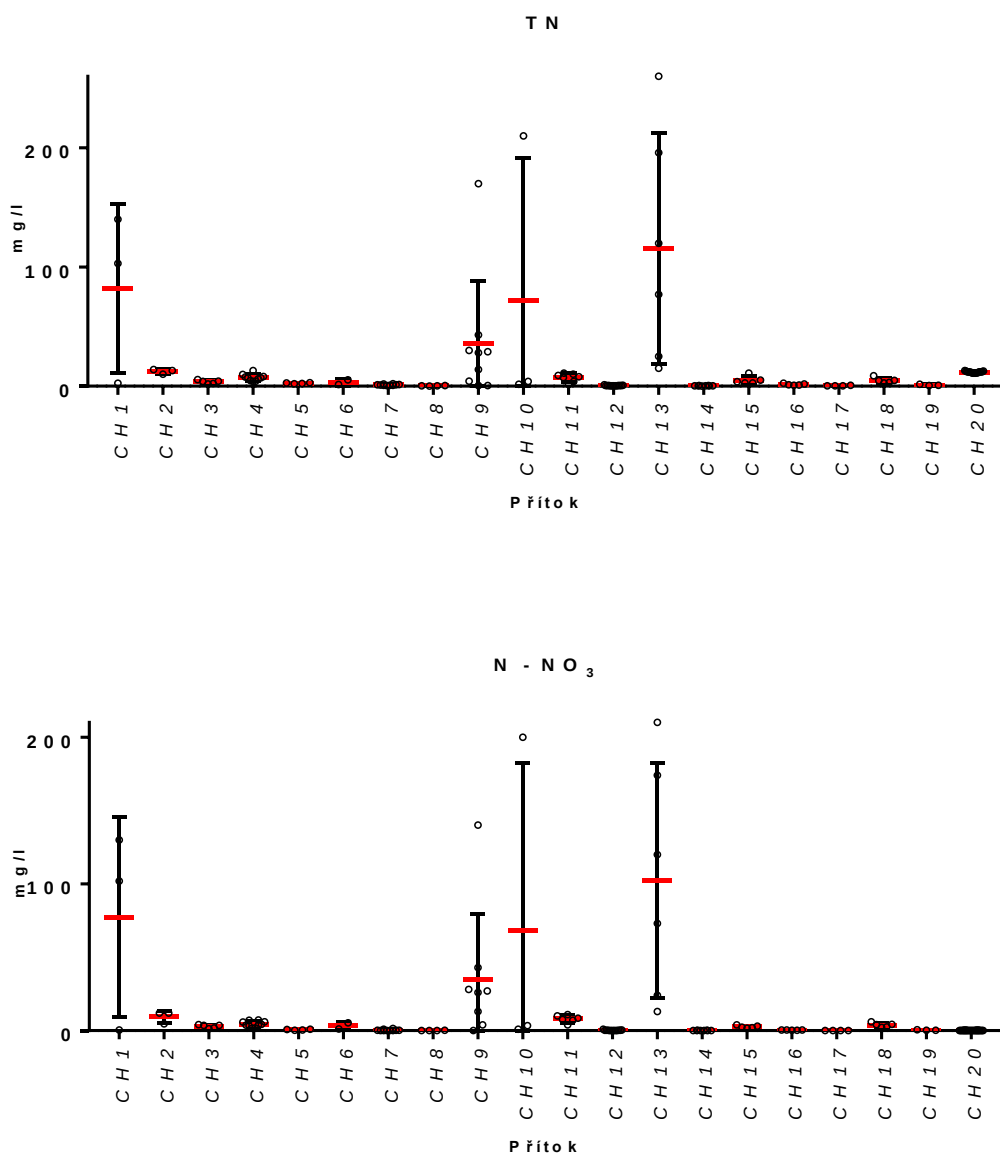
Obrázek 65. Porovnání síranů dle typu přítoku do jezera Chabařovice

Specifickým problémem jezera Chabařovice byla mimořádně vysoká koncentrace dusičnanového dusíku na začátku napouštění téměř řádově převyšující limit pro povrchové vody. V roce 2008 byla naměřena vysoká koncentrace dusičnanového dusíku (140 mg/l) v odvodňovacím příkopu „K“ jižní svahy (CH9) a v odv. příkopu „N“ (CH10) dokonce koncentrace 200 mg/l.

Podobně vysoké hodnoty dusičnanového dusíku, v rozmezí 120 mg/l až 210 mg/l, byly zaznamenány v letech 2010 až 2012 v odvodňovacím příkopu sever (CH13). U všech zmíněných lokalit došlo k postupnému snižování koncentrací. Tyto přítoky jsou však v současnosti (rok 2018) minimálně vodné a proto nepředstavují významné riziko pro kvalitu vody v jezeře Chabařovice.

Na lokalitě CH1, betonový propustek S16, byly naměřeny 2 hodnoty ze 3, které převyšují hranici 100 mg/l N-NO₃. K dispozici byla pouze data z let 2003 a 2004 a proto nelze činit jakékoliv závěry o současném vývoji hodnot na této lokalitě.

Obrázek 66 znázorňuje, že veškerý dusík v přítocích je převážně ve formě dusičnanového dusíku (vyjma PV9-CH20).



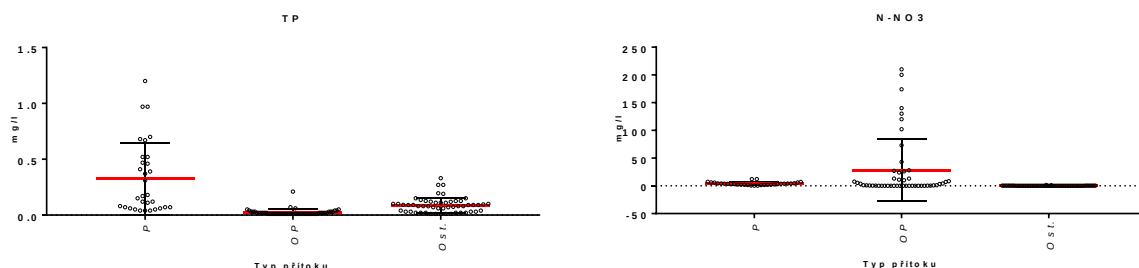
Obrázek 66. Porovnání TN a N-NO₃ na hodnocených přítocích

Odvodňovací příkopy (OP) opět vykazují mnohem větší variabilitu hodnot koncentrace dusičnanového dusíku než přítoky v kategorii Potoky (P) a Ostatní (Ost). Zároveň hodnoty u Odvodňovacích příkopů byly průměrně 2 - 3 x vyšší než v dalších dvou kategoriích.

Jinak je tomu u hodnot koncentrace celkového fosforu. Nejnižší průměrné hodnoty TP byly zaznamenány v odvodňovacích příkopech (nízká variabilita hodnot), vyšší koncentrace byla zaznamenána v lokalitách v kategorii Ostatní a nejvyšší míra variability a nejvyšší průměrné hodnoty TP byly zaznamenány v kategorii Potoky (Obrázek 67).

Průměr výrazně zvyšuje průměrná hodnota koncentrace TP z Modlanského potoka pod obcí Roudník u býv. ČS Roudníky - 0,62 mg/l (min. 0,39 mg/l, max. 0,97 mg/l).

Výše zmíněná protieutrofizační nádrž se z hlediska zadržení fosforu ukázala jako efektivní. Je proto účelné pouštět externí vody do jezera prostřednictvím této nádrže. Je však potřebné regulovat v ní rybí obsádku a podpořit silnější rozvoj ponořené, plovoucí a vynořené vegetace v nádrži (Příkryl, 2014).

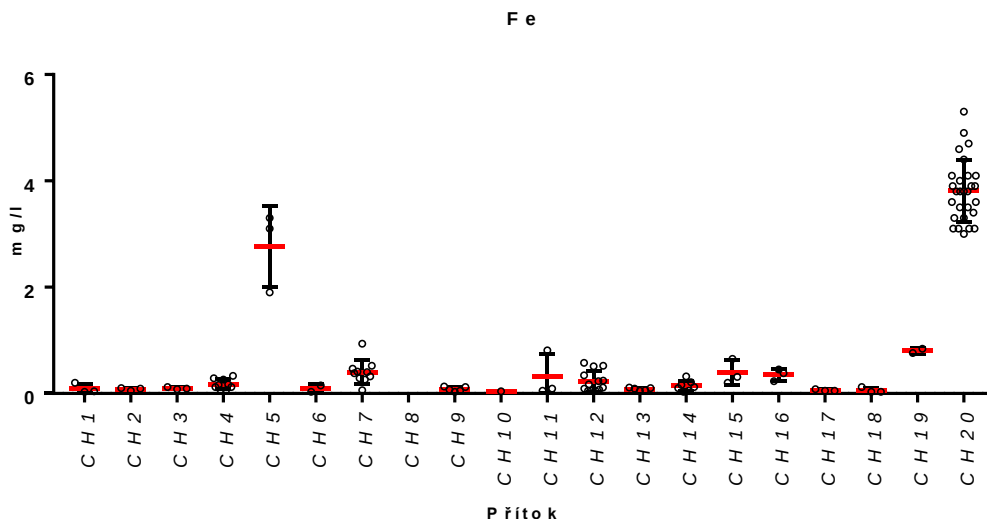


Obrázek 67. Porovnání TP a N-NO3 na jednotlivých typech přítoků

Trvalým a poměrně vydatným přítokem (až 60 l/s) se stal **přelivový vrt** (PV9) na severní straně jezera. Přestože má poměrně vysokou koncentraci celkového fosforu (průměr cca 0,1 mg/l), poměr dusíku k fosforu ve vodě z vrtu se pohybuje na úrovni 120 : 1 zásluhou vysoké koncentrace amoniakálního dusíku (průměr cca 12 mg/l) bez jakékoli tendence ke změně. Z tohoto hlediska se jeví zaústění vrtu do jezera jako významný přínos. Problémem může být poměrně rychlé vyprchání amoniaku z povrchové vrstvy jezera s poměrně vysokým pH do ovzduší, které výše uvedený příznivý poměr snižuje.

Důlní vody mají významnou fyzikálně chemickou vlastnost – je v nich málo rozpuštěného kyslíku a redox potenciál nabývá hodnot menších než 0 a dokonce dosahující hodnot až -100mV. Prostředí je tedy významně redukční a železo a mangan se vyskytuje ve dvojmocné formě, tj., v rozpustných solích. U těchto vod, když se dostanou do recipientu, nastává překotné dosycování kyslíkem a změny z redukčního stavu na stav oxidační. V první fázi dojde k oxidaci z Fe^{II} na Fe^{III} , a tím ke vzniku jemných rezavých železitých sraženin. U manganu je proces pomalejší a tak teprve po několika stech metrech toku dochází k významnému výskytu tmavohnědých nerozpustných sraženin (oxidace Mn^{II} na Mn^{IV}). U železa se vytváří jemný houbovitý kal o mocnosti až několika desítek cm (podle velikosti zdroje), u manganu dochází k inkrustaci dna, kdy dojde k vytvoření pevné, prakticky nepropustné vrstvy (Adámek et al, 2008). V přelivovém vrtu je vysoká koncentrace železa (průměrná koncentrace 3,8 mg/l Fe - Obrázek 68, u přítoku

CH10 byla vyloučena nepravděpodobná hodnota 930 mg/l Fe), které se po přítoku do jezera v prokysličené vodě s relativně vysokým pH rychle sráží (Obrázek 69). Spolu se železem se sráží i část fosforu (Přikryl, 2014).



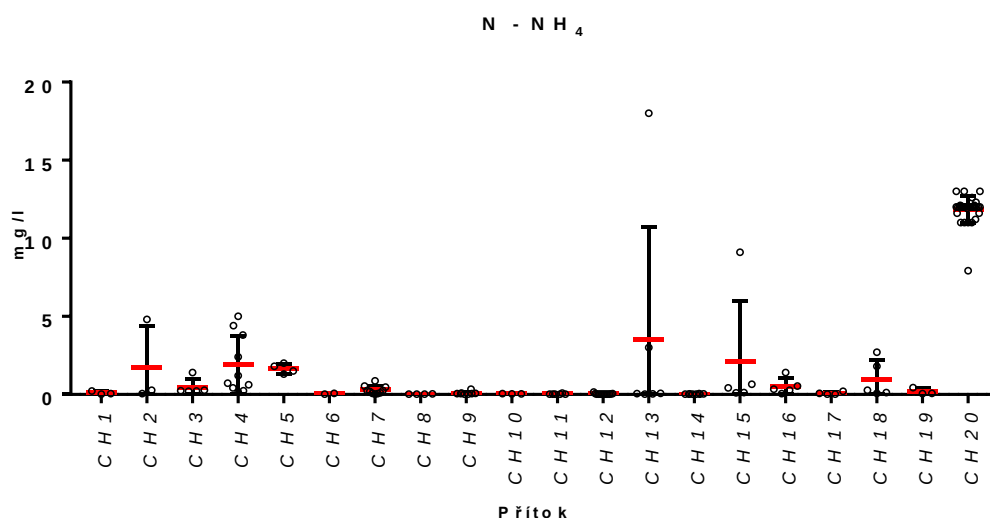
Obrázek 68. Porovnání Fe na jednotlivých přítocích do jezera Chabařovice



Obrázek 69 - přelivový vrt PV9/CH20

Limit daný Nařízením vlády č. 401/2015 Sb., 0,23 mg/l pro amoniakální dusík, přelivový vrt PV9 pravidelně mnohonásobně převyšuje (12 mg/l - Obrázek 70). Při uvažovaném maximálním přítoku 60 l/s celoročně by přelivový vrt zvyšoval koncentraci

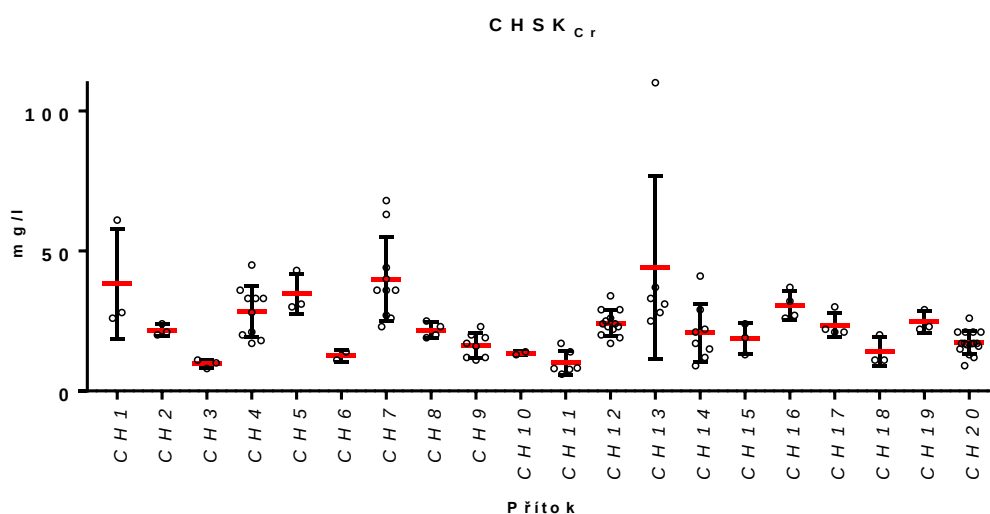
amoniakálního dusíku v jezeře o 0,67 mg/l. Při reálném třetinovém přítoku je to jen cca o 0,22 mg/l. I to se může zdát jako významné, protože to odpovídá normě environmentální kvality (0,23 mg/l). Ve skutečnosti bude přísun ještě menší, protože při průměrném pH 8,5 v hladinové vrstvě je přibližně 10 % amoniakálního dusíku ve formě nedisociovaného amoniaku NH_3 , který rychle odvětrává do ovzduší. Díky vysoké teplotě vody ve vrtu (cca 18 °C) se tato voda po většinu roku drží dlouho u hladiny, což odvětrávání amoniaku podporuje. Průměrné koncentrace amoniakálního dusíku v horních 10 m za období 2009 až 2013 nerostou (spíše zvolna klesají) a pohybují se na úrovni pouze 0,10 mg/l. Vysoké koncentrace amonného dusíku v obdobích deficitu rozpuštěného kyslíku u dna vznikají zjevně denitrifikací dusičnanů a nemají vztah k přelivovému vrtu. Zjevně tedy ani vysoká koncentrace amoniakálního dusíku není problematická z hlediska limitu kvality vody (Přikryl, 2014). Naopak z hlediska udržení dostatečně vysokého poměru dusíku k fosforu jako prevenci rozvoje sinic vodního květu je tento přísun žádoucí, protože v dalších zdrojích vody pro jezero je koncentrace dusíku nízká (Obrázek 66.), vyjma lokalit (CH1, CH9, CH10 a CH13). U lokalit CH1 a CH10 jsou k dispozici pouze 3 měření a lze tak těžko odhadovat skutečný stav. Koncentrace dusičnanového dusíku v odvodňovacích příkopech "K" jižní svahy (CH9) a odvodňovací příkopy sever (CH13) dosahuje vysokých průměrných hodnot – 35,1 mg/l resp. 102,3 mg/l. Oba přítoky jsou však minimálně vodné a proto nepředstavují významné riziko pro kvalitu vody v jezeře Chabařovice. Koncentrace celkového dusíku je převážně způsobena dusičnanovým dusíkem (Obrázek 66).



Obrázek 70. Porovnání $\text{N} - \text{NH}_4$ na přítocích do jezera Chabařovice

Z výše uvedeného je zřejmé, že žádný ukazatel kvality vody v přelivovém vrtu nepředstavuje významné nebezpečí pro kvalitu vody v jezeře. Není tudíž nutno omezovat přítok vody z přelivového vrtu snižováním hladiny stařinových vod pomocí čerpání na čerpací stanici důlních vod Kateřina.

Chemická spotřeba kyslíku dichromanovou metodou stanoví prakticky všechny organické látky včetně látek biologicky nerozložitelných nebo nesnadno rozložitelných. Význam má toto stanovení zejména pro kontrolu znečištění z bodových zdrojů. Průběh koncentrací v jednotlivých přítocích ukazuje Obrázek 71. Nejvyšší variabilita hodnot byla zaznamenána u odvodňovacího příkopu S16 (CH13), kde na počátku monitoringu byla hodnota CHSK_{Cr} 110 mg/l a poté se ustálila na hodnotách kolem 30 mg/l. V porovnání s limitem NV Č. 401/2015 Sb. pro parametr CHSK_{Cr} – 26 mg/l, 4 přítoky ze 7 sledovaných v posledním roce vyhodnocovaného období (2015) překračovaly zmiňovaný limit. Průměrná hodnota v přítocích byla 38 mg/l. Z dostupných dat je zřejmé, že hodnoty CHSK_{Cr} byly víceméně ustálené a dá se předpokládat, že tento trend bude zachován.



Obrázek 71. srovnání CHSK_{Cr} na přítocích do jezera Chabařovice

V roce 2014 až 2015 bylo ve 4 profilech (CH4, CH7, CH12 a CH13) analyzováno 6 kovů (Al, Cd, Cr, Ni, Pb a Hg). U všech sledovaných kovů (vyjma Hg) žádná hodnota nepřekročila limity dané NV č. 401/2015, Sb. Prokazatelně převažovaly hodnoty pod mezí stanovitelnosti. U rtuti došlo v roce 2015 ke zvýšení z hodnot pod mezí stanovitelnosti na průměrnou hodnotu 0,10 $\mu\text{g/l}$, a ve všech 4 sledovaných profilech byla hodnota

koncentrace Hg nad limitem daným výše uvedeným nařízením vlády - 0,07 µg/l. Vzhledem k tomu, že rtuť je velmi toxická, silně se akumuluje v sedimentu i v živé hmotě, je nutno sledovat další vývoj koncentrací rtuti v přítocích do jezera.

10.2.3. Celkové vyhodnocení kvality vod vodních příkopů v povodí jezera Chabařovice

Na základě předložených dat (viz metodika Chabařovice) byly hodnoceny fyzikálně chemické a biologické parametry dvaceti přítoků v povodí jezera.

Data byla zpracována dle jednotlivých parametrů, byly sledovány trendy jejich vývoje během let 2006 - 2015, pozornost byla věnována zejména nadlimitním hodnotám podle NV 401/2015 Sb. pro povrchové vody.

Pro celkové vyhodnocení rizik byla vytvořena přehledová tabulka výskytu nadlimitních hodnot pro jednotlivé parametry a příkopy. Tabulka 16 uvádí sledované příkopy a přehled parametrů, u nichž byl překročen limit podle NV 401/2015 Sb. Poměr v jednotlivých buňkách porovnává celkový počet měření za celou dobu sledování s počtem výskytů nadlimitních hodnot. V tabulce jsou barevně odlišeny hodnoty četností výskytu nadlimitních hodnot dle následujícího schématu:

Procentuální rozsah	Vysvětlivky
100 %	Všechny naměřené hodnoty byly nad limitem
1-99 %	Nadlimitní hodnoty se vyskytovaly v intervalu 1-99%
0%	Nadlimitní hodnoty nebyly naměřeny

Do jezera ústí desítky odvodňovacích příkopů, hlavně ze severní strany. Mnohé jsou většinu času suché. Jen z některých se dá vícekrát během roku odebrat vzorek vody a vliv těchto přítoků na kvalitu vody v jezeře je minimální. Nejvíce vodným přítokem je přelivový vrt PV9 (CH20).

Nadlimitní hodnoty se vyskytovaly nejvíce u síranů a rozpuštěných látek, což je pravděpodobně ovlivněno geologickým podložím na lokalitě.

Nejvíce nadlimitních hodnot bylo zjišťováno v odvodňovacím příkopu pod svahy Rovného. Pravidelně zde byly měřeny nadlimitní hodnoty RL, amoniaku, CHSK_{Cr}, síranů, manganu a železa, hodnoty vápníku byly také většinou nadlimitní. U ostatních parametrů na tomto přítoku se nadlimitní hodnoty neobjevovaly.

Také na **PV9 (CH20)** byly měřeny často nadlimitní hodnoty. Tento přítok je nejvíce vodný a může nejvíce ovlivňovat kvalitu vody v jezeře. Trvale jsou vysoké hodnoty amoniaku a celkového dusíku, také železo, sírany a mangan byly většinou nadlimitní.

Pro hodnocení rizik je důležité znát, kromě parametrů zatížení, průtoky a celkový stav lokality. Podle toho mohou být navrženy stavby kořenových čistíren a mokřadů. Kromě PV9 jsou sledované příkopy málo vodné, v současné době téměř bez vody. Příkopy s nízkým průtokem nepředstavují riziko pro nádrž, i kdyby byly opakovaně měřeny nadlimitní hodnoty některých parametrů. Pozornost je potřeba věnovat příkopu PV9.

Trvale problematická je koncentrace rozpuštěných látek a síranů v odvodňovacích příkopech. Nemělo by to být chápáno jako znečištění, ale jako přirozená vlastnost vody v povodí jezera Chabařovice.

Z výsledků je zřejmé, že jednotlivé přítoky se od sebe výrazným způsobem liší.

Tabulka 16. Počet překročení stanoveného limitu u jednotlivých parametrů z celkového počtu měření. Zeleně vyznačeny parametry, ve kterých nebyl nikdy limit překročen. Naopak červeně jsou zvýrazněny přítoky a parametry, u kterých došlo k překročení limitů ve všech případech.

CHABAŘOVICE	zkratka	RL105	NL105	NO ₃ -N	NH ₄ -N	TN	TP	pH	CHSK _{Cr}	BSK ₅
Betonový propustek příkopu S 16	CH1	3/2	3/1	3/2	3/1	3/2	3/1	3/0	3/3	3/1
JCH 8 – přepad z přeložky Modlanského potoka	CH2	3/3	3/0	3/2	3/2	3/3	3/2	3/0	10/6	3/0
Maršovský potok obec Soběchleby u kapličky	CH3	3/0	3/0	5/0	5/3	5/0	5/1	3/0	3/0	3/0
Modlanský potok pod obcí Roudníky u býv. ČS Roudníky	CH4	9/4	9/1	10/4	10/9	10/7	10/10	11/0	10/6	10/7
Odv. příkop pod svahy Rovného v již. části plaviště popílku	CH5	3/3	3/0	4/0	4/4	4/0	4/0	3/0	3/3	3/0
Odv. Příkop v SV části JCH (u pláže)	CH6	2/2	2/0	2/0	2/0	2/0	2/0	2/0	2/0	2/0
Odvodňovací drén z mokřadu v Z části JCH pod VD Zalužany	CH7	9/7	9/0	10/0	10/5	10/0	10/4	10/0	10/9	10/5
Odv. příkop „I“ jižní svahy JCH	CH8	4/4	4/0	4/0	4/0	4/0	4/0	4/0	4/0	4/0
Odv. příkop „K“ jižní svahy JCH	CH9	7/7	7/0	8/6	8/1	9/6	9/0	8/0	8/0	8/0
Odv. příkop „N“ jižní svahy JCH	CH10	1/0	1/0	3/1	3/0	3/1	3/0	3/0	2/0	3/0
Odv. příkop „A“ jižní svahy JCH	CH11	6/6	6/2	6/5	6/0	7/5	7/0	6/0	6/0	6/0
Odv. příkop pod ocelárnou	CH12	11/11	11/2	13/0	13/0	13/0	13/0	13/0	13/4	13/0
Odv. příkopy sever	CH13	5/5	5/4	6/6	6/2	6/6	6/0	6/0	6/5	6/3

Sedimentační jímka v západních svazích JCH	CH14	6/6	6/1	8/0	8/0	8/0	8/0	8/0	8/2	7/1
Unčický potok pod komunikací ÚL-TPC	CH15	3/0	3/1	5/0	5/3	5/1	5/1	3/0	3/0	3/0
VD Modlany spodní výpušť	CH16	3/0	3/1	5/0	5/4	5/0	5/0	5/1	4/4	5/4
Vodní nádrž Rabenov v přepadu	CH17	3/3	3/0	4/0	4/0	4/0	4/0	4/0	4/1	4/1
Zalužanský potok pod komunikací ÚL-TPC	CH18	3/0	3/0	5/1	5/3	5/1	5/2	3/0	3/0	3/0
Zalužanský potok u spodní výpusti VD Kateřina	CH19	2/1	2/0	3/0	3/1	3/0	3/0	3/0	3/1	3/0
PV9	CH20	15/15	41/0	38/0	42/42	24/24	33/1	40/0	20/1	18/1

CHABAŘOVICE	zkratka	SO ₄ ²⁻	Mn	Cl ⁻	Fe	Ca	Mg	Al	Ni	Hg
Betonový propustek příkopu S 16	CH1	3/3	3/2	3/0	3/0	3/2	3/2	2/0	2/0	2/0
JCH 8 – přepad z přeložky Modlanského potoka	CH2	3/3	3/0	3/0	3/0	3/1	3/0	2/0	2/0	2/0
Maršovský potok obec Soběchleby u kapličky	CH3	5/0	5/0	3/0	3/0	3/0	3/0	4/0	5/0	4/1
Modlanský potok pod obcí Roudníky u býv. ČS Roudníky	CH4	10/3	9/1	10/0	9/0	9/0	8/0	8/0	8/0	8/2
Odv. příkop pod svahy Rovného v již. části plaviště popílku	CH5	4/4	3/3	4/0	3/3	4/3	3/0	x	x	x
Odv. Příkop v SV části JCH (u pláže)	CH6	2/2	2/0	2/0	2/0	2/0	2/0	x	x	x
Odvodňovací drén z mokřadu v Z části JCH pod VD Zalužany	CH7	10/3	9/9	10/0	5/0	10/2	10/0	8/0	8/0	8/3
Odv. příkop „I“ jižní svahy JCH	CH8	4/4	x	4/0	x	x	x	x	x	x
Odv. příkop „K“ jižní svahy JCH	CH9	8/8	4/0	8/0	5/0	5/4	5/5	x	x	x
Odv. příkop „N“ jižní svahy JCH	CH10	3/1	1/1	3/0	2/1	1/1	1/1	x	1/0	1/0
Odv. příkop „A“ jižní svahy JCH	CH11	6/6	3/0	6/0	3/0	3/1	3/1	x	x	x
Odv. příkop pod ocelárnou	CH12	13/11	11/3	13/0	13/0	12/0	12/0	9/0	9/0	9/3
Odv. příkopy sever	CH13	6/6	5/2	6/0	5/0	5/4	5/4	6/0	6/1	6/3
Sedimentační jímka v západních svazích JCH	CH14	8/8	5/0	8/0	7/0	6/0	6/0	1/0	1/0	1/0
Unčický potok pod komunikací ÚL-TPC	CH15	5/0	5/1	3/0	3/0	3/0	3/0	4/0	5/0	4/1
VD Modlany spodní výpušť	CH16	5/0	3/1	4/0	3/0	4/0	4/0	3/0	5/0	4/1
Vodní nádrž Rabenov v přepadu	CH17	4/4	2/0	4/0	3/0	3/3	3/3	x	x	1/1

Zalužanský potok pod komunikací ÚL-TPC	CH18	5/0	5/0	3/1	3/0	3/0	3/0	4/1	5/0	4/1
Zalužanský potok u spodní výpusti VD Kateřina	CH19	3/1	2/0	3/0	2/0	3/0	3/0	2/0	3/0	2/2
PV9	CH20	38/35	32/30	11/1	37/37	x	x	x	x	x

10.3. Jezero Most

Jezero Most se nachází mezi městem Most, areálem chemických závodů Unipetrol a.s. a Česká rafinérská a.s. v Záluží u Mostu a obcí Braňany. Oblast je známá svou dlouholetou tradicí v těžbě hnědého uhlí. Aktivní těžba na lokalitě hnědouhelného lomu Ležáky – Most byla ukončena v roce 1999. Na území o rozloze 1264 ha byla následně zahájena celková revitalizace území. Sanační a rekultivační práce v bezprostředním okolí budoucího jezera probíhaly během následujících 9 let. Zemní úpravy byly zahájeny v prostoru Rudoltické výsypky a vnější výsypky lomu Most, na které později navazovala rekultivace Střimické výsypky a vnitřní výsypky lomu Most. Jednalo se zejména o zemědělsko-lesnické rekultivace doplněné kompletním odvodněním a vybudováním obslužných komunikací. Práce byly koncipovány tak, aby toto území mohlo být využíváno pro příměstskou rekreaci. (Lhotský, 2013). Od roku 2002 do zahájení napouštění se voda v budoucím jezeře akumulovala z atmosférických srážek a z vývěrů ve svazích lomu po ukončení čerpání důlních vod. Následovaly práce na opevnění břehové části jezera, vytvoření přístaviště a obvodové komunikace (Lhotský, 2013). Z hlediska dodržení kvality vod ke koupání byla k napouštění zvolena řeka Ohře místo původní Bíliny. Výstavba přivaděče z Průmyslového vodovodu Nechanice (PVN) probíhala v letech 2006-08. (Lhotský, 2013). Zatápění jezera Most bylo rychlejší než zatápění srovnatelných jezer Chabařovice a Medard. Během necelých 4 let od října 2008 do června 2012 bylo jezero napuštěno na 95,8 % provozního objemu. Objem vody do května 2014 mírně poklesl na 94,2 % a následně se dalším čerpáním zvýšil na 98,3 % provozního objemu ke konci června 2014. (Přikryl 2014).

Nejvýznamnější specifickou vlastností je především neprůtočnost jezera Most, což je v podmínkách ČR unikátní. Přestože během napouštění činil přítok z vlastního povodí méně než 5% objemu jezera, na výsledné kvalitě vody se významně podílel. Po napuštění jezera se tento zdroj, vedle srážek na hladinu, stal dominantním a spolu s odparem vody zásadním způsobem ovlivňuje další vývoj její kvality (Přikryl, 2014).

10.3.1. Metodika

Podkladový materiál

- Odborná studie Příkryl, I.: Hodnocení vlivu možných zdrojů pro plnění jezera Ležáky a následného doplňování vody na její kvalitu v jezeře, ENKI, o.p.s., 2004
- Odborná studie Příkryl, I.: Hodnocení kvality vody v jezeře Most, ENKI, o.p.s., 2014
- Odborná studie Příkryl, I.: Posouzení maximální přípustné koncentrace amoniakálního dusíku ve vyčištěné důlní vodě vypouštěné do jezera Most, ENKI, o.p.s., 2015

Pro hodnocení přítoků do jezera Most byla využita data, která poskytla společnost R-Princip. Jednalo se xls. soubor, který obsahoval data ze šesti přítoků z vlastního povodí jezera – JM4, JM5, JM8, JM9, JM13, JM16. Odběry byly prováděny v letech 2009 – 2017 s různou periodicitou. Nejvíce dat je z přítoku JM5 - 9 let sledování (2009 až 2017), JM4, JM8 a JM9 7 let sledování (2011 – 2017) a nejméně JM13 3 roky (2012-2014) a JM16 jen 1 rok sledování (2015).

Tabulka 17 uvádí přehled stanovovaných parametrů. Sledované parametry byly měřeny s různou periodicitou.

Tabulka 17. Přehled měřených parametrů v přítocích do jezera Most

Ukazatele	Parametry
<i>Všeobecné ukazatele</i>	<i>t, pH, O₂, BSK₅, CHSK_{Cr}, TC, IC, TOC, Pcelk., Ncelk., N-NO₃⁻, N-NO₂⁻, N-NH₄⁺, RL105, RL550, NL105, Cl⁻, SO₄²⁻, Mg, Ca</i>
<i>Vybrané specifické znečišťující látky</i>	<i>Al, Zn, Fe, Mn, Cd, Cr, Hg, Ni, Pb, Cu</i>
<i>Doplňkové chemické ukazatele</i>	<i>vodivost, Na, K, P-PO₄³⁻, KNK-4,5, KNK-8,3, ZNK-4,5, ZNK-8,3, turbidita</i>
<i>Biologické ukazatele</i>	<i>chlorofyl-a, fluorescence, fekální streptokoky, termotolerantní kolif.b, koliformní b,</i>

Kompletní tabulky s naměřenými daty jsou v tabulkové příloze 3, která je součástí této studie. Data jsou porovnána s limity NV č. 401/2015 Sb. a technickou normou ČSN 75 7221.

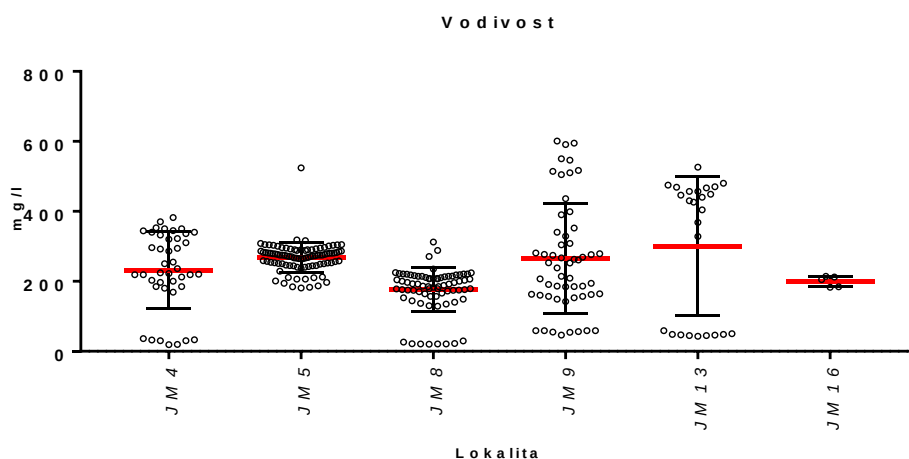
U některých ukazatelů leží mnoho hodnot pod mezí stanovitelnosti. Pro účely grafického zpracování byly takové hodnoty nahrazeny zpravidla polovinou nejmenší stanovované hodnoty a byly vytvořeny tabulky s modifikovanými číselnými hodnotami použitelnými pro výpočty.

10.3.2. Vyhodnocení přítoků

Kvalita vody v jezeře byla ovlivněna i zemními pracemi prováděnými na svazích lomu nebo u břehové linie jezera. To v některých případech mohlo vést i ke změně povodí jednotlivých příkopů a následně k odpovídající změně kvality vody (Přikryl, 2014). Nejvíce je to patrné na koncentraci nerozpuštěných látek, které v některých vzorcích dosahovaly extrémních hodnot. Nejvyšší hodnota nerozpuštěných látek byla zaznamenána v únoru 2013 na přítoku JM8 – 4310 mg/l (Obrázek 79), následující měsíc klesla na 1540 mg/l a v dubnu se hodnota ustálila na hodnotě 17 mg/l. Od této události byly hodnoty nerozpuštěných látek na JM8 ustálené a průměrná hodnota činila v roce 2017 15,9 mg/l. Na ostatních přítocích byl zaznamenán klesající trend hodnot nerozpuštěných látek, bez výskytu extrémních hodnot, který souvisel s ukončováním terénních prací a s postupným zápojem vegetačního krytu v jejich povodí a omezení vlivu vodní eroze. V roce 2017 průměrné koncentrace NL na přítocích JM4, JM5, JM8 a JM9 nepřekračovaly tyto hodnoty – 25 mg/l, 10,8 mg/l, 15,9 mg/l resp. 4,1 mg/l.

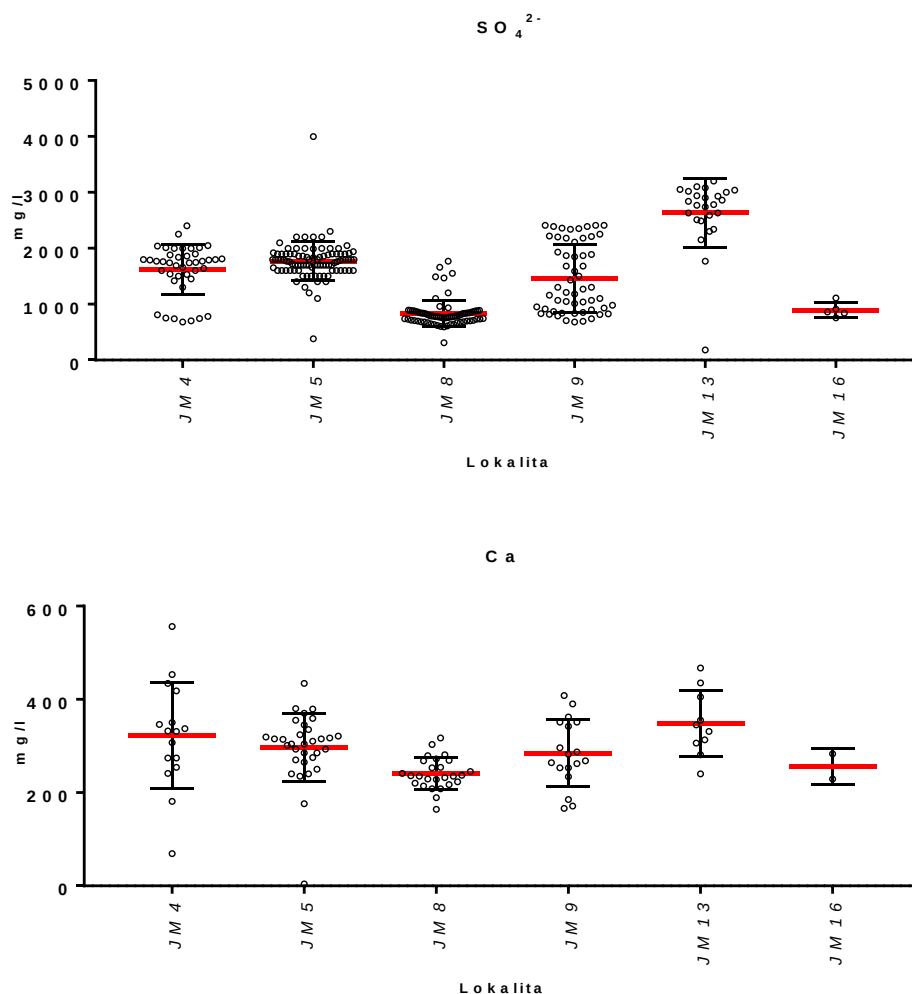
Vodivost v příkopech celkově, tak i v jednotlivých příkopech samostatně, kolísala v širokém rozpětí od 20 do 601 mS/m (Obrázek 72). Oba extrémy byly naměřeny v letech 2013 a 2014 – minimum na JM4 a JM8 a maximum na JM9. Nejvyrovnanější průběh hodnot vodivosti vykazují přítoky JM5 a JM8, kde od roku 2015 hodnota vodivosti oscilovala okolo hodnoty 200 mS/m (Obrázek 79). Průměr ze všech stanovených hodnot v příkopech byl v roce 2017 226 mS/m.

Vysoká vodivost v příkopech povede v následujícím období k růstu vodivosti v jezeře, který ještě bude zvýrazněn vysokým odparem, který zmenšuje objem vody v jezeře, ale ponechá v ní rozpuštěné soli.



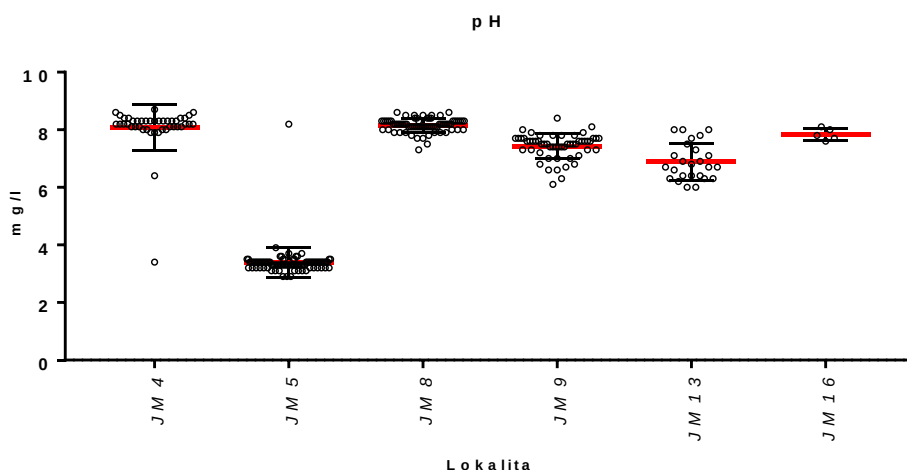
Obrázek 72. Porovnání vodivosti na jednotlivých přítocích do jezera Most

Koncentrace síranů (Obrázek 79) a vápníku (Obrázek 80) v odvodňovacích příkopech vykazují obdobný vývoj. U síranů bylo zjištěno široké rozpětí 180 až 4000 mg/l (Obrázek 73) s průměrem ze všech hodnot ve sledovaném období 1512 mg/l. Ve srovnání s platným limitem 200 mg/l jde o skoro osminásobné překročení. V posledních 3 letech je zřetelná vyrovnanost naměřených koncentrací tzn., že měřené hodnoty pro jednotlivé přítoky se ustálily na hladině, která zřejmě odpovídá hodnotám síranů běžně se vyskytujících v geologickém podloží přítoků a nedochází tak již k výrazným změnám. U koncentrací vápníku bylo zjištěno rozpětí 4 až 556 mg/l (Obrázek 73), s průměrem všech hodnot 289 mg/l. Limit daný nařízením vlády je stanoven na hodnotu 190 mg/l. Tento limit byl po celou dobu monitoringu pravidelně překračován na všech přítocích. Nejnižších hodnot koncentrací vápníku dlouhodobě dosahoval přítok JM8 (241 mg/l).



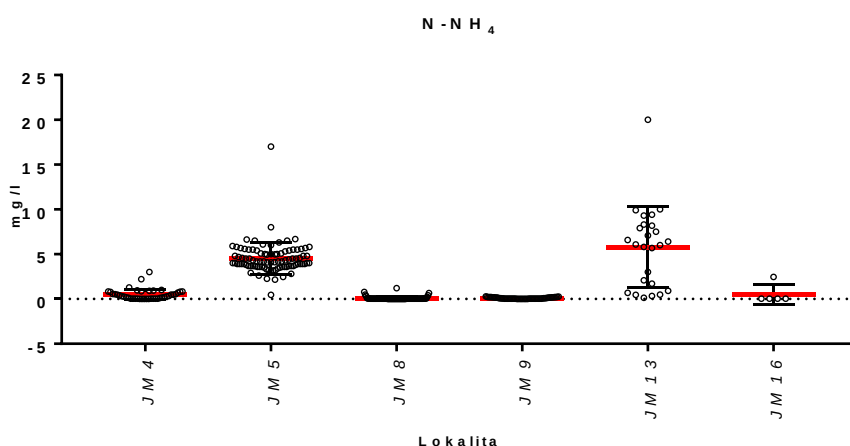
Obrázek 73. Porovnání síranů a vápníku na přítocích do jezera Most

Obrázek 80 ukazuje odlišnou koncentraci vodíkových iontů (pH) v příkopu JM5 (rozmezí od 2,9 až 3,9) od příkopů ostatních (rozpětí od 6,0 až 8,7). Hodnota pH je významná z hlediska koncentrace kovů v příkopech, protože rozpustnost u většiny kovů pronikavě roste s poklesem pH. V příkopu JM5 byl poslední 3 roky zaznamenán velmi slabý trend růstu pH z 3,2 na 3,5. Dá se předpokládat, že tato úroveň se udrží mnoho desítek let, jak se dá pozorovat i u kyselých vod na území jiných lomů a výsypek (Přikryl, 2014). Je zřejmé, že u všech příkopů měly hodnoty pH malou variabilitu hodnot (Obrázek 74) bez zjevného trendu.



Obrázek 74. Porovnání pH na přítocích do jezera Most

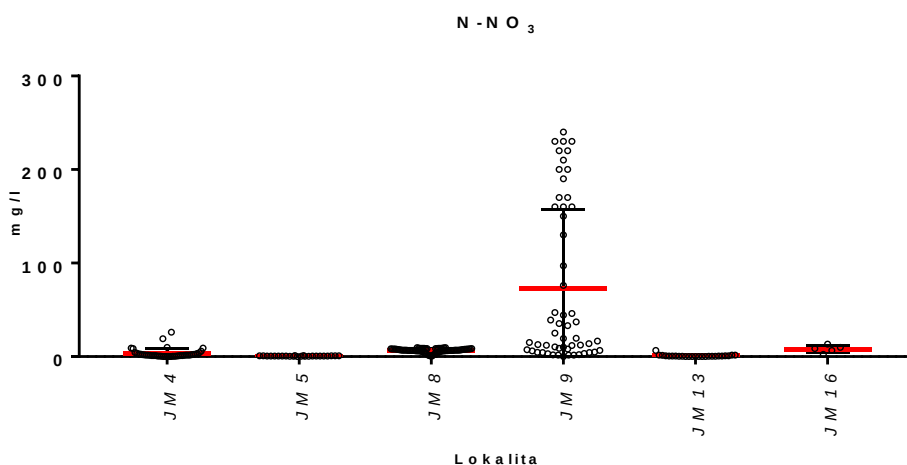
Vysokých hodnot dosahují v některých příkopech jednotlivé formy dusíku. U koncentrace amoniakálního dusíku bylo zjištěné rozpětí od 0,02 do 20 mg/l (Obrázek 80). Jednotlivé příkopy se značně liší průměrnými hodnotami: JM8 0,09 mg/l, JM9 0,10 mg/l, JM4 0,50 mg/l, JM16 0,53 mg/l, JM5 4,52 mg/l a JM13 5,76 mg/l. Limit NV č.401/2015, Sb., který je pro amoniakální dusík stanoven na 0,23 mg/l, je pravidelně několikanásobně převyšován na přítocích JM5 a JM13. U nejdéle sledovaného přítoku JM5 (2009-2017) došlo k poklesu z cca 5,8 na 3,6 mg/l. Na ostatních přítocích je vývoj koncentrací víceméně ustálený a pohybuje se na nízkých hodnotách (Obrázek 75).



Obrázek 75. Porovnání amoniakálního dusíku na přítocích do jezera Most

Také dusičnanový dusík dosáhl v některých případech vysoké až extrémně vysoké koncentrace. Zjištěné rozmezí bylo 0,1 mg/l až 240 mg/l (Obrázek 76). Vývoj v průběhu

let je patrný na grafech níže (Obrázek 81). Extrémně vysoká průměrná koncentrace 168 mg/l dusičnanového dusíku (v letech 2013-2015) byla zjištěna v příkopu JM9, který zabezpečuje skoro pětinu měřitelného přítoku do jezera z vlastního povodí, ale od roku 2015 do roku 2017 průměrná hodnota významně klesla až na hodnotu 13 mg/l. Nebezpečí růstu koncentrace dusičnanů v dalším období však nehrozí. V jezeře dochází k denitrifikaci a dalším přeměnám sloučenin dusíku. Přitom dusík z vody uniká v podobě molekulárního a amoniakálního dusíku. Zdrojem dusíku je nejspíše mineralizace organických substrátů při rekultivaci svahů lomu a ta se časem vyčerpá (Přikryl, 2014).



Obrázek 76. Porovnání dusičnanového dusíku na přítocích do jezera Most

Koncentrace celkového fosforu v příkopech rovněž kolísala (Obrázek 81). Rozpětí bylo od 0,005 mg/l do 9,9 mg/l při průměru 0,08 mg/l. Od roku 2014 došlo k překročení limitu NV č. 401/2015 Sb. pouze ve dvou případech, v roce 2015 u JM9 9,9 mg/l a v roce 2017 u JM4 0,17mg/l. Celkový přísun fosforu do jezera se po napuštění významně zmenšil a v jezeře dochází k poklesu koncentrace fosforu ve vodním sloupci v důsledku sedimentace na dno (Přikryl, 2014). V roce 2017 byla průměrná hodnota celkového fosforu v měřených přítocích 0,07 mg/l což splňuje limit NV č. 401/2015 Sb. 0,15 mg/l.

Množství fytoplanktonu vyjádřené jako koncentrace chlorofylu *a* se pohybovalo po celou dobu monitoringu na velmi nízkých hodnotách a v drtivé většině případů nepřesahovalo hodnotu 1 µg/l.

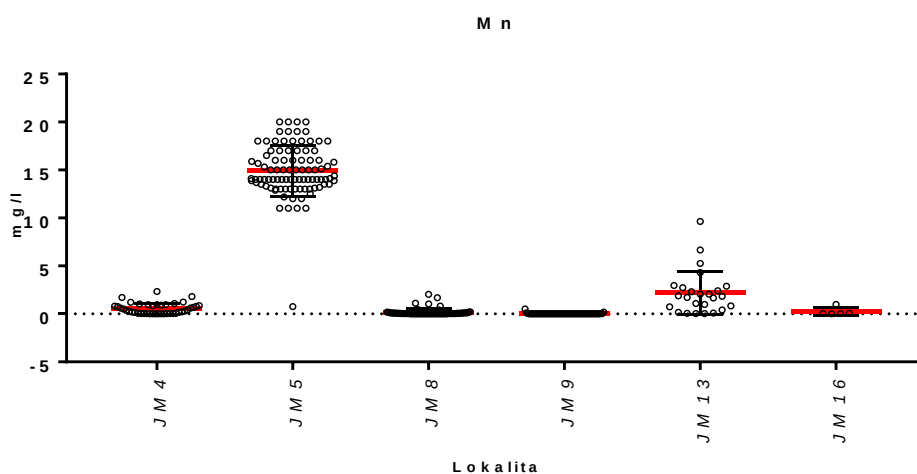
Biochemická spotřeba kyslíku (BSK₅) byla naměřena v rozpětí 0,1 mg/l až 11,6 mg/l (Obrázek 81) s celkovou průměrnou hodnotou 1,3 mg/l. V jarních měsících 2014 byly v příkopu JM13 naměřeny zvýšené hodnoty překračující limit NV č. 401/2015 Sb. (3,8 mg/l). Toto zvýšení bylo dočasného charakteru a na konci roku 2014 dosahovaly průměry nízkých hodnot (1mg/l). Na konci sledovaného období (rok 2017) průměrné koncentrace BSK₅ na přítocích JM4, JM5, JM8 a JM9 nepřekračovaly hodnotu 2 mg/l. Podle Příkryla 2014 koncentrace lehce rozložitelných organických látek v přítocích neovlivňuje přímo jejich koncentraci v jezeře, protože se tam stávají součástí intenzivních biochemických procesů, přičemž jejich výsledná úroveň závisí na trofii jezera.

Chemická spotřeba kyslíku dichromanovou metodou (CHSK_{Cr}) vykazovala podobné trendy jako BSK₅. V roce 2017 byla na 4 lokalitách (JM4, JM5, JM8 a JM9) zjištěná průměrná hodnota 19,8 mg/l, která splňuje limit NV č. 401/2015 Sb. (26 mg/l). Tento ukazatel charakterizuje přítomnost převážně stabilnějších organických látek, které by se v jezeře mohly hromadit. Dobré kyslíkové poměry během napouštění jezera umožnily mineralizaci významné části organických látek, takže došlo k jejich poklesu ve srovnání s přítoky. (Příkryl 2014).

Koncentrace železa byly velmi vysoké. Hodnoty v jednotlivých příkopech byly značně rozdílné, pohybovaly se v rozmezí 0,012 mg/l – 60 mg/l (Obrázek 82). Celková průměrná hodnota byla 5,64 mg/l což několikanásobně překračuje limit NV č. 401/2015 Sb. (1 mg/l). Přítoky JM8, JM9 a JM16 byly podlimitní, přítok JM4 splňoval limit od roku 2012. Hodnoty koncentrací železa pravidelně několikanásobně překračovaly limit na přítoku JM5 a JM13. Přes tyto zjištěné rozdíly je u všech přítoků do jezera zřetelný klesající trend. Nezávisle na vysokých hodnotách koncentrací železa v příkopech nehrozí růst jeho koncentrace v jezeře. V mírně alkalické a dobře prokysličené vodě je rozpustnost železa velmi nízká, takže bude docházet k jeho srážení a sedimentaci na dno. Stejný proces probíhal i během napouštění při poněkud nižších koncentracích kyslíku, než se dají očekávat v následujícím období (Příkryl 2014).

Velmi vysoké hodnoty až o 2 řády překračující limit NV č. 401/2015 Sb. (0,3 mg/l) byly v příkopech zjištěny také u manganu. Rozpětí zjištěných hodnot je 0,001 mg/l – 20 mg/l, při průměru 5 mg/l. Zřetelně nejvyšší koncentrace byly v příkopu JM5 (11 mg/l-

20 mg/l) (Obrázek 77), velmi vysoké koncentrace byly i v JM13 a JM4, zatímco JM8 a JM9 vyhověly limitu. Ve všech třech příkopech s vysokými koncentracemi manganu byl významný trend jejich poklesu (Obrázek 82). V JM5 během sledovaného období poklesla úroveň průměrných koncentrací ze 17 mg/l na 13 mg/l. Přestože jde o skutečně vysoké hodnoty a mnohonásobné překročení limitu NV č. 401/2015 Sb., na koncentraci manganu v jezeře to nebude mít vliv. Při alkalické reakci vody v celém vodním sloupci je rozhodující její dobré prokysličené. Za těchto podmínek se vyšší koncentrace manganu neudrží. Nemělo by proto dojít ani dočasně ke zhoršení ve srovnání se stavem dosaženým na konci sledovaného období. (Přikryl 2014).



Obrázek 77. Porovnání manganu na jednotlivých přítocích do jezera Most

Koncentrace chromu v příkopech není problematická. Rozpětí měřených hodnot bylo od 0,03 µg/l do 15,7 µg/l. Nepřekračovaly tedy limit NV č. 401/2015 Sb. (18 µg/l). Pouze v příkopu JM5 byla v roce 2011 naměřena extrémní hodnota 335 µg/l. Během celého sledovaného období na tomto přítoku došlo k poklesu koncentrací chromu z 10 µg/l pod 2 µg/l.

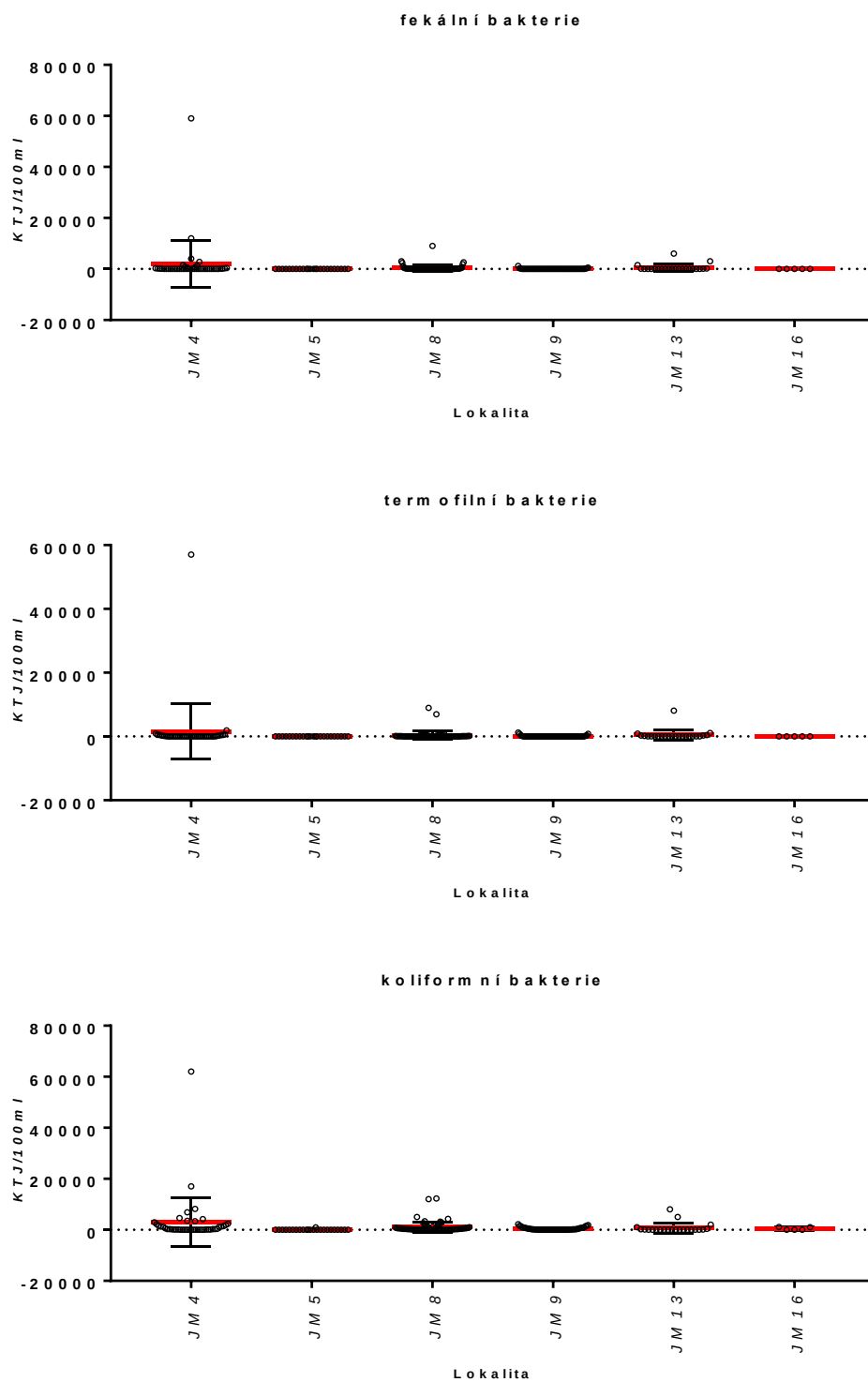
Koncentrace hliníku na sledovaných přítocích do roku 2014 splňovaly limit NV č. 401/2015 Sb. (1mg/l). V roce 2015 na JM5 byla naměřena hodnota několikanásobně překračující tento limit. V říjnu 2016 tento limit nebyl splněn již na třech přítocích JM5, JM8 a JM9. (11900 mg/l, 50,8 mg/l, 32,2 mg/l). V následujícím roce byl hliník měřen pouze na přítocích JM8 a JM9, kdy došlo k poklesu z cca 50 mg/l na 5mg/l tj. o řád.

Koncentrace rtuti dosahovala ve všech příkopech příznivých hodnot. Rozpětí hodnot bylo od 0,01 µg/l do 0,08 µg/l. s průměrem 0,02 µg/l. Limit NV č. 401/2015 pro tento parametr je 0,07 µg/l. Průměr není příliš přesný, protože většina hodnot se nacházela pod mezí stanovitelnosti. Podstatné je, že vlastní povodí není zdrojem znečištění jezera rtutí.

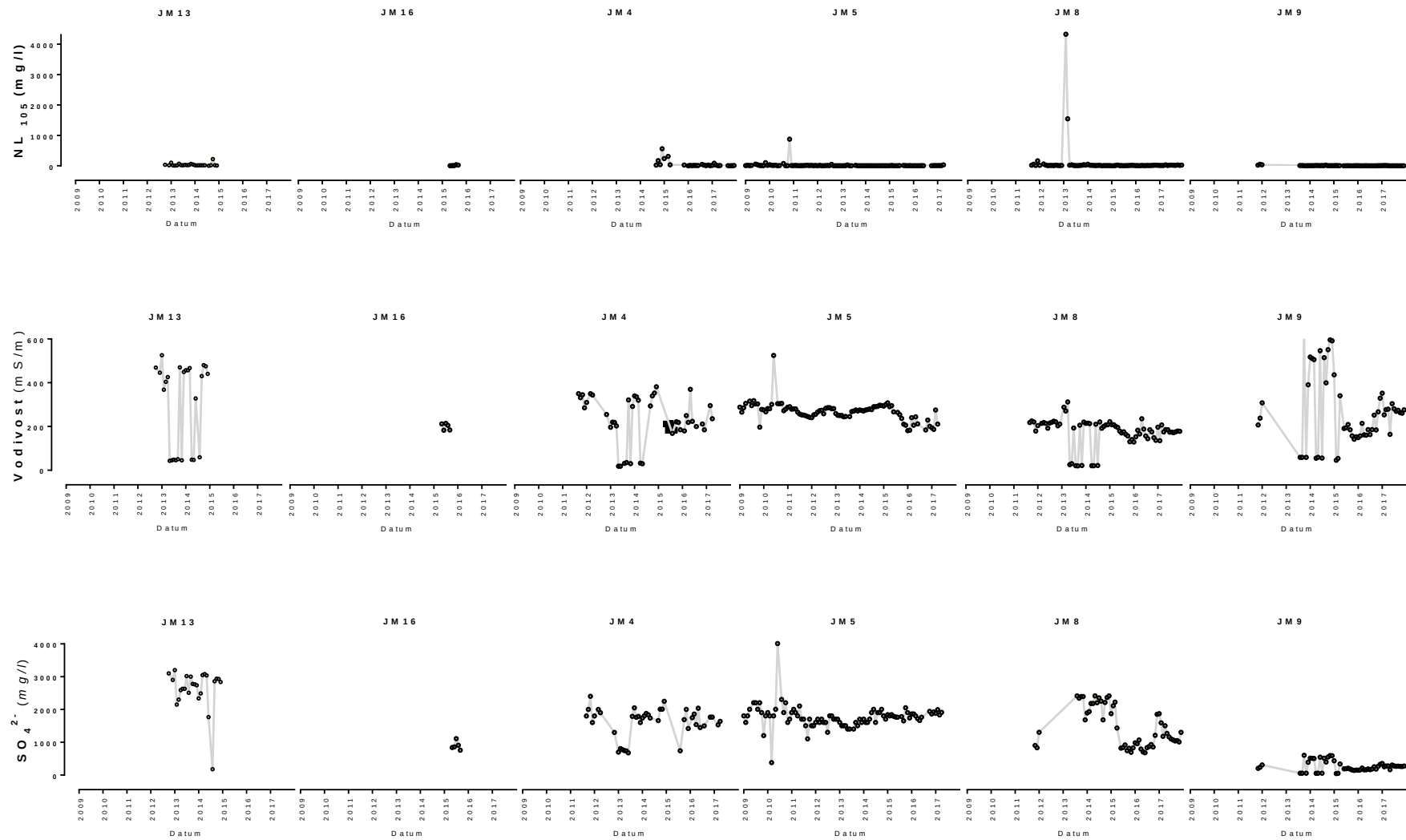
Koncentrace arzenu se pohybovaly od 0,5 µg/l do 10,5 µg/l s průměrem 1,7. Limit NV č. 401/2015 je 11 µg/l. Ani v příkopu JM5 s kyselou vodou nebyly limitní hodnoty překročeny, pohybovaly se zde v průměru cca 2 µg/l.

Koncentrace kadmia v příkopech se pohybovaly v rozmezí od 0,03 µg/l do 6,8 µg/l, s průměrem 0,5 µg/l. Průměrná koncentrace kadmia v příkopech JM4, JM8 a JM13 byla nízká 0,1 µg/l. Limit NV č. 401/2015 0,25 µg/l byl pravidelně překračován v příkopu JM5. Od roku 2016 došlo k poklesu koncentrací na průměrnou hodnotu 0,1 µg/l. a nedocházelo k překračování limitu. Opačný rostoucí trend byl pozorován na přítoku JM9, kdy od roku 2013 do roku 2017 došlo k nárůstu koncentrací kadmia z 0,03 µg/l na 0,89 µg/l (vyšší hodnoty byly měřeny v říjnových odběrech).

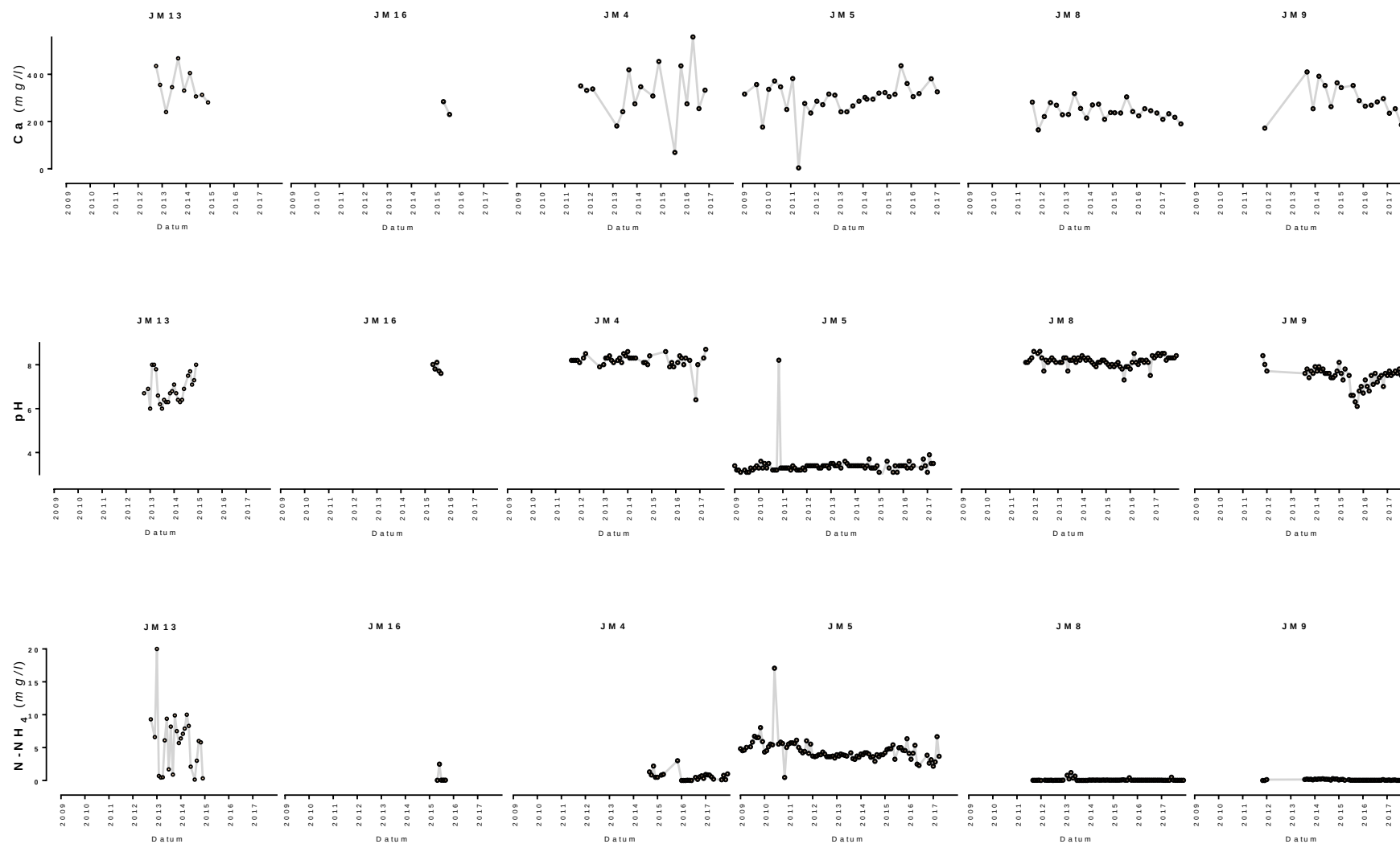
V přítocích bylo průběžně sledováno mikrobiální znečištění, byly stanoveny ukazatele počty buněk fekálních (streptokoky), koliformních a termofilních koliformních bakterií. Průměrné mikrobiální zatížení bylo nízké (Obrázek 78) s výskytem maxim v letních měsících. Zdrojem fekálních bakterií může být zvěř a ptáci, ale během dotoku vody do jezera je znečištění značně eliminováno. Na jezeře a v jeho povodí nejsou v současné době zdroje splaškových vod.



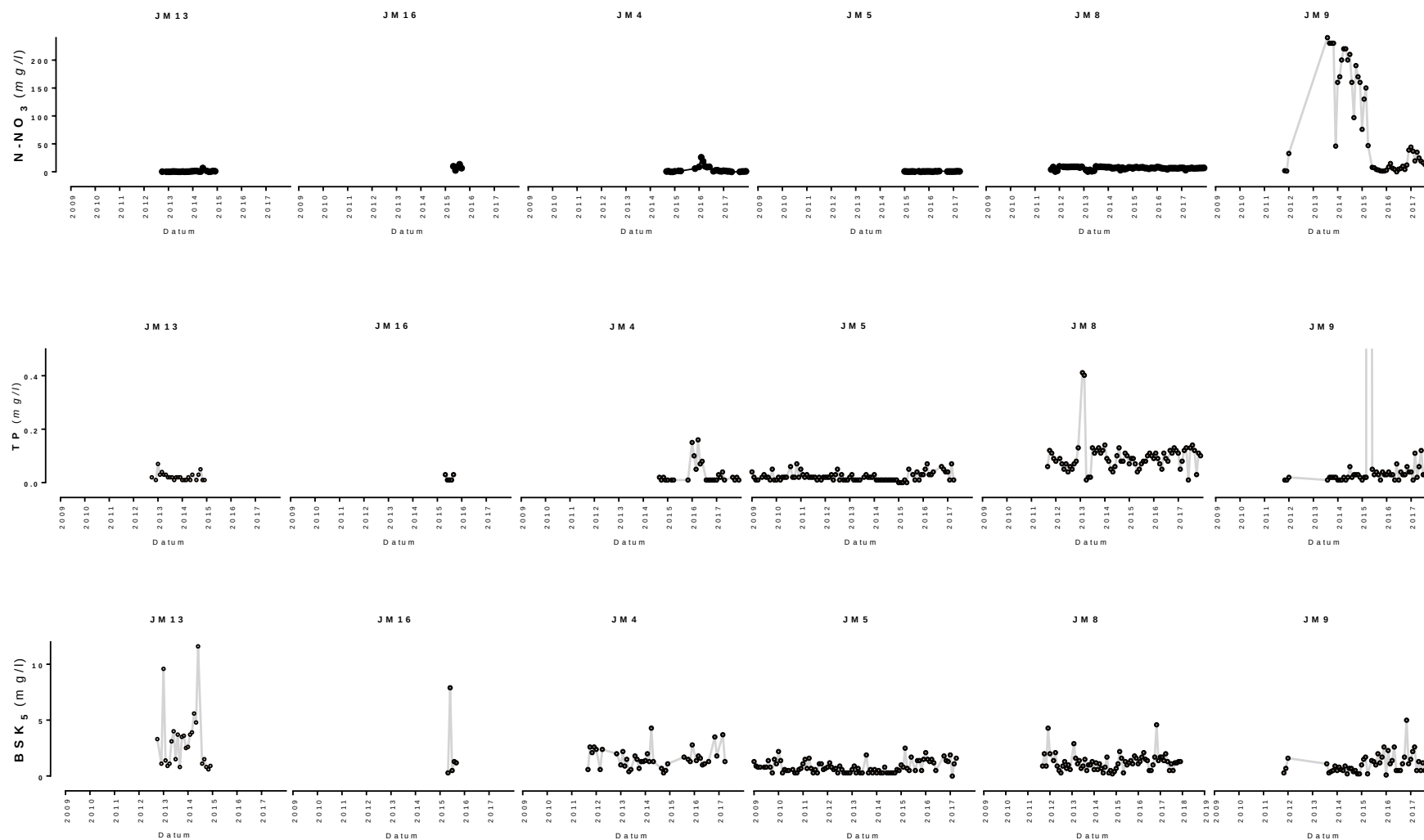
Obrázek 78. Porovnání bakteriálního zatížení na jednotlivých přítocích do jezera Most



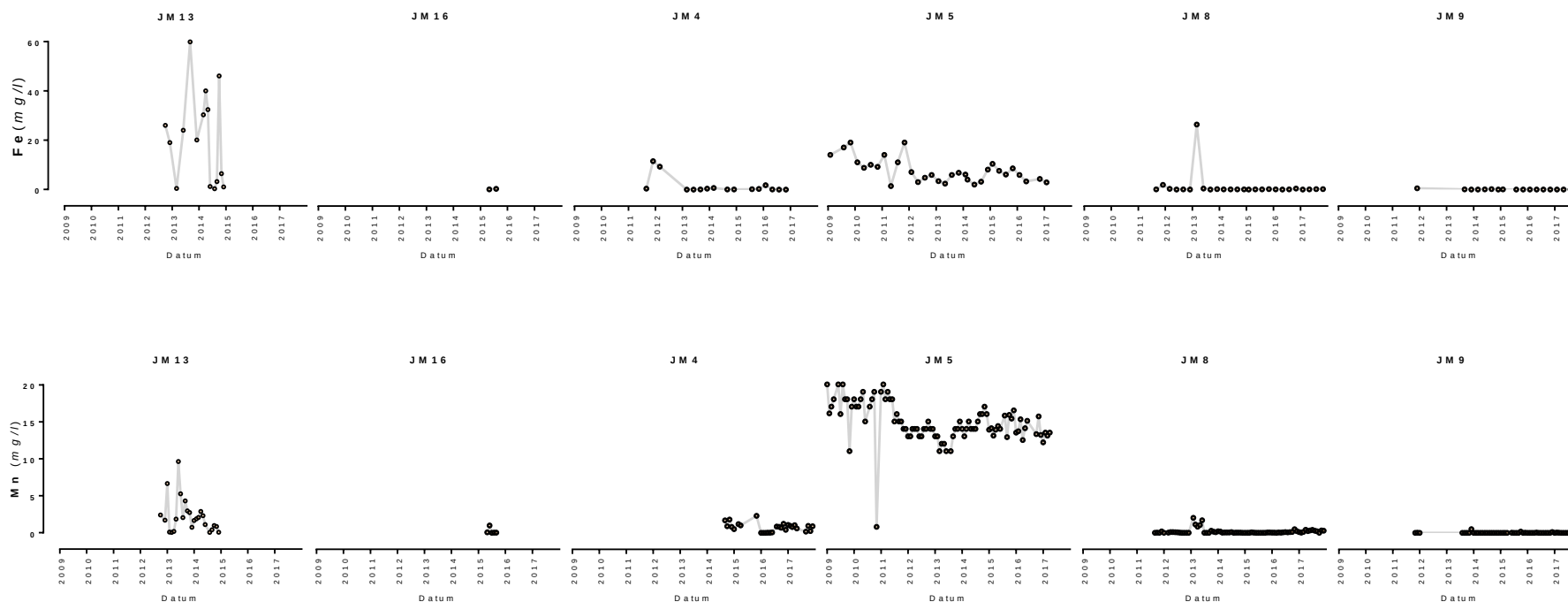
Obrázek 79. Vývoj a porovnání NL, vodivosti a SO_4^{2-} na jednotlivých přítocích do jezera Most



Obrázek 80. Vývoj a porovnání Ca, pH a N-NH₄ na jednotlivých přítocích do jezera Most



Obrázek 81. Vývoj a porovnání N-NO₃, TP a BSK₅ na jednotlivých přítocích do jezera Most



Obrázek 82. Vývoj a porovnání Fe a Mn na jednotlivých přítocích do jezera Most

10.3.3. Celkové vyhodnocení kvality vod vodních příkopů v povodí jezera Most

Na základě předložených dat (viz metodika Most) byly hodnoceny fyzikálně chemické, chemické a biologické parametry šesti příkopů v povodí jezera Most. Jednotlivé příkopy byly sledovány s různou periodicitou v průběhu let 2009 – 2017 a sledované parametry netvořily souvislé řady.

Data byla zpracována dle jednotlivých parametrů, byly sledovány trendy jejich vývoje během let 2000-2017, pozornost byla věnována zejména nadlimitním hodnotám podle NV 401/2015 Sb. pro povrchové vody.

Pro celkové vyhodnocení rizik byla vytvořena přehledová tabulka výskytu nadlimitních hodnot pro jednotlivé parametry a příkopy. Tabulka 18 uvádí sledované příkopy a přehled parametrů, u nichž byl překročen limit podle NV 401/2015 Sb. Poměr v jednotlivých buňkách porovnává celkový počet měření za celou dobu sledování s počtem výskytů nadlimitních hodnot. V tabulce jsou barevně odlišeny hodnoty četností výskytu nadlimitních hodnot dle následujícího schématu:

Procentuální rozsah	Vysvětlivky
>95 %	Více než 95 % hodnot bylo nad limitem
5-95 %	Nadlimitní hodnoty se vyskytovaly v intervalu 5-95%
<5%	Nadlimitních hodnot bylo méně než 5%

Nadlimitní hodnoty se vyskytovaly u všech příkopů a u většiny parametrů. Tři parametry byly výrazně nad limitem po celou dobu sledování u všech příkopů. Sírany a obě frakce rozpuštěných látek.

Sírany překračovaly limit čtyřnásobně. V posledních 3 letech je zřetelná vyrovnanost naměřených koncentrací tzn., že měřené hodnoty pro jednotlivé přítoky se ustálily na hladině, která zřejmě odpovídá hodnotám síranů běžně se vyskytujících v geologickém podloží přítoků a nedochází tak již k výrazným změnám.

Výrazně nadlimitní jsou i **rozpuštěné látky** v obou parametrech (RL 105 a RL 550).

Nejvyšší počet nadlimitních hodnot měly příkopy JM5 a JM13.

Příkop JM5 kromě výše uvedených tří parametrů, má trvale nízké pH, s tím asi bude souviset vysoký obsah hliníku, manganu a železa, všechny prvky překračovaly limit **řádově**. Pravidelně zde byly měřeny také vysoké hodnoty amoniaku. Za dobu sledování je patrný mírný pokles koncentrací amoniaku, ale hodnoty jsou stále o řád vyšší než je

limit NV 401/2015 Sb. Často zde byly nadlimitní hodnoty kadmia a to i o řád. Byly zjištěny i nadlimitní hodnoty vápníku a hořčíku, ale ty limit překročily nejvýš dvojnásobně.

Příkop JM13 má trvale nadlimitní hodnoty (kromě síranů a RL) vápníku, hořčíku a amoniaku. Opakovaně se zde vyskytovaly i nadlimitní hodnoty manganu a železa. Parametr TOC byl měřen pouze dvakrát, v obou případech byl nadlimitní, odpovídá tomu i mírně nadlimitní výskyt termotolerantních koliformních bakterií.

Pro hodnocení **příkopu JM16** bylo k dispozici málo dat, byl sledován pouze v roce 2015, kromě nadlimitních hodnot síranů a RL, byl zde ve všech případech zjištěn nadlimitní vápník a celkový dusík.

Ostatní příkopy **JM4, JM8 a JM9** měly nejméně nadlimitních hodnot.

Pro hodnocení rizik je důležité znát, kromě parametrů zatížení, průtoky a celkový stav lokality a podle toho se mohou navrhovat umělé mokřady. Příkop, který je málo vodný a často vyschlý nepředstavuje riziko pro nádrž, i když byly opakovaně měřeny nadlimitní hodnoty některých parametrů.

Tabulka 18. Počet překročení stanoveného limitu u jednotlivých parametrů z celkového počtu měření.

MOST	JM13	JM16	JM4	JM5	JM8	JM9
RL 550°C	23/22	5/5	42/42	24/24	74/74	55/55
RL105°C	25/24	5/5	42/42	93/93	74/74	55/55
NL105°C	25/10	5/2	42/18	93/9	74/15	55/4
N-NO ₃	25/1	5/4	42/7	24/0	74/62	55/43
N-NH ₄	25/24	5/1	42/24	93/93	74/7	55/4
TN	11/8	4/4	21/0	21/5	45/41	44/36
TP	25/0	5/0	42/3	93/0	74/2	55/1
pH	25/0	5/0	42/0	93/92	74/0	55/0
CHSK _{Cr}	25/10	5/0	42/21	93/6	74/5	55/11
BSK ₅	25/6	5/1	42/1	93/0	74/2	55/1
SO ₄ ²⁻	25/24	5/5	42/42	93/93	74/74	55/55
Mn	25/20	5/1	42/22	92/92	74/10	55/1
Cl ⁻	10/0	2/0	16/0	8/0	26/0	18/0
Fe	15/12	2/0	16/3	32/32	26/2	18/0
Ca	10/10	2/2	16/14	32/30	26/24	18/15
Mg	10/10	2/1	16/13	32/21	26/2	18/15
Cd	6/0	1/0	8/1	15/12	13/1	8/3
TOC	2/2	x	3/2	2/0	7/2	5/3
Al	2/0	x	4/0	2/2	7/2	5/2
As	2/1	x	4/0	2/0	7/0	5/0
Hg	2/0	x	1/0	12/1	3/1	1/0
rozp.O ₂	25/9	5/1	42/39	93/62	74/62	55/42
Termotolerantní kolif. b.	23/1	5/0	41/1	22/0	71/2	53/0

11. DOPORUČENÍ OPTIMÁLNÍCH ZPŮSOBŮ EKONOMICKY NENÁROČNÉHO A DLOUHODOBĚ UDRŽITELNÉHO ZPŮSOBU ČIŠTĚNÍ DLE PŘEVAŽUJÍCÍCH RIZIKOVÝCH FAKTORŮ.

11.1. Umělé mokřady pro čištění důlních a výsypkových vod s vyšším obsahem železa a manganu

První doporučení, která byla navržena pro tento typ umělých mokřadů, byla založena na průtoku drenážních vod bez ohledu na chemické složení vody (Kleinmann et al., 1983; Pesavento, 1984). Podle tohoto doporučení bylo hydraulické zatížení $0,3 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^2 \cdot \text{d}^{-1}$. Později byla velikost umělých mokřadů určována i chemickým složením drenážních vod (Brodie et al., 1988; Hedin, 1989; Stark et al., 1990; Hedin and Nairn, 1990). I když návrh plochy umělého mokřadu na základě jednoho parametru není ideální, vstupní zatížení Fe je často používáno pro dimenzování velikosti těchto mokřadů. Pro výpočet se používá následující rovnice:

$$A = (\text{Fe} \times Q \times 1,44) / L, \quad (11)$$

kde: A = plocha mokřadu (m^2)

Fe = koncentrace Fe na vstupu (g m^{-3})

Q = průtok ($\text{m}^3 \text{d}^{-1}$)

L = zatížené Fe na vstupu ($\text{g m}^{-2} \text{d}^{-1}$)

Tabulka 19. Doporučená zatížení umělých mokřadů určených pro odstraňování železa z důlních vod v závislosti na pH drenážní vody uvádí Manyin et al. (1997).

Vstupní pH	Doporučené vstupní zatížení (g Fe / $\text{m}^2 \text{d}$)	Reference
3,0	1,0	Wildeman et al. (1990)
< 3,1	2,3	Flanagan et al. (1994)
> 3,1	> 20	
3,0	4,0	Hedin and Nairn (1990)
4,0	10,0	
< 5,5	0,72	Brodie et al. (1988)
> 5,5	1,92	
5,5	15	Kepler (1990)
6,5	10	Stark et al. (1990)
neurčeno	2-10	Fennessy a Mitsch (1989)

11.1.1. Hloubka vody

Hloubka vody do 25 cm většinou poskytuje vysoký stupeň provzdušnění, ale zkracuje životnost mokřadu, snižuje retenční kapacitu mokřadu, zvyšuje průtočnou rychlost a v chladnějších klimatických podmínkách může mokřad zamrznout. Hlubší mokřady (25-50 cm) snižují diverzitu vegetace, koncentrace rozpuštěného kyslíku mohou být u dna velmi nízké, ale na druhou stranu větší hloubka prodlužuje životnost mokřadu a zvyšuje retenční kapacitu mokřadu. Hlubší mokřady se mohou použít na začátku mokřadního systému, pokud lze očekávat velké množství vysrážených solí železa (Brodie, 1990). Pokud je mokřadní systém vytvořen z několika bazénů, měly by tyto bazény být různě hluboké. Měly by se střídat mělké a hlubší části, ale je potřeba mít na paměti, že většina běžné mokřadní vegetace netoleruje hloubku vody > 0.5 m. Výjimku tvoří především rákos obecný (*Phragmites australis*) a orobince (*Typha* spp.).

11.1.2. Konfigurace mokřadního systému

Umělé mokřady pro čištění drenážních důlních vod se většinou navrhují jako několikastupňový systém. Aby se zabránilo zkratovým proudům, často se vytváří meandry z balíků slámy nebo pomocí náspů. Pokud jsou v systému zařazeny jak aerobní, tak anaerobní mokřady, bylo prokázáno, že výhodnější je zařadit aerobní mokřady před mokřady anaerobní (Brodie, 1990).

Sklon dna není zásadní s výjimkou anaerobních mokřadů, kde se používá sklon dna 1-3%. Tvar mokřadů není přesně definován, ale zkušenosti z mokřadních systémů, které čistí městské splaškové vody je, že poměr délka: šířka < 1 zvyšuje čistící schopnost mokřadu. Příkladem umělého mokřadu, který je navrhován pro čištění důlních vod se zvýšenou koncentrací železa, manganu a síranů, je tzv. SWAMP (Staged Wetlands for a Minewater Purification). Tento mokřadní systém lze popsat následujícím schématem:

Hluboký rybník (oxidace Fe/sedimentace) --- kaskáda (aerace) ---- hlubší mokřad (odstranění Fe/Mn) --- mělký mokřad (odstranění Fe/Mn) --- podpovrchový mokřad s kompostem (redukce síranů) --- podpovrchový mokřad vyplněný kamenivem (odstranění Mn).

V případě, že voda má nízké pH, jsou na začátek a konec systému zařazeny ALD (vápencové drenáže).

11.1.3. Filtrační materiály

Aerobní mokřady (s povrchovým tokem) většinou využívají lokální zeminu a často i zeminu z výsypek.

V anaerobních mokřadech se jako výplň využívá celá řada substrátů, ale nejčastěji se využívá kombinace drceného vápence (spodní vrstva 30-50 cm) a kompostu (30-50 cm jako vrchní vrstva). Nejčastěji se používá použitý kompost z pěstování komerčně pěstovaných hub (např. hlíva), ale lze využít i jiný organický substrát (např. koňský hnůj).

Zatímco v aerobních umělých mokřadech protéká voda převážně nad povrchem, u anaerobních mokřadů je snaha, aby voda protékala pod povrchem.

11.2. Umělé mokřady pro čištění důlních a výsypkových vod s vyšším obsahem síranů

Pro čištění drenážních vod s vyšším obsahem síranů se používají mokřady s podpovrchovým průtokem, které jsou anaerobní. Anaerobní prostředí je nezbytné k zajištění vhodných podmínek pro redukci síranů, která se děje mikrobiální cestou, kdy sulfát-redukující bakterie využívají kyslík obsažený v síranovém iontu na oxidaci organických látek. Při oxidaci organických látek dochází současně k redukci síranů za vzniku sulfanu (H_2S). Sulfan je však velmi reaktivní a ihned reaguje s přítomnými kovovými ionty, v důlních drenážních vodách a ve vodách z výsypek především se železem a manganem, za vzniku nerozpustných sirníků. Tím dochází současně i k případnému odstraňování železa a manganu.

V anaerobních mokřadech se jako výplň využívá celá řada substrátů, ale nejčastěji se využívá kombinace drceného vápence (spodní vrstva 30-50 cm) a kompostu (30-50 cm jako vrchní vrstva). Nejčastěji se používá použitý kompost z pěstování komerčně pěstovaných hub (např. hlíva), ale lze využít i jiný organický substrát (např. koňský hnůj). Zatímco v aerobních umělých mokřadech protéká voda převážně nad povrchem, u anaerobních mokřadů je snaha, aby voda protékala pod povrchem. Na osázení těchto mokřadů se nejčastěji používají rákos obecný nebo orobinec širokolistý. Vegetace se většinou nesklízí, protože rozkládající se biomasa rostlin slouží jako doplňkový zdroj organických látek nutných pro redukci síranů.

Pokud drenážní vody obsahují kromě vyšších koncentrací síranů i zvýšené koncentrace železa a manganu, zařazuje se anaerobní mokřad za aerobní mokřady, kde dochází k vysrážení a usazení oxidovaných forem železa a manganu.

V současné době nejsou k dispozici návrhové parametry pro mokřady, které jsou navrhovány pouze na odstraňování síranů. Prakticky veškerá dostupná literatura se týká případů, kdy mokřady jsou navrhovány na odstranění železa a manganu se současným odstraněním síranů. Návrhové parametry jsou však dány odstraněním železa a manganu.

11.3. Systémy pro zvýšení alkality drenážních vod

Jak již bylo uvedeno, pro zvýšení alkality vody se nejčastěji používají pasivní vápencové drenáže (PALD = passive alkaline limestone drains). Úkolem těchto systémů je dodat alkalitu do kyselých drenážních vod a přitom udržet železo v rozpuštěné formě (Fe^{2+}) a zabránit vysrážení Fe^{3+} na povrchu vápence, což omezuje funkci alkalizace vody.

Vápencové drenáže jsou otevřené kanály, které nejsou odděleny nepropustnou fólií a jsou vyplněny drceným vápencem s vysokým obsahem vápníku. Drcený vápenec je překrytý plastovou fólií a geotextílií a vrstvou jílovité země. Tyto vrstvy mají zajistit anoxické podmínky ve vápencovém filtru, aby se zabránilo vysrážení Fe^{3+} v aerobních podmínkách. Je vhodné používat hrubší frakce vápence (cca 20-40 mm), protože tyto frakce mají vysokou hydraulickou vodivost a velký specifický povrch. Použití jemnějších frakcí není vyloučeno (Brodie et al., 1990). Doporučuje se použít vápenec a nikoliv dolomit, protože dolomit je méně reaktivní. Hloubka vápencového filtru je dána především potřebou umožnit průtok veškerých důlních vod. Obvyklá hloubka vápencového filtru je 0,6 – 1,5 metru. Vrstva zeminy na povrchu filtru by měla být alespoň 0,6 m. Jílovité půdy se používají vzhledem k potřebě limitovat prostup kyslíku touto vrstvou. Je vhodné osázet povrch vápencových drenáží rychle rostoucí vegetací vytvářející hustý porost, aby se zabránilo náletu semen stromů, které by mohly později svými kořeny prorůst do filtru a tím umožnit průnik kyslíku do systému.

12. ROZPRACOVÁNÍ JEDNOHO ČI VÍCE VYBRANÝCH VZOROVÝCH PŘÍKLADŮ NA ELIMINACI TĚCHTO RIZIKOVÝCH FAKTORŮ.

Na základě vyhodnocení hydrochemických rizik vodních útvarů povrchových vod lze konstatovat, že v hodnocených útvarech drobných stojatých vod na hnědouhelných výsypkách nebyl zjištěn žádný ukazatel, jehož hodnoty by dosahovaly takových hodnot, které by představovaly závažné riziko z pohledu ohrožení životního prostředí či z hlediska stávajících využití těchto malých vodních ploch. V případě hodnocených přítoků do stávajících zbytkových jezer se sice vyskytují zvýšené hodnoty několika ukazatelů, avšak pro hodnocení rizik a následný návrh umělých mokřadů je důležité zvážit, kromě parametrů zatížení, také průtoky a celkový stav lokality. Příkop, který je málo vodný a často vyschlý nepředstavuje riziko, i když byly opakovaně měřeny nadlimitní hodnoty některých parametrů. Podmínkou využití umělých mokřadů je zajištění trvalého přítoku vody do mokřadu, aby bylo umožněno přežívání rostlin, které se na čištění vod podílejí. Z těchto důvodů není možné na dané místní podmínky hnědouhelných výsypek a zbytkových jezer navrhnout žádný konkrétní vzorový příklad. Pro ilustraci možné aplikace umělých mokřadů je v následujícím výčtu uvedeno několik vzorových příkladů využití umělých mokřadů, které ilustrují schopnosti těchto přírodě blízkých čistících prvků eliminovat rizikové ukazatele znečištění, včetně jejich prostorových parametrů a základních konstrukčních prvků.

12.1. Vzorové příklady využití umělých mokřadů

Příklad 1

Heal a Salt (1999)

Umělý mokřad pro čištění průsaků z výsypky z dolu na železnou rudu ve Skotsku.

Návrhové parametry:

Typ UM: s volnou vodní hladinou

Plocha: 0,40 ha

Substrát: 0,5 m „houbového“ kompostu, 0,1 m vápenec

Hloubka vody: 0,3 m

Vegetace: orobinec širokolistý (*Typha latifolia*)

V mokřadu jsou vytvořeny meandry pomocí balíků slámy

Tabulka 20. Průměrné (medián) hodnoty zadrženého množství ($\text{g m}^{-2} \text{d}^{-1}$)

Parametr	Přítok (mg l^{-1})	Odtok (mg l^{-1})	Účinnost (%)
Acidita	551	369	33
Fe	247	195	21
Mn	68	48	29
Al	70	57	18
SO_4^{2-}	2494	1995	20

Příklad 2

Morrison and Aplin (2009)

Čištění průsaků z výsypky, severní Anglie

Popis systému:

Dva umělé mokřady s povrchovým průtokem, aerobní rybník s vrbami a přirozený mokřad s dominancí sítiny (*Juncus* sp.)

Umělé mokřady: celková plocha 440 m²

Substrát: koňský hnůj, kravský hnůj, kompost (městský) v poměru 3:4:3

Průtok: 98 l min⁻¹

Vegetace: rákos obecný (*Phragmites australis*), orobinec širokolistý (*Typha latifolia*)

Těsnění: kompresovaný popílek

Tabulka 21. Výsledky (36 měsíců)

Parametr	Přítok (mg l ⁻¹)	Odtok (mg l ⁻¹)	Účinnost (%)
Alkalie	52	78	
Fe	4,9	1,3	73
SO ₄ ²⁻	634	490	23

Příklad 3

Wolkersdorfer et al. (2016)

Čištění důlních vod a průsaků z výsypek uhelných dolů, severní Anglie

Popis systému:

Typ: 2 **RAPS** (1511 m² a 1124 m²) + **aerobní umělý mokřad** (992 m²), odděleno od podloží plastovou fólií.

RAPS: směs koňského hnoje a vápence (hloubka 0,8 m),

Vegetace: *Typha latifolia*, *Phragmites australis*, *Juncus effusus*,

Doba zdržení 4-5 dní,

Efektivní rychlost průsaku 0,7 – 0,9 m/h,

Umělý mokřad: minerální půda, hloubka vody 15-20 cm

vegetace: *Typha latifolia*.

Příklad 4

Jarvis et al. (2006)

Čištění průsaků z výsypek, severní Anglie

Popis systému:

Typ: laguna – PRB – aerobní mokřad

PRB: 20% kompostovaný koňský hnůj a sláma, 25% kompost z rostlinného materiálu, 50% vápencový štěr (25 mm frakce).

Rozměry: délka 180 m, šířka 2 m, hloubka 3 m.

Příklad 5

Mitsch a Wise (1998)

Čištění důlních vod z těžby uhlí, Lick Run, Ohio, USA

Popis systému:

Typ: 9 umělých mokřadů v sérii, z toho **7 mokřadů s povrchovým tokem** (celková plocha 2074 m²)

Substrát: 30 cm použitý kompost pro pěstování žampionů na 23 cm vápence

V jednom mokřadu je místo kompostu použit hnůj

Hloubka vody: 60 cm

2 mokřady s podpovrchovým tokem (celková plocha 1795 m²)

Substrát: směs obilí a chlévské mrvy, hloubka 140 cm

Tabulka 22. Účinnost čištění

Parametr	Přítok (mg l ⁻¹)	Odtok (mg l ⁻¹)	Účinnost (%)
Acidita	838	369	
Fe	166	32	81
Mn	5,87	5,52	6
Al	83	56	33
SO ₄ ²⁻	1672	1286	23
pH	2,82	3,34	



Obrázek 83. Umělý mokřad Lick Run, aerobní části osázené *Typha latifolia*. Foto Jan Vymazal.

Příklad 6

Girts and Kleinmann (1986)

Čištění drenážních vod z uhelných dolů, Pennsylvánie

Popis systému:

Typ: 11 umělých mokřadů

Vegetace: *Typha* a *Sphagnum*

Tabulka 23. Popis systému

Parametr	Průměr	Medián	Rozpětí
Plocha (m ²)	1550	929	93-6070
Počet polí	3	3	1-7
Plocha polí (m ²)	795	276	19-6070
Průtok (l s ⁻¹)	1,3	0,5	0,06-13
Hloubka (m)	0,3	0,4	0-2,0
Kapacita (m ³)	565	132	21,2-2470
Doba zdržení (d)	10,2	4,79	0,17-75,4
Hydraulické zatížení (cm d ⁻¹)	7,3	4,65	

Tabulka 24. Účinnost čištění

Parametr	Přítok (mg l ⁻¹)	Odtok (mg l ⁻¹)	Účinnost (%)
pH	4,9	6,0	
Acidita	170	40	76
Fe	33	1,2	96
Mn	26	15	42
SO ₄ ²⁻	950	740	22

Příklad 7

Brodie (1990)

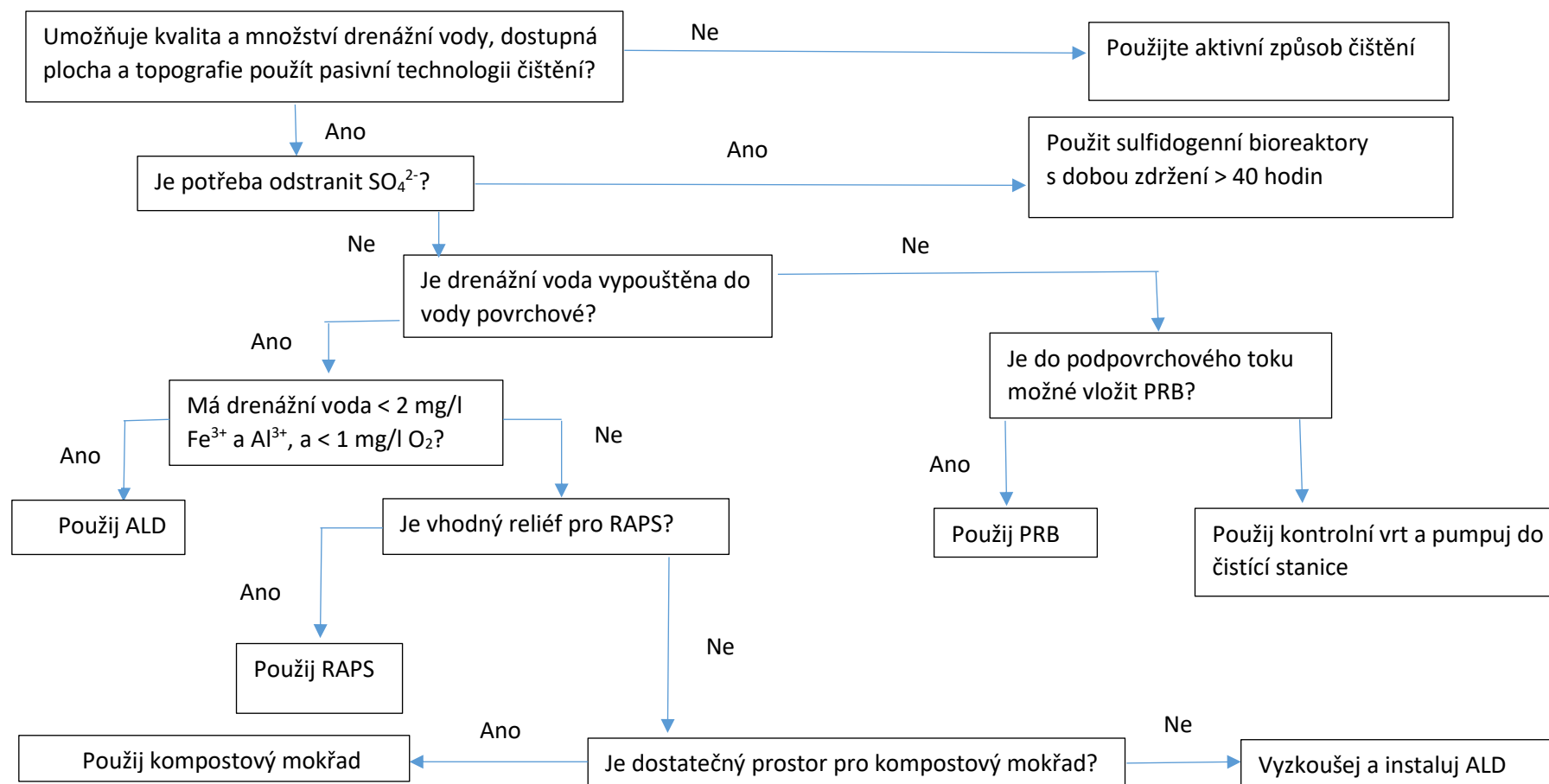
Popis systému:

Typ: 13 uhelných dolů v Tennessee, ALD - hluboký rybník (2,0 m) - hluboký mokřad (0,3 m) - mělký mokřad (0,1 m)
vegetace: orobince (Typha spp.)

Tabulka 25. Výsledky: koncentrace v mg l⁻¹, zatížení v g m⁻² d⁻¹

	Plocha (m ²)	Počet mokřadů	pH přítok/odtok	Fe přítok/odtok	Mn přítok/odtok	Fe zatížení	Mn zatížení
1	3400	3	5,7/6,5	12,0/1,1	8,0/1,6	0,42	0,04
2	5700	4	3,1/6,7	69/0,9	9,3/1,8	1,27	0,02
3	2000	3	5,7/6,3	65/0,4	16,8/0,6	6,13	0,09
4	4800	3	5,6/3,9	150/6,4	6,8/6,2	13	0,09
5	25000	3	5,6/4,3	17,9/3,3	6,9/5,9	0,50	0,03
6	11000	5	3,5/3,1	40/3,4	13,0/13,0	5,32	0,13
7	1200	3	6,3/7,0	15,8/0,5	4,9/0,7	1,10	0,07
8	7300	3	5,7/6,8	45,2/0,6	13,4/1,8	2,47	0,05
9	2500	4	6,0/6,9	11/0,6	9,0/0,8	2,44	0,22
10	9300	3	5,5/2,9	170/82,5	4,4/4,6	41,4	0,24
11	9200	5	5,7/6,7	0,7/0,7	5,3/3,5	0,03	0,05
12	7550	4	6,2/6,4	10/2,1	5,5/2,2	0,73	0,07
13	40000	5	4,5/6,3	40/1,5	17/1,5		

Při určení způsobu čištění důlních a výsypkových vod je především potřeba znát kromě chemických ukazatelů vody i topografii terénu a také recipient, kam bude vyčištěná voda odtékat. Při rozhodování o vhodném způsobu čištění lze využít rozhodovací schéma (Obrázek 84).



Obrázek 84. Rozhodovací diagram pro výběr pasivního výběru způsobu čištění důlních a výsypkových vod. (Geller et al., 2009)

13. ZÁVĚR

Voda v krajině obecně, bez rozdílu jejího původu, plní významné ekologické funkce spojené s hydrologickým režimem krajiny, hraje významnou roli v distribuci sluneční energie a přispívá tak významně ke stabilizaci lokálního klimatu. V nemalé míře přítomnost vodních ploch podporuje zvýšení biodiverzity dotčeného území.

Cílem této odborné studie bylo posouzení hydrochemických rizik vybraných vodních nádrží, posouzení výsledků z monitoringu kvality vod v příkopovém systému tří jezer (Barbora, Chabařovice a Most) a navržení vhodného biologického způsobu čištění vod krajině po ukončení povrchové těžby uhlí. Byla zpracována literární rešerše dostupných způsobů čištění důlních vod s využitím mokřadů a byly navrženy optimální způsoby ekonomicky nenáročného a dlouhodobě udržitelného způsobu čištění.

Jedním z výchozích podkladů pro zpracování této studie byla data z hydrochemického a hydrobiologického monitoringu, který v roce 2017 probíhal na 24 vodních nádržích situovaných na hnědouhelných výsypkách v Ústeckém kraji. V závislosti na původu a okolnostech jejich vzniku byly vodní nádrže zadavatelem rozděleny do 4 skupin. (A až D).

Potenciální hydrochemická rizika ohrožující kvalitu vody ve vybraných vodních nádržích jsou spojená převážně s eutrofizací, rybářským využitím, zazemněním mělkých nádrží, se změnou chemismu vod v povodí, výskytem toxických sinic a rekreačním využití krajiny. Jednotlivá rizika jsou detailně popsána ve zprávě. Dle dostupných dat nebyl zaznamenán prokazatelný rozdíl v kvalitě vody mezi jednotlivými typy nádrží (A až D). V roce 2017 měly sledované vodní nádrže převážně oligo až mezotrofní charakter.

Množství a kvalita přitékané vody z povodí, geomorfologie terénu, stáří nádrže, velikost a hloubka nádrže, využití okolní krajiny, výskyt vodní flóry a fauny, hospodaření na nádrži, vliv člověka atd. to vše má vliv na výslednou kvalitu vody.

Dalším z podkladů byla data z monitoringu kvality vod v příkopovém systému tří jezer. Byla posuzována rizika ovlivnění kvality vody v jezerech vyhodnocením dostupných parametrů měřených v příkopech a jejich srovnání s limity NV 401/2015 Sb. a ČSN 75 7221.

Jezero Barbora má 2 hlavní přítoky – z Otakaru a přítok severozápad (SZ). Dlouhodobě jsou sledovány od roku 1995 resp. 2006. Kvalita přitékající vody splňovala limity, nadlimitní hodnoty byly měřeny pouze výjimečně a nepředstavují riziko pro nádrž.

V povodí jezera Most bylo hodnoceno 6 příkopů v období 2009-17. U všech příkopů se vyskytovaly nadlimitní hodnoty a to u většiny parametrů. Trvale jsou vysoké hodnoty SO_4^{2-} a RL (rozpuštěných látek) u všech přítoků. Nejrizikovější se jeví příkop JM5, který má trvale nízké pH a řádově nadlimitní hodnoty Al, Mn, Fe, SO_4^{2-} a $\text{NH}_4\text{-N}$ a příkop JM13 (nadlimitní hodnoty SO_4^{2-} , Ca, Mg, $\text{NH}_4\text{-N}$, Mn, Fe).

V povodí jezera Chabařovice bylo sledováno 20 přítoků. Nadlimitní hodnoty byly nejčastěji zjišťovány u SO_4^{2-} a RL. Největší riziko představuje PV9 (CH20), který je nejvíc vodný. Trvale jsou zde měřeny nadlimitní hodnoty $\text{NH}_4\text{-N}$, TN, RL, Fe a většinou i Mn a SO_4^{2-} .

Zvýšený výskyt některých znečišťujících látek souvisí, jak s geologickým podložím, tak s důlní činností v dotčeném území. Kyselé důlní vody z těžby uhlí a průsaky z výsypek patří mezi vody, které se velmi špatně čistí v biologických čistírnách, protože většinou mají velmi nízký obsah organických látek a velmi často nízké hodnoty pH. Mezi nejčastěji používané způsoby čištění těchto vod patří umělé mokřady. Aerobní umělé mokřady s povrchovým tokem jsou využívány pro odstraňování železa a manganu, které se v aerobních podmínkách vysráží a usadí na povrchu mokřadu. Anaerobní mokřady jsou využívány pro odstraňování síranů. K redukci síranů dochází ve vrstvě organického materiálu, jako je kompost. Pro zvýšení hodnot pH se používají anoxické vápencové drenáže. V případě nutnosti odstranit z důlních nebo výsypkových vod jak železo a mangan, tak sírany, jsou jednotlivé mokřady řazeny za sebou. Některé sledované přítoky byly vodné jen určitou část roku a pro rozhodnutí o případné výstavbě umělého mokřadu je nutno předem znát reálnou látkovou bilanci (průtoky, koncentrace).

Přestože ve sledovaných přítocích docházelo k výskytu nadlimitních hodnot některých parametrů, kvalita vod ve sledovaných jezerech si zachovává převážně oligotrofní charakter s potenciálem jejich využití jako zdroje pitné vody.

14. DER ABSCHLUSS

Wasser in der Landschaft allgemein, ohne Unterschied seines Ursprungs, erfüllt bedeutende ökologische Funktionen verbunden mit dem hydrologischen Regime der Landschaft, spielt eine wichtige Aufgabe in dem Vertrieb der Sonnenenergie und trägt wesentlich zu der Stabilisierung des lokalen Klimas bei. In großem Umfang fördert die Anwesenheit der Wasserflächen die Erhöhung der Biodiversität des betreffenden Gebiets.

Der Zweck dieser Fachstudie war die Beurteilung der hydrochemischen Risiken der ausgewählten Bergbauseen, Beurteilung der Ergebnisse des Monitorings der Wasserqualität im Grabensystem von drei Seen (Barbora, Chabařovice und Most) und Vorschlag zu einer biologischen Wasserreinigung in der Landschaft nach der Beendigung des oberflächlichen Kohlenabbaus. Es wurde eine Literaturrecherche der zugänglichen Wasserreinigungsverfahren mit der Verwendung des Feuchtgebiets durchgeführt und es wurden optimale Verfahren des wirtschaftlich anspruchslosen und langfristig erhaltbaren Reinigungsverfahrens vorgeschlagen.

Eine der Ausgangsgrundlagen für die Erstellung dieser Studie waren die Daten aus dem hydrochemischen und hydrobiologischen Monitoring, der im Jahre 2017 auf 24 Bergbauseen, situierten auf den Braunkohledeponien in der Region Ústí, ablief. In Abhängigkeit von dem Ursprung und den Umständen des Entstehens wurden die Bergbauseen von dem Auftraggeber in 4 Gruppen geteilt. (A bis D).

Potentielle hydrochemische Risiken, die die Qualität des Wassers in ausgewählten Bergbauseen bedrohen, sind vor allem mit der Eutrophierung, der Angelnutzung, der Ablagerung der Erde in den flachen Bergbauseen, der Änderung des Chemismus der Wasser in dem Flussgebiet, dem Auftreten der toxischen Cyanobakterien und der Freizeitnutzung der Landschaft verbunden. Einzelne Risiken werden detailliert in dem Bericht beschrieben. Gemäß den zugänglichen Angaben wurde kein nachweislicher Unterschied in der Wasserqualität unter den einzelnen Typen der Bergbauseen (A bis D) festgestellt. Im Jahre 2017 wiesen die observierten Bergbauseen einen überwiegend oligo- bis mezotrophen Charakter auf.

Die Menge und die Qualität des zufließenden Wassers aus dem Flussgebiet, die Geomorphologie des Geländes, das Alter des Bergbausees, die Größe und Tiefe des Bergbausees, die Nutzung der umliegenden Landschaft, das Vorhandensein der

Wasserflora und -fauna, die Bewirtschaftung von Bergbauseen, der Einfluss des Menschen usw., dies alles beeinflusst im Endeffekt die Wasserqualität.

Eine weitere Grundlage waren die Daten aus dem Monitoring der Wasserqualität im Grabensystem von drei Bergbauseen. Es wurden die Risiken der Beeinflussung der Wasserqualität in den Bergbauseen durch die Auswertung der zugänglichen Parametern beurteilt, die in den Gräben gemessen wurden und deren Vergleich mit den Limiten NV 401/2015 Slg. und ČSN (Tschechoslowakische Staatliche Norm) 75 7221.

Der Bergbausee Barbora hat zwei Hauptzuflüsse – aus Otakar und Zufluss Westosten (SZ). Langfristig werden sie seit dem Jahre 1995, bzw. 2006 observiert. Die Qualität des zufließenden Wassers erfüllte die Limiten, die Limit übersteigenden Werte wurden lediglich ausnahmsweise gemessen und stellen für den Bergbausee kein Risiko dar.

In dem Flussgebiet des Bergbausees Most wurden 6 Gräben im Zeitraum von 2009-17 bewertet. In allen Gräben sind die Limit übersteigenden Werte aufgetreten und zwar in den meisten Parametern. Andauernd sind die Werte von SO₄²⁻ und den GS (gelöste Stoffe) hoch bei allen Zuflüssen. Mit dem Höchstrisiko bedroht erscheint der Bergbausee JM5, der andauernd niedriges pH und in einer Größenordnung Limit übersteigende Werte von Al, Mn, Fe, SO₄²⁻ und NH₄-N aufweist und der Bergbausee JM13 (Limit übersteigende Werte von SO₄²⁻, Ca, Mg, NH₄-N, TN, RL, Fe).

Das erhöhte Auftreten einiger Verschmutzungsstoffe hängt sowohl mit dem Grundgestein, als auch mit dem Bergbau auf dem betreffenden Gebiet zusammen. Saures Grubenwasser aus dem Kohlebergbau, das eindringende Wasser aus der Abraumhalde gehören zu den Wässern, die sehr schwierig in den biologischen Reinigungsanlagen zu reinigen sind, da sie meistens einen sehr niedrigen Inhalt von organischen Stoffen und oft niedrige pH Werte haben. Eine der am meisten benutzten Methoden der Reinigung dieses Wassers sind künstliche Feuchtgebiete. Aerobe künstliche Feuchtgebiete mit der Oberflächenströmung werden häufig zur Enteisung und Entmanganung verwendet, die in aeroben Bedingungen ausfallen und setzen sich auf der Oberfläche ab. Anaerobe Feuchtgebiete werden für die Entfernung der Sulfate verwendet. Zu der Reduzierung von Sulfaten kommt es in der Schicht eines organischen Materials, wie z. B. im Kompost. Für die Erhöhung der pH Werte wird die Kalksteinentwässerung benutzt. Im Falle des Bedarfs aus dem Grubenwasser oder das Wasser aus der Abraumhalde sowohl Eisen und Mangan,

als auch Sulfate zu entfernen, werden einzelne Feuchtgebiete hintereinander angereicht. Einige der observierten Zuflüsse waren nur für einen bestimmten Zeitraum im Rahmen des Jahres wässrig und für die Entscheidung über den eventuellen Bau eines künstlichen Feuchtgebiets, ist es notwendig die tatsächliche Stoffbilanz (Durchflüsse, Konzentration) zu kennen.

Obwohl es in den observierten Zuflüssen zu dem Vorhandensein von den Limit übersteigenden Werten bei einigen Parametern kam, bewährt die Wasserqualität in den observierten Bergbauseen einen überwiegend oligotrophen Charakter mit dem Potential der Verwendung als Trinkwasser.

15. LITERATURA

Adámek, Z., Helešic, L., Maršálek, B., Rulík, M., 2008. Aplikovaná hydrobiologie. Vyd. 1. Vodňany: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický, 256 s. ISBN 978-80-85887-79-2.

Akcil, A., Koldas, S., 2006. Acid Mine Drainage (AMD): causes, treatment and case studies. *Journal of Cleaner Production* 14, 1139-1145.

Baudišová, D. a Mlejnková, H., 2017 Mikrobiální znečištění povrchových vod. VTEI, . 6, 12-16. Dostupné z: <https://www.vtei.cz/wp-content/uploads/2017/12/5790-VTEI-Mikrobiální-znečištění-povrchových-vod.pdf>

Bell, F.G., Bullock, S.E.T., Hällich, T.F.J., Lindsay, P., 2001. Environmental impacts associated with an abandoned mine in the Witbank Coalfield, South Africa. *International Journal of Coal Geology* 45, 195-216.

Benner, S.G., Blowes, D.W., Ptacek, C.J., 1997. A full-scale porous reactive wall for prevention of acid mine drainage. *Ground Water Monitoring and Remediation* 17, 99-107.

Blowes, D.W., Ptacek, C.J., Benner, S.G., McRae, C.W., Bennett, T.A., Puls, R.W., 2000. Treatment of inorganic contaminants using permeable reactive barriers. *J. of Contaminant Hydrology* 45, 123-137.

Boonstra, J., Van Lier, R., Janssen, G., Dijkman, H., Buisman, C.J.N., 1999. Biological treatment of acid mine drainage . In: Amils, R., Ballester, A., (eds.), *Biohydrometallurgy and the Environment Toward the Mining of the 21st Century*. Vol. 9B. Elsevier, Amsterdam, pp. 559-567.

Brix, H., Schierup, H.-H., 1989a. Sewage treatment in constructed wetlands – Danish experience. *Water Science and Technology* 21, 1665-1668.

Brix, H., Schierup, H.-H., 1989b. Danish experience with sewage treatment in constructed wetlands. In: Hammer, D.A. (ed.), *Constructed Wetlands for Wastewater Treatment*, Lewis Publishers, Chelsea, Michigan, pp. 565-573.

Brodie, G.A., 1990. Workshop on design, construction, and operation of wetlands systems to treat acid drainage. In: sborník 12. Annual NAMLP conference Returning Mined Land to Beneficial Use. Breckinridge, Colorado, USA.

Bridie, G.A., 1991. Staged, aerobic constructed wetlands to treat acid drainage: Case history of Fabius Impoundment 1 and overview of the Tennessee Valley Authority's program. In: Moshiri, A.G. (ed.), *Constructed Wetlands for Water Quality Improvement*, CRC Press, Boca Raton, Florida, pp. 157-165.

Brodie, G.A., Hammer, D.A., Tomljanovich, D.A., 1988. Constructed wetlands for acid mine drainage control in the Tennessee Valley. In: *Mine Drainage and Surface Mine Reclamation*. Díl 1. Mine Water and Mine Waste. Bureau of Mines Circular No. 9183. Pittsburgh, Pennsylvania, pp. 325-331.

Brodie, G.A., Britt, CR., Taylor, H.N., Tomaszewski, T.M., Turner, D., 1990. Passive anoxic limestone drains to increase effectiveness of wetlands acid drainage treatment systems. In: sborník 12. Annual NAMLP conference Returning Mined Land to Beneficial Use. Breckinridge, Colorado, pp. 1-13.

Chou, I.-M., Seal II, R.R., Wang, A., 2013. The stability of sulfate and hydrated sulfate minerals near ambient conditions and their significance in environmental and planetary sciences. *Journal of Asian Earth Sciences* 62, 734-758.

Cidu, R., Caboi, R., Fanfani, L., Frau, F., 1997. Acid drainage from sulfides hosting gold mineralization (Furtei, Sardinia). *Environmental Geology* 30, 231-237.

Collins, B., Vaun McArthur, J., Sharitz, R.R., 2004. Plant effects on microbial assemblages and remediation of acidic coal pile runoff in mesocosm treatment wetlands. *Ecological Engineering* 23, 107-115.

Cooper, P.F., ed., 1990. European Design and Operation Guidelines for Reed Bed Treatment Systems. Prepared for the European Community/European Water pollution Control Association Emergent Hydrophyte Treatment System Expert Contact Group. WRC Report UI 17.

Coulton, R, Bullen, C., Hallet, C., 2003. The design and optimization of active mine water treatment plants. *Land Contamination and Reclamation* 11, 273-279.

Crowder, A.A., St.-Cyr, L., 1991. Iron oxide plaque on wetland roots. *Trends in Soil Science* 1, 315-329.

Čížková, H., ed., Vlasáková, L., ed. a KVĚT, J., ed. Mokřady: ekologie, ochrana a udržitelné využívání. Vydání první. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2017. 631 stran. Episteme: edice Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích. Natura. ISBN 978-80-7394-658-6.

Dold, B., 2017. Acid rock drainage prediction: a critical review. *Journal of Geochemical Exploration* 172, 120-132.

Doležalová J., Vojar J., Solský M., 2012. Využití sukcesních ploch při rekultivaci území ovlivněných těžbou. *Ochrana přírody* 67(5): 10–13.

Elberling, B., Balič-Žunič, T., Edsberg, A., 2003. Spatial variations and controls of acid mine drainage generation. *Environmental Geology* 43, 806-813.

Eger, P., 1994. Wetland treatment for trace element removal from mine drainage: the importance of aerobic and anaerobic processes. *Water Science and Technology* 29 (4), 249-256.

Favas, P.J.C., Sarkar, S.K., Rakshit, D., Venkatachalam, P., Prasad, M.N.V., 2016. Acid mine drainages from abandoned mines: hydrochemistry, environmental impact, resource recovery, and prevention of pollution. In: Prasad, M.N.V., Shih K., (eds.), *Environmental Materials and Waste*, Academic Press.

Fennessy, M.S., Mitsch, W.J., 1989. Treating coal mine drainage with an artificial wetland. *Resource Journal Water Pollution Control Federation* 61, 1691-1701.

Fernando, W.A.M., Ilankoon, I. M.S.K., Syed, T.H., Yellishetty, M., 2018. Challenges and opportunities in removal of sulphate ion in contaminated mine water: A review. *Minerals Engineering* 117, 74-90.

Flanagan, N.E., Mitsch, W.J., Beach, K., 1994. Predicting metal retention in a constructed mine drainage wetland. *Ecological Engineering* 3, 135-159.

Gagnon, V., Chazarenc, F., Comeau, Y., Brisson, J., 2007. Influence of macrophyte species on microbial density and activity in constructed wetlands. *Water Science and Technology* 56, 249-254.

- Gavaskar, A.R., Gupta, N., Sass, B., Janosy, R., Hicks, J., 2000. Design guidance for application of permeable reactive barriers. *Journal of Hazardous Material* 68, 41-71.
- Gazea, B., Adam, K., Kontopoulos, A., 1996. A review of passive systems for the treatment of acid mine drainage. *Minerals Engineering* 9, 23-41.
- Geller, W., Koschorreck, M., Schultze, M., Wendt-Potthoff, K., 2009. Restoration of acid drainage. In: Likens, G.E. (ed.), *Applied Aspects of Inland Aquatic Ecosystems*. Elsevier, Amsterdam, pp. 342-357.
- Gergel, J., Kolář, L., Šedivý, V., Hůda, J. 2002. Rybníční sedimenty, geneze, posuzování, odstraňování a další nakládání s nimi. Příloha k výzkumné zprávě. VaV/6304/02, MSM:J06/98:1222200002
- Gilbert, O., Rötting, T., Cortina, J.L., De Pablo, J., Ayora, C., Carrera, J., Bolzicco, J., 2011. In-situ remediation of acid mine drainage using a permeable reactive barrier in Aznalcollar (Sw Spain). *Journal of Hazardous Materials* 191, 287-295.
- Girts, M.A., Kleinmann, R.L.P., 1986. Constructed wetlands for treatment of acid mine drainage: A preliminary review. In: *National Symposium on Mining, Hydrology, Sedimentology, and Reclamation*. University of Kentucky, Lexington, pp. 165-171.
- Girts, M.A., Kleinmann, R.L.P., Erickson, P.M., 1987. Performance data on Typha and Sphagnum wetlands constructed to treat coal mine drainage. In: *Sborník 8. konference Surface Mine Drainage Task Force Symposium*, Morgantown, West Virginia,
- Gray, N.F., 1997. Environmental impact and remediation of acid mine drainage: a management problem. *Environmental geology* 30, 62-71.
- Hallberg, K.B., Johnson, D.B., 2001. Biodiversity of acidophilic microorganisms. *Advanced Applied Microbiology* 49, 37-84.
- Hartman, P., Přikryl, I. A Štědranský, E. 2005. *Hydrobiologie.*, 3. přeprac. vyd. Praha: Informatorium, 359 s., [8] s. barev. obr. příl. ISBN 80-7333-046-6.
- Heal, K.V., Salt, C.A., 1999. Treatment of acidic metal-rich drainage from reclaimed ironstone mine spoil. *Water Science and Technology* 39 (12), 141-148.
- Hedin, R.S., 1989. Treatment of coal mine drainage with constructed wetlands. In: Majumbar, S.K. (ed.), *Wetlands Ecology and Conservation: Emphasis in Pennsylvania*. The Pennsylvania Academy of Sciences, Easton, PA, pp. 349-362.
- Hedin, R.S., Nairn, R.W., 1990. Sizing and performance of constructed wetlands: case studies. In: Skousen, J., Sencindiver, J.C., Samuel, D. (eds.), *Sborník konference a výstavy 1990 Mining Reclamation*, West Virginia University, Morgantown, West Virginia, pp. 385-392.
- Hubbard, C.G., Black, S., Coleman, M.L., 2009. Aqueous chemistry and oxygen isotope compositions of acid mine drainage from the Rio Tinto, SW Spain, highlight inconsistencies in current models. *Chemical Geology* 265, 321-334.
- Jarvis, A.P., Moustafa, M., Prme, P.H.A., Younger, P.L., 2006. Effective remediation of grossly polluted acidic, metal-rich, soil heap drainage using a novel, low-cost, permeable reactive barrier in Northumberland, UK. *Environmental Pollution* 143, 261-268.

- Johnason, D.B., 2000. Biological removal of sulfurous compounds from inorganic wastewaters. In: Lens, P., Hulshoff, P.L., (eds.), *Environmental Technologies to Treat Sulfur Pollution. Principles and Engineering*. International Association on Water Quality, Londýn, pp. 175-206.
- Johnson, D.B., Hallberg, K.B., 2003. The microbiology of acidic mine waters. *Research in Microbiology* 154, 466-473.
- Johnson, D.B., Hallberg, K.B., 2005. Acid mine drainage remediation options: a review. *Science of the Total Environment* 338, 3-14.
- Johnson, K.L., Younger, P.L., 2006. The co-treatment of sewage and mine waters in aerobic wetlands. *Environmental Geology* 85, 53-61.
- Kadlec, R.H., Knight, R.L., 1996. *Treatment Wetlands*. 1. vydání. CRC Press, Boca Raton, Florida.
- Kelly, M., 1991. *Mining and the Freshwater Environment*. 2 vydání. Elsevier, Londýn, New York.
- Kepler, D.A., 1990. Wetland sizing, design, and treatment effectiveness for coal mine drainage. In: Skousen, J., Sencindiver, J.C., Samuel, D. (eds.), *Sborník konference a výstavy 1990 Mining Reclamation*, West Virginia University, Morgantown, West Virginia, pp. 403-408.
- Kepler, D.A., McCleary, E.C., 1994. Successive alkalinity producing systems (SAPS) for the treatment of acidic mine drainage. In: *Proc. Internat. Conf. on Land Reclamation and Mine Drainage and the 3rd Internat. Conference on the Abatement of Acidic Drainage*, Pittsburgh, Pennsylvania, pp. 195-204.
- Kickuth, R., 1977. Degradation and incorporation of nutrients from rural wastewaters by plant hydrosphere under limnic conditions. In: *Utilization of Manure by Land Spreading*, Comm. Europ. Commun., EUR 5672e, London, pp. 335-343.
- Kickuth, R., 1978. Elimination gelöster Laststoffe durch Röhrichtbestände, *Arbeiten des Deutschen Fischereiverbandes* 25, 57-70.
- Kickuth, R., 1980. Abwasserbehandlung im Wurzelraumverfahren. *Wlb „wasser, luft und betrieb“* 11, 21-24.
- Kickuth, R., 1981. Abwasserreinigung in Mosaikmatritzen aus aeroben and anaeroben Teilbezirken. In: Moser, F. (ed.), *Grundlagen der Abwasserreinigung*. Verlag Oldenburg, München, Wien, pp. 639-665.
- Kim, Y., 2015. Mineral phases and mobility of trace metals in white aluminum precipitates found in acid mine drainage. *Chemosphere* 119, 803-811.
- Kleinmann, R.L.P., et al., 1983. Low cost, low maintenance treatment system for acid mine drainage using Sphagnum moss and limestone. In: *Symposium on Surface Mining, Hydrology, Sedimentology, and Reclamation*. Lexington, Kentucky, USA.
- Kleinmann, R.L.P., Hedin, R.S., Nairn, R.W., 1998. Treatment of mine drainage by anoxic limestone drains and constructed wetlands. In: Geller, A., Klapper, H., Salomons, W. (eds.), *Acidic Mining Lakes: Acid Mine Drainage, Limnology and Reclamation*. Springer, Berlin, pp. 203-319.
- Lhotský, R.(ed.), (2013. *Jezera a mokřady ve zbytkových jamách po těžbě nerostů*, Sborník příspěvků z konference, Most, 04/2013. ISBN 978-80-260-4172-6.

Long, Z.E., HUang, Y.H., Cai, Z.L., Cong, W., Fan, O.Y., 2003. Biooxidation of ferrous ion by immobilized Acidithiobacillus ferrooxidans in poly(vinyl alcohol) cryogel carriers. Biotechnology Letters 25, 245-249.

Măicăneanu, A., Bedelea, H., Ardelean, M., Burcă, S., Stanca, M., 2013. Hanes and Valea Vinului (Romania) closed mines Acid Mine Drainages (AMDs) – Actual condition and passive treatment remediation proposal. Chemosphere 93, 1400-1405.

Manyin, T., Williams, F.M., Stark, L.R., 1997. Effects of iron concentration and flow rate on treatment of coal mine drainage in wetland mesocosms: An experimental approach to sizing of constructed wetlands. Ecological Engineering 9, 171-185.

Mitsch, W. J., & Gosselink, J. G. 2007. Wetlands. Hoboken. ed: John Wiley & Sons, Inc. New Jersey, pp.582.

Mitsch, W.J., Wise, K.M., 1998. Water Quality, fate of metals, and predictive model validation of a constructed wetland treating acid mine drainage. Water Research 32, 1888-1900.

Moodley, I., Sheridan, C.M., Kappelmeyer, U., Akcil, A., 2018. Environmentally sustainable acid mine drainage remediation: Research developments with a focus on waste/by products. Minerals Engineering, 2018, v tisku. Doi.org/10.1016/j.mineng.2017.08.008

Moraci, N., Calabro, P.S., 2010. Heavy metals removal and hydraulic performance in zero-valent iron/pumice permeable reactive barriers. Journal of Environmental Management 91, 2336-2341.

Morrison, M.I., Aplin, A.C., 2009. Redox geochemistry in organic-rich sediments of a constructed wetland treating colliery spoil leachate. Applied Geochemistry 24, 44-51.

Novotná E., 2018. Závěrečná zpráva projektu Vita-Min – Leben mit dem Bergbau / Život s těžbou – „Hydrochemický monitoring vod“, pro Ústecký kraj zhotovitelem BIOANALYTIKA CZ, s.r.o.

Nordstrom, D.K., Blowes, D.W., Ptacek, C.J., 2015. Hydrogeochemistry and microbiology of mine drainage: an update. Applied Geochemistry 57, 3-16.

Obnova funkce krajiny narušené povrchovou těžbou: Návrh metodiky obnovy funkcí krajiny: Závěrečná zpráva 2002. Řešitelská organizace: ENVI, s.r.o., Třeboň. -- Spoluřešitelská organizace: ENKI, o.p.s., Most; Ing. Jan Sixta, CSc.; LARECO, Říčany; RNDr. Pavel Trpák; R-Princip Most s.r.o., Most; Výzkumný ústav vodohospodářský T.G.M., Praha. -- Zadavatel: Ministerstvo životního prostředí. -- Rok zahájení: 2000. Rok ukončení: 2002. -- 56 s. : lit.

Otte, M.L., Rozema, J., Koster, L., Haarsma, M.S., and Broekman, R.A., 1989. Iron plaque on roots of Aster tripolium L.: interaction with zinc uptake. New Phytologist 111, 309-317.

Pesavento, B.G., 1984. Factors to be considered when constructing wetlands for utilization as biomass filters to remove minerals from solution. In: Burris, J.E. (ed.), Treatment of Mine Drainage by Wetlands. Contribution No. 264, Department of Biology, The Pennsylvania State University, p. 45.

Pitter, P., 2009. Hydrochemie. VŠCHT Praha, 4. aktualizované vydání, ISBN 978-80-7080-701-9.

Pokorný, J. a Květ, J. 2001. Úloha mokřadů v koloběhu energie, vody, živin a uhlíku a těžkých kovů v krajině. In: Hák T. a Rynda I. (eds), Lidé a ekosystémy. Centrum pro otázky životního prostředí Univerzity Karlovy v Praze a Společnost pro trvale udržitelný život, Praha: 67-88.

Přikryl, I. 2005. Přínos sledování nádrží Barbora a Otakar, Odborná studie ENKI, o.p.s.

- Přikryl, I., 2004. Hodnocení vlivu možných zdrojů vody pro plnění jezera Ležáky a následného doplňování vody na její kvalitu v jezeře, Odborná studie ENKI, o.p.s.
- Přikryl, I., 2013. Hodnocení dlouhodobého sledování jezer v zatopených lomech Barbora a Otakar – Výzkumná zpráva. ENKI, o.p.s. Třeboň, Vodňany. 5s.
- Přikryl, I., 2014. Hodnocení vývoje kvality vody v jezeře Chabařovice po napuštění, Odborná studie, ENKI, o.p.s.
- Přikryl, I., 2015. Jezero Chabařovice – návrh poklesu poměru N/P a rozvoj sinic, Odborná studie ENKI, o.p.s.
- Quakibi, O., Hakkou, R., Benzaazoua, M., 2014. Phosphate carbonated wastes used as drains for acidic mine drainage passive treatment. *Procedia Engineering* 83, 407-414.
- Rowley, M., Warkentin, D.D., Sicotte, V., 1997. Site demonstration of the biosulfide proces at the former Britannia mine. In: *Sborník 4. mezinárodní konference Acid Rock Drainage*. Vancouver, BC, Kanada, pp. 1531-1548.
- Santomartino, S., Webb, J.A., 2010. Estimating the longevity of limestone drains in treating acid mine drainage containing high concentrations of iron. *Applied Geochemistry* 22, 2344-2361.
- Sasaki, K., Nukina, S., Wilopo, W., Hirajima, T., 2008. Removal of arsenate in acid mine drainage by a permeable reactive barrier bearing granulated blast furnace slag : column study. *Materials Transactions* 49, 835-844.
- Seal II, R.R., Shanks III, W.C., 2008. Sulfide oxidation: insight from experimental, theoretical, stable isotope, and predictive studies in the field and laboratory. *Applied Geochemistry* 23, 101-342.
- Seidel, K., 1961. Zur Problematik der Keim- und Pflanzengewasser. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 14: 1035-1039.
- Seidel, K., 1964: Abau von Bacterium coli durch höhere Pflanzen. *Naturwissenschaften* 51, 395.
- Seidel, K., 1965a. Phenol-Abbau in Wasser durch Scirpus lacustris L. wehrend einer versuchsdauer von 31 Monaten. *Naturwissenschaften* 52, 398-406.
- Seidel, K., 1965b. Neue Wege zur Grundwasseranreicherung in Krefeld, Vol. II. Hydrobotanische Reinigungsmethode. *GWF Wasser/Abwasser* 30, 831-833.
- Seidel, K., 1966. Reinigung von Gewässern durch höhere Pflanzen. *Naturwissenschaften* 53, 289-297.
- Schmiermund, R.L., Drozd, M.A., 1997. Acid mine drainage and other mining-influenced waters (MIW). In: Marcus, J. (ed.), *Mining Environmental Handbook: Effects of Mining on the Environment and American Controls on Mining*. Imperial College London, pp. 599-617.
- Stark, L.R., Stevens Jr., S.E., Webster, H.J., Wenerick, W.R., 1990. Iron loading, efficiency, and sizing in a constructed wetland receiving mine drainage. In: Skousen, J., Sencindiver, J.C., Samuel, D. (eds.), *Sborník konference a výstavy 1990 Mining Reclamation*, West Virginia University, Morgantown, West Virginia, pp. 393-401.
- St-Cyr, L., and Crowder, A.A., 1990. Manganese and copper in the root plaque of *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steudel. *Soil Science* 149, 191-198.

Sottmeister, U., Weissner, A., Kusch, P., Kappelmeyer, U., Kästner, M., Bederski, O., Müller, R.A., Moormann, H., 2003. Effects of plants and microorganisms in constructed wetlands for wastewater treatment. *Biotechnology Advances* 22, 93-117.

Štýs, S., 2004. Proměny Mostecka. Statutární město Most, 63s.

Udayabhanu, S., Prasad, B., 2010. Studies on environmental impact of acid mine drainage generation and its treatment: an appraisal. *International Journal of Environmental protection* 30, 953-967.

Vile, M.A., Wieder, R.K., 1993. Alkalinity generation by Fe (III) reduction versus sulfate reduction in wetlands constructed for acid mine drainage treatment. *Water Air Soil Pollution* 69, 425-441.

Vymazal, J., 2001. Types of constructed wetlands for wastewater treatment: their potential for nutrient removal. In: *Transformations of Nutrients in Natural and Constructed Wetlands*, J. Vymazal, ed., Backhuys Publishers, Leiden, Nizozemí, pp. 1-93.

Vymazal, J., Kröpfelová, L., 2008. *Wastewater Treatment in Constructed Wetlands with Horizontal Subsurface Flow*. Springer, Dordrecht, Nizozemí.

Wei, X., Wolfe, F.A., 2013. Minerals and mine drainage. *Water Environmental Research* 85, 1515-1547.

Weisener, C.G., Weber, P.A., 2010. Preferential oxidation of pyrite as a function of morphology and relict texture. *Journal of Geology and Geophysics* 53, 22-33.

Weissgerber, T. L., Milic, N. M., Winham, S. J., & Garovic, V. D. 2015. Beyond bar and line graphs: time for a new data presentation paradigm. *PLoS biology*, 13(4), e1002128.

Wieder, R.K., 1989. A survey of constructed wetlands for acid coal mine drainage treatment in the eastern United States. *Wetlands* 9, 299-315.

Wijesekara, H., Bolan, N.S., Vithanage, M., Xu, Y., Mandal, S., Brown, S.L., Hettiarachi, G.M., Pierzynski, G.M., Huang, L., Ok, Y.S., Kirkham, M.B., Saint, C.P., Surapaneni, A., 2016. Utilization of biowaste for mine spoil rehabilitation. *Advances in Agronomy* 138, 97-173.

Wilderman, T.R., Machemer, S.D., Klusman, R.W., Chen, R.R.H., Lemke, P., 1990. Metal removal efficiencies from acid mine drainage in the Big Five constructed wetland. In: Skousen, J., Sencindiver, J.C., Samuel, D. (eds.), *Sborník konference a výstavy 1990 Mining Reclamation*, West Virginia University, Morgantown, West Virginia, pp. 417-424.

Wolkersdorfer, C., Göbel, J., Hasche-Berger, A., 2016. Assessing subsurface flow hydraulics of a coal mine water bioremediation system using a multi-tracer approach. *International Journal of Coal Geology* 164, 58-68.

Ye, Z., Baker, A.J.M., Wong, M.H., and Willis, A.J., 1997. Copper and nickel uptake, accumulation and tolerance in *Typha latifolia* with and without iron plaque on the root surface. *New Phytologist* 136, 481-488.

Ye, Z.H., Baker, A.J.M., Wong, M.H., and Willis, A.J., 1998. Zinc, lead and cadmium accumulation and tolerance in *Typha latifolia* as affected by iron plaque on the root surface, *Aquatic Botany* 61, 55-67.

Younger, P.L., Jayaweera, A., Elliot, A., Wood, R., Amos, P., Dougherty, A.J. et al., 2003. Passive treatment of acidic mine waters in subsurface-flow systems: exploring RAPS and permeable reactive barriers. *Land Contamination and Reclamation* 11, 127-135.

Česko, & Horáček, Z. (2011). Vodní zákon č. 254/2001 Sb: po novele zákonem č. 150/2010 Sb., účinné od 1.8. 2010 s komentářem. Soudy.

Česko. Technická norma ČSN 75 7221 Jakost vod. Klasifikace jakosti povrchových vod. Listopad 2017.

Česko. Technická norma ČSN 75 7716 Jakost vod – Biologický rozbor – Stanovení saprobního indexu. Červenec 1998.

Nařízení vlády č. 401/2015 Sb. Nařízení vlády 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

PRISM, 1992. GraphPad Prism [online]. La Jolla California USA: GraphPad Software. Dostupné z: <https://www.graphpad.com/>

Vyhláška č. 238/2011 Sb. Vyhláška o stanovení hygienických požadavků na koupaliště, sauny a hygienické limity písku v pískovištích venkovních hracích ploch

Zpráva o stavu životního prostředí České republiky 2016, MŽP. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zpravy_o_stavu_zivotniho_prostredi_publicace/\\$FILE/SOPSZP-Zprava_ZP_CR_2016-20171211.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zpravy_o_stavu_zivotniho_prostredi_publicace/$FILE/SOPSZP-Zprava_ZP_CR_2016-20171211.pdf)

16. SEZNAM OBRÁZKŮ

OBRÁZEK 1. POVRCHOVÝ DŮL JIŘÍ	9
OBRÁZEK 2. PŘÍKLADY UMĚLÝCH STOK, PŘÍKOPŮ A ODVODŇOVACÍCH KANÁLŮ.....	10
OBRÁZEK 3. PŘÍKLADY REKULTIVOVANÉ KRAJINY.....	12
OBRÁZEK 4. SCHEMATICKE ZNÁZORNĚNÍ MOŽNÉHO SYSTÉMU PRO PASIVNÍ ČIŠTĚNÍ DŮLNÍCH VOD A PRŮSAKŮ Z VÝSYPEK VYUŽÍVAJÍCÍCH ALD, SAPS, OXIDAČNÍ RYBNÍK A AEROBNÍ MOKŘAD (FAVAS ET AL., 2016). A. HORNÍ POHLED, B. BOČNÍ POHLED, C. DEATIL ALD.SCHE	19
OBRÁZEK 5. ROZDĚLENÍ UMĚLÝCH MOKŘADŮ (VYMAZAL, 2001)	21
OBRÁZEK 6. SCHEMATICKE ZNÁZORNĚNÍ UMĚLÉHO MOKŘADU S EMERZNÍ VEGETACÍ A VOLNOU VODNÍ HLADINOU (VYMAZAL, 2001).	22
OBRÁZEK 7. UMĚLÝ MOKŘAD PRO ČIŠTĚNÍ ALKALICKÝCH DŮLNÍCH VOD. MONASTERY RUN, PENNSYLVÁNIE.	23
OBRÁZEK 8. ŽELEZITÉ POVLAKY NA KOŘENECH A ODDENCÍCH OROBINCÉ ŠIROKOLISTÉHO (<i>TYPHA LATIFOLIA</i>). VELKÁ PODKRUŠNOHORSKÁ VÝSYPKA. FOTO JAN VYMAZAL.....	23
OBRÁZEK 9. SCHÉMA SYSTÉMU NA ČIŠTĚNÍ DŮLNÍCH VOD HOPE PIT VE VELKÉ BRITÁNII. ŽLUTÉ ČTVERCE = USAZOVACÍ RYBNÍKY, ŽLUTÉ OBDÉLNÍKY S ČERNÝMI TEČKAMI – VYROVNÁVACÍ NÁDRŽ (OBRÁZEK 10), MODRÉ OBDÉLNÍKY – AEROBNÍ MOKŘADY S POVRCHOVÝM TOKEM (OBRÁZEK 11).	24
OBRÁZEK 10. VYROVNÁVACÍ NÁDRŽ NA ČISTÍRNĚ HOPE PIT, KTERÁ JE NAVRŽENÁ PRO ČIŠTĚNÍ DŮLNÍCH VOD.	24
OBRÁZEK 11. AEROBNÍ UMĚLÝ MOKŘAD PRO ČIŠTĚNÍ DŮLNÍCH DRENÁŽNÍCH VOD V HOPE PIT VE VELKÉ BRITÁNII	25
OBRÁZEK 12. SCHEMATICKE ZNÁZORNĚNÍ ANAEROBNÍHO MOKŘADU (VYMAZAL, 2001). 1-ROZVODNÁ ZÓNA, 2-PLASTOVÁ FÓLIE, 3-FILTRAČNÍ MATERIÁL, 4- MOKŘADNÍ VEGETACE, 5-HLADINA VOD, 6-SBĚRNÁ ZÓNA, 7-ODTOK VYČIŠTĚNÉ VODY, 8-REGULACE VÝŠKY VODNÍ HLADINY VE FILTRAČNÍM POLI.	26
OBRÁZEK 13. SCHEMATICKE ZNÁZORNĚNÍ RAPS SYSTÉMU (YOUNGER ET AL., 2003).....	27
OBRÁZEK 14. ROČNÍ PRŮBĚH HODNOT TN (MG/L) VE VODNÍCH NÁDRŽÍCH A4 AŽ D6 (2017)	42
OBRÁZEK 15. ROČNÍ PRŮBĚH HODNOT TP (MG/L) VE VODNÍCH NÁDRŽÍCH A1 AŽ D6 (2017).....	42
OBRÁZEK 16. ROČNÍ PRŮBĚH HODNOT CHLOROFYLU (µG/L) VE VODNÍCH NÁDRŽÍCH A1 AŽ D6 (2017)	43
OBRÁZEK 17. HODNOCENÍ TROFIE DLE TP	43
OBRÁZEK 18. HODNOCENÍ TROFIE DLE CHLOROFYLU-A	44
OBRÁZEK 19. ZÁVISLOST TN, TP A CHLA NA STÁŘÍ VODNÍ NÁDRŽE	46
OBRÁZEK 20. ROČNÍ PRŮBĚH HODNOT NEROZPUŠTĚNÝCH LÁTEK NA VODNÍCH NÁDRŽÍCH A1 AŽ D6 (2017).....	48
OBRÁZEK 21. VODNÍ NÁDRŽ A4 - PRUNĚŘOV VII (ZARYBNĚNÍ) A B3 – VNITŘNÍ VÝSYPKA DJŠ 13. ČÁST (PŮDNÍ EROZE)	49
OBRÁZEK 22. NEROZPUŠTĚNÉ LÁTKY – POROVNÁNÍ LOKALIT.....	49
OBRÁZEK 23. MN – POROVNÁNÍ LOKALIT	52
OBRÁZEK 24. FE – POROVNÁNÍ LOKALIT	52
OBRÁZEK 25. PŘÍKLAD VODNÍ EROZE VE SVAŽITÉM ZEMĚDĚLSKÉM TERÉNU	54
OBRÁZEK 26. ROČNÍ PRŮBĚH HODNOT VODIVOSTI (MS/M) VE VODNÍCH NÁDRŽÍCH A1 AŽ D6 (2017)	56
OBRÁZEK 27. RL ₍₁₀₅₎ – POROVNÁNÍ LOKALIT	57
OBRÁZEK 28. ROČNÍ PRŮBĚH HODNOT RL ₍₁₀₅₎ VE VODNÍCH NÁDRŽÍCH A1 AŽ D6 (2017)	57
OBRÁZEK 29. ZÁVISLOST RL ₍₁₀₅₎ NA STÁŘÍ VODNÍ NÁDRŽE	58
OBRÁZEK 30. SO ₄ ²⁻ – POROVNÁNÍ LOKALIT.....	59
OBRÁZEK 31. ZÁVISLOST ORGANICKÝCH LÁTEK VYJÁDRĚNÝCH JAKO TOC NA NEROZPUŠTĚNÝCH LÁTKÁCH	60
OBRÁZEK 32. ROČNÍ PRŮBĚH HODNOT BSK ₅ VE VODNÍCH NÁDRŽÍCH A1 AŽ D6 (2017)	60
OBRÁZEK 33. BSK ₅ – POROVNÁNÍ LOKALIT	61
OBRÁZEK 34. ROČNÍ PRŮBĚH HODNOT CHSK _{Cr} VE VODNÍCH NÁDRŽÍCH A1 AŽ D6 (2017)	62
OBRÁZEK 35. CHSK _{Cr} – POROVNÁNÍ LOKALIT.....	62
OBRÁZEK 36. ROČNÍ PRŮBĚH POMĚRŮ BSK ₅ /CHSK _{Cr} VE VODNÍCH NÁDRŽÍCH A1 AŽ D6 (2017)	63
OBRÁZEK 37. ROČNÍ PRŮBĚH KNK _{4,5} VE VODNÍCH NÁDRŽÍCH A1 AŽ D6 (2017)	64
OBRÁZEK 38. KNK _{4,5} – POROVNÁNÍ LOKALIT.....	64
OBRÁZEK 39. SUMA KATIONTŮ – POROVNÁNÍ LOKALIT	65
OBRÁZEK 40. ZÁVISLOST KNK _{4,5} NA STÁŘÍ NÁDRŽE.....	65
OBRÁZEK 41. <i>E. COLI</i> – POROVNÁNÍ LOKALIT	67
OBRÁZEK 42. <i>INTESTINÁLNÍ ENTEROKOKY</i> – POROVNÁNÍ LOKALIT	67

OBRÁZEK 43. TERMOTOLERANTNÍ KOLIFORMNÍ BAKTERIE – POROVNÁNÍ LOKALIT	67
OBRÁZEK 44. ROČNÍ PRŮBĚH PH VE VODNÍCH NÁDRŽÍCH A1 AŽ D6 (2017).....	69
OBRÁZEK 45. POROVNÁNÍ TN A TP NA JEDNOTLIVÝCH TYPECH LOKALIT PODLE VÝSKYTU SINIC.....	75
OBRÁZEK 46. PROCENTUÁLNÍ ZASTOUPENÍ JEDNOTLIVÝCH SKUPIN FYTOPLANKTONU NA NÁDRŽÍCH A1 - D6	75
OBRÁZEK 47. PRŮMĚRNÉ ZASTOUPENÍ TAXONOMICKÝCH SKUPIN FYTOPLANKTONU NA JEDNOTLIVÝCH TYPECH NÁDRŽÍ A - D.....	76
OBRÁZEK 48. POROVNÁNÍ TP, TN, CHLA A N-NO ₃ NA JEDNOTLIVÝCH TYPECH NÁDRŽÍ A, B, C, D	80
OBRÁZEK 49. PROCENTUÁLNÍ VYJÁDŘENÍ VÝSKYTU VYBRANÝCH DRUHŮ PERLOOČEK NA TYPECH LOKALIT A, B, C, D Z CELKOVÉHO POČTU ZJIŠTĚNÝCH VÝSKYTŮ NA VŠECH LOKALITÁCH. ZÁKLAD 100% JE PŘENESEN NA JEDNOTLIVÝ DRUH PERLOOČKY (TJ. 100% DÁVÁ SOUČET HODNOT VE STEJNÝCH BAREVNÝCH POLÍCH).....	81
OBRÁZEK 50. POROVNÁNÍ NEROZPUŠTĚNÝCH LÁTEK NA TYPECH LOKALIT A, B, C A D	82
OBRÁZEK 51. POROVNÁNÍ ROZSAHU LITORÁLNÍ VEGETACE NA JEDNOTLIVÝCH TYPECH VODNÍCH NÁDRŽÍ	83
OBRÁZEK 52. POROVNÁNÍ KLÍČOVÝCH UKAZATELŮ CHEMISMU VOD MEZI JEDNOTLIVÝMI TYPY NÁDRŽÍ A, B, C A D	85
OBRÁZEK 53. POROVNÁNÍ KYSLÍKOVÝCH POMĚRŮ MEZI JEDNOTLIVÝMI TYPY LOKALIT A, B, C A D	88
OBRÁZEK 54. POROVNÁNÍ CHLOROFYLU A A POČTU BUNĚK NA JEDNOTLIVÝCH TYPECH LOKALIT A, B, C A D	89
OBRÁZEK 55. VÝVOJ VODIVOSTI NA JEDNOTLIVÝCH PŘÍTOCÍCH DO BARBORY	92
OBRÁZEK 56. VÝVOJ ALKALITY NA JEDNOTLIVÝCH PŘÍTOCÍCH DO BARBORY	93
OBRÁZEK 57. VÝVOJ CHLOROFYLU NA PŘÍTOCÍCH DO BARBORY	94
OBRÁZEK 58. VÝVOJ N, P A JEJICH FOREM NA PŘÍTOCÍCH DO BARBORY	95
OBRÁZEK 59. POROVNÁNÍ PRŮMĚRŮ A TVARU DATOVÉHO SOUBORU CHLA, NL, VODIVOSTI A SO ₄ ²⁻ PŘÍTOKŮ DO BARBORY	96
OBRÁZEK 60. PROTIEUTROFIZAČNÍ NÁDRŽ	99
OBRÁZEK 61. POROVNÁNÍ PH NA JEDNOTLIVÝCH PŘÍTOCÍCH DO JEZERA CHABAŘOVICE	102
OBRÁZEK 62. POROVNÁNÍ VODIVOSTI NA JEDNOTLIVÝCH PŘÍTOCÍCH DO JEZERA CHABAŘOVICE	103
OBRÁZEK 63. POROVNÁNÍ VODIVOSTI DLE TYPU PŘÍTOKU DO JEZERA CHABAŘOVICE	104
OBRÁZEK 64. POROVNÁNÍ SÍRANŮ NA JEDNOTLIVÝCH PŘÍTOCÍCH DO JEZERA CHABAŘOVICE	105
OBRÁZEK 65. POROVNÁNÍ SÍRANŮ DLE TYPU PŘÍTOKU DO JEZERA CHABAŘOVICE	106
OBRÁZEK 66. POROVNÁNÍ TN A N-NO ₃ NA HODNOCENÝCH PŘÍTOCÍCH	107
OBRÁZEK 67. POROVNÁNÍ TP A N-NO ₃ NA JEDNOTLIVÝCH TYPECH PŘÍTOKŮ	108
OBRÁZEK 68. POROVNÁNÍ FE NA JEDNOTLIVÝCH PŘÍTOCÍCH DO JEZERA CHABAŘOVICE	109
OBRÁZEK 69 - PŘELIVOVÝ VRT PV9/CH20	109
OBRÁZEK 70. POROVNÁNÍ N - NH ₄ NA PŘÍTOCÍCH DO JEZERA CHABAŘOVICE	110
OBRÁZEK 71. SROVNÁNÍ CHSK _{Cr} NA PŘÍTOCÍCH DO JEZERA CHABAŘOVICE	111
OBRÁZEK 72. POROVNÁNÍ VODIVOSTI NA JEDNOTLIVÝCH PŘÍTOCÍCH DO JEZERA MOST	118
OBRÁZEK 73. POROVNÁNÍ SÍRANŮ A VÁPNIKU NA PŘÍTOCÍCH DO JEZERA MOST	119
OBRÁZEK 74. POROVNÁNÍ PH NA PŘÍTOCÍCH DO JEZERA MOST	120
OBRÁZEK 75. POROVNÁNÍ AMONIAKÁLNÍHO DUSÍKU NA PŘÍTOCÍCH DO JEZERA MOST	120
OBRÁZEK 76. POROVNÁNÍ DUSIČANOVÉHO DUSÍKU NA PŘÍTOCÍCH DO JEZERA MOST	121
OBRÁZEK 77. POROVNÁNÍ MANGANU NA JEDNOTLIVÝCH PŘÍTOCÍCH DO JEZERA MOST	123
OBRÁZEK 78. POROVNÁNÍ BAKTERIÁLNÍHO ZATÍŽENÍ NA JEDNOTLIVÝCH PŘÍTOCÍCH DO JEZERA MOST	125
OBRÁZEK 79. VÝVOJ A POROVNÁNÍ NL, VODIVOSTI A SO ₄ ²⁻ NA JEDNOTLIVÝCH PŘÍTOCÍCH DO JEZERA MOST	126
OBRÁZEK 80. VÝVOJ A POROVNÁNÍ Ca, pH A N-NH ₄ NA JEDNOTLIVÝCH PŘÍTOCÍCH DO JEZERA MOST	127
OBRÁZEK 81. VÝVOJ A POROVNÁNÍ N-NO ₃ , TP A BSK ₅ NA JEDNOTLIVÝCH PŘÍTOCÍCH DO JEZERA MOST	128
OBRÁZEK 82. VÝVOJ A POROVNÁNÍ Fe A MN NA JEDNOTLIVÝCH PŘÍTOCÍCH DO JEZERA MOST	129
OBRÁZEK 83. UMĚLÝ MOKŘAD LICK RUN, AEROBNÍ ČÁSTI OSÁZENÉ <i>TYPHA LATIFOLIA</i> . FOTO JAN VYMAZAL	139
OBRÁZEK 84. ROZHODOVACÍ DIAGRAM PRO VÝBĚR PASIVNÍHO VÝBĚRU ZPŮSOBU ČIŠTĚNÍ DŮLNÍCH A VÝSYPKOVÝCH VOD. (GELLER ET AL., 2009).....	142

17. SEZNAM TABULEK

TABULKA 1. HODNOTY PH A ACIDITY (MG/L CaCO_3) V DŮLNÍCH DRENÁŽNÍCH VODÁCH A V PRŮSACÍCH Z VÝSYPEK.	16
TABULKA 2. KONCENTRACE ŽELEZA, MANGANU A HLINÍKU (V MG/L) V DŮLNÍCH DRENÁŽNÍCH VODÁCH A V PRŮSACÍCH Z VÝSYPEK.	17
TABULKA 3. KONCENTRACE SÍRANŮ A ARSENU (MG/L) V DŮLNÍCH DRENÁŽNÍCH VODÁCH A V PRŮSACÍCH Z VÝSYPEK.	17
TABULKA 4. SLOŽENÍ MATRICÍ PRO PROPUSTNÉ REAKTIVNÍ BARIÉRY (GILBERT ET AL., 2011).	28
TABULKA 5. TŘÍDY KVALITY TEKOUcí POVRCHOVÉ VODY DLE ČSN 75 7221	32
TABULKA 6 UKAZATELE A JEJICH LIMITNÍ HODNOTY PRO PŘÍRODNÍ KOUPALIŠTĚ PROVOZOVANÉ NA POVRCHOVÝCH VODÁCH, DALŠÍCH POVRCHOVÝCH VODÁCH KE KOUPÁNÍ A VODNÍCH PLOCHÁCH KE KOUPÁNÍ VZNIKLYCH TĚŽEBNÍ ČINNOSTÍ SE ZVÝŠENÝM RIZIKEM VZNIKU MASOVÉHO ROZVOJE SINIC.	32
TABULKA 7. CHEMICKÉ, MIKROBIOLOGICKÉ A HYDROBIOLOGICKÉ UKAZATELE SLEDOVANÉ V POVRCHOVÝCH VODÁCH DROBNÝCH VODNÍCH ÚTVARŮ.	35
TABULKA 8. SEZNAM A SOUŘADNICE ODBĚRNÝCH MÍST - MALÉ VODNÍ PLOCHY (PŘEVZATO Z NOVOTNÁ, 2018)	36
TABULKA 9. STUPNĚ TROFIE DLE OECD 1992	38
TABULKA 10. UKAZATELE A JEJICH LIMITNÍ HODNOTY PRO PŘÍRODNÍ KOUPALIŠTĚ PROVOZOVANÉ NA POVRCHOVÝCH VODÁCH, DALŠÍCH POVRCHOVÝCH VODÁCH KE KOUPÁNÍ A VODNÍCH PLOCHÁCH KE KOUPÁNÍ VZNIKLYCH TĚŽEBNÍ ČINNOSTÍ SE ZVÝŠENÝM RIZIKEM VZNIKU MASOVÉHO ROZVOJE SINIC.	71
TABULKA 11. LOKALITY S VÝSKYTEM SINIC TVOŘÍCÍCH VODNÍ KVĚTY.	72
TABULKA 12. PŘEHLED MĚŘENÝCH PARAMETRŮ V PŘÍTOCÍCH DO JEZERA BARBORA	91
TABULKA 13. POČET PŘEKROČENÍ STANOVENÉHO LIMITU U JEDNOTLIVÝCH PARAMETRŮ Z CELKOVÉHO POČTU MĚŘENÍ. ZELENĚ VYZNAČENY PARAMETRY, VE KTERÝCH NEBYL NIKDY LIMIT PŘEKROČEN.	97
TABULKA 14. ROZDĚLENÍ PŘÍTOKŮ DO JEZERA CHABAŘOVICE DLE TYPU VODNÍHO TOKU	100
TABULKA 15. PŘEHLED STANOVOVANÝCH PARAMETRŮ NA PŘÍTOCÍCH DO JEZERA CHABAŘOVICE	101
TABULKA 16. POČET PŘEKROČENÍ STANOVENÉHO LIMITU U JEDNOTLIVÝCH PARAMETRŮ Z CELKOVÉHO POČTU MĚŘENÍ. ZELENĚ VYZNAČENY PARAMETRY, VE KTERÝCH NEBYL NIKDY LIMIT PŘEKROČEN. NAOPAK ČERVENĚ JSOU ZVÝRAZNĚNY PŘÍTOKY A PARAMETRY, U KTERÝCH DOŠLO K PŘEKROČENÍ LIMITŮ VE VŠECH PŘÍPADECH.	113
TABULKA 17. PŘEHLED MĚŘENÝCH PARAMETRŮ V PŘÍTOCÍCH DO JEZERA MOST.	116
TABULKA 18. POČET PŘEKROČENÍ STANOVENÉHO LIMITU U JEDNOTLIVÝCH PARAMETRŮ Z CELKOVÉHO POČTU MĚŘENÍ.	131
TABULKA 19. DOPORUČENÁ ZATÍŽENÍ UMĚLÝCH MOKŘADŮ URČENÝCH PRO ODSTRAŇOVÁNÍ ŽELEZA Z DŮLNÍCH VOD V ZÁVISLOSTI NA PH DRENÁŽNÍ VODY UVÁDÍ MANYIN ET AL. (1997).	132
TABULKA 20. PRŮMĚRNÉ (MEDIÁN) HODNOTY ZADRŽENÉHO MNOŽSTVÍ ($\text{g m}^{-2} \text{d}^{-1}$).	137
TABULKA 21. VÝSLEDKY (36 MĚSÍCŮ)	138
TABULKA 22. ÚČINNOST ČIŠTĚNÍ.	139
TABULKA 23. POPIS SYSTÉMU.	140
TABULKA 24. ÚČINNOST ČIŠTĚNÍ.	140
TABULKA 25. VÝSLEDKY: KONCENTRACE V mg l^{-1} , ZATÍŽENÍ V $\text{g m}^{-2} \text{d}^{-1}$	141
TABULKA 26. PROCENTUÁLNÍ VYJÁDRĚNÍ POČTU NÁLEZŮ DRUHŮ ZOOPLANKTONU NA NÁDRŽÍCH A1-D6 ZE SLEDOVANÉHO OBDOBÍ V ROCE 2017.	160
TABULKA 27. POČET NÁLEZŮ JEDNOTLIVÝCH DRUHŮ ZOOPLANKTONU V SEZÓNĚ 2017 NA JEDNOTLIVÝCH LOKALITÁCH.	161

18. PŘÍLOHY

Příloha 1 - Zooplankton

Tabulka 26. Procentuální vyjádření počtu nálezů druhů zooplanktonu na nádržích A1-D6 ze sledovaného období v roce 2017.

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	B1	B2	B3	B4	B5	B6	C1	C2	C3	C4	C5	C6	D1	D2	D3	D4	D5	D6	Celkový součet
Cladocera																									
Alona sp.	4,35%							4,35%	26,09%	4,35%		4,35%				8,70%	4,35%		13,04%		8,70%	13,04%		8,70%	100,00%
Bosmina longirostris	10,23%	4,55%	1,14%	1,14%	5,68%	1,14%	9,09%	5,68%	5,68%	10,23%		9,09%	1,14%	1,14%	2,27%	4,55%	1,14%	7,95%	6,82%	5,68%	4,55%			1,14%	100,00%
Ceriodaphnia affinis	4,60%	4,60%	1,15%	4,60%	5,75%	1,15%	6,90%	3,45%	1,15%	6,90%		6,90%	5,75%	2,30%	6,90%	5,75%	2,30%	5,75%	6,90%	4,60%	1,15%	2,30%	4,60%	4,60%	100,00%
Daphnia pulex	1,69%	1,69%	11,86%	3,39%	10,17%	1,69%	1,69%	5,08%	1,69%		3,39%		3,39%		13,56%	1,69%	11,86%	5,08%	5,08%		1,69%	1,69%	6,78%	6,78%	100,00%
Chydorus sphaericus	2,63%	3,95%	1,32%	9,21%	2,63%	1,32%	2,63%	3,95%	3,95%	5,26%		6,58%	11,84%	1,32%	5,26%	9,21%	3,95%		3,95%	5,26%	2,63%	5,26%	5,26%	2,63%	100,00%
Leptodora kindtii																			100,00%						100,00%
Leydigia leydigii									20,00%			20,00%							40,00%	20,00%					100,00%
Macrothrix sp.									100,00%																100,00%
Rhynchotalona rostrata																			100,00%						100,00%
Scapholeberis sp.												100,00%													100,00%
Simocephalus vetulus										21,43%	7,14%		14,29%		7,14%		7,14%		14,29%				28,57%		100,00%
Copepoda																									
Cyclops insignis	4,62%	6,15%	1,54%	3,08%	4,62%		6,15%	4,62%	1,54%	4,62%		4,62%	7,69%	6,15%	6,15%	3,08%	3,08%	6,15%	3,08%	3,08%	6,15%	6,15%		7,69%	100,00%
Diacyclops languidoides	3,41%	4,55%	5,68%	4,55%	4,55%	3,41%	5,68%	3,41%	4,55%	3,41%	2,27%	5,68%	3,41%	5,68%	3,41%	4,55%	2,27%	5,68%	5,68%	3,41%	2,27%	3,41%	5,68%	3,41%	100,00%
Eucyclops serrulatus	11,76%	11,76%	8,82%	11,76%	8,82%		11,76%	2,94%		2,94%				5,88%					2,94%	8,82%	2,94%		5,88%	2,94%	100,00%
Eudiaptomus sp.						16,67%	10,00%	6,67%		26,67%			3,33%					20,00%	6,67%	3,33%	3,33%	3,33%			100,00%
Harpacticidae g.sp.div.		6,67%	6,67%			6,67%			6,67%	20,00%	6,67%	6,67%			6,67%	13,33%		13,33%	6,67%						100,00%
Metacyclops gracilis		50,00%											50,00%												100,00%
Microcyclops bicolor	4,40%	2,20%	3,30%	6,59%		4,40%	5,49%	5,49%	2,20%	5,49%	3,30%	10,99%		2,20%	5,49%	2,20%	5,49%	2,20%	5,49%	6,59%	3,30%	9,89%		3,30%	100,00%
Microcyclops varians													100,00%												100,00%
nauplia+copepodit	4,22%	4,22%	4,22%	4,22%	4,22%	4,22%	4,22%	4,22%	4,22%	4,22%	3,38%	4,22%	4,22%	4,22%	4,22%	4,22%	4,22%	4,22%	4,22%	4,22%	4,22%	4,22%	4,22%	3,80%	100,00%
Paracyclops fimbriatus	5,08%	1,69%	3,39%	1,69%	10,17%		1,69%		5,08%		5,08%	3,39%	5,08%	11,86%	8,47%	6,78%	3,39%	8,47%	6,78%		3,39%	1,69%	6,78%		100,00%
Rotifera																									
Anuraeopsis fissa			12,50%	6,25%				18,75%	12,50%		18,75%	12,50%				12,50%				6,25%					100,00%
Asplanchna sp.	11,27%	7,04%	4,23%	1,41%	4,23%	1,41%	9,86%	1,41%	1,41%	2,82%		4,23%	1,41%	7,04%		4,23%	7,04%	4,23%	9,86%	2,82%	8,45%	2,82%		2,82%	100,00%
Brachionus angularis	6,90%		17,24%	3,45%	3,45%	3,45%	3,45%		3,45%	13,79%		13,79%		3,45%		6,90%			3,45%	3,45%	3,45%	6,90%		3,45%	100,00%
Brachionus budapestiensis	7,69%	7,69%	15,38%		7,69%	23,08%	7,69%						7,69%	15,38%						7,69%					100,00%
Brachionus calyciflorus	6,41%	3,85%	3,85%	1,28%	7,69%			1,28%	6,41%	2,56%	2,56%	6,41%	3,85%	3,85%	7,69%	3,85%	2,56%	2,56%	6,41%	3,85%	8,97%	10,26%	1,28%	2,56%	100,00%
Brachionus diversicornis	14,29%	14,29%	28,57%	14,29%	28,57%																				100,00%
Brachionus quadridentatus			100,00%																						100,00%
Brachionus urceolaris		28,57%			14,29%	28,57%				14,29%													14,29%		100,00%
Euchlanis sp.	6,67%	10,00%	6,67%					6,67%	10,00%		3,33%		6,67%	6,67%	6,67%	6,67%				3,33%	3,33%	6,67%	6,67%	10,00%	100,00%
Filinia longiseta	12,50%	4,17%					8,33%	12,50%	12,50%	4,17%						4,17%				16,67%	20,83%		4,17%		100,00%
Hexarthra sp.	4,26%	6,38%		6,38%	4,26%	4,26%	8,51%	6,38%			4,26%	4,26%	8,51%	4,26%	8,51%	6,38%	6,38%	4,26%	2,13%	6,38%			4,26%		100,00%
Keratella cochlearis	5,65%	7,26%	2,42%	1,61%	4,84%	4,84%	6,45%	4,84%	4,84%	4,84%	1,61%	5,65%	2,42%	4,03%	2,42%	6,45%	4,03%	5,65%	4,03%	4,03%	4,84%	0,81%	4,03%	2,42%	100,00%
Keratella quadrata	2,19%	3,65%	3,65%	5,11%	4,38%	4,38%	7,30%	2,92%	2,92%	4,38%	2,92%	5,84%	4,38%	6,57%	3,65%	7,30%	1,46%	4,38%	5,11%	4,38%	2,19%	4,38%	3,65%	2,92%	100,00%
Keratella testudo	12,50%									25,00%	12,50%					12,50%				12,50%		12,50%	12,50%		100,00%
Lecane sp.	5,00%		15,00%	5,00%	5,00%		5,00%	25,00%	5,00%			5,00%				5,00%	5,00%			5,00%				15,00%	100,00%
Notholca foliacea		5,88%		11,76%		5,88%			5,88%	5,88%		5,88%	11,76%			5,88%	5,88%		5,88%	5,88%	5,88%	5,88%		11,76%	100,00%
Polyarthra sp.	4,72%	4,72%	3,15%	4,72%	4,72%	4,72%	3,94%	4,72%	4,72%	3,15%	3,94%	5,51%	3,15%	4,72%	3,15%	3,94%	4,72%	3,94%	3,15%	5,51%	4,72%	3,15%	4,72%	1,57%	100,00%
Trichocerca sp.	12,50%	8,33%					25,00%	20,83%		12,50%							4,17%		8,33%				4,17%	4,17%	100,00%

Tabulka 27. Počet nálezů jednotlivých druhů zooplanktonu v sezóně 2017 na jednotlivých lokalitách.

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	B1	B2	B3	B4	B5	B6	C1	C2	C3	C4	C5	C6	D1	D2	D3	D4	D5	D6	Celkový součet
Cladocera																									
<i>Alona sp.</i>	1							1	6	1		1				2	1		3		2	3		2	23
<i>Bosmina longirostris</i>	9	4	1	1	5	1	8	5	5	9		8	1	1	2	4	1	7	6	5	4		1		88
<i>Ceriodaphnia affinis</i>	4	4	1	4	5	1	6	3	1	6		6	5	2	6	5	2	5	6	4	1	2	4	4	87
<i>Daphnia pulex</i>	1	1	7	2	6	1	1	3	1		2		2		8	1	7	3	3		1	1	4	4	59
<i>Chydorus sphaericus</i>	2	3	1	7	2	1	2	3	3	4		5	9	1	4	7	3		3	4	2	4	4	2	76
<i>Leptodora kindtii</i>																			1						1
<i>Leydigia leydigii</i>									1			1							2	1					5
<i>Macrothrix sp.</i>									1																1
<i>Rhynchotalona rostrata</i>																			1						1
<i>Scapholeberis sp.</i>												1													1
<i>Simocephalus vetulus</i>										3	1		2		1		1		2				4		14
Copepoda																									
<i>Cyclops insignis</i>	3	4	1	2	3		4	3	1	3		3	5	4	4	2	2	4	2	2	4	4		5	65
<i>Diacyclops languidoides</i>	3	4	5	4	4	3	5	3	4	3	2	5	3	5	3	4	2	5	5	3	2	3	5	3	88
<i>Eucyclops serrulatus</i>	4	4	3	4	3		4	1		1				2					1	3	1		2	1	34
<i>Eudiaptomus sp.</i>						5	3	2		8			1					6	2	1	1	1			30
<i>Harpacticidae g.sp. div.</i>		1	1			1			1	3	1	1			1	2		2	1						15
<i>Metacyclops gracilis</i>		1											1												2
<i>Microcyclus bicolor</i>	4	2	3	6		4	5	5	2	5	3	10		2	5	2	5	2	5	6	3	9		3	91
<i>Microcyclus varians</i>													3												3
<i>nauplia+copepodit</i>	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	8	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	9	237
<i>Paracyclops fimbriatus</i>	3	1	2	1	6		1		3		3	2	3	7	5	4	2	5	4		2	1	4		59
Rotifera																									
<i>Anuraeopsis fissa</i>			2	1				3	2		3	2				2			1						16
<i>Asplanchna sp.</i>	8	5	3	1	3	1	7	1	1	2		3	1	5		3	5	3	7	2	6	2		2	71
<i>Brachionus angularis</i>	2		5	1	1	1	1		1	4		4		1		2			1	1	1	2		1	29
<i>Brachionus budapestiensis</i>	1	1	2		1	3	1						1	2						1					13
<i>Brachionus calyciflorus</i>	5	3	3	1	6			1	5	2	2	5	3	3	6	3	2	2	5	3	7	8	1	2	78
<i>Brachionus diversicornis</i>	1	1	2	1	2																				7
<i>Brachionus quadridentatus</i>			1																						1
<i>Brachionus urceolaris</i>		2			1	2						1											1		7
<i>Euchlanis sp.</i>	2	3	2					2	3			1		2	2	2	2			1	1	2	2	3	30
<i>Filinia longiseta</i>	3	1					2	3	3	1						1				4	5		1		24
<i>Hexarthra sp.</i>	2	3		3	2	2	4	3				2	2	4	2	4	3	3	2	1	3		2		47
<i>Keratella cochlearis</i>	7	9	3	2	6	6	8	6	6	2	7	3	5	3	8	5	7	5	5	6	1	5	3		124
<i>Keratella quadrata</i>	3	5	5	7	6	6	10	4	4	6	4	8	6	9	5	10	2	6	7	6	3	6	5	4	137
<i>Keratella testudo</i>	1								2	1						1				1		1	1		8
<i>Lecane sp.</i>	1		3	1	1		1		5	1			1			1	1			1				3	20
<i>Notholca foliacea</i>		1		2		1			1	1		1	2			1	1		1	1	1	1		2	17
<i>Polyarthra sp.</i>	6	6	4	6	7	6	6	5	6	4	5	7	4	6	4	5	6	5	4	7	6	4	6	2	127
<i>Trichocerca sp.</i>	3	2					6	5		3							1		2				1	1	24

Příloha 2 - Tabulky hodnotících kritérií použitých pro vyhodnocení výsledků.

Třídy kvality dle ČSN 75 7221		
I.	Neznečištěná voda	
II.	Mírně znečištěná voda	
III.	Znečištěná voda	
IV.	Silně znečištěná voda	
V.	Velmi silně znečištěná voda	
NV č. 401/2015 Sb.		
Překročení limitních hodnot		

Kvalita vod – Klasifikace kvality povrchových vod ČSN 75 7221 – limitní hodnoty vybraných parametrů.

Ukazatel	Značka, zkratka nebo číslo CAS ^{A)}	Jednotka	Třída				
			I.	II.	III.	IV.	V.
Elektrolytická konduktivita	-	mS/m	< 40	< 70	< 110	< 160	≥ 160
Rozpuštěné látky sušené	RL ₁₀₅	mg/l	< 300	< 500	< 800	< 1200	≥ 1200
Nerozpuštěné látky sušené	NL ₁₀₅	mg/l	< 15	< 25	< 50	< 100	≥ 100
Rozpuštěný kyslík	O _{2rozp.}	mg/l	> 8,5	> 7,5	> 6	> 4	≤ 4
Biochemická spotřeba kyslíku, pětidenní	BSK ₅	mg/l	< 2	< 4	< 8	< 15	≥ 15
Chemická spotřeba kyslíku manganistanem	CHSK _{Mn}	mg/l	< 6	< 9	< 14	< 20	≥ 20
Chemická spotřeba kyslíku dichromanem	CHSK _{Cr}	mg/l	< 15	< 25	< 45	< 60	≥ 60
Celkový organický uhlík	TOC	mg/l	< 7	< 10	< 16	< 20	≥ 20
Chloridy	Cl ⁻	mg/l	< 100	< 200	< 300	< 450	≥ 450
Sírany	SO ₄ ²⁻	mg/l	< 80	< 150	< 250	< 400	≥ 400
Amoniakální dusík	N-NH ₄ ⁺	mg/l	< 0,2	< 0,4	< 0,8	< 1,6	≥ 1,6
Dusitanový dusík	N-NO ₂ ⁻	mg/l	< 0,05	< 0,15	< 0,25	< 0,4	≥ 0,4
Dusičnanový dusík	N-NO ₃ ⁻	mg/l	< 2,5	< 5	< 8	< 12	≥ 12

Celkový dusík	N _{celk.}	mg/l	< 3	< 6	< 10	< 14	≥ 14
Celkový fosfor	P _{celk.}	mg/l	<0,05	< 0,15	< 0,3	< 0,6	≥ 0,6
Arsen	As	μg/l	< 1	< 10	< 20	< 50	≥ 50
Hliník	Al	μg/l	< 600	<1200	<2500	< 5000	≥5000
Chrom	Cr	μg/l	< 5	< 15	< 35	< 70	≥ 70
Kadmium (celkový vzorek)	Cd _{celk.}	μg/l	< 0,1	< 0,5	< 1	< 2	≥ 2
Kadmium (rozpuštěná fáze) 1. třída „tvrdosti vody“ ^{i,j)}	Cd _{rozp.}	μg/l	<0,05	< 0,08	< 0,12	< 0,3	≥ 0,3
Kadmium (rozpuštěná fáze) 2. třída „tvrdosti vody“ ^{i,j)}	Cd _{rozp.}	μg/l	<0,08	< 0,12	< 0,15	< 0,4	≥ 0,4
Kadmium (rozpuštěná fáze) 3. třída „tvrdosti vody“	Cd _{rozp.}	μg/l	< 0,1	< 0,15	< 0,2	<0,5	≥ 0,5
Kadmium (rozpuštěná fáze) 4. třída „tvrdosti vody“ ^{i,j)}	Cd _{rozp.}	μg/l	<0,15	< 0,2	< 0,3	< 0,8	≥ 0,8
Kadmium (rozpuštěná fáze) 5. třída „tvrdosti vody“ ^{i,j)}	Cd _{rozp.}	μg/l	< 0,2	< 0,3	< 0,45	< 1,3	≥ 1,3
Mangan	Mn	μg/l	< 100	< 300	< 500	< 800	≥ 800
Měď (rozpuštěná fáze)	Cu _{rozp.}	μg/l	< 3	< 8	< 16	< 32	≥ 32
Nikl (rozpuštěná fáze)	Ni _{rozp.}	μg/l	< 2,5	< 5	< 10	< 30	≥ 30
Olovo (rozpuštěná fáze)	Pb _{rozp.}	μg/l	< 0,8	< 1,6	< 3,2	< 8	≥ 8
Rtuť (rozpuštěná fáze)	Hg _{rozp.}	μg/l	<0,04	< 0,05	< 0,06	< 0,07	≥ 0,07
Zinek	Zn	μg/l	< 15	< 50	< 100	< 200	≥ 200
Železo	Fe	μg/l	< 500	< 1000	< 2000	< 3000	≥ 3000
Termotolerantní (fekální) kaliforní bakterie	FC	KTJ/100ml	<2000	<10000	<20000	<40000	≥40000
Intestinální enterokoky	ENT	KTJ/100ml	< 600	< 1 300	< 2 500	< 4 600	≥ 4 600
Chlorofyl-a		μg/l	< 10	< 25	< 50	< 100	≥ 100

ⁱ⁾ V případě rozpuštěného kadmia se mezní hodnoty tříd kvality vody liší podle sumy vápníku a hořčíku („tvrdosti vody“), vyjádřené jako průměrná koncentrace, která je charakterizovaná pomocí pětistupňové škály: třída 1: < 40 mg/l CaCO₃, třída 2: 40 mg/l CaCO₃ až < 50 mg/l CaCO₃, třída 3: 50 mg/l CaCO₃ < 100 mg/l CaCO₃, třída 4: 100 mg/l CaCO₃ < 200 mg/l CaCO₃, třída 5: ≥ 200 mg/l CaCO₃. V případě zařazení rozpuštěného kadmia do doplňkové (účelové) klasifikace je potřeba znát příslušnou sumu vápníku a hořčíku vyjádřenou jako CaCO₃¹⁾

¹⁾ V případě kadmia, mědi, niklu, olova a rtuti se mezní hodnoty tříd kvality vody vztahují k rozpuštěné fázi vzorku vody získané filtrací filtrem o velikosti pórů 0,45 µm nebo jinou rovnocennou předúpravou.

¹⁾ Výpočet sumy vápníku a hořčíku. Pro klasifikaci rozpuštěného kadmia, se suma vápníku a hořčíku ρ_{Ca+Mg} , vyjádřená jako $CaCO_3$ v mg/l, vypočítá podle vzorce:

$$\rho_{Ca+Mg} = (\rho_{Ca}/40,1 + \rho_{Mg}/24,3) * 100$$

kde je:

ρ_{Ca} – koncentrace vápníku v mg/l

ρ_{Mg} – koncentrace hořčíku v mg/l

Výsledná suma vápníku a hořčíku se zařídí do příslušné třídy podle poznámky pod čarou i) v tabulce 1. Charakteristická hodnota obsahu kadmia v povrchové vodě se porovná s mezními hodnotami tříd kvality platnými pro příslušnou třídu.

Nařízení vlády č. 401/2015 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 – limitní hodnoty vybraných parametrů.

Ukazatel	Značka, zkratka nebo číslo CAS ^{A)}	Jednotka	Přípustné znečištění	
			(roční průměr)	maximum
Reakce vody	pH	-	5-9	
Nasycení vody kyslíkem	O ₂	mg/l	>9	
Biochemická spotřeba kyslíku	BSK ₅	mg/l	3,8	
Chemická spotřeba kyslíku	CHSK _{Cr}	mg/l	26	
Celkový organický uhlík	TOC	mg/l	10	
Celkový fosfor	P _{celk.}	mg/l	0,15	
Celkový dusík	N _{celk.}	mg/l	6	
Dusičnanový dusík	N-NO ₃ ⁻	mg/l	5,4	
Dusitanový dusík	N-NO ₂ ⁻	mg/l	-	
Amoniakální dusík	N-NH ₄ ⁺	mg/l	0,23	
Rozpuštěné látky sušené	RL ₁₀₅	mg/l	750	
Rozpuštěné látky žíhané	RL ₅₅₀	mg/l	470	
Nerozpuštěné látky	NL ₁₀₅	mg/l	150	
Sířany	SO ₄ ²⁻	mg/l	200	
Hořčík	Mg	mg/l	120	
Vápník	Ca	mg/l	190	
Escherichia coli	ECOLI	KTJ/100ml		2500 ⁵⁾ 6)
Intestinální (střevní) enterokoky	ENT	KTJ/100ml		2000 ⁵⁾ 6)

Termotolerantní (fekální) koliformní bakterie	FC	KTJ/100ml		4000 ⁵⁾⁶⁾
--	----	-----------	--	----------------------

^{A)} CAS: Chemical Abstracts Service

⁵⁾ Limitní hodnota vyjádřená jako percentil P_{90} . Hodnota je dodržena, nebude-li roční počet vzorků nevyhovujících tomuto standardu větší než 10 %.

⁶⁾ Indikátorová hodnota, při překročení se zjišťuje příčina, respektive zdroj znečištění.

Ukazatel	Značka, zkratka nebo číslo CAS ^{A)}	Jednotka	Norma environmentální kvality (NEK) ^{B)}	
			NEK-PR ^{C)}	NEK-NKP ^{D)}
Kadmium a jeho sloučeniny- rozpuštěné ¹²⁾¹³⁾ (v závislosti na třídách tvrdosti vody ¹⁴⁾)	Cd – rozp. 7440-43-9	µg/l	≤0,08 (třída 1) 0,08 (třída 2) 0,09 (třída 3) 0,15 (třída 4) 0,25 (třída 5)	≤0,45 (třída 1) 0,45 (třída 2) 0,6 (třída 3) 0,9 (třída 4) 0,1,5 (třída 5)
Hliník	Al	µg/l	380 ^{B)}	1000
Mangan	Mn	µg/l	0,24 ^{B)}	0,3
Železo	Fe	µg/l	0,52 ^{B)}	1
Rtuť a její sloučeniny - rozpuštěné	Hg – rozp. 7439-97-6	µg/l		0,07
Nikl a jeho sloučeniny - rozpuštěné	Ni – rozp. 7440-02-0	µg/l	4 ²⁾¹⁵⁾	34 ²⁾
Olovo a jeho sloučeniny - rozpuštěné	Pb – rozp. 7439-92-1	µg/l	1,2 ²⁾¹⁵⁾	14 ²⁾

^{B)} Normy environmentální kvality jsou vyjádřeny jako celkové koncentrace v celém vzorku vody, pokud není uvedeno jinak.

^{C)} NEK-PR: norma environmentální kvality vyjádřená jako celoroční průměrná hodnota. Není-li uvedeno jinak, použije se na celkovou koncentraci všech izomerů. Pro každý daný útvar povrchových vod se použitím NEK-PR rozumí, že aritmetický průměr koncentrací naměřených v různých časech průběhu roku v žádném reprezentativním monitorovacím místě ve vodním útvaru nepřekračuje dotýčnou normu.

^{D)} NEK-NPK: norma environmentální kvality vyjádřená jako nejvyšší přípustná koncentrace je nepřekročitelná. U každého daného útvaru povrchových vod použití NEK-NPK znamená, že naměřené koncentrace v každém reprezentativním monitorovacím místě ve vodním útvaru nepřekračují dotýčnou normu. Je-li NEK-NPK označena výrazem „nepoužije se“, pak se hodnoty NEK-NPK považují za hodnoty, které v případě trvalého vypouštění chrání proti krátkodobým maximům znečištění, neboť jsou výrazně nižší než hodnoty odvozené na základě akutní toxicity.

²⁾ revidovaná NEK s účinností od 22. prosince 2015

¹²⁾ V případě kadmia, olova, rtuti a niklu se hodnoty NEK pro vodu vztahují ke koncentraci rozpuštěných látek, tj. k rozpuštěné fázi vzorku vody získané filtrací filtrem s otvory 0,45 µm nebo jinou rovnocennou předúpravou.

¹³⁾ V případě kovů je možno zohlednit přirozené koncentrace pozadí, pokud takové koncentrace brání souladu s hodnotou příslušných NEK.

¹⁴⁾ V případě kadmia se hodnoty NEK liší podle tvrdosti vody, která je charakterizovaná pomocí pětistupňové škály tvrdosti: (třída 1: < 40 mg/l CaCO₃/l, třída 2: 40 až < 50 mg/l CaCO₃/l, třída 3: 50 až < 100 mg/l CaCO₃/l, třída 4: 100 až < 40mg/l CaCO₃/l a třída 5: > 200 mg/l CaCO₃/l).

¹⁵⁾ Tyto NEK se vztahují k biologicky dostupným koncentracím látek

Příloha 3 – Most

Výsledkové tabulky přítoky - jezero Most

RL _{550°C} (mg/l)		JM13	JM16	JM4	JM5	JM8	JM9
2011	září			● 2970		● 1550	
	říjen			● 2680		● 1610	
	listopad			● 2860		● 1590	● 1340
	prosinec			● 2200		● 1190	● 1540
2012	leden			● 2470		● 1410	● 2090
	březen			● 2750		● 1480	
	duben			● 2740		● 1540	
	květen					● 1520	
	červen					● 1520	
	červenec					● 1510	
	srpen					● 1560	
	září					● 1560	
	říjen					● 1530	
	listopad			● 1880		● 1380	
	prosinec					● 1460	
2013	leden	● 4470		● 1350			
	únor	● 2860		● 1400		● 2060	
	březen	● 3200		● 1430		● 2060	
	duben	● 3530		● 1380		● 2420	
	květen	● 3250		● 1480		● 2080	
	červen	● 4000		● 1340		● 2340	
	červenec	● 4410				● 1390	
	srpen	● 3970		● 2640		● 1450	● 3980
	září	● 4310		● 2840		● 1200	● 3750
	říjen	● 4050		● 2620		● 1350	● 3880
	listopad	● 3830		● 2400		● 1520	● 4000
	prosinec	● 4090		● 2400		● 1570	● 3000
2014	leden	● 4120		● 2800		● 1480	● 3440
	únor	● 3860		● 2700		● 1570	● 3420
	březen	● 4060		● 2730		● 1520	● 3580
	duben	● 4290		● 2760		● 1510	● 3660
	květen	● 4000		● 2550		● 1500	● 4000
	červen	● 2740				● 1520	● 3930
	červenec					● 1590	● 4150
	srpen	304				● 1510	● 3460
	září	● 3870		● 2380		● 1300	● 2920
	říjen	● 4090		● 2770		● 1440	● 3430
	listopad	● 4080		● 2800		● 1440	● 3860
	prosinec	● 3560		● 3050		● 1420	● 3860
2015	leden				● 2290	● 1540	● 2900
	únor				● 2380	● 2450	● 2700
	březen				● 2340	● 1380	● 3660
	duben				● 2200	● 1340	● 2190
	květen	● 1440			● 2240	● 1310	
	červen	● 1420			● 2340	● 1330	● 1500
	červenec	● 1680				● 1320	● 1510
	srpen	● 1480	● 1270	● 2340	● 1350	● 1590	
	září	● 1380		● 2420	● 1360	● 1440	
	říjen		● 2280	● 2480	● 1340	● 1390	
	listopad		● 2940	● 2590	● 1370	● 1320	
	prosinec		● 2080	● 2380	● 1400	● 1540	
2016	leden				● 2460	● 1440	● 1680
	únor			● 2390	● 2440	● 1680	● 1670
	březen			● 2490	● 2370	● 1370	● 1680
	duben			● 2270	● 2350	● 1380	● 1440
	květen			● 3250	● 2550	● 1310	● 1390
	červen			● 2240	● 2390	● 1260	● 1330
	červenec					● 1250	● 1460
	srpen			● 2130		● 1290	● 1640
	září					● 1270	● 1750
	říjen				● 2500	● 1460	● 1540
	listopad			● 2590	● 2690	● 1290	● 2230
	prosinec			● 2530	● 2630	● 1280	● 3110
2017	leden				● 2600	● 1330	● 3180
	únor				● 2530	● 1390	● 2600
	březen			● 2120	● 2310	● 1400	● 1860
	duben			● 2140	● 2310	● 1290	● 2440
	květen					● 1240	● 2330
	červen					● 1210	● 2090
	červenec					● 1160	● 1940
	srpen					● 1180	● 1790
	září					● 1120	● 1900
	říjen					● 1160	● 1790
	listopad					● 1150	● 1770
	prosinec					● 1130	● 1900

RL _{105°C} (mg/l)	JM13	JM16	JM4	JM5	JM8	JM9
2009	leden			● 2800		
	únor			● 2500		
	březen			● 2600		
	duben			● 2900		
	červen			● 3200		
	červenec			● 2800		
	srpen			● 3100		
	září			● 2900		
	říjen			● 3000		
	listopad			● 1600		
	prosinec			● 2800		
2010	leden			● 2700		
	únor			● 2700		
	březen			● 2800		
	duben			● 2700		
	květen			● 2900		
	červen			● 5900		
	srpen			● 3100		
	září			● 3200		
	říjen			● 3100		
	listopad			● 2700		
	prosinec			● 2700		
2011	leden			● 2800		
	únor			● 2900		
	březen			● 2700		
	duben			● 2600		
	květen			● 2600		
	červen			● 2700		
	červenec			● 2400		
	srpen			● 2600		
	září		● 3720	● 2400	● 1870	
	říjen		● 3350	● 2200	● 1900	
	listopad		● 3590	● 2200	● 1870	● 1640
	prosinec		● 2690	● 2100	● 1450	● 1920
2012	leden		● 3070	● 2000	● 1680	● 2630
	únor			● 2300		
	březen		● 3480	● 2300	● 1760	
	duben		● 3390	● 2300	● 1800	
	květen			● 2500	● 1790	
	červen			● 2700	● 1810	
	červenec			● 2400	● 1800	
	srpen			● 2800	● 1860	
	září			● 2900	● 1860	
	říjen	● 5200		● 2900	● 1800	
	listopad		● 2230	● 2700	● 1630	
	prosinec	● 4700		● 2600	● 1750	
2013	leden	● 5380		● 1600	● 2500	
	únor	● 3650		● 1720	● 2400	● 2550
	březen	● 4200		● 1750	● 2200	● 2520
	duben	● 4500		● 1640	● 2200	● 3010
	květen	● 4060		● 1740	● 2200	● 2600
	červen	● 4970		● 1590	● 2200	● 2940
	červenec	● 5300			● 1750	
	srpen	● 4810		● 3200	● 2400	● 1720
	září	● 5190		● 3440	● 2500	● 1540
	říjen	● 4900		● 3170	● 2500	● 1600
	listopad	● 4750		● 2920	● 2600	● 1870
	prosinec	● 5130		● 2950	● 2400	● 1900

2014	leden	● 5100		● 3310	● 2600	● 1790	● 4610
	únor	● 4860		● 3380	● 2600	● 1900	● 4680
	březen	● 4990		● 3310	● 2600	● 1840	● 4820
	duben	● 5370		● 3340	● 2600	● 1880	● 5210
	květen	● 5090		● 3180	● 2700	● 1760	● 5630
	červen	● 3200			● 2700	● 1800	● 5230
	červenec				● 2900	● 1950	● 5560
	srpen	380			● 2900	● 1820	● 4540
	září	● 4900		● 2860	● 2700	● 1600	● 3880
	říjen	● 5190		● 3300	● 2900	● 1730	● 4660
	listopad	● 5060		● 3370	● 2800	● 1680	● 5300
	prosinec	● 4460		● 3600	● 2700	● 1690	● 5240
2015	leden				● 2630	● 1840	● 3690
	únor				● 2750	● 2730	● 3540
	březen				● 2730	● 1620	● 4790
	duben				● 2560	● 1600	● 2780
	květen	● 1710			● 2570	● 1550	
	červen	● 1750			● 2690	● 1660	● 1730
	červenec	● 2040				● 1630	● 1820
	srpen	● 1810	● 1390	● 2780	● 1670	● 1910	
	září	● 1710		● 2980	● 1680	● 1750	
	říjen		● 2560	● 3020	● 1650	● 1650	
	listopad		● 3350	● 3090	● 1610	● 1550	
	prosinec		● 2410	● 2690	● 1670	● 1830	
2016	leden				● 2790	● 1760	● 2010
	únor		● 2870	● 2800	● 1930	● 1960	
	březen		● 2950	● 2670	● 1680	● 2100	
	duben		● 1790	● 3030	● 1790	● 1810	
	květen		● 3700	● 3080	● 1650	● 1730	
	červen		● 2500	● 2730	● 1580	● 1550	
	červenec				● 1650	● 1720	
	srpen		● 2550		● 1590	● 1990	
	září				● 1580	● 2120	
	říjen			● 2920	● 1590	● 1720	
	listopad		● 3020	● 3030	● 1570	● 2620	
	prosinec		● 3010	● 2970	● 1590	● 3910	
2017	leden				● 2940	● 1550	● 4080
	únor				● 2900	● 1640	● 3330
	březen		● 2590	● 2660	● 1680	● 2380	
	duben		● 2570	● 2570	● 1570	● 3120	
	květen					● 1480	● 2850
	červen					● 1530	● 2620
	červenec					● 1440	● 2410
	srpen					● 1490	● 2300
	září					● 1430	● 2260
	říjen					● 1460	● 2230
	listopad					● 1430	● 2220
	prosinec					● 1430	● 2390

COND (mS/m)		JM13	JM16	JM4	JM5	JM8	JM9
2009	leden				288		
	únor				265		
	březen				285		
	duben				305		
	červen				316		
	červenec				295		
	srpen				318		
	září				303		
	říjen				303		
	listopad				197		
	prosinec				278		
2010	leden				275		
	únor				267		
	březen				282		
	duben				281		
	květen				301		
	červen				524		
	srpen				304		
	září				304		
	říjen				305		
	listopad				272		
	prosinec				279		
2011	leden				288		
	únor				290		
	březen				279		
	duben				280		
	květen				280		
	červen				265		
	červenec				257		
	srpen				253		
	září			350	252	218	
	říjen			332	249	225	
2012	listopad			345	245	221	207
	prosinec			286	242	179	238
	leden			310	240	204	308
	únor				253		
	březen			350	256	214	
	duben			344	266	218	
	květen				272	214	
	červen				274	192	
	červenec				258	216	
	srpen				283	219	
2013	září				286	224	
	říjen	469			286	221	
	listopad			255	281	203	
	prosinec	446			282	211	
	leden	526		197	259		
	únor	368		220	251	288	
	březen	404		219	250	271	
	duben	426		203	250	312	
	květen	43		19	244	26	
	červen	45		19	246	30	
2014	červenec	48				193	
	srpen	46		32	245	21	59
	září	50		36	268	20	59
	říjen	470		322	270	206	601
	listopad	45		31	275	22	59
	prosinec	449		292	271	220	390
	leden	457		340	275	214	517
	únor	457		336	273	215	510
	březen	467		320	271	213	505
	duben	48		33	275	21	55
2014	květen	47		30	277	21	59
	červen	328			280	210	546
	červenec				277	22	56
	srpen	59			290	221	514
	září	430		294	290	192	399
	říjen	480		340	292	200	550
	listopad	475		353	297	207	595
	prosinec	440		382	296	208	591

2015	leden				293	222	436
	únor				300	208	46
	březen				308	208	54
	duben				290	200	340
	květen		212		295	196	
	červen		183		267	179	191
	červenec		214			170	194
	srpen		205	169	264	176	209
	září		184		254	164	185
	říjen			222	237	157	157
	listopad			219	210	130	142
	prosinec			185	206	140	153
2016	leden				181	129	149
	únor			180	183	153	157
	březen			250	240	183	214
	duben			219	206	166	162
	květen			370	244	235	160
	červen			224	212	188	186
	červenec					157	163
	srpen			200		144	186
	září					185	252
	říjen				184	175	184
	listopad			212	229	149	267
	prosinec			185	201	137	329
2017	leden				194	197	352
	únor				187	135	253
	březen			296	275	207	277
	duben			236	211	175	279
	květen					186	164
	červen					185	304
	červenec					174	281
	srpen					174	269
	září					172	274
	říjen					176	263
	listopad					179	261
	prosinec					178	276

N-NO ₃ (mg/l)		JM13	JM16	JM4	JM5	JM8	JM9
2011	září			0,7		4,0	
	říjen			1,3		8,5	
	listopad			0,1		0,6	2,1
	prosinec			0,1		1,8	1,5
2012	leden			0,9		9,7	33,0
	březen			1,9		8,9	
	duben			1,6		8,8	
	květen					8,6	
	červen					8,8	
	červenec					8,9	
	srpen					8,9	
	září					8,9	
	říjen	0,4				9,0	
	listopad			5,8		7,6	
	prosinec	0,2				9,1	
2013	leden	0,1		9,1			
	únor	0,2		26,0		3,5	
	březen	0,6		19,0		0,6	
	duben	0,6		9,9		3,5	
	květen	0,4		8,5		1,0	
	červen	0,2		9,2		1,9	
	červenec	0,1				9,7	
	srpen	0,6		1,2		8,7	240,0
	září	0,1		2,5		9,3	230,0
	říjen	0,4		2,9		8,9	230,0
	listopad	0,3		1,5		8,7	230,0
	prosinec	0,8		1,1		8,0	46,0
2014	leden	0,9		2,2		8,4	160,0
	únor	1,4		1,6		8,2	170,0
	březen	1,5		1,1		6,4	200,0
	duben	0,5		1,1		6,8	220,0
	květen	0,6		0,1		7,3	220,0
	červen	6,7				8,0	200,0
	červenec					3,0	210,0
	srpen	1,5				7,4	160,0
	září	0,1		0,2		4,8	97,0
	říjen	0,6		0,7		5,7	190,0
	listopad	1,5		0,7		7,9	170,0
	prosinec	1,0		1,0		7,7	160,0
2015	leden				0,7	6,0	76,0
	únor				0,6	7,8	130,0
	březen				0,4	8,3	150,0
	duben				0,6	7,2	47,0
	květen		9,8		0,8	7,8	
	červen		2,5		0,3	8,2	8,1
	červenec		8,7			6,8	7,5
	srpen		13,4	3,7	1,1	6,6	4,3
	září		6,6		0,1	5,5	3,4
	říjen			3,5	0,7	7,1	1,8
	listopad			4,2	0,5	6,7	1,5
	prosinec			4,3	0,7	6,5	1,7
2016	leden				0,7	8,5	3,1
	únor			0,3	0,6	8,2	8,8
	březen			1,4	0,4	6,8	15,1
	duben			0,3	0,9	6,2	6,6
	květen			2,6	0,8	5,8	4,6
	červen			1,7	1,2	4,6	0,1
	červenec					6,6	4,8
	srpen			0,1		6,5	6,1
	září					6,5	10,2
	říjen				0,6	6,6	4,3
	listopad			2,4	0,5	6,2	12,4
	prosinec			2,0	0,5	6,8	39,1
2017	leden				0,5	7,0	44,3
	únor				0,8	6,8	37,1
	březen			1,6	0,9	2,9	19,7
	duben			0,3	0,7	6,0	35,3
	květen					6,2	25,1
	červen					6,9	19,3
	červenec					6,1	16,5
	srpen					6,4	12,8
	září					6,6	13,8
	říjen					6,7	12,2
	listopad					6,7	10,3
	prosinec					6,9	11,8

N-NH ₄ (mg/l)		JM13	JM16	JM4	JM5	JM8	JM9
2009	leden				● 4,80		
	únor				● 4,50		
	březen				● 4,60		
	duben				● 5,00		
	červen				● 5,10		
	červenec				● 5,80		
	srpen				● 6,70		
	září				● 6,50		
	říjen				● 6,50		
	listopad				● 8,00		
	prosinec				● 5,90		
2010	leden				● 4,30		
	únor				● 4,50		
	březen				● 5,10		
	duben				● 5,50		
	květen				● 5,40		
	červen				● 17,00		
	srpen				● 5,50		
	září				● 5,80		
	říjen				● 5,60		
	listopad				● 0,45		
	prosinec				● 5,00		
2011	leden				● 5,50		
	únor				● 5,70		
	březen				● 5,70		
	duben				● 5,60		
	květen				● 6,10		
	červen				● 5,00		
	červenec				● 4,50		
	srpen				● 4,20		
	září			● 1,30	● 4,40	0,02	
	říjen			● 0,84	● 6,00	0,02	
	listopad			● 2,20	● 4,10	0,03	0,01
	prosinec			● 0,49	● 5,50	0,04	0,01
2012	leden			● 0,49	● 3,70	0,01	0,14
	únor				● 3,60		
	březen			● 0,82	● 3,70	0,04	
	duben			● 0,93	● 3,90	0,02	
	květen				● 3,90	0,03	
	červen				● 4,30	0,04	
	červenec				● 4,00	0,01	
	srpen				● 3,60	0,03	
	září				● 3,60	0,03	
	říjen	● 9,30			● 3,60	0,02	
	listopad			● 3,00	● 3,70	0,03	
	prosinec	● 6,60			● 3,40	0,04	
2013	leden	● 20,00		0,01	● 3,90		
	únor	● 0,69		0,01	● 3,70	● 0,79	
	březen	● 0,46		0,01	● 4,00	● 0,23	
	duben	● 0,49		0,05	● 3,90	● 1,20	
	květen	● 6,10		0,03	● 3,80	● 0,37	
	červen	● 9,40		0,01	● 3,70	● 0,65	
	červenec	● 1,70				0,01	
	srpen	● 8,20		● 0,48	● 4,20	0,01	0,15
	září	● 0,90		0,18	● 3,30	0,01	0,21
	říjen	● 9,90		● 0,55	● 3,20	0,01	0,18
	listopad	● 7,50		● 0,71	● 3,70	0,01	0,19
	prosinec	● 5,70		● 0,33	● 3,50	0,01	0,10

2014	leden	6,40		0,92	4,00	0,06	0,21
	únor	7,10		0,87	3,90	0,05	0,17
	březen	7,90		0,83	4,20	0,07	0,23
	duben	10,00		0,54	4,20	0,05	0,21
	květen	8,30		0,22	4,00	0,06	0,26
	červen	2,10			3,50	0,04	0,19
	červenec				3,60	0,05	0,20
	srpen	0,14			2,90	0,07	0,18
	září	3,00		0,12	3,90	0,05	0,07
	říjen	6,00		0,79	3,60	0,07	0,28
	listopad	5,80		0,14	3,90	0,04	0,21
	prosinec	0,33		1,00	3,90	0,04	0,23
2015	leden				4,20	0,04	0,08
	únor				4,70	0,05	0,15
	březen				4,80	0,05	0,17
	duben				4,80	0,05	0,04
	květen	0,03			5,40	0,06	
	červen	2,47			3,21	0,11	0,12
	červenec	0,05				0,05	0,05
	srpen	0,05	0,05		4,96	0,05	0,05
	září	0,05			4,98	0,41	0,05
	říjen		0,05		4,59	0,05	0,05
	listopad			0,56	4,52	0,05	0,05
	prosinec			0,28	6,32	0,05	0,05
2016	leden				4,10	0,05	0,05
	únor		0,31		3,22	0,05	0,05
	březen		0,40		4,12	0,05	0,05
	duben		0,16		5,32	0,05	0,05
	květen		0,05		2,47	0,05	0,05
	červen		0,05		2,26	0,05	0,05
	červenec					0,05	0,05
	srpen		0,05			0,05	0,05
	září					0,05	0,05
	říjen				3,82	0,05	0,05
	listopad			0,26	2,62	0,05	0,13
	prosinec		0,05		3,14	0,05	0,05
2017	leden				2,16	0,05	0,05
	únor				2,81	0,02	0,09
	březen		0,95		6,63	0,02	0,02
	duben		0,02		3,65	0,02	0,06
	květen					0,02	0,08
	červen					0,49	0,02
	červenec					0,05	0,02
	srpen					0,02	0,02
	září					0,02	0,02
	říjen					0,02	0,02
	listopad					0,02	0,06
	prosinec					0,02	0,02

N _{celk} (mg/l)		JM13	JM16	JM4	JM5	JM8	JM9
2014	leden	7,70		3,20		9,60	181,00
	únor	8,60		2,70		8,30	210,00
	březen	9,90		2,90		9,10	251,00
	duben	9,80		2,10		7,70	299,00
	květen	9,70		0,80		7,90	259,00
	červen	15,00				11,00	266,00
	červenec					11,00	260,00
	srpen	1,90				7,50	197,00
	září	3,80		1,00		5,40	112,00
	říjen	7,20		1,80		6,00	191,00
	listopad	9,80		1,20		8,50	210,00
	prosinec	2,00		2,20		7,70	209,00
2015	leden				5,90	6,10	152,00
	únor				5,30	8,00	151,00
	březen				6,50	11,00	299,00
	duben				5,50	7,70	57,00
	květen		9,80		6,20	7,90	
	červenec		9,24			8,34	8,43
	srpen		13,90	4,55	5,55	6,83	4,29
	září		6,85		0,00	5,61	4,42
	říjen			3,75	0,74	7,57	2,08
	listopad			4,40	0,95	7,04	1,50
2016	leden				5,20	8,80	3,10
	únor			0,89	3,81	8,53	8,81
	březen			2,23	4,65	7,59	15,10
	duben			0,70	6,90	6,45	7,16
	červen			1,65	3,92	5,37	0,98
	červenec					6,79	5,38
	srpen			0,80		6,88	6,37
	září					7,90	11,52
	říjen				4,63	6,80	4,38
	listopad			3,21	3,74	7,23	17,43
	prosinec			2,63	4,11	8,61	40,73
2017	leden				2,64	8,15	45,80
	únor				3,64	6,83	40,19
	březen			3,62	7,97	3,93	20,30
	duben			1,10	7,40	7,35	37,08
	květen					7,79	26,30
	červen					8,58	19,56
	červenec					8,34	17,76
	srpen					6,69	15,16
	září					7,19	13,89
	říjen					7,62	12,46
	listopad					7,45	11,68
	prosinec					7,99	14,16

P _{celk} (mg/l)	JM13	JM16	JM4	JM5	JM8	JM9
2009	leden			0,04		
	únor			0,02		
	březen			0,01		
	duben			0,01		
	červen			0,02		
	červenec			0,03		
	srpen			0,02		
	září			0,02		
	říjen			0,01		
	listopad			0,05		
	prosinec			0,01		
2010	leden			0,01		
	únor			0,02		
	březen			0,01		
	duben			0,02		
	květen			0,02		
	červen			0,02		
	srpen			0,06		
	září			0,02		
	říjen			0,02		
	listopad			0,07		
	prosinec			0,02		
2011	leden			0,05		
	únor			0,03		
	březen			0,02		
	duben			0,03		
	květen			0,02		
	červen			0,02		
	červenec			0,02		
	srpen			0,02		
	září		0,02	0,01	0,06	
	říjen		0,01	0,02	0,12	
2012	leden			0,01	0,02	0,08
	únor			0,02		
	březen		0,01	0,02	0,09	
	duben		0,01	0,03	0,07	
	květen			0,01	0,05	
	červen			0,03	0,07	
	červenec			0,05	0,04	
	srpen			0,01	0,06	
	září			0,03	0,05	
	říjen	0,02		0,01	0,07	
2013	leden	0,07		0,15	0,02	
	únor	0,03		0,10	0,03	0,41
	březen	0,04		0,05	0,01	0,40
	duben	0,03		0,16	0,01	0,01
	květen	0,03		0,07	0,01	0,02
	červen	0,02		0,08	0,01	0,02
	červenec	0,02				0,13
	srpen	0,02		0,01	0,02	0,11
	září	0,01		0,01	0,03	0,12
	říjen	0,02		0,01	0,02	0,13
	listopad	0,02		0,01	0,02	0,11
	prosinec	0,02		0,01	0,02	0,12

2014	leden	0,01		0,01	0,03	0,14	0,01
	únor	0,01		0,03	0,01	0,09	0,01
	březen	0,01		0,02	0,01	0,08	0,01
	duben	0,02		0,04	0,01	0,05	0,02
	květen	0,01		0,01	0,01	0,04	0,01
	červen	0,03			0,01	0,06	0,02
	červenec				0,01	0,10	0,06
	srpen	0,01			0,01	0,13	0,02
	září	0,03		0,02	0,01	0,08	0,03
	říjen	0,05		0,01	0,01	0,08	0,03
	listopad	0,01		0,02	0,01	0,11	0,03
	prosinec	0,01		0,01	0,01	0,10	0,02
2015	leden				0,00	0,07	0,01
	únor				0,00	0,09	0,02
	březen				0,00	0,09	0,02
	duben				0,01	0,07	9,90
	květen		0,03		0,00	0,04	
	červen		0,01		0,05	0,05	0,05
	červenec		0,01			0,07	0,03
	srpen		0,01	0,03	0,03	0,08	0,04
	září		0,03		0,01	0,08	0,03
	říjen			0,06	0,04	0,10	0,01
	listopad			0,04	0,01	0,11	0,04
	prosinec			0,13	0,03	0,10	0,03
2016	leden				0,03	0,09	0,03
	únor			0,04	0,05	0,11	0,04
	březen			0,01	0,07	0,09	0,03
	duben			0,02	0,03	0,07	0,03
	květen			0,02	0,03	0,05	0,01
	červen			0,01	0,04	0,11	0,07
	červenec					0,09	0,01
	srpen			0,02		0,08	0,04
	září					0,12	0,03
	říjen				0,06	0,11	0,03
	listopad			0,06	0,05	0,13	0,06
	prosinec			0,02	0,04	0,12	0,04
2017	leden				0,04	0,11	0,04
	únor				0,01	0,05	0,01
	březen			0,17	0,07	0,08	0,11
	duben			0,01	0,01	0,12	0,02
	květen					0,13	0,06
	červen					0,01	0,12
	červenec					0,13	0,03
	srpen					0,14	0,03
	září					0,12	0,03
	říjen					0,03	0,06
	listopad					0,11	0,03
	prosinec					0,10	0,03

pH	JM13	JM16	JM4	JM5	JM8	JM9
2009	leden			● 3,4		
	únor			● 3,2		
	březen			● 3,2		
	duben			● 3,1		
	červen			● 3,2		
	červenec			● 3,1		
	srpen			● 3,1		
	září			● 3,3		
	říjen			● 3,2		
	listopad			● 3,3		
	prosinec			● 3,4		
2010	leden			● 3,3		
	únor			● 3,6		
	březen			● 3,3		
	duben			● 3,5		
	květen			● 3,3		
	červen			● 3,5		
	srpen			● 3,2		
	září			● 3,2		
	říjen			● 3,2		
	listopad			8,2		
	prosinec			● 3,3		
2011	leden			● 3,3		
	únor			● 3,3		
	březen			● 3,3		
	duben			● 3,3		
	květen			● 3,2		
	červen			● 3,4		
	červenec			● 3,3		
	srpen			● 3,2		
	září		8,2	● 3,2	8,1	
	říjen		8,2	● 3,2	8,1	
	listopad		8,2	● 3,3	8,2	8,4
2012	leden		8,1	● 3,4	8,6	7,7
	únor			● 3,4		
	březen		8,3	● 3,4	8,5	
	duben		8,5	● 3,4	8,6	
	květen			● 3,4	8,3	
	červen			● 3,4	7,7	
	červenec			● 3,3	8,2	
	srpen			● 3,3	8,1	
	září			● 3,4	8,2	
	říjen	6,7		● 3,4	8,3	
	listopad		7,9	● 3,4	8,2	
2013	leden	6,0		● 3,5		
	únor	8,0		● 3,5	8,1	
	březen	8,0		● 3,4	8,1	
	duben	7,8		● 3,4	8,3	
	květen	6,6		● 3,5	8,3	
	červen	6,2		● 3,3	7,7	
	červenec	6,0			8,2	
	srpen	6,4		● 3,6	8,2	7,6
	září	6,3		● 3,5	8,3	7,8
	říjen	6,3		● 3,4	8,1	7,4
	listopad	6,7		● 3,4	8,3	7,7
	prosinec	6,8		● 3,4	8,2	7,6

2014	leden	7,1		8,6	● 3,4	8,4	7,9
	únor	6,7		8,3	● 3,4	8,3	7,7
	březen	6,4		8,3	● 3,4	8,2	7,9
	duben	6,3		8,3	● 3,4	8,3	7,7
	květen	6,4		8,3	● 3,4	8,2	7,8
	červen	6,9			● 3,3	8,1	7,6
	červenec				● 3,4	8,0	7,6
	srpen	7,5			● 3,7	7,9	7,6
	září	7,7		8,1	● 3,3	8,1	7,4
	říjen	7,1		8,1	● 3,3	8,1	7,4
	listopad	7,3		8,0	● 3,3	8,2	7,5
	prosinec	8,0		8,4	● 3,4	8,2	7,7
2015	leden				● 3,1	8,1	8,1
	únor				● 2,9	8,0	7,6
	březen				● 2,9	7,9	7,3
	duben				● 2,9	8,0	7,8
	květen		8,0		● 3,6	7,9	
	červen		7,8		● 3,3	8,0	7,5
	červenec		8,1			8,1	6,6
	srpen		7,7	8,6	● 3,1	7,9	6,6
	září		7,6		● 3,4	7,8	6,3
	říjen			7,9	● 3,1	7,3	6,1
	listopad			8,1	● 3,4	7,9	6,8
	prosinec			7,9	● 3,4	7,9	7,0
2016	leden				● 3,4	7,8	6,7
	únor			8,1	● 3,4	8,1	7,3
	březen			8,4	● 3,3	8,5	7,0
	duben			8,3	● 3,6	8,1	6,8
	květen			8,0	● 3,3	8,0	7,5
	červen			8,3	● 3,4	8,2	7,1
	červenec					8,2	7,6
	srpen			8,2		8,1	7,2
	září					8,2	7,4
	říjen				● 3,3	8,1	7,5
	listopad			6,4	● 3,7	7,5	7,0
	prosinec			8,0	● 3,4	8,4	7,6
2017	leden				● 3,1	8,3	7,5
	únor				● 3,9	8,4	7,7
	březen			8,3	● 3,5	8,5	7,5
	duben			8,7	● 3,5	8,4	7,6
	květen					8,5	7,7
	červen					8,5	7,6
	červenec					8,2	7,8
	srpen					8,3	7,5
	září					8,3	7,3
	říjen					8,3	7,4
	listopad					8,3	7,4
	prosinec					8,4	7,3

CHSK _{Cr} (mg/l)	JM13	JM16	JM4	JM5	JM8	JM9
2009	leden			20,0		
	únor			18,0		
	březen			17,0		
	duben			17,0		
	červen			25,0		
	červenec			16,0		
	srpen			25,0		
	září			17,0		
	říjen			13,0		
	listopad			33,0		
	prosinec			22,0		
2010	leden			14,0		
	únor			12,0		
	březen			16,0		
	duben			21,0		
	květen			17,0		
	červen			8,0		
	srpen			35,0		
	září			28,0		
	říjen			31,0		
	listopad			40,0		
	prosinec			19,0		
2011	leden			18,0		
	únor			18,0		
	březen			17,0		
	duben			19,0		
	květen			11,0		
	červen			20,0		
	červenec			17,0		
	srpen			18,0		
	září		26,0	20,0	10,0	
	říjen		28,0	29,0	13,0	
	listopad		21,0	17,0	7,0	9,0
	prosinec		27,0	23,0	21,0	10,0
2012	leden		20,0	19,0	13,0	19,0
	únor			19,0		
	březen		30,0	15,0	15,0	
	duben		29,0	17,0	6,0	
	květen			24,0	10,0	
	červen			11,0	12,0	
	červenec			13,0	6,0	
	srpen			23,0	6,0	
	září			22,0	5,0	
	říjen	30,0		17,0	15,0	
	listopad		19,0	21,0	15,0	
	prosinec	29,0		20,0	7,0	
2013	leden	32,0	8,0	15,0		
	únor	33,0	16,0	16,0	32,0	
	březen	37,0	18,0	8,0	33,0	
	duben	60,0	11,0	25,0	25,0	
	květen	22,0	11,0	21,0	34,0	
	červen	18,0	13,0	21,0	31,0	
	červenec	2,0			9,0	
	srpen	22,0	32,0	20,0	8,0	9,0
	září	2,0	24,0	22,0	10,0	9,0
	říjen	9,0	28,0	24,0	8,0	9,0
	listopad	17,0	26,0	15,0	11,0	7,0
	prosinec	27,0	31,0	13,0	16,0	46,0

2014	leden	25,0		28,0	15,0	15,0	10,0
	únor	20,0		27,0	21,0	13,0	11,0
	březen	19,0		30,0	16,0	9,0	10,0
	duben	19,0		30,0	21,0	13,0	14,0
	květen	17,0		29,0	16,0	10,0	11,0
	červen	31,0			17,0	16,0	7,0
	červenec				20,0	9,0	7,0
	srpen	10,0			20,0	15,0	9,0
	září	48,0		23,0	19,0	15,0	13,0
	říjen	16,0		20,0	15,0	13,0	10,0
	listopad	19,0		19,0	22,0	5,0	8,0
	prosinec	33,0		22,0	21,0	6,0	10,0
2015	leden				14,0	16,0	10,0
	únor				8,0	6,0	6,0
	březen				4,0	5,0	11,0
	duben				13,0	12,0	13,0
	květen		12,0		17,0	9,0	
	červen		11,6		15,6	13,4	14,9
	červenec		2,9			5,1	17,9
	srpen		6,3	16,0	22,9	9,5	19,3
	září		6,5		21,0	7,7	25,2
	říjen			26,0	16,2	7,1	13,7
	listopad			15,5	11,7	7,5	8,7
	prosinec			24,6	20,3	17,1	20,2
2016	leden				21,3	17,2	15,1
	únor			32,9	11,4	10,9	13,6
	březen			27,8	13,9	13,6	18,3
	duben			33,1	12,9	13,2	11,5
	květen			25,3	25,1	13,3	20,0
	červen			22,0	21,5	23,4	24,4
	červenec					18,1	23,1
	srpen			29,7		9,0	23,8
	září					8,4	29,0
	říjen				7,3	17,0	16,0
	listopad			15,4	11,4	15,8	36,5
	prosinec			21,9	9,5	12,7	29,0
2017	leden				14,1	13,1	32,2
	únor				8,4	13,0	20,3
	březen			26,6	9,5	27,6	35,1
	duben			27,2	12,9	16,3	27,3
	květen					14,1	32,3
	červen					13,0	27,9
	červenec					10,6	18,4
	srpen					17,1	35,0
	září					9,6	23,9
	říjen					20,3	31,7
	listopad					9,2	18,8
	prosinec					9,9	17,8

BSK ₅ (mg/l)	JM13	JM16	JM4	JM5	JM8	JM9
2009	leden			1,3		
	únor			0,9		
	březen			0,8		
	duben			0,8		
	červen			0,8		
	červenec			0,8		
	srpen			1,4		
	září			0,8		
	říjen			0,3		
	listopad			1,5		
	prosinec			1,1		
2010	leden			2,2		
	únor			1,4		
	březen			0,3		
	duben			0,6		
	květen			0,5		
	červen			0,5		
	srpen			0,6		
	září			0,3		
	říjen			0,3		
	listopad			0,6		
	prosinec			0,7		
2011	leden			1,1		
	únor			1,5		
	březen			0,7		
	duben			1,6		
	květen			0,7		
	červen			0,3		
	červenec			0,6		
	srpen			0,3		
	září		0,6	1,1	0,9	
	říjen		2,6	1,1	2,0	
	listopad		2,1	0,6	0,9	0,3
	prosinec		2,6	0,7	4,3	0,7
2012	leden		2,4	0,8	2,0	1,6
	únor			1,2		
	březen		0,6	0,8	1,4	
	duben		2,4	0,6	2,1	
	květen			0,7	0,9	
	červen			0,3	0,5	
	červenec			0,9	0,3	
	srpen			0,6	0,9	
	září			0,3	1,3	
	říjen	3,3		0,3	0,7	
	listopad		2,0	0,3	1,0	
	prosinec	1,1		0,3	0,6	
2013	leden	9,6		1,0	0,6	
	únor	1,4		2,2	0,9	2,9
	březen	0,9		0,9	0,3	1,6
	duben	1,1		1,5	0,7	1,1
	květen	3,1		0,4	0,3	1,4
	červen	4,0		0,6	0,3	0,7
	červenec	1,5				0,9
	srpen	3,7		1,8	1,9	1,1
	září	0,8		1,5	0,3	0,5
	říjen	3,5		0,7	0,6	1,0
	listopad	3,6		1,3	0,3	1,0
	prosinec	2,5		1,3	0,6	1,3

2014	leden	2,6		1,4	0,3	0,6	0,5
	únor	3,7		2,0	0,5	1,2	0,8
	březen	● 3,9		1,3	0,3	0,6	0,6
	duben	● 5,6		● 4,3	0,3	1,1	0,5
	květen	● 4,8		1,3	0,8	0,7	0,9
	červen	● 11,6			0,3	0,3	0,2
	červenec				0,3	0,8	0,7
	srpen	1,1			0,3	1,7	0,7
	září	1,5		0,7	0,3	0,3	0,4
	říjen	0,8		0,3	0,3	0,5	0,5
	listopad	0,6		0,5	0,6	0,2	0,2
	prosinec	0,9		1,1	0,5	0,4	0,2
2015	leden				1,0	0,7	1,0
	únor				0,8	1,1	1,5
	březen				2,5	2,2	1,7
	duben				0,7	1,6	0,2
	květen		0,3		0,5	0,3	
	červen	● 7,9			1,7	1,3	1,4
	červenec		0,5			1,0	1,3
	srpen		1,3	1,7	0,5	1,2	1,0
	září		1,2		1,4	1,4	2,0
	říjen			1,5	1,4	1,1	1,2
	listopad			1,3	0,5	1,8	1,7
	prosinec			2,8	1,5	1,6	2,6
2016	leden				2,1	1,1	0,1
	únor			1,4	1,5	1,3	2,3
	březen			1,8	1,3	1,7	1,1
	duben			1,6	1,5	2,1	1,4
	květen			1,0	1,2	1,5	2,6
	červen			1,1	0,5	1,4	0,5
	červenec					0,5	0,5
	srpen			1,3		0,5	0,5
	září					1,0	1,1
	říjen				1,8	1,7	1,7
	listopad			3,5	1,4	● 4,6	● 5,0
	prosinec			1,8	1,3	1,4	1,1
2017	leden				1,9	1,7	1,5
	únor				0,0	1,7	2,2
	březen			3,7	1,1	1,4	2,6
	duben			1,3	1,6	2,0	0,5
	květen					1,3	1,3
	červen					0,5	0,5
	červenec					1,1	1,2
	srpen					0,5	0,5
	září					1,2	1,3
	říjen					1,2	1,4
	listopad					1,3	1,7
	prosinec					1,3	1,2

KNK _{4,5} (mmol/l)	JM13	JM16	JM4	JM5	JM8	JM9
2011	září		3,9		6,1	
	říjen		5,7		6,7	
	listopad		5,3		6,6	7,1
	prosinec		4,8		5,6	8,4
2012	leden		6,1		5,8	8,6
	březen		6,9		6,1	
	duben		6,7		6,2	
	květen				6,3	
	červen				6,8	
	červenec				6,7	
	srpen				6,6	
	září				6,5	
	říjen				6,4	
	listopad		5,3		6,0	
	prosinec				6,2	
2013	leden	7,1	6,9			
	únor	5,4	6,0		4,9	
	březen	6,0	6,2		4,4	
	duben	6,6	6,9		4,7	
	květen	6,4	6,3		4,6	
	červen	7,4	7,1		6,0	
	červenec	7,3			7,1	
	srpen	6,4	5,4		6,7	10,7
	září	7,3	5,1		6,9	9,6
	říjen	7,4	6,0		6,5	10,8
	listopad	7,0	6,1		6,9	10,5
	prosinec	7,4	6,2		7,2	13,4
2014	leden	7,4	6,6		6,9	9,2
	únor	7,6	6,6		7,0	10,8
	březen	7,6	6,0		7,0	11,7
	duben	8,2	5,8		7,0	10,8
	květen	7,1	5,7		6,8	9,3
	červen	4,1			6,6	10,0
	červenec				6,9	8,1
	srpen	2,0			7,2	7,5
	září	15,4	4,1		6,3	9,6
	říjen	7,0	4,8		7,0	11,7
	listopad	6,6	5,9		6,8	10,9
	prosinec	6,7	7,3		7,1	9,5
2015	leden			0,0	7,1	10,1
	únor			0,0	7,1	10,4
	březen			0,0	6,8	12,1
	duben			0,0	6,8	9,3
	květen		8,6	0,0	6,9	
	červen		5,7	0,0	5,5	7,1
	červenec		5,9		6,9	8,7
	srpen		5,9	1,2	6,8	7,9
	září		5,3	0,0	3,4	7,6
	říjen			1,3	6,7	7,4
	listopad			1,7	6,7	7,9
	prosinec			2,5	6,8	8,3
2016	leden			0,0	7,2	9,2
	únor		4,9		6,9	8,4
	březen		3,7		6,9	8,9
	duben		4,5		7,3	8,2
	květen		4,2		6,8	7,8
	červen		2,0		6,9	7,4
	červenec				7,5	8,8
	srpen		3,4		7,0	9,5
	září				7,4	10,7
	říjen				7,5	9,4
	listopad		3,0		7,6	13,2
	prosinec		3,5		7,1	15,5
2017	leden				7,1	15,4
	únor				7,2	13,1
	březen		5,4		5,5	10,2
	duben		4,9		5,8	15,0
	květen				7,3	14,3
	červen				6,9	12,4
	červenec				7,3	12,9
	srpen				7,1	11,3
	září				7,8	12,8
	říjen				8,0	11,0
	listopad				7,4	10,5
	prosinec				7,5	10,4

KNK _{8,3} (mg/l)		JM13	JM16	JM4	JM5	JM8	JM9
2011	září			0,03		0,03	
	říjen			0,03		0,03	
	listopad			0,20		0,40	0,20
	prosinec			0,25		0,35	0,50
2012	leden			0,03		0,03	0,03
	březen			0,35		0,55	
	duben			0,50		0,50	
	květen					0,50	
	červen					0,03	
	červenec					0,50	
	srpen					0,03	
	září					0,32	
	říjen					0,48	
	listopad			0,03		0,16	
	prosinec					0,03	
2013	leden	0,03		0,03			
	únor	0,03		0,03		0,03	
	březen	0,19		0,18		0,16	
	duben	0,03		0,03		0,03	
	květen	0,03		0,31		0,19	
	červen	0,03		0,29		0,03	
	červenec	0,28				0,03	
	srpen	0,03		0,03		0,03	0,03
	září	0,03		0,05		0,05	0,03
	říjen	0,03		0,03		0,03	0,03
	listopad	0,03		0,29		0,47	0,03
	prosinec	0,03		0,46		0,60	0,03
2014	leden	0,03		0,46		0,54	0,27
	únor	0,03		0,22		0,43	0,03
	březen	0,03		0,03		0,03	0,03
	duben	0,03		0,05		0,05	0,03
	květen	0,03		0,05		0,03	0,03
	červen	0,03				0,03	0,03
	červenec					0,03	0,03
	srpen	0,03				0,03	0,03
	září	0,03		0,03		0,03	0,03
	říjen	0,03		0,03		0,03	0,03
	listopad	0,03		0,03		0,03	0,03
	prosinec	0,40		0,38		0,59	0,40
2015	leden				0,03	0,03	0,03
	únor				0,03	0,03	0,03
	březen				0,03	0,03	0,03
	duben				0,03	0,30	0,16
	květen		0,03		0,03	0,33	
2016	duben			0,03			
	prosinec					0,03	
2017	únor					0,31	
	březen					0,52	
	duben			0,21		0,05	
	květen					0,01	
	červen					0,01	1,16
	srpen					0,05	
	listopad					0,05	
	prosinec					0,01	

SO ₄ ²⁻ (mg/l)	JM13	JM16	JM4	JM5	JM8	JM9
2009	leden			● 1800		
	únor			● 1600		
	březen			● 1800		
	duben			● 2000		
	červen			● 2200		
	červenec			● 2200		
	srpen			● 2000		
	září			● 2200		
	říjen			● 1900		
	listopad			● 1200		
	prosinec			● 1800		
2010	leden			● 1900		
	únor			● 1800		
	březen			● 380		
	duben			● 1800		
	květen			● 2000		
	červen			● 4000		
	srpen			● 2300		
	září			● 1900		
	říjen			● 2200		
	listopad			● 1600		
	prosinec			● 1700		
2011	leden			● 1900		
	únor			● 2000		
	březen			● 1900		
	duben			● 1800		
	květen			● 2100		
	červen			● 1700		
	červenec			● 1700		
	srpen			● 1500		
	září		● 1800	● 1100	● 310	
	říjen		● 2000	● 1700	● 960	
2012	leden		● 1800	● 1600	● 860	● 1300
	únor			● 1700		
	březen		● 2000	● 1600	● 860	
	duben		● 1900	● 1700	● 840	
	květen			● 1600	● 840	
	červen			● 1600	● 1100	
	červenec			● 1300	● 810	
	srpen			● 1800	● 870	
	září			● 1800	● 880	
	říjen	● 3100		● 1700	● 820	
2013	leden	● 3200		● 700	● 1600	
	únor	● 2150		● 810	● 1500	
	březen	● 2300		● 780	● 1500	
	duben	● 2590		● 750	● 1500	
	květen	● 2630		● 740	● 1400	
	červen	● 2630		● 680	● 1400	
	červenec	● 3020			● 740	
	srpen	● 2510		● 1790	● 1400	● 2410
	září	● 3000		● 2050	● 1600	● 2340
	říjen	● 2780		● 1760	● 1500	● 2390
	listopad	● 2770		● 1790	● 1700	● 2390
	prosinec	● 2740		● 1600	● 1600	● 1680

2014	leden	● 2340		● 1740	● 1700	● 880	● 1890
	únor	● 2490		● 1810	● 1600	● 880	● 1930
	březen	● 3050		● 1880	● 1600	● 850	● 2180
	duben	● 3080		● 1840	● 1700	● 790	● 2180
	květen	● 3040		● 1740	● 1900	● 880	● 2410
	červen	● 1770			● 2000	● 800	● 2200
	červenec				● 1600	● 830	● 2350
	srpen	180			● 1900	● 890	● 2250
	září	● 2860		● 1660	● 1900	● 760	● 1680
	říjen	● 2940		● 2010	● 2000	● 790	● 2210
	listopad	● 2930		● 2010	● 1800	● 770	● 2360
	prosinec	● 2840		● 2250	● 1700	● 790	● 2410
2015	leden				● 1840	● 870	● 1870
	únor				● 1800	● 780	● 2110
	březen				● 1840	● 790	● 2220
	duben				● 1790	● 800	● 1430
	květen		● 840		● 1770	● 700	
	červen		● 859		● 1760	● 756	● 819
	červenec		● 1110			● 757	● 838
	srpen		● 910	● 742	● 1780	● 777	● 916
	září		● 757		● 1650	● 698	● 741
	říjen			● 1690	● 2050	● 844	● 816
	listopad			● 2000	● 1900	● 730	● 694
	prosinec			● 1420	● 1740	● 715	● 828
2016	leden				● 1860	● 836	● 982
	únor			● 1750	● 1860	● 934	● 954
	březen			● 1860	● 1800	● 774	● 1070
	duben			● 1540	● 1720	● 775	● 790
	květen			● 2040	● 1660	● 680	● 706
	červen			● 1450	● 1760	● 696	● 680
	červenec					● 730	● 835
	srpen			● 1500		● 686	● 869
	září					● 670	● 933
	říjen				● 1940	● 737	● 853
	listopad			● 1770	● 1860	● 647	● 1210
	prosinec			● 1770	● 1920	● 705	● 1850
2017	leden				● 1880	● 678	● 1870
	únor				● 1990	● 767	● 1590
	březen			● 1530	● 1830	● 895	● 1180
	duben			● 1640	● 1910	● 774	● 1500
	květen					● 685	● 1270
	červen					● 640	● 1160
	červenec					● 602	● 1100
	srpen					● 634	● 1070
	září					● 594	● 1040
	říjen					● 637	● 1050
	listopad					● 617	● 1010
	prosinec					● 667	● 1300

Na (mg/l)		JM13	JM16	JM4	JM5	JM8	JM9
2011	září			144		96	
	říjen			118		90	
	listopad			133		91	146
	prosinec			103		87	314
2012	leden			106		99	242
	březen			121		89	
	duben			121		97	
	květen					85	
	červen					81	
	červenec					99	
	srpen					100	
	září					91	
	říjen					97	
	listopad			144		116	
	prosinec					99	
2013	leden	264		94			
	únor	156		158		109	
	březen	182		161		80	
	duben	187		102		123	
	květen	196		94		97	
	červen	216		85		123	
	červenec	247				86	
	srpen	200		129		98	493
	září	258		173		96	562
	říjen	210		144		97	468
	listopad	213		108		107	512
	prosinec	199		107		131	282
2014	leden	215		135		113	446
	únor	199		116		99	428
	březen	228		124		96	465
	duben	186		105		74	392
	květen	223		116		93	526
	červen	158				90	454
	červenec					91	477
	srpen	43				92	449
	září	205		150		106	375
	říjen	190		147		109	441
	listopad	232		148		96	495
	prosinec	187		156		95	480
2015	leden				127	168	385
	únor				129	103	431
	březen				127	90	464
	duben				121	93	344
	květen		100		125	86	
	červen		125		131	85	115
	červenec		162			85	111
	srpen		125	187	112	77	97
	září		116		125	160	95
	říjen			203	135	97	93
	listopad			220	140	101	92
	prosinec			187	170	123	117
2016	leden				141	140	125
	únor			102	126	159	137
	březen			122	124	108	147
	duben			99	125	120	127
	květen			267	135	95	114
	červen			161	127	115	105
	červenec					95	127
	srpen			96		92	134
	září					86	149
	říjen				138	102	130
	listopad			136	132	94	213
	prosinec			136	126	93	390
2017	leden				128	96	383
	únor				131	112	356
	březen			120	119	188	233
	duben			97	129	109	293
	květen					88	260
	červen					89	239
	červenec					85	231
	srpen					83	210
	září					81	216
	říjen					93	219
	listopad					91	209
	prosinec					100	228

K (mg/l)		JM13	JM16	JM4	JM5	JM8	JM9
2011	září			43		12	
	říjen			33		14	
	listopad			36		13	34
	prosinec			29		17	40
2012	leden			30		15	57
	březen			34		14	
	duben			36		13	
	květen					12	
	červen					10	
	červenec					12	
	srpen					12	
	září					12	
	říjen					14	
	listopad			39		16	
	prosinec					13	
2013	leden	104		13			
	únor	57		23		26	
	březen	62		29		26	
	duben	70		14		31	
	květen	70		11		30	
	červen	77		11		33	
	červenec	91				12	
	srpen	79		34		13	137
	září	97		35		12	141
	říjen	83		33		14	141
	listopad	82		28		15	131
	prosinec	78		31		22	81
2014	leden	81		32		15	109
	únor	78		32		15	109
	březen	84		34		13	121
	duben	81		37		11	121
	květen	82		33		12	137
	červen	63				12	122
	červenec					12	137
	srpen	10				17	130
	září	71		32		12	91
	říjen	69		38		18	119
	listopad	84		39		12	137
	prosinec	73		59		13	130
2015	leden				15	28	103
	únor				16	14	111
	březen				15	12	121
	duben				15	12	72
	květen		15		16	10	
	červen		30		19	10	18
	červenec		37			11	19
	srpen		34	117	18	11	14
	září		32		19	12	11
	říjen			105	19	14	9
	listopad			80	18	13	8
	prosinec			55	18	18	16

2016	leden				15	18	15
	únor			32	15	24	20
	březen			38	18	15	22
	duben			28	15	14	14
	květen			58	19	9	11
	červen			53	17	18	15
	červenec					11	18
	srpen			31		10	25
	září					11	34
	říjen				21	12	18
	listopad			39	18	12	52
	prosinec			39	17	13	86
2017	leden				14	13	88
	únor				14	16	76
	březen			34	16	38	57
	duben			31	17	15	61
	květen					12	56
	červen					11	46
	červenec					10	42
	srpen					11	34
	září					11	41
	říjen					11	36
	listopad					12	33
	prosinec					12	37

Mn (mg/l)		JM13	JM16	JM4	JM5	JM8	JM9
2009	leden				20,0		
	únor				16,1		
	březen				17,0		
	duben				18,0		
	červen				20,0		
	červenec				16,0		
	srpen				20,0		
	září				18,0		
	říjen				18,0		
	listopad				11,0		
	prosinec				17,0		
2010	leden				18,0		
	únor				17,0		
	březen				17,0		
	duben				18,0		
	květen				19,0		
	červen				15,0		
	srpen				17,0		
	září				18,0		
	říjen				19,0		
	listopad				0,8		
	prosinec						
2011	leden				19,0		
	únor				20,0		
	březen				18,0		
	duben				19,0		
	květen				18,0		
	červen				18,0		
	červenec				15,0		
	srpen				16,0		
	září			1,7	15,0	0,012	
	říjen			0,9	15,0	0,029	
	listopad			1,8	14,0	0,012	0,007
	prosinec			0,8	14,0	0,186	0,019
2012	leden			0,5	13,0	0,016	0,008
	únor				13,0		
	březen			1,2	14,0	0,029	
	duben			1,0	14,0	0,107	
	květen				14,0	0,093	
	červen				13,0	0,083	
	červenec				13,0	0,061	
	srpen				14,0	0,033	
	září				14,0	0,012	
	říjen	2,4			15,0	0,006	
	listopad			2,3	14,0	0,009	
	prosinec	1,7			14,0	0,005	
2013	leden	6,650		0,004	13,0		
	únor	0,076		0,017	13,0	2,030	
	březen	0,042		0,004	11,0	1,120	
	duben	0,175		0,036	12,0	0,822	
	květen	1,840		0,031	12,0	1,040	
	červen	9,640		0,072	11,0	1,690	
	červenec	5,270				0,012	
	srpen	2,050		0,855	11,0	0,006	0,001
	září	4,310		0,818	13,0	0,015	0,002
	říjen	2,950		0,695	14,0	0,287	0,001
	listopad	2,733		1,226	14,0	0,151	0,001
	prosinec	0,739		0,424	15,0	0,082	0,501

2014	leden	1,660		1,090	14,0	0,222	0,006
	únor	1,880		0,959	13,0	0,182	0,001
	březen	2,070		0,791	14,0	0,030	0,001
	duben	2,880		1,040	15,0	0,038	0,001
	květen	2,300		0,601	14,0	0,048	0,001
	červen	1,100			14,0	0,038	0,003
	červenec				14,0	0,111	0,001
	srpen	0,041			15,0	0,016	0,003
	září	0,407		0,180	16,0	0,029	0,005
	říjen	0,979		0,960	16,0	0,036	0,002
	listopad	0,836		0,251	17,0	0,022	0,001
	prosinec	0,060		0,902	16,0	0,015	0,001
2015	leden				13,9	0,018	0,004
	únor				14,1	0,007	0,008
	březen				13,1	0,013	0,001
	duben				13,9	0,071	0,009
	květen		0,063		14,4	0,027	
	červen		0,988		14,0	0,017	0,031
	červenec		0,015			0,005	0,005
	srpen		0,028	0,012	15,8	0,012	0,005
	září		0,034		12,9	0,017	0,005
	říjen			0,037	15,9	0,013	0,182
	listopad			0,034	15,4	0,052	0,005
	prosinec			0,280	16,5	0,049	0,019
2016	leden				13,5	0,028	0,005
	únor			0,217	13,7	0,020	0,005
	březen			0,354	15,3	0,005	0,005
	duben			0,198	12,5	0,051	0,005
	květen			0,017	14,1	0,023	0,040
	červen			0,030	15,1	0,070	0,005
	červenec					0,096	0,005
	srpen			0,005		0,056	0,005
	září					0,097	0,005
	říjen				13,3	0,124	0,005
	listopad			0,153	15,7	0,494	0,005
	prosinec			0,063	13,2	0,229	0,116
2017	leden				12,2	0,103	0,005
	únor				13,5	0,023	0,038
	březen			0,618	13,1	0,120	0,021
	duben			0,045	13,5	0,419	0,005
	květen					0,227	0,005
	červen					0,332	0,005
	červenec					0,405	0,005
	srpen					0,292	0,005
	září					0,206	0,005
	říjen					0,017	0,005
	listopad					0,322	0,005
	prosinec					0,289	0,005

Chl-a (ug/l)		JM13	JM16	JM4	JM5	JM8	JM9
2011	září			2,9		6,2	
	říjen			10,1		3,6	
	listopad			1,8		1,5	0,5
	prosinec			6,7		19,0	0,5
2012	leden			2,6		2,2	0,5
	březen			36,6		5,2	
	duben			4,9		12,7	
	květen					9,1	
	červen					2,7	
	červenec					3,4	
	srpen					1,7	
	září					1,1	
	říjen					0,5	
	listopad			4,3		1,7	
	prosinec					2,2	
2013	leden	3,5		3,4			
	únor	5,0		23,3		0,5	
	březen	5,0		7,9		3,7	
	duben	1,8		17,9		1,0	
	květen	10,7		2,3		4,3	
	červen	1,9		1,3		2,0	
	červenec	2,8				0,5	
	srpen	3,1		2,9		0,5	0,5
	září	0,5		0,5		3,9	0,5
	říjen	0,5		0,5		3,5	0,5
	listopad	1,0		3,9		3,1	0,5
	prosinec	1,2		3,8		2,8	0,5
2014	leden	0,5		1,3		3,5	0,5
	únor	1,2		8,0		20,4	0,5
	březen	1,4		10,8		1,5	0,5
	duben	0,5		2,7		3,3	0,5
	květen	0,5		1,7		2,5	0,5
	červen	0,5				1,4	0,5
	červenec					2,5	0,5
	srpen	2,7				1,4	0,5
	září	14,5		3,7		0,5	0,5
	říjen	3,2		0,5		0,5	0,5
	listopad	3,7		20,1		0,5	0,5
	prosinec	1,4		0,5		0,5	0,5
2015	leden				0,5	0,5	0,5
	únor				0,5	0,5	0,5
	březen				0,5	1,4	0,5
	duben				0,5	52,3	1,5
	květen		0,5		0,5	1,7	
	červen		0,3		0,3	1,0	0,3
	červenec		1,9			2,3	0,3
	srpen		2,5	1,5	0,3	1,0	0,3
	září		0,6		0,3	0,3	0,3
	říjen			0,3	0,3	0,8	0,3
	listopad			0,8	0,3	0,3	2,1
	prosinec			1,2	0,3	0,3	0,6

2016	leden				0,3	0,3	0,3
	únor			1,9	0,3	0,3	0,3
	březen			1,2	0,3	4,4	0,3
	duben			5,0	0,3	5,2	0,3
	květen			0,6	1,3	4,6	0,3
	červen			2,0	0,6	2,7	0,3
	červenec					2,1	0,3
	srpen			2,3		0,6	0,3
	září					1,0	0,3
	říjen				0,3	0,3	0,3
	listopad			9,9	0,3	1,5	0,3
	prosinec			0,8	0,3	1,3	0,3
2017	leden				0,3	0,3	0,3
	únor				1,5	1,2	0,8
	březen			3,9	0,3	1,7	1,2
	duben			11,4	0,6	0,3	6,4
	květen					5,9	0,9
	červen					2,1	0,3
	červenec					1,8	0,3
	srpen					1,2	0,3
	září					1,5	0,3
	říjen					1,2	0,3
	listopad					1,2	0,3
	prosinec					0,6	0,3

Cl ⁻ (mg/l)		JM13	JM16	JM4	JM5	JM8	JM9
2011	září			29,0		30,0	
	prosinec			44,0		39,0	37,0
2012	březen			44,0		53,0	
	červen					54,0	
	září					56,0	
	říjen	52,0					
2013	prosinec	43,0				57,0	
	březen	34,0		34,0		21,0	
	červen	45,0		50,0		37,0	
	září	53,0		73,0		55,0	67,0
2014	prosinec	41,0		33,0		44,0	44,0
	březen	48,0		42,0		57,0	77,0
	červen	37,0				54,0	71,0
	září	40,0		63,0		42,0	51,0
2015	prosinec	39,0		60,0		49,0	83,0
	únor				21,0	46,0	73,0
	květen		28,0		22,0	48,0	
	srpen		42,7	53,6	18,9	47,7	28,9
2016	listopad			64,3	19,3	42,7	23,6
	únor			28,7	17,1	35,0	27,3
	květen			83,1	20,3	44,0	23,5
	srpen			23,9		48,0	27,1
2017	listopad			40,3	18,8	42,9	33,9
	únor				20,7	46,4	59,6
	květen					49,0	33,9
	srpen					52,6	27,7
	listopad					51,4	29,5

Fe (mg/l)		JM13	JM16	JM4	JM5	JM8	JM9
2009	únor				● 14,00		
	srpen				● 17,00		
	listopad				● 19,00		
2010	únor				● 11,00		
	květen				● 8,80		
	srpen				● 10,00		
	listopad				● 9,20		
2011	únor				● 14,00		
	květen				● 1,40		
	srpen				● 11,00		
	září			0,44		0,08	
	listopad				● 19,00		
	prosinec			● 11,49		● 1,89	0,47
2012	únor				● 7,10		
	březen			● 9,35		0,31	
	květen				● 3,00		
	červen					0,05	
	srpen				● 4,80		
	září					0,05	
	říjen	● 26,00					
	listopad				● 5,90		
2013	prosinec	● 19,00				0,04	
	únor				● 3,40		
	březen	0,44		0,03		● 26,30	
	květen				● 2,40		
	červen	● 24,02		0,03		0,38	
	srpen				● 5,90		
	září	● 59,90		0,14		0,04	0,10
	listopad				● 6,80		
2014	prosinec	● 20,11		0,38		0,24	0,02
	únor				● 6,10		
	březen	● 30,34		0,67	● 4,00	0,08	0,00
	duben	● 39,95					
	květen	● 32,44					
	červen	● 1,16			● 2,00	0,12	0,12
	srpen	0,26					
	září	● 3,22		0,13	● 3,20	0,08	0,22
	říjen	● 46,06					
2015	listopad	● 6,43					
	prosinec	0,97		0,11	● 8,10	0,06	0,01
	únor				● 10,38	0,03	0,11
	květen		0,09		● 7,55	0,06	
2016	srpen		0,33	0,18	● 6,09	0,06	0,03
	listopad			0,34	● 8,56	0,16	0,03
	únor			● 1,84	● 5,93	0,06	0,03
	květen			0,06	● 3,33	0,03	0,03
2017	srpen			0,03		0,09	0,03
	listopad			0,03	● 4,27	0,39	0,03
	únor				● 2,89	0,03	0,03
	květen					0,12	0,03
	srpen					0,19	0,03
	listopad					0,23	0,03

Ca (mg/l)		JM13	JM16	JM4	JM5	JM8	JM9
2009	únor				● 315		
	srpen				● 355		
	listopad				176		
2010	únor				● 335		
	květen				● 370		
	srpen				● 345		
	listopad				● 250		
2011	únor				● 380		
	květen				4		
	srpen				● 275		
	září			● 350		● 281	
	listopad				● 235		
	prosinec			● 331		164	171
2012	únor				● 285		
	březen			● 337		● 220	
	květen				● 270		
	červen					● 279	
	srpen				● 315		
	září					● 268	
	říjen	● 435					
	listopad				● 310		
2013	prosinec	● 355				● 228	
	únor				● 240		
	březen	● 240		181		● 229	
	květen				● 240		
	červen	● 345		● 241		● 317	
	srpen				● 265		
	září	● 467		● 418		● 254	● 408
	listopad				● 285		
2014	prosinec	● 331		● 274		● 214	● 253
	únor				● 301		
	březen	● 405		● 346	● 293	● 269	● 390
	červen	● 306			● 293	● 272	● 351
	září	● 313		● 307	● 319	● 208	● 262
2015	prosinec	● 281		● 453	● 321	● 237	● 362
	únor				● 304	● 236	● 342
	květen		● 283		● 314	● 235	
	srpen		● 229	69	● 434	● 303	● 351
2016	listopad			● 434	● 359	● 241	● 287
	únor			● 274	● 304	● 223	● 264
	květen			● 556	● 317	● 253	● 268
	srpen			● 254		● 245	● 282
2017	listopad			● 332	● 379	● 235	● 296
	únor				● 324	● 208	● 234
	květen					● 232	● 253
	srpen					● 217	185
	listopad					189	166

TOC (mg/l)		JM13	JM16	JM4	JM5	JM8	JM9
2011	září			● 11,00		3,20	
2012	září					1,90	
2013	září	● 12,00				● 20,00	● 12,00
2014	září	● 21,00		● 13,00		9,40	● 11,00
2015	říjen			7,62	8,99	6,92	4,89
2016	říjen				9,47	0,50	5,34
2017	říjen					● 10,80	● 16,70

Mg (mg/l)		JM13	JM16	JM4	JM5	JM8	JM9
2009	únor				114		
	srpen				● 142		
	listopad				79		
2010	únor				119		
	květen				● 141		
	srpen				● 136		
	listopad				● 224		
2011	únor				● 137		
	květen				0		
	srpen				105		
	září			● 299		115	
	listopad				93		
	prosinec			● 253		80	● 139
2012	únor				96		
	březen			● 292		91	
	květen				● 122		
	červen					108	
	srpen				112		
	září					104	
	říjen	● 413					
	listopad				● 125		
2013	prosinec	● 446				99	
	únor				114		
	březen	● 436		94		● 248	
	květen				103		
	červen	● 387		92		● 226	
	srpen				102		
	září	● 421		● 273		103	● 380
	listopad				● 123		
2014	prosinec	● 388		● 240		102	● 280
	únor				● 139		
	březen	● 459		● 275	● 126	112	● 322
	červen	● 255			● 144	114	● 331
	září	● 463		● 196	● 148	93	● 249
2015	prosinec	● 445		● 241	● 140	99	● 350
	únor				● 134	98	● 308
	květen		105		● 141	95	
	srpen		● 146	26	● 174	116	118
2016	listopad			● 161	● 162	98	88
	únor			● 271	● 143	106	● 125
	květen			● 149	● 138	102	95
	srpen			● 233		95	● 122
	listopad			● 229	● 145	94	● 186
2017	únor				● 138	94	● 245
	květen					88	● 214
	srpen					88	● 189
	listopad					87	● 164

Al (mg/l)		JM13	JM16	JM4	JM5	JM8	JM9
2011	září			0,03		0,02	
2012	září					0,13	
2013	září	0,13		0,09		0,06	0,04
2014	září	0,05		0,11		0,13	0,07
2015	říjen			0,03	17,60	0,01	0,16
2016	říjen				11900	50,8	32,2
2017	říjen					5	5

Cd (ug/l)		JM13	JM16	JM4	JM5	JM8	JM9
2009	listopad				● 0,90		
2010	květen				● 2,00		
	listopad				● 0,24		
2011	květen				● 6,80		
	září			0,03		0,03	
	listopad				● 0,84		
2012	březen			● 0,10		0,03	
	květen				● 1,30		
	září					0,03	
	říjen	0,03					
	listopad				● 1,30		
	prosinec	0,03					
2013	březen	0,03		0,03		● 0,21	
	květen				● 1,15		
	září	0,03		0,03		0,03	0,03
	listopad				● 1,00		
2014	březen	0,03		0,03	● 1,00	0,03	0,03
	září	0,03		0,03	● 0,90	0,06	0,03
2015	květen		0,03		● 0,66	0,03	
	říjen			● 1,50	● 1,90	● 0,50	● 0,50
2016	květen			0,05	● 0,15	0,05	0,05
	říjen				0,04	0,04	● 0,49
2017	květen					0,04	0,04
	říjen					0,04	● 0,89

As (ug/l)		JM13	JM16	JM4	JM5	JM8	JM9
2011	září			0,50		0,50	
2012	září					1,20	
2013	září	10,50		1,40		1,20	1,60
2014	září	0,50		0,50		0,50	0,50
2015	říjen			2,50	2,50	2,50	2,50
2016	říjen				2	1,8	1,6
2017	říjen					0,50	0,50

Hg (ug/l)		JM13	JM16	JM4	JM5	JM8	JM9
2009	listopad				0,03		
2010	květen				0,03		
	listopad				0,03		
2011	květen				0,03		
	září			<0,02		<0,02	
	listopad				0,03		
2012	březen			<0,02		<0,02	
	květen				0,03		
	září					<0,02	
	říjen	0,03					
	listopad				0,07		
	prosinec	0,03					
2013	březen	<0,02		<0,02		● 0,08	
	květen				0,03		
	září	<0,02		<0,02		<0,02	<0,02
	listopad				0,03		
2014	březen	<0,02		<0,02	0,03	0,04	<0,02
	září	<0,02		<0,02	0,03	<0,02	<0,02
2015	květen		<0,02		<0,02	<0,02	
	říjen			0,05	0,05	0,05	0,05
2016	květen			<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
	říjen				<0,02	<0,02	<0,02
2017	květen					<0,02	<0,02
	říjen					<0,02	<0,02

rozp.O ₂ (mg/l)		JM13	JM16	JM4	JM5	JM8	JM9
2009	leden				11,10		
	únor				11,30		
	březen				9,70		
	duben				7,90		
	červen				6,10		
	červenec				8,20		
	srpen				7,50		
	září				8,60		
	říjen				9,40		
	listopad				11,60		
	prosinec				11,10		
2010	leden				13,30		
	únor				12,10		
	březen				10,50		
	duben				8,70		
	květen				7,80		
	červen				8,30		
	srpen				8,30		
	září				9,50		
	říjen				9,20		
	listopad				10,80		
	prosinec				11,60		
2011	leden				12,40		
	únor				12,90		
	březen				10,50		
	duben				8,90		
	květen				8,10		
	červen				8,60		
	červenec				8,70		
	srpen				8,30		
	září			9,80	8,10	11,60	
	říjen			11,70	9,40	11,30	
	listopad			13,20	9,80	12,30	11,60
	prosinec			12,20	10,10	12,50	9,90
2012	leden			13,20	12,10	12,70	11,00
	únor				11,70		
	březen			11,70	10,80	11,90	
	duben			12,10	10,10	12,80	
	květen				8,30	10,80	
	červen				7,50	10,10	
	červenec				9,10	9,70	
	srpen				7,30	9,40	
	září				7,40	10,20	
	říjen	9,50			8,40	11,10	
	listopad			11,20	9,40	10,50	
	prosinec	9,90			10,90	12,40	
2013	leden	7,80		13,20	10,90		
	únor	12,50		12,60	11,10	12,40	
	březen	12,50		13,40	11,60	11,80	
	duben	8,50		11,10	8,30	11,30	
	květen	6,70		10,40	8,20	10,00	
	červen	3,00		9,50	8,40	8,70	
	červenec	2,30				8,80	
	srpen	6,00		9,60	8,70	9,30	9,10
	září	4,80		11,90	8,90	10,20	9,20
	říjen	6,70		11,60	9,40	11,10	9,10
	listopad	8,60		14,50	11,10	11,70	10,30
	prosinec	9,00		12,60	11,10	11,30	9,20

2014	leden	9,90		12,90	11,40	12,40	11,30
	únor	8,50		12,90	10,60	12,40	11,70
	březen	7,40		11,40	11,10	10,90	10,80
	duben	5,40		10,70	10,60	10,20	10,70
	květen	5,80		9,80	10,00	10,00	10,50
	červen	3,00			7,60	9,80	9,50
	červenec				8,70	9,30	9,20
	srpen	9,20			8,10	9,20	8,80
	září	9,30		9,30	8,00	9,30	9,10
	říjen	8,80		10,50	9,80	10,00	8,40
	listopad	8,10		9,00	10,30	10,20	9,20
	prosinec	13,30		12,80	11,60	12,60	10,50
2015	leden				10,50	11,70	10,50
	únor				11,60	11,90	11,00
	březen				12,10	12,50	11,00
	duben				10,80	11,70	10,50
	květen		9,40		10,00	10,20	
	červen		8,75		7,80	8,85	8,60
	červenec		8,70			8,20	7,05
	srpen		7,88	7,90	7,14	7,40	7,45
	září		8,34		8,92	8,75	8,27
	říjen			9,70	8,28	8,45	8,32
	listopad			11,90	9,30	9,40	8,70
	prosinec			10,60	10,70	9,45	9,35
2016	leden				11,00	11,40	11,30
	únor			10,40	9,80	8,99	8,64
	březen			10,90	10,50	10,30	10,80
	duben			10,70	11,20	10,50	9,90
	květen			8,50	9,64	10,30	11,40
	červen			10,20	11,50	9,80	11,50
	červenec					7,80	9,10
	srpen			8,00		7,20	6,70
	září					11,10	11,90
	říjen				10	10,3	9,9
	listopad			12,70	11,60	10,90	9,50
	prosinec			12,90	11,00	9,90	9,53
2017	leden				9,80	12,10	11,10
	únor				9,60	10,20	10,50
	březen			11,10	11,30	11,00	11,30
	duben			10,60	11,20	9,20	10,40
	květen					10,00	10,00
	červen					8,94	8,93
	červenec					8,75	9,32
	srpen					9,16	8,83
	září					9,65	8,28
	říjen					10,30	9,16
	listopad					10,80	9,56
	prosinec					11,60	9,87

NL _{105°C} (mg/l)		JM13	JM16	JM4	JM5	JM8	JM9
2009	leden				3,6		
	únor				12,0		
	březen				4,0		
	duben				11,0		
	červen				54,0		
	červenec				35,0		
	srpen				9,2		
	září				4,6		
	říjen				6,4		
	listopad				100,0		
	prosinec				12,0		
2010	leden				35,0		
	únor				15,0		
	březen				9,8		
	duben				19,0		
	květen				3,2		
	červen				6,6		
	srpen				73,0		
	září				3,2		
	říjen				2,8		
	listopad				870,0		
	prosinec				3,8		
2011	leden				5,4		
	únor				7,8		
	březen				4,6		
	duben				1,8		
	květen				4,0		
	červen				3,6		
	červenec				11,0		
	srpen				13,0		
	září			23,0	4,4	16,0	
	říjen			170,0	14,0	48,0	
	listopad			39,0	2,4	11,0	22,0
	prosinec			562,0	9,6	163,0	50,0
2012	leden			239,0	1,4	12,0	34,0
	únor				13,0		
	březen			309,0	2,8	59,0	
	duben			32,0	2,4	21,0	
	květen				4,2	6,0	
	červen				8,0	9,0	
	červenec				5,2	9,0	
	srpen				46,0	6,0	
	září				2,8	17,0	
	říjen	34,0			2,4	11,0	
	listopad			25,0	3,2	6,0	
	prosinec	17,0			2,8	9,0	
2013	leden	102,0		2,0	2,2		
	únor	9,0		15,0	2,4	4310,0	
	březen	8,0		6,0	2,0	1540,0	
	duben	14,0		12,0	26,0	17,0	
	květen	66,0		11,0	3,2	28,0	
	červen	22,0		9,0	3,4	9,0	
	červenec	18,0				4,0	
	srpen	29,0		45,0	14,0	4,0	9,0
	září	23,0		23,0	2,2	9,0	8,0
	říjen	24,0		6,0	1,8	15,0	6,0
	listopad	62,0		24,0	3,0	32,0	1,0
	prosinec	43,0		6,0	2,8	21,0	5,0

2014	leden	16,0		13,0	3,0	49,0	7,0
	únor	13,0		86,0	3,2	18,0	5,0
	březen	17,0		24,0	2,6	13,0	4,0
	duben	16,0		6,0	2,2	8,0	8,0
	květen	18,0		9,0	2,2	5,0	10,0
	červen	17,0			2,4	8,0	6,0
	červenec				3,0	12,0	10,0
	srpen	1,0			2,8	3,0	5,0
	září	19,0		6,0	0,5	4,0	20,0
	říjen	220,0		3,0	2,2	5,0	6,0
	listopad	19,0		7,0	2,8	6,0	5,0
	prosinec	9,0		8,0	2,8	4,0	4,0
2015	leden				2,0	3,0	5,0
	únor				10,0	2,0	10,0
	březen				2,0	8,0	4,0
	duben				3,0	21,0	7,0
	květen	2,0			1,0	4,0	
	červen	4,0			4,0	4,0	2,0
	červenec	7,2				2,8	1,6
	srpen	31,6	18,8	10,4	4,4	3,6	
	září	20,0		5,2	3,6	1,6	
	říjen		81,6	1,6	7,6	1,6	
	listopad		40,4	5,6	12,0	2,4	
	prosinec		143,0	2,4	8,0	5,2	
2016	leden			3,2	4,4	4,0	
	únor		10,8	3,2	4,0	0,5	
	březen		4,0	2,0	2,0	2,4	
	duben		6,0	2,4	8,0	2,4	
	květen		4,8	4,0	5,6	3,6	
	červen		16,4	1,6	5,2	1,2	
	červenec				8,0	0,0	
	srpen		4,4		6,4	3,2	
	září				10,8	2,8	
	říjen			2,8	14,8	1,6	
	listopad		38,4	4,4	18,4	4,8	
	prosinec		13,6	5,2	13,2	6,8	
2017	leden			5,2	8,0	6,8	
	únor			4,4	9,2	8,8	
	březen		31,2	4,4	8,4	10,4	
	duben		18,8	29,2	29,2	4,8	
	květen				10,8	2,8	
	červen				17,6	3,2	
	červenec				20,0	1,6	
	srpen				14,8	2,4	
	září				12,4	1,2	
	říjen				24,8	2,8	
	listopad				15,2	2,0	
	prosinec				20,4	2,4	

Koliformní b. (KTJ/100ml)		JM13	JM16	JM4	JM5	JM8	JM9
2011	září			360		30	
	říjen			8200		120	
	listopad			600		300	70
	prosinec			100		2600	40
2012	leden			1500		700	800
	březen			0		100	
	duben			0		100	
	květen					100	
	červen					2100	
	červenec					400	
	srpen					200	
	září					380	
	říjen					50	
	listopad			100		20	
	prosinec					10	
2013	leden	60		150			
	únor	90		100		200	
	březen	30		100		0	
	duben	4		7		3	
	květen	70		120		180	
	červen			2200		1100	
	červenec	40				600	
	srpen	220		2400		330	300
	září	10		1300		80	80
	říjen	70		300		100	4
	listopad	20		70		30	0
	prosinec	0		40		60	20
2014	leden	2		25		13	1
	únor	6		10		34	0
	březen	1		10		1	0
	duben	2000		62000		12000	300
	květen	0		17000		5000	0
	červen	5000				3400	60
	červenec					330	130
	srpen	1000				600	2200
	září	8000		4600		1000	700
	říjen	400		330		400	200
	listopad	20		80		40	26
	prosinec	100		2		50	25
2015	leden				0	9	2
	únor				0	20	150
	březen				0	19	160
	duben				10	40	80
	květen		0		10	40	
	červen		2		0	39	3
	červenec		1000			3200	210
	srpen		1150	4200	975	1875	1865
	září		26		3	74	15
	říjen			6850	44	190	160
	listopad			31	0	50	39
	prosinec			1300	0	300	190

2016	leden				0	24	19
	únor			270	1	250	70
	březen			195	9	440	23
	duben			285	14	360	47
	květen			1200	8	395	180
	červen			3400	24	560	1570
	červenec					530	380
	srpen			1850		720	335
	září					2380	950
	říjen				75	1235	1455
	listopad			1250	62	875	230
	prosinec			3550	27	610	770
2017	leden				19	560	66
	únor				11	790	1040
	březen			2950	7	660	1045
	duben			1450	25	160	95
	květen					270	450
	červen					1040	580
	červenec					2600	1500
	srpen					12300	690
	září					4300	1480
	říjen					2900	780
	listopad					180	130
	prosinec					1950	530

fek. streptokoky (KTJ/100ml)		JM13	JM16	JM4	JM5	JM8	JM9
2011	září			350		10	
	říjen			900		10	
	listopad			0		20	10
	prosinec			100		2600	40
2012	leden			700		100	500
	březen			0		10	
	květen					100	
	červen					1900	
	červenec					120	
	srpen					100	
	září					250	
	říjen					90	
	listopad			0		20	
	prosinec					10	
2013	únor	10		10		100	
	březen	2		10		0	
	duben	7		3		3	
	květen	20		120		60	
	červen	40		2800		1000	
	červenec	30				560	
	srpen	200		1500		300	250
	září	10		1400		70	30
	říjen	10		280		70	3
	listopad	20		60		30	0
	prosinec	0		20		50	10
2014	leden	0		13		6	0
	únor	0		5		16	0
	březen	1		10		1	0
	duben	1500		59000		9000	0
	květen	0		12000		3000	0
	červen	3000				2400	50
	červenec					300	60
	srpen	10				450	1200
	září	6000		4000		380	300
	říjen	100		220		380	200
	listopad	0		50		10	24
	prosinec	100		0		24	24
2015	leden				0	8	2
	únor				0	0	40
	březen				0	11	0
	duben				0	20	20
	květen		20		0	20	
	červen		1		0	13	0
	červenec		0			57	13
	srpen		6	63	1	42	17
	září		0		1	48	2
	říjen			13	0	19	8
	listopad			100	0	18	8
	prosinec			48	0	8	8

2016	leden				0	2	1
	únor			4	0	5	1
	březen			3	0	3	0
	duben			15	0	9	9
	květen			25	0	13	7
	červen			262	0	208	247
	červenec					155	3
	srpen			570		29	7
	září					46	4
	říjen				0	142	13
	listopad			31	1	8	9
	prosinec			90	0	5	8
2017	leden				0	2	0
	únor				0	6	22
	březen			18	0	12	11
	duben			6	0	6	0
	květen					9	0
	červen					103	13
	červenec					69	4
	srpen					139	4
	září					21	7
	říjen					19	8
	listopad					3	0
	prosinec					9	0

Termotolerantní kolif. b. (KTJ/100ml)		JM13	JM16	JM4	JM5	JM8	JM9
2011	září			370		520	
	říjen			900		260	
	listopad			0		40	0
	prosinec			500		9000	800
2012	leden			0		90	40
	duben			7		5	
	květen					120	
	červen					400	
	červenec					430	
	srpen					450	
	září					310	
	říjen					90	
	listopad			20		80	
	prosinec					40	
2013	leden	20		230			
	únor	60		0		100	
	březen	5		6		10	
	duben	4		4		3	
	květen	280		260		79	
	červen	20		620		450	
	červenec	20				500	
	srpen	180		130		150	2
	září	1		470		62	4
	říjen	10		50		22	3
	listopad	20		20		20	0
	prosinec	0		10		40	1
2014	leden	5		10		7	1
	únor	0		12		66	0
	březen	0		5		0	0
	duben	450		110		20	10
	květen	8100		57000		7000	1200
	červen	1100				300	20
	červenec					180	360
	srpen	27				770	34
	září	900		1900		600	840
	říjen	300		520		200	340
	listopad	20		40		17	11
	prosinec	9		0		7	6

2015	leden				0	4	4
	duben				0	14	0
	květen		10		30	20	
	červen		12		0	80	36
	červenec		16			16	0
	srpen		10	7	0	56	11
	září		8		0	35	0
	říjen			174	0	4	0
	listopad			5	0	1	4
	prosinec			12	0	1	29
2016	leden				0	5	3
	únor			2	0	0	0
	březen			6	0	3	0
	duben			5	0	3	0
	květen			59	0	2	2
	červen			420	0	68	205
	červenec					2	34
	srpen			360		124	5
	září					353	17
	říjen				0	142	190
	listopad			7	0	3	0
	prosinec			6	0	5	0
2017	leden				0	3	0
	únor				0	3	0
	březen			2	0	0	0
	duben			3	0	1	0
	květen					8	1
	červen					22	0
	červenec					72	0
	srpen					365	0
	září					8	0
	říjen					5	0
	listopad					4	0
	prosinec					4	0

Příloha 4 - Chabařovice

Výsledkové tabulky přítoky - jezero Chabařovice

Fe (mg/l)	betonový propustek příkopu S 16 JCH 8->přepad z přeložky Modlanského potoka Maršovský potok obec Soběchleby u kapličky Modlanský potok pod obcí Roudníky u býv. ČS Roudníky odv. příkop pod svahy Rovného v již. části plaviště popluku odv. příkop v SV části JCH (u pláže) odvodňovací dren z mokřadu v Z části JCH pod VD Zalužany odvodňovací příkop "I" jižní svahy JCH odvodňovací příkop "K" jižní svahy Odvodňovací příkop „N“ jižní svahy odvodňovací příkop A jižní svahy JCH odvodňovací příkop pod ocelárnou odvodňovací příkopy sever sedimentační jámka v západních svazích JCH Unčinský potok pod komunikací ÚL-TPC VD Modlany spodní výpust vodní nádrž Rabenov v přepadu Zalužanský potok pod komunikací ÚL-TPC Zalužanský potok u spodní výpusti VD Kateřina																		
	CH 1	CH 2	CH 3	CH 4	CH 5	CH 6	CH 7	CH 8	CH 9	CH 10	CH 11	CH 12	CH 13	CH 14	CH 15	CH 16	CH 17	CH 18	CH 19
13.11.2008							0,06		0,07	0,04		0,51		0,32			0,05		
11.11.2009										930		0,05		0,16					
08.03.2010			0,08	0,06	1,90							0,05	0,11		0,31	0,38		0,12	
30.11.2010			0,09	0,12	3,30		0,94		0,05		0,81	0,34	0,06	0,12	0,65	0,23	0,08	<0,03	0,84
11.04.2011			0,12	0,12	3,10	0,15	0,52		<0,03		0,09	0,24		0,21	0,20	0,45	0,05	<0,03	0,76
13.03.2012						<0,03			0,13		0,05	0,58	0,05	0,10					
03.12.2012		0,10					0,40		0,12			0,23							
19.03.2013	<0,03	0,09		0,16			0,26					0,05		0,05					
13.11.2013	0,20	0,05		0,06			0,47					0,07		<0,03					
15.04.2014	0,04			0,26			0,41					0,11							
12.11.2014				0,17			0,32					0,09							
16.03.2015				0,29			0,29					0,17	0,10						
16.11.2015				0,33			0,38					0,52	0,09						
průměr	0,09	0,08	0,10	0,17	2,77	0,09	0,41		0,08	465,02	0,32	0,23	0,08	0,14	0,39	0,35	0,06	0,06	0,80

BSK ₅ (mg/l)	betonový propustek příkopu S 16	JCH 8->přepad z přeložky Modlanského potoka	Mařovský potok obec Soběchleby u kapličky	Modlanský potok pod obcí Roudníky u býv. ČS Roudníky	odv. příkop pod svahy Rovného v již. části plaviště popluku	odv. příkop v SV části JCH (u pláže)	odvodňovací dren z mokřadu v Z části JCH pod VD Zalužany	odvodňovací příkop "I" jižní svahy JCH	odvodňovací příkop "K" jižní svahy	Odvodňovací příkop „N“ jižní svahy	odvodňovací příkop A jižní svahy JCH	odvodňovací příkop pod ocelárnou	odvodňovací příkopy sever	sedimentační jámka v západních svazích JCH	Unčinský potok pod komunikací ÚL-TPC	VD Modlany spodní výpust	vodní nádrž Rabenov v přepadu	Zalužanský potok pod komunikací ÚL-TPC	Zalužanský potok u spodní výpusti VD Kateřina
	CH 1	CH 2	CH 3	CH 4	CH 5	CH 6	CH 7	CH 8	CH 9	CH 10	CH 11	CH 12	CH 13	CH 14	CH 15	CH 16	CH 17	CH 18	CH 19
13.11.2008				13,0			10,0	2,0	1,1			1,6		5,2		4,6	1,5		
11.11.2009									3,3			1,3	5,2	2,6		4,5			3,2
08.03.2010			2,4	2,7	1,4					3,0		0,7	1,4	1,2	2,9	3,5	5,0	2,6	
30.11.2010			2,0	1,9	1,5		3,3		1,7		1,5	1,5	12,5	1,5	2,7	4,6	1,1	1,5	1,3
11.04.2011			1,0	4,6	2,6	1,2	1,5		0,6		0,5	0,7		2,0	1,7	9,1	1,3	0,9	0,8
13.03.2012						2,1		1,5		2,3	1,9	4,1	3,5						
03.12.2012		3,3					5,9	0,7				0,9							
19.03.2013	1,3	2,6		8,7			1,4					1,4							
13.11.2013	8,5	2,5		4,8			17,0					1,3		1,2					
15.04.2014	0,5			7,3			2,4	0,6	0,5		0,8	0,7							
12.11.2014				2,6			6,8	0,9	0,7		1,4	1,7							
16.03.2015				12,0			1,9	1,1	0,9		1,2	1,7	2,4						
16.11.2015				7,6			12,0	0,9				2,3	1,3						
průměr	3,4	2,8	1,8	6,5	1,8	1,7	6,2	0,9	1,1	2,5	1,3	1,4	4,5	2,5	2,4	5,3	2,2	1,7	1,8

pH	betonový propustek příkopu S 16	JCH 8->přepad z přeložky Modlanského potoka	Maršovský potok obec Soběchleby u kapličky	Modlanský potok pod obcí Roudníky u býv. ČS Roudníky	odv. příkop pod svahy Rovného v již. části plaviště popílku	odv. příkop v SV části JCH (u pláže)	odvodňovací dren z mokřadu v Z části JCH pod VD Zalužany	odvodňovací příkop "I" jižní svahy JCH	odvodňovací příkop "K" jižní svahy	Odvodňovací příkop „N“ jižní svahy	odvodňovací příkop A jižní svahy JCH	odvodňovací příkop pod ocelárnou	odvodňovací příkopy sever	sedimentační jámka v západních svazích JCH	Unčinský potok pod komunikací ÚL-TPC	VD Modlany spodní výpust	vodní nádrž Rabenov v přepadu	Zalužanský potok pod komunikací ÚL-TPC	Zalužanský potok u spodní výpusti VD Kateřina
	CH 1	CH 2	CH 3	CH 4	CH 5	CH 6	CH 7	CH 8	CH 9	CH 10	CH 11	CH 12	CH 13	CH 14	CH 15	CH 16	CH 17	CH 18	CH 19
13.11.2008							7,9		7,0	8,1		8,1		7,5		7,8	7,5		
11.11.2009				7,8						8,1		8,2	7,6	7,8		7,8			7,9
08.03.2010			7,5	7,9	6,9					7,7		8,0	6,7	7,8	7,7	7,4	7,7	7,7	
30.11.2010			7,4	8,1	7,1		7,8		8,2		8,1	8,2	6,9	7,9	7,8	8,0	7,4	7,5	7,8
11.04.2011			7,6	8,1	7,4	8,2	8,0		8,0		8,2	8,3		8,0	7,7	9,3	7,2	7,6	7,8
13.03.2012						7,6			7,8		8,4	8,3	7,3	7,9					
03.12.2012		8,3					7,9		8,1			8,3							
19.03.2013	6,7	8,1		8,0			7,8					8,1		8,1					
13.11.2013	8,0	8,3		8,3			8,1					8,3		8,1					
15.04.2014	7,7			8,4			8,1	8,0	7,9		8,0	8,3							
12.11.2014				8,0			8,0	8,0	8,0		8,3	8,4							
16.03.2015				8,1			7,9	7,9	7,6		8,1	8,3	6,9						
16.11.2015				7,7			8,0	7,6				8,3	7,2						
průměr	7,5	8,2	7,5	8,0	7,1	7,9	8,0	7,9	7,8	8,0	8,2	8,2	7,1	7,9	7,7	8,1	7,5	7,6	7,8

KNK _{4,5} (mmol/l)	betonový propustek příkopu S 16 JCH 8->přepad z přeložky Modlanského potoka Maršovský potok obec Soběchleby u kapličky Modlanský potok pod obcí Roudníky u býv. ČS Roudníky odv. příkop pod svahy Rovného v již. části plaviště popílku odv. příkop v SV části JCH (u pláže) odvodňovací dren z mokřadu v Z části JCH pod VD Zalužany odvodňovací příkop "I" jižní svahy JCH odvodňovací příkop "K" jižní svahy Odvodňovací příkop „N“ jižní svahy odvodňovací příkop A jižní svahy JCH odvodňovací příkop pod ocelárnou odvodňovací příkopy sever sedimentační jámka v západních svazích JCH Unčinský potok pod komunikací ÚL-TPC VD Modlany spodní výpust vodní nádrž Rabenov v přepadu Zalužanský potok pod komunikací ÚL-TPC Zalužanský potok u spodní výpusti VD Kateřina																		
	CH 1	CH 2	CH 3	CH 4	CH 5	CH 6	CH 7	CH 8	CH 9	CH 10	CH 11	CH 12	CH 13	CH 14	CH 15	CH 16	CH 17	CH 18	CH 19
13.11.2008			1,4				4,7		20,2	14,4		6,1		8,3	5,2	3,2	8,4	3,7	
11.11.2009			0,1	5,1						3,2		7,5	9,8	8,0	2,0	1,9		2,9	2,3
08.03.2010			0,7	6,1	1,7					3,4		6,9	4,6	8,1	1,8	2,6	6,5	1,7	
30.11.2010			0,6	6,1	2,4		11,6		10,2		10,4	7,1	8,8	8,8	1,9	2,3	12,2	1,0	6,9
11.04.2011			0,7	4,7	2,8	6,4	10,5		8,8		10,0	6,7		6,1	1,4	1,4	11,9	1,0	7,3
13.03.2012						7,5			9,1		8,8	5,9	4,5	6,0					
03.12.2012		7,4					11,3		10,6			7,3							
19.03.2013	3,9	8,8		6,9			10,2					5,9		6,4					
13.11.2013	3,0	7,6		6,7			10,6					6,5		6,8					
15.04.2014	4,9			3,5			10,6	3,0	9,7		9,2	6,2							
12.11.2014				5,3			11,4	3,3	10,8		8,2	7,3							
16.03.2015				5,2			10,2	3,0	7,8		9,5	7,1	5,8						
16.11.2015				3,0			11,0	2,0				6,2	4,3						
průměr	3,9	7,9	0,7	5,3	2,3	7,0	10,2	2,8	10,9	7,0	9,3	6,7	6,3	7,3	2,5	2,3	9,7	2,1	5,5

ZNK _{8,3} (mmol/l)	betonový propustek příkopu S 16	JCH 8->přepad z přeložky Modlanského potoka	Maršovský potok obec Soběchleby u kapličky	Modlanský potok pod obcí Roudníky u býv. ČS Roudníky	odv. příkop pod svahy Rovného v již. části plaviště popílku	odv. příkop v SV části JCH (u pláže)	odvodňovací drén z mokřadu v Z části JCH pod VD Zalužany	odvodňovací příkop "I" jižní svahy JCH	odvodňovací příkop "K" jižní svahy	Odvodňovací příkop „N“ jižní svahy	odvodňovací příkop A jižní svahy JCH	odvodňovací příkop pod ocelárnou	odvodňovací příkopy sever	sedimentační jámka v západních svazích JCH	Unčinský potok pod komunikací ÚL-TPC	VD Modlany spodní výpust	vodní nádrž Rabenov v přepadu	Zalužanský potok pod komunikací ÚL-TPC	Zalužanský potok u spodní výpusti VD Kateřina
	CH 1	CH 2	CH 3	CH 4	CH 5	CH 6	CH 7	CH 8	CH 9	CH 10	CH 11	CH 12	CH 13	CH 14	CH 15	CH 16	CH 17	CH 18	CH 19
13.11.2008			0,10				0,10		4,86	0,40		0,10		0,25	0,25	0,10	0,35	0,10	
11.11.2009			0,05	0,20						0,05		0,05	0,66	0,25	0,05	0,05		0,05	0,05
08.03.2010			0,05	0,10	0,40					0,10		0,10	1,45	0,30	0,05	0,20	0,25	0,05	
30.11.2010			0,05	0,10	0,40		0,40		0,10		0,15	0,05	2,69	0,30	0,05	0,05	1,09	0,05	0,20
11.04.2011			0,05	0,05	0,25	0,05	0,15		0,15		0,10			0,10	0,05		1,55	0,05	0,30
13.03.2012						0,45			0,40			0,10	0,55	0,15					
03.12.2012							0,59		0,30										
19.03.2013	1,55	0,15		0,15			0,45					0,10		0,15					
13.11.2013	0,10			0,05			0,15					0,05		0,10					
15.04.2014	0,35						0,15	0,10	0,30		0,20								
12.11.2014				0,15			0,30	0,10	0,25										
16.03.2015				0,05			0,25	0,15	0,40		0,05	0,05	1,25						
16.11.2015				0,15			0,15	0,10					0,50						
průměr	0,67	0,05	0,06	0,10	0,35	0,25	0,27	0,11	0,84	0,18	0,08	0,05	1,18	0,20	0,09	0,08	0,81	0,06	0,18

N-NO ₃ (mg/)																			
	betonový propustek příkopu S 16	JCH 8->přepad z přeložky Modlanského potoka	Maršovský potok obec Soběchleby u kapličky	Modlanský potok pod obcí Roudníky u býv. ČS Roudníky	odv. příkop pod svahy Rovného v již. části plaviště popílku	odv. příkop v SV části JCH (u pláže)	odvodňovací dren z mokřadu v Z části JCH pod VD Zalužany	odvodňovací příkop "I" jižní svahy JCH	odvodňovací příkop "K" jižní svahy	Odvodňovací příkop „N“ jižní svahy	odvodňovací příkop A jižní svahy JCH	odvodňovací příkop pod ocelárnou	odvodňovací příkopy sever	sedimentační jámka v západních svazích JCH	Unčinský potok pod komunikací ÚL-TPC	VD Modlany spodní výpust	vodní nádrž Rabenov v přepadu	Zalužanský potok pod komunikací ÚL-TPC	Zalužanský potok u spodní výpusti VD Kateřina
CH 1	CH 2	CH 3	CH 4	CH 5	CH 6	CH 7	CH 8	CH 9	CH 10	CH 11	CH 12	CH 13	CH 14	CH 15	CH 16	CH 17	CH 18	CH 19	
13.11.2008			4,1			0,3		140	200			<0,1		0,2	1,7	0,2	<0,1	6,1	
11.11.2009			1,3	1,9	0,4				0,9			<0,1	24,0	<0,1	3,0	0,4		4,1	0,6
08.03.2010			3,6	7,3	0,3				3,4			0,2	210,0	0,3	3,9	0,4	<0,1	4,2	
30.11.2010			1,8	7,0	0,7		0,3	26		8,4	<0,1	174,0	<0,1	2,3	0,4	<0,1	2,2	0,3	
11.04.2011			3,6	3,7	0,9	1,1	<0,1	28		11	1,0		<0,1	2,0	0,3	<0,1	2,5	0,3	
13.03.2012						5,4		43		4	<0,1	120,0	<0,1						
03.12.2012		4,6					<0,1	3,9				0,2							
19.03.2013	130,0	12,0		5,8			1,5					<0,1		<0,1					
13.11.2013	0,4	12,0		4,3			<0,1					<0,1		<0,1					
15.04.2014	102,0			3,2			0,2	<0,1	27	10,0		0,4							
12.11.2014				6,1			<0,1	<0,1	<0,1	7,6		0,2							
16.03.2015				3,8			1,0	<0,1	13,0	7,0		0,2	73,0						
16.11.2015				1,7			<0,1	0,2				0,2	13,0						
průměr	77,5	9,5	2,9	4,5	0,6	3,3	0,4	0,1	35,1	68,1	8,0	0,2	102,3	0,1	2,6	0,3	0,1	3,8	0,4

TN (mg/l)	betonový propustek příkopu S 16 JCH 8->přepad z přeložky Modlanského potoka Maršovský potok obec Soběchleby u kapličky Modlanský potok pod obcí Roudníky u býv. ČS Roudníky odv. příkop pod svahy Rovného v již. části plaviště popílku odv. příkop v SV části JCH (u pláže) odvodňovací dren z mokřadu v Z části JCH pod VD Zalužany odvodňovací příkop "I" jižní svahy JCH odvodňovací příkop "K" jižní svahy Odvodňovací příkop „N“ jižní svahy odvodňovací příkop A jižní svahy JCH odvodňovací příkop pod ocelárnou odvodňovací příkopy sever sedimentační jámka v západních svazích JCH Unčinský potok pod komunikací ÚL-TPC VD Modlany spodní výpust vodní nádrž Rabenov v přepadu Zalužanský potok pod komunikací ÚL-TPC Zalužanský potok u spodní výpusti VD Kateřina																		
	CH 1	CH 2	CH 3	CH 4	CH 5	CH 6	CH 7	CH 8	CH 9	CH 10	CH 11	CH 12	CH 13	CH 14	CH 15	CH 16	CH 17	CH 18	CH 19
13.11.2008			5,6				0,7		170	210		0,3		0,4	11,0	1,0	0,3	8,7	
11.11.2009			1,9	7,0	2,0					1,6		0,4	25	0,4	3,7	1,9		4,8	1,6
08.03.2010			4,3	13,0	2,3					4,0		0,7	260	0,6	5,1	2,4	0,8	4,6	
30.11.2010			2,3	7,6	3,0		1,1		28		9,0	0,5	196	0,2	2,7	1,2	0,3	2,6	0,8
11.04.2011			4,0	4,3	2,8	1,3	0,6		29		11,0	1,2		0,3	2,7	0,8	0,3	3,1	0,6
13.03.2012						5,4			43		4,1	0,4	120	0,3					
03.12.2012		10,0					0,9		4,3			0,5							
19.03.2013	140	13,0		9,9			2,0					0,3		0,3					
13.11.2013	2,5	14,0		6,1			1,8					0,5		0,5					
15.04.2014	103			4,7			0,8	0,4	30		10,0	0,5							
12.11.2014				7,1			1,2	0,2	0,5		7,9	0,5							
16.03.2015				8,2			1,5	0,4	14,0		7,2	0,4	77						
16.11.2015				3,9			0,8	0,6	0,6		1,4	0,6	15						
průměr	81,8	12,3	3,6	7,2	2,5	3,4	1,1	0,4	35,5	71,9	7,2	0,5	115,5	0,4	5,0	1,5	0,4	4,8	1,0

P-PO ₄ (mg/l)	betonový propustek příkopu S 16 JCH 8->přepad z přeložky Modlanského potoka Maršovský potok obec Soběchleby u kapličky Modlanský potok pod obcí Roudníky u býv. ČS Roudníky odv. příkop pod svahy Rovného v již. části plaviště popílku odv. příkop v SV části JCH (u pláže) odvodňovací dren z mokřadu v Z části JCH pod VD Zalužany odvodňovací příkop "I" jižní svahy JCH odvodňovací příkop "K" jižní svahy Odvodňovací příkop „N“ jižní svahy odvodňovací příkop A jižní svahy JCH odvodňovací příkop pod ocelárnou odvodňovací příkopy sever sedimentační jámka v západních svazích JCH Unčinský potok pod komunikací ÚL-TPC VD Modlany spodní výpust vodní nádrž Rabenov v přepadu Zalužanský potok pod komunikací ÚL-TPC Zalužanský potok u spodní výpusti VD Kateřina																		
	CH 1	CH 2	CH 3	CH 4	CH 5	CH 6	CH 7	CH 8	CH 9	CH 10	CH 11	CH 12	CH 13	CH 14	CH 15	CH 16	CH 17	CH 18	CH 19
13.11.2008			0,17				0,15		<0,01	<0,01		<0,01		<0,01	0,34	0,06	<0,01	0,51	
11.11.2009			0,04	0,82	<0,01					0,03		<0,01	<0,01	0,02	0,10	0,05		0,17	0,07
08.03.2010			0,03	0,46	<0,01					<0,01		<0,01	<0,01	<0,01	0,09	0,04	<0,01	0,06	
30.11.2010			0,04	0,31	<0,01		0,10		<0,01		0,04	<0,01	<0,01	<0,01	0,05	<0,01	<0,01	0,03	0,12
11.04.2011			0,03	0,33	<0,01	<0,01	0,02		<0,01		<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,05	<0,01	<0,01	0,03	0,05
13.03.2012						<0,01			<0,01		<0,01	<0,01	<0,01	<0,01					
03.12.2012		1,10					0,09		<0,01			<0,01							
19.03.2013	<0,01	0,13		0,52			0,02					<0,01		<0,01					
13.11.2013	0,04	0,28		0,45			0,27					<0,01		<0,01					
15.04.2014	<0,01			0,61			<0,01	0,02	0,02		0,04	<0,01							
12.11.2014				0,60			0,19	<0,01	<0,01		0,05	<0,01							
16.03.2015				0,62			<0,01	<0,01	<0,01		0,03	<0,01	<0,01						
16.11.2015				0,57			0,20	<0,01				<0,01	0,04						
průměr	0,02	0,50	0,06	0,53	<0,01	<0,01	0,11	0,01	0,01	0,02	0,03	<0,01	0,02	0,01	0,13	0,03	<0,01	0,16	0,08

RL-105°C (mg/l)	betonový propustek příkopu S 16	JCH 8->přepad z přeložky Modlanského potoka	Mašovský potok obec Soběchleby u kapličky	Modlanský potok pod obcí Roudníky u býv. ČS Roudníky	odv. příkop pod svahy Rovného v již. části plaviště popílku	odv. příkop v SV části JCH (u pláže)	odvodňovací dren z mokřadu v Z části JCH pod VD Zalužany	odvodňovací příkop "I" jižní svahy JCH	odvodňovací příkop "K" jižní svahy	Odvodňovací příkop „N“ jižní svahy	odvodňovací příkop A jižní svahy JCH	odvodňovací příkop pod ocelárnou	odvodňovací příkopy sever	sedimentační jámka v západních svazích JCH	Unčinský potok pod komunikací ÚL-TPC	VD Modlany spodní výpust	vodní nádrž Rabenov v přepadu	Zalužanský potok pod komunikací ÚL-TPC	Zalužanský potok u spodní výpusti VD Kateřina
	CH 1	CH 2	CH 3	CH 4	CH 5	CH 6	CH 7	CH 8	CH 9	CH 10	CH 11	CH 12	CH 13	CH 14	CH 15	CH 16	CH 17	CH 18	CH 19
13.11.2008																			
11.11.2009																			
08.03.2010			210	810	1800					440		920	4700	1000	450	410	1500	630	
30.11.2010			160	820	1700		890		2200		1800	860	4600	970	320	300	2100	360	690
11.04.2011			200	650	1400	1000	890		2200		1800	940		870	240	220	1900	280	1000
13.03.2012						1900			2600		1600	860	3700	790					
03.12.2012		900					820		2600			880							
19.03.2013	4100	1600		960			990					800		820					
13.11.2013	740	1300		790			730					780		810					
15.04.2014	4300			460			950	1800	2600		1400	910							
12.11.2014				670			970	1700	2000		1400	820							
16.03.2015				590			960	1500	2100		1600	840	3600						
16.11.2015				380			740	1700				820	1400						
průměr	3047	1267	190	681	1633	1450	882	1675	2329	440	1600	857	3600	877	337	310	1833	423	845

TP (mg/l)	betonový propustek příkopu S 16 JCH 8->přepad z přeložky Modlanského potoka Maršovský potok obec Soběchleby u kapličky Modlanský potok pod obcí Roudníky u býv. ČS Roudníky odv. příkop pod svahy Rovného v již. části plaviště popílku odv. příkop v SV části JCH (u pláže) odvodňovací dren z mokřadu v Z části JCH pod VD Zalužany odvodňovací příkop "I" jižní svahy JCH odvodňovací příkop "K" jižní svahy Odvodňovací příkop „N“ jižní svahy odvodňovací příkop A jižní svahy JCH odvodňovací příkop pod ocelárnou odvodňovací příkopy sever sedimentační jámka v západních svazích JCH Unčinský potok pod komunikací ÚL-TPC VD Modlany spodní výpust vodní nádrž Rabenov v přepadu Zalužanský potok pod komunikací ÚL-TPC Zalužanský potok u spodní výpusti VD Kateřina																		
	CH 1	CH 2	CH 3	CH 4	CH 5	CH 6	CH 7	CH 8	CH 9	CH 10	CH 11	CH 12	CH 13	CH 14	CH 15	CH 16	CH 17	CH 18	CH 19
13.11.2008			0,18				0,15		<0,01	0,02		<0,01		0,03	0,37	0,09	<0,01	0,52	
11.11.2009			0,04	0,97	<0,01					0,04		<0,01	0,02	0,02	0,12	0,09		0,17	0,07
08.03.2010			0,04	0,46	<0,01					0,02		<0,01	<0,01	<0,01	0,11	0,07	0,02	0,07	
30.11.2010			0,08	0,39	<0,01		0,15		0,02		0,05	0,03	<0,01	0,03	0,06	0,04	0,02	0,04	0,12
11.04.2011			0,05	0,41	<0,01	<0,01	0,02		<0,01		0,02	<0,01		<0,01	0,06	0,03	<0,01	0,05	0,07
13.03.2012						<0,01			<0,01		<0,01	0,03	0,02	<0,01					
03.12.2012		1,20					0,19		0,03			0,03							
19.03.2013	0,03	0,15		0,52			0,04					0,02		0,02					
13.11.2013	0,21	0,31		0,47			0,33					<0,01		0,02					
15.04.2014	0,02			0,68			0,06	0,02	0,02		0,07	0,03							
12.11.2014				0,70			0,27	<0,01	0,02		0,05	<0,01							
16.03.2015				0,97			0,03	<0,01	<0,01		0,04	<0,01	<0,01						
16.11.2015				0,67			0,27	<0,01	<0,01		0,04	<0,01	0,06						
průměr	0,09	0,55	0,08	0,62	<0,01	<0,01	0,15	0,01	0,02	0,03	0,04	0,02	0,02	0,02	0,14	0,06	0,02	0,17	0,09

SO ₄ ²⁻ (mg/l)	betonový propustek příkopu S 16	JCH 8->přepad z přeložky Modlanského potoka	Maršovský potok obec Soběchleby u kapličky	Modlanský potok pod obcí Roudníky u býv. ČS Roudníky	odv. příkop pod svahy Rovného v již. části plaviště popílku	odv. příkop v SV části JCH (u pláže)	odvodňovací dren z mokřadu v Z části JCH pod VD Zalužany	odvodňovací příkop "I" jižní svahy JCH	odvodňovací příkop "K" jižní svahy	Odvodňovací příkop „N“ jižní svahy	odvodňovací příkop A jižní svahy JCH	odvodňovací příkop pod ocelárnou	odvodňovací příkopy sever	sedimentační jámka v západních svazích JCH	Unčinský potok pod komunikací ÚL-TPC	VD Modlany spodní výpust	vodní nádrž Rabenov v přepadu	Zalužanský potok pod komunikací ÚL-TPC	Zalužanský potok u spodní výpusti VD Kateřina
	CH 1	CH 2	CH 3	CH 4	CH 5	CH 6	CH 7	CH 8	CH 9	CH 10	CH 11	CH 12	CH 13	CH 14	CH 15	CH 16	CH 17	CH 18	CH 19
13.11.2008			57				100		2300	1500		200		350	79	47	1200	110	
11.11.2009			51	130	1000					100		320	2300	430	82	46		110	63
08.03.2010			52	210	1100					110		300	2200	400	85	90	810	19	
30.11.2010			37	200	870		110		1100		760	200	1900	300	62	64	910	47	140
11.04.2011			50	210	820	580	180		1100		780	320		360	61	67	1100	67	340
13.03.2012						1000			1300		770	340	1800	340					
03.12.2012		280					100		1400			280							
19.03.2013	1900	680		260			240					250		260					
13.11.2013	340	500		200			69					250		250					
15.04.2014	2200			130			230	1100	1300		580	320							
12.11.2014				140			170	910	940		520	230							
16.03.2015				150			220	820	1100		680	300	1800						
16.11.2015				89			54	940				260	640						
průměr	1480	487	49	172	948	790	147	943	1318	570	682	275	1773	336	74	63	1005	71	181

Mn (mg/l)	betonový propustek příkopu S 16	JCH 8->přepad z přeložky Modlanského potoka	Maršovský potok obec Soběchleby u kapličky	Modlanský potok pod obcí Roudníky u býv. ČS Roudníky	odv. příkop pod svahy Rovného v již. části plaviště popílku	odv. příkop v SV části JCH (u pláže)	odvodňovací dren z mokřadu v Z části JCH pod VD Zalužany	odvodňovací příkop "I" jižní svahy JCH	odvodňovací příkop "K" jižní svahy	Odvodňovací příkop „N“ jižní svahy	odvodňovací příkop A jižní svahy JCH	odvodňovací příkop pod ocelárnou	odvodňovací příkopy sever	sedimentační jámka v západních svazích JCH	Unčinský potok pod komunikací ÚL-TPC	VD Modlany spodní výpust	vodní nádrž Rabenov v přepadu	Zalužanský potok pod komunikací ÚL-TPC	Zalužanský potok u spodní výpusti VD Kateřina
	CH 1	CH 2	CH 3	CH 4	CH 5	CH 6	CH 7	CH 8	CH 9	CH 10	CH 11	CH 12	CH 13	CH 14	CH 15	CH 16	CH 17	CH 18	CH 19
13.11.2008			<0,05							2,40					0,66			0,06	
11.11.2009			<0,05												0,09			<0,05	
08.03.2010			<0,05	0,17	1,70							<0,05	3,60		0,10	1,10		<0,05	
30.11.2010			<0,05	0,09	1,50		1,50		0,08		0,23	0,34	8,20	0,07	0,13	0,15	0,13	<0,05	0,29
11.04.2011			<0,05	0,22	1,20	0,10	0,62		0,14		0,11	0,35		<0,05	0,09	0,17	<0,05	<0,05	0,30
13.03.2012						<0,05			0,27		<0,05	0,50	<0,05	<0,05					
03.12.2012		0,22					1,40		0,08			<0,05							
19.03.2013	0,51	0,14		0,26			0,60					<0,05		<0,05					
13.11.2013	0,36	<0,05		0,12			1,60					<0,05		<0,05					
15.04.2014	<0,05			0,14			0,59					<0,05							
12.11.2014				0,18			1,60					<0,05							
16.03.2015				0,43			0,46					<0,05	0,17						
16.11.2015				0,14			2,10					0,17	0,08						
průměr	0,31	0,14	<0,05	0,19	1,47	0,08	1,16		0,14	2,40	0,13	0,16	2,42	0,05	0,21	0,47	0,09	0,05	0,30

Al (µg/l)	betonový propustek příkopu S 16	JCH 8->přepad z přeložky Modlanského potoka	Mařovský potok obec Soběchleby u kapličky	Modlanský potok pod obcí Roudníky u býv. ČS Roudníky	odv. příkop pod svahy Rovného v již. části plaviště popílku	odv. příkop v SV části JCH (u pláže)	odvodňovací dren z mokřadu v Z části JCH pod VD Zalužany	odvodňovací příkop "I" jižní svahy JCH	odvodňovací příkop "K" jižní svahy	Odvodňovací příkop „N“ jižní svahy	odvodňovací příkop A jižní svahy JCH	odvodňovací příkop pod ocelárnou	odvodňovací příkopy sever	sedimentační jámka v západních svazích JCH	Unčinský potok pod komunikací ÚL-TPC	VD Modlany spodní výpust	vodní nádrž Rabenov v přepadu	Zalužanský potok pod komunikací ÚL-TPC	Zalužanský potok u spodní výpusti VD Kateřina
	CH 1	CH 2	CH 3	CH 4	CH 5	CH 6	CH 7	CH 8	CH 9	CH 10	CH 11	CH 12	CH 13	CH 14	CH 15	CH 16	CH 17	CH 18	CH 19
13.11.2008			66									51			180	96		230	
11.11.2009												52	228						
08.03.2010			79	<50								<50	119		227			2396	
30.11.2010			<50	<50			<50					<50	<50		<50	<50		207	<50
11.04.2011			55	<50			<50								99	185		183	<50
13.03.2012													<50						
03.12.2012		<50					<50					82							
19.03.2013	<50	<50		<50			<50												
13.11.2013														<50					
15.04.2014	<50			163			61					144							
12.11.2014				<50			<50					<50							
16.03.2015				<50			57					<50	78						
16.11.2015				<50			<50					70	<50						
průměr	<50	<50	63	64			52					67	96	<50	139	110		754	<50

COND (mS/m)	betonový propustek příkopu S 16	JCH 8->přepad z přeložky Modlanského potoka	Maršovský potok obec Soběchleby u kapličky	Modlanský potok pod obcí Roudníky u býv. ČS Roudníky	odv. příkop pod svahy Rovného v již. části plaviště popílku	odv. příkop v SV části JCH (u pláže)	odvodňovací dren z mokřadu v Z části JCH pod VD Zalužany	odvodňovací příkop "I" jižní svahy JCH	odvodňovací příkop "K" jižní svahy	Odvodňovací příkop „N“ jižní svahy	odvodňovací příkop A jižní svahy JCH	odvodňovací příkop pod ocelárnou	odvodňovací příkopy sever	sedimentační jámka v západních svazích JCH	Unčinský potok pod komunikací ÚL-TPC	VD Modlany spodní výpust	vodní nádrž Rabenov v přepadu	Zalužanský potok pod komunikací ÚL-TPC	Zalužanský potok u spodní výpusti VD Kateřina
	CH 1	CH 2	CH 3	CH 4	CH 5	CH 6	CH 7	CH 8	CH 9	CH 10	CH 11	CH 12	CH 13	CH 14	CH 15	CH 16	CH 17	CH 18	CH 19
13.11.2008							113		555	469		106		139		46	240		
11.11.2009				86						57		127	448	145		36			46
08.03.2010			30	123	201					70		126	510	135	68	62	179	100	
30.11.2010			19	114	196		134		254		217	114	506	131	45	42	237	56	108
11.04.2011			27	93	166		149	130	248		208	124		116	65	33	243	41	143
13.03.2012						240			301		202	121	412	111					
03.12.2012		133					126		316			119							
19.03.2013	437	201		131			142					112		113					
13.11.2013	91	172		115			110					112		111					
15.04.2014	442			70			136	206	299		171	119							
12.11.2014				96			136	193	242		163	110							
16.03.2015				93			136	173	244		191	116	383						
16.11.2015				60			117	200				108	174						
průměr	323	169	25	98	188	195	128	193	307	199	192	116	406	125	60	44	225	66	99

N-NO ₂ (mg/l)	betonový propustek příkopu S 16 JCH 8->přepad z přeložky Modlanského potoka Maršovský potok obec Soběchleby u kapličky Modlanský potok pod obcí Roudníky u býv. ČS Roudníky odv. příkop pod svahy Rovného v již. části plaviště popílku odv. příkop v SV části JCH (u pláže) odvodňovací dren z mokřadu v Z části JCH pod VD Zalužany odvodňovací příkop "I" jižní svahy JCH odvodňovací příkop "K" jižní svahy Odvodňovací příkop „N“ jižní svahy odvodňovací příkop A jižní svahy JCH odvodňovací příkop pod ocelárnou odvodňovací příkopy sever sedimentační jámka v západních svazích JCH Unčinský potok pod komunikací ÚL-TPC VD Modlany spodní výpust vodní nádrž Rabenov v přepadu Zalužanský potok pod komunikací ÚL-TPC Zalužanský potok u spodní výpusti VD Kateřina																		
	CH 1	CH 2	CH 3	CH 4	CH 5	CH 6	CH 7	CH 8	CH 9	CH 10	CH 11	CH 12	CH 13	CH 14	CH 15	CH 16	CH 17	CH 18	CH 19
13.11.2008			0,091				0,018		0,570	0,028		<0,005		0,025	0,110	0,024	<0,005	0,240	
11.11.2009			0,030	0,110	0,012					0,017		0,015	0,027	0,021	0,063	0,033		0,042	0,024
08.03.2010			0,016	0,058	0,006					0,018		<0,005	0,720	<0,005	0,059	0,037	0,025	0,025	
30.11.2010			0,014	0,070	0,008		0,022		0,010		0,043	<0,005	1,300	<0,005	0,037	0,031	0,008	0,023	0,006
11.04.2011			0,015	0,087	0,010	0,018	0,007		0,012		0,012	0,023		0,006	0,049	0,023	<0,005	0,037	<0,005
13.03.2012						0,014			0,031		0,008	<0,005	0,018	<0,005					
03.12.2012		0,051					0,016		<0,005			<0,005							
19.03.2013	0,020	0,037		<0,005			<0,005					<0,005		<0,005					
13.11.2013	0,052	0,044		0,076			0,035					<0,005		<0,005					
15.04.2014	0,110			0,120			0,009	0,007	0,014		0,008	<0,005							
12.11.2014				0,130			0,010	<0,005	<0,005		<0,005	<0,005							
16.03.2015				0,076			0,006	<0,005	<0,005		<0,005	<0,005	0,009						
16.11.2015				0,093			0,013	<0,005				<0,005	0,014						
průměr	0,061	0,044	0,033	0,083	0,009	0,016	0,014	0,006	0,082	0,021	0,014	0,007	0,348	0,010	0,064	0,030	0,011	0,073	0,012

N-NH ₄ (mg/l)	betonový propustek příkopu S 16	JCH 8->přepad z přeložky Modlanského potoka	Maršovský potok obec Soběchleby u kapličky	Modlanský potok pod obcí Roudníky u býv. ČS Roudníky	odv. příkop pod svahy Rovného v již. části plaviště popílku	odv. příkop v SV části JCH (u pláže)	odvodňovací dren z mokřadu v Z části JCH pod VD Zalužany	odvodňovací příkop "I" jižní svahy JCH	odvodňovací příkop "K" jižní svahy	Odvodňovací příkop „N“ jižní svahy	odvodňovací příkop A jižní svahy JCH	odvodňovací příkop pod ocelárnou	odvodňovací příkopy sever	sedimentační jámka v západních svazích JCH	Unčinský potok pod komunikací ÚL-TPC	VD Modlany spodní výpust	vodní nádrž Rabenov v přepadu	Zalužanský potok pod komunikací ÚL-TPC	Zalužanský potok u spodní výpusti VD Kateřina
	CH 1	CH 2	CH 3	CH 4	CH 5	CH 6	CH 7	CH 8	CH 9	CH 10	CH 11	CH 12	CH 13	CH 14	CH 15	CH 16	CH 17	CH 18	CH 19
13.11.2008			● 1,40				● 0,26		● 0,34	0,04		0,03		<0,02	● 9,10	● 0,34	<0,02	● 1,80	
11.11.2009			● 0,27	● 4,40	● 1,30					0,06		<0,02	0,08	<0,02	0,11	● 0,54		0,07	● 0,44
08.03.2010			● 0,20	● 5,00	● 1,50					0,04		<0,02	● 3,00	0,04	● 0,65	● 1,40	0,21	● 0,27	
30.11.2010			● 0,24	● 0,42	● 2,00		● 0,47		0,03		0,09	0,05	● 18,00	0,04	0,13	● 0,27	0,07	0,13	0,07
11.04.2011			● 0,22	0,15	● 1,80	0,08	0,08		0,08		0,03	0,15		0,03	● 0,43	0,06	0,03	● 2,70	0,06
13.03.2012						<0,02			0,06		<0,02	0,05	<0,02	<0,02					
03.12.2012		● 4,80					● 0,25		0,06			<0,02							
19.03.2013	<0,02	● 0,28		● 2,40			0,10					<0,02		0,05					
13.11.2013	● 0,23	0,05		● 0,62			● 0,87					0,03		<0,02					
15.04.2014	0,05			● 0,72			0,05	<0,02	0,05		<0,02	0,03							
12.11.2014				● 0,24			● 0,54	<0,02	0,09		0,03	0,04							
16.03.2015				● 3,80			0,03	<0,02	<0,02		0,03	<0,02	0,05						
16.11.2015				● 1,20			0,19	0,04				<0,02	0,04						
průměr	0,10	1,71	0,47	1,90	1,65	0,05	0,28	0,03	0,09	0,05	0,04	0,04	3,53	0,03	2,08	0,52	0,08	0,99	0,19

Cl ⁻ (mg/l)	betonový propustek příkopu S 16	JCH 8->přepad z přeložky Modlanského potoka	Maršovský potok obec Soběchleby u kapličky	Modlanský potok pod obcí Roudníky u býv. ČS Roudníky	odv. příkop pod svahy Rovného v již. části plaviště popílku	odv. příkop v SV části JCH (u pláže)	odvodňovací drén z mokřadu v Z části JCH pod VD Zalužany	odvodňovací příkop "I" jižní svahy JCH	odvodňovací příkop "K" jižní svahy	Odvodňovací příkop „N“ jižní svahy	odvodňovací příkop A jižní svahy JCH	odvodňovací příkop pod ocelárnou	odvodňovací příkopy sever	sedimentační jámka v západních svazích JCH	Unčinský potok pod komunikací ÚL-TPC	VD Modlany spodní výpust	vodní nádrž Rabenov v přepadu	Zalužanský potok pod komunikací ÚL-TPC	Zalužanský potok u spodní výpusti VD Kateřina
	CH 1	CH 2	CH 3	CH 4	CH 5	CH 6	CH 7	CH 8	CH 9	CH 10	CH 11	CH 12	CH 13	CH 14	CH 15	CH 16	CH 17	CH 18	CH 19
13.11.2008							40		27	39		51		26			15		
11.11.2009				47	67					41		44	120	26		23			40
08.03.2010			26	89	67					51		57	120	19	90	57	10	190	
30.11.2010			10	55	45		41		18		19	45	86	16	30	21	12	94	54
11.04.2011			20	45	54	33	43		19		19	52		20	27	22	13	46	94
13.03.2012						15			27		14	51	94	15					
03.12.2012		55					43		26			37							
19.03.2013	92	37		85			53					52		48					
13.11.2013	16	45		65			25					37		36					
15.04.2014	120			45			50	93	34		32	59							
12.11.2014				61			50	85	20		24	33							
16.03.2015				56			56	67	26		22	50	100						
16.11.2015				31			44	93				39	45						
průměr	76	46	19	58	58	24	45	85	25	44	22	47	94	26	49	31	12	110	63

NL-105°C (mg/l)	betonový propustek příkopu S 16	JCH 8->přepad z přeložky Modlanského potoka	Maršovský potok obec Soběchleby u kapličky	Modlanský potok pod obcí Roudníky u býv. ČS Roudníky	odv. příkop pod svahy Rovného v již. části plaviště popílku	odv. příkop v SV části JCH (u pláže)	odvodňovací drén z mokřadu v Z části JCH pod VD Zalužany	odvodňovací příkop "I" jižní svahy JCH	odvodňovací příkop "K" jižní svahy	Odvodňovací příkop „N“ jižní svahy	odvodňovací příkop A jižní svahy JCH	odvodňovací příkop pod ocelárnou	odvodňovací příkopy sever	sedimentační jámka v západních svazích JCH	Unčinský potok pod komunikací ÚL-TPC	VD Modlany spodní výpust	vodní nádrž Rabenov v přepadu	Zalužanský potok pod komunikací ÚL-TPC	Zalužanský potok u spodní výpusti VD Kateřina
	CH 1	CH 2	CH 3	CH 4	CH 5	CH 6	CH 7	CH 8	CH 9	CH 10	CH 11	CH 12	CH 13	CH 14	CH 15	CH 16	CH 17	CH 18	CH 19
13.11.2008																			
11.11.2009																			
08.03.2010			6,6	3,6	12,0					4,6		1,6	20,0	1,6	9,4	11,0	6,6	8,0	
30.11.2010			4,8	6,2	12,0		9,0		4,2		230,0	6,2	24,0	4,6	22,0	19,0	4,0	5,8	9,2
11.04.2011			5,8	14,0	15,0	5,6	4,6		2,4		9,4	14,0		23,0	3,4	48,0	3,6	1,6	5,6
13.03.2012						3,0			9,2		2,2	21,0	25,0	7,0					
03.12.2012		2,4					13,0		12,0			17,0							
19.03.2013	5,8	11,0		7,8			1,2					2,0		1,2					
13.11.2013	29,0	11,0		16,0			12,0					1,0		1,2					
15.04.2014	4,4			21,0			4,2	12,0	4,8		1,4	3,8							
12.11.2014				8,2			6,6	12,0	4,0		25,0	18,0							
16.03.2015				14,0			1,8	3,8	7,0		1,4	13,0	31,0						
16.11.2015				11,0			8,8	1,8				30,0	2,8						
průměr	13,1	8,1	5,7	11,3	13,0	4,3	6,8	7,4	6,2	4,6	44,9	11,6	20,6	6,4	11,6	26,0	4,7	5,1	7,4

CHSK _{cr} (mg/l)	betonový propustek příkopu S 16	JCH 8->přepad z přeložky Modlanského potoka	Maršovský potok obec Soběchleby u kapličky	Modlanský potok pod obcí Roudníky u býv. ČS Roudníky	odv. příkop pod svahy Rovného v již. části plaviště popílku	odv. příkop v SV části JCH (u pláže)	odvodňovací dren z mokřadu v Z části JCH pod VD Zalužany	odvodňovací příkop "I" jižní svahy JCH	odvodňovací příkop "K" jižní svahy	Odvodňovací příkop „N“ jižní svahy	odvodňovací příkop A jižní svahy JCH	odvodňovací příkop pod ocelárnou	odvodňovací příkopy sever	sedimentační jámka v západních svazích JCH	Unčinský potok pod komunikací ÚL-TPC	VD Modlany spodní výpust	vodní nádrž Rabenov v přepadu	Zalužanský potok pod komunikací ÚL-TPC	Zalužanský potok u spodní výpusti VD Kateřina
	CH 1	CH 2	CH 3	CH 4	CH 5	CH 6	CH 7	CH 8	CH 9	CH 10	CH 11	CH 12	CH 13	CH 14	CH 15	CH 16	CH 17	CH 18	CH 19
13.11.2008							44		16	13		29		41			30		
11.11.2009				33								24	110	15		27			23
08.03.2010			10	17	30					14		17	28	12	24	26	21	20	
30.11.2010			8	21	43		36		20		14	23	25	9	19	32	21	11	29
11.04.2011			11	28	31	14	27		17		6	22		21	13	37	22	11	22
13.03.2012						11			19		17	26	37	17					
03.12.2012		24					40		11			25							
19.03.2013	26	20		18			23					19		22					
13.11.2013	61	21		36			63					24		29					
15.04.2014	28			45			36	25	23		8	29							
12.11.2014				20			36	19	12		8	20							
16.03.2015				33			26	20	12		8	23	31						
16.11.2015				33			68	23				34	33						
průměr	38	22	10	28	35	13	40	22	16	14	10	24	44	21	19	31	24	14	25

HCO ₃ ⁻ (mg/l)																			
	betonový propustek příkopu S 16	JCH 8->přepad z přeložky Modlanského potoka	Maršovský potok obec Soběchleby u kapličky	Modlanský potok pod obcí Roudníky u býv. ČS Roudníky	odv. příkop pod svahy Rovného v již. části plaviště popílku	odv. příkop v SV části JCH (u pláže)	odvodňovací dren z mokřadu v Z části JCH pod VD Zalužany	odvodňovací příkop "I" jižní svahy JCH	odvodňovací příkop "K" jižní svahy	Odvodňovací příkop „N“ jižní svahy	odvodňovací příkop A jižní svahy JCH	odvodňovací příkop pod ocelárnou	odvodňovací příkopy sever	sedimentační jámka v západních svazích JCH	Unčinský potok pod komunikací ÚL-TPC	VD Modlany spodní výpust	vodní nádrž Rabenov v přepadu	Zalužanský potok pod komunikací ÚL-TPC	Zalužanský potok u spodní výpusti VD Kateřina
	CH 1	CH 2	CH 3	CH 4	CH 5	CH 6	CH 7	CH 8	CH 9	CH 10	CH 11	CH 12	CH 13	CH 14	CH 15	CH 16	CH 17	CH 18	CH 19
13.11.2008			83				290		1200	880		370		510	320	200	510	230	
11.11.2009			3									460	600	490	120	120		180	
08.03.2010			43	370	100				210			420	280	490	110	160	390	100	
30.11.2010			34	370	150		710		620		630	430	540	530	120	140	740	61	420
11.04.2011			44	280	170	390	640		530		610	410		370	86	68	730	63	440
13.03.2012						460			550		530	360	270	360					
03.12.2012		450					670		650			450							
19.03.2013	240	540		420			620					360		390					
13.11.2013	180	460		410			650					400		410					
15.04.2014	300			210			650	180	590		560	380							
12.11.2014				320			700	200	660		500	440							
16.03.2015				320			620	180	480		580	440	350						
16.11.2015				180			670	120				380	260						
průměr	240	483	41	320	140	425	622	170	660	545	568	408	383	444	151	138	593	127	430

Ca (mg/l)	betonový propustek příkopu S 16	JCH 8->přepad z přeložky Modlanského potoka	Maršovský potok obec Soběchleby u kapličky	Modlanský potok pod obcí Roudníky u býv. ČS Roudníky	odv. příkop pod svahy Rovného v již. části plaviště popílku	odv. příkop v SV části JCH (u pláže)	odvodňovací drén z mokřadu v Z části JCH pod VD Zalužany	odvodňovací příkop "I" jižní svahy JCH	odvodňovací příkop "K" jižní svahy	Odvodňovací příkop „N“ jižní svahy	odvodňovací příkop A jižní svahy JCH	odvodňovací příkop pod ocelárnou	odvodňovací příkopy sever	sedimentační jámka v západních svazích JCH	Unčinský potok pod komunikací ÚL-TPC	VD Modlany spodní výpust	vodní nádrž Rabenov v přepadu	Zalužanský potok pod komunikací ÚL-TPC	Zalužanský potok u spodní výpusti VD Kateřina
	CH 1	CH 2	CH 3	CH 4	CH 5	CH 6	CH 7	CH 8	CH 9	CH 10	CH 11	CH 12	CH 13	CH 14	CH 15	CH 16	CH 17	CH 18	CH 19
13.11.2008							152		● 460	● 320		178		161			● 260		
11.11.2009					1					0						36			40
08.03.2010			28	122	● 325							179	● 450		61	61		67	
30.11.2010			18	134	● 290		143		181		140	147	● 385	161	51	46	● 192	39	134
11.04.2011			26	102	● 235	80	158		● 225		● 200	165		126	38	35	● 305	41	175
13.03.2012						144			● 225		171	164	● 330	130					
03.12.2012		127					166		● 240			154							
19.03.2013	● 385	● 200		147			● 191					158		159					
13.11.2013	102	168		120			154					157		164					
15.04.2014	● 377			63			173					149							
12.11.2014				100			● 195					151							
16.03.2015				96			187					162	● 329						
16.11.2015				63			169					151	161						
průměr	288	165	24	105	213	112	169		266	160	170	160	331	150	50	45	252	49	116

Mg (mg/l)	betonový propustek příkopu S 16	JCH 8->přepad z přeložky Modlanského potoka	Maršovský potok obec Soběchleby u kapličky	Modlanský potok pod obcí Roudníky u býv. ČS Roudníky	odv. příkop pod svahy Rovného v již. části plaviště popílku	odv. příkop v SV části JCH (u pláže)	odvodňovací drén z mokřadu v Z části JCH pod VD Zalužany	odvodňovací příkop "I" jižní svahy JCH	odvodňovací příkop "K" jižní svahy	Odvodňovací příkop „N“ jižní svahy	odvodňovací příkop A jižní svahy JCH	odvodňovací příkop pod ocelárnou	odvodňovací příkopy sever	sedimentační jámka v západních svazích JCH	Unčinský potok pod komunikací ÚL-TPC	VD Modlany spodní výpust	vodní nádrž Rabenov v přepadu	Zalužanský potok pod komunikací ÚL-TPC	Zalužanský potok u spodní výpusti VD Kateřina
	CH 1	CH 2	CH 3	CH 4	CH 5	CH 6	CH 7	CH 8	CH 9	CH 10	CH 11	CH 12	CH 13	CH 14	CH 15	CH 16	CH 17	CH 18	CH 19
13.11.2008							32		● 291	● 213		31		63			● 168		
11.11.2009																8			9
08.03.2010			7	43	59							38	● 255		12	15		11	
30.11.2010			4	46	81		24		● 151		111	40	● 235	65	10	12	● 150	6	40
11.04.2011			6	38	67	51	45		● 141		● 120	39		56	13	9	● 135	7	45
13.03.2012						88			● 137		91	35	● 199	49					
03.12.2012		52					43		● 148			46							
19.03.2013	● 210	91		52			48					30		37					
13.11.2013	33	77		52			33					35		35					
15.04.2014	● 244			26			51					43							
12.11.2014				32			38					40							
16.03.2015				33			45					34	● 212						
16.11.2015				16			39					36	68						
průměr	162	73	6	38	69	70	40		174	213	107	37	194	51	12	11	151	8	31

Cd (µg/l)	betonový propustek příkopu S 16	JCH 8->přepad z přeložky Modlanského potoka	Maršovský potok obec Soběchleby u kapličky	Modlanský potok pod obcí Roudníky u býv. ČS Roudníky	odv. příkop pod svahy Rovného v již. části plaviště popílku	odv. příkop v SV části JCH (u pláže)	odvodňovací dren z mokřadu v Z části JCH pod VD Zalužany	odvodňovací příkop "I" jižní svahy JCH	odvodňovací příkop "K" jižní svahy	Odvodňovací příkop „N“ jižní svahy	odvodňovací příkop A jižní svahy JCH	odvodňovací příkop pod ocelárnou	odvodňovací příkopy sever	sedimentační jámka v západních svazích JCH	Unčinský potok pod komunikací ÚL-TPC	VD Modlany spodní výpust	vodní nádrž Rabenov v přepadu	Zalužanský potok pod komunikací ÚL-TPC	Zalužanský potok u spodní výpusti VD Kateřina
	CH 1	CH 2	CH 3	CH 4	CH 5	CH 6	CH 7	CH 8	CH 9	CH 10	CH 11	CH 12	CH 13	CH 14	CH 15	CH 16	CH 17	CH 18	CH 19
13.11.2008			0,07									<0,05			<0,05	<0,05		<0,05	
11.11.2009			0,11							2,20		<0,05	<0,05		<0,05	<0,05		0,09	<0,05
08.03.2010			0,17	<0,05						<0,05		<0,05	0,32		0,14	0,07		0,28	
30.11.2010			0,10	<0,05			<0,05					<0,05	0,14		<0,05	<0,05		0,30	<0,05
11.04.2011			0,20	<0,05			0,08								0,15	0,11		0,44	<0,05
13.03.2012													<0,05						
03.12.2012		<0,05					<0,05					<0,05							
19.03.2013	0,12	<0,05		<0,05			<0,05												
13.11.2013														<0,05					
15.04.2014	<0,05			<0,05			0,08					<0,05							
12.11.2014				<0,05			<0,05					<0,05							
16.03.2015				0,09			0,08					<0,05	<0,05						
16.11.2015				<0,05			0,12					<0,05	<0,05						
průměr	0,09	<0,05	0,13	0,06			0,07			1,13		<0,05	0,11	<0,05	0,09	0,07		0,23	<0,05

Cr (µg/l)	betonový propustek příkopu S 16	JCH 8->přepad z přeložky Modlanského potoka	Mařovský potok obec Soběchleby u kapličky	Modlanský potok pod obcí Roudníky u býv. ČS Roudníky	odv. příkop pod svahy Rovného v již. části plaviště popílku	odv. příkop v SV části JCH (u pláže)	odvodňovací drén z mokřadu v Z části JCH pod VD Zalužany	odvodňovací příkop "I" jižní svahy JCH	odvodňovací příkop "K" jižní svahy	Odvodňovací příkop „N“ jižní svahy	odvodňovací příkop A jižní svahy JCH	odvodňovací příkop pod ocelárnou	odvodňovací příkopy sever	sedimentační jámka v západních svazích JCH	Unčinský potok pod komunikací ÚL-TPC	VD Modlany spodní výpust	vodní nádrž Rabenov v přepadu	Zalužanský potok pod komunikací ÚL-TPC	Zalužanský potok u spodní výpusti VD Kateřina
	CH 1	CH 2	CH 3	CH 4	CH 5	CH 6	CH 7	CH 8	CH 9	CH 10	CH 11	CH 12	CH 13	CH 14	CH 15	CH 16	CH 17	CH 18	CH 19
13.11.2008			<1									<1			<1	<1		<1	
11.11.2009			<1									<1	2		<1	<1		<1	2
08.03.2010			<1	<1						<1		<1	2		<1	<1		<1	
30.11.2010			<1	<1			<1					<1	2		<1	<1		<1	<1
11.04.2011			<1	<1			<1								<1	<1		<1	<1
13.03.2012													<1						
03.12.2012		<1					<1					<1							
19.03.2013	2	<1		<1			<1												
13.11.2013														<1					
15.04.2014	2			<1			<1					<1							
12.11.2014				<1			<1					<1							
16.03.2015				<1			<1					<1	<1						
16.11.2015				1,6			2,3					2,3	5,1						
průměr	2	<1	<1	1,08			1,16			<1		1,14	2,18	<1	<1	<1		<1	1,33

Ni (µg/l)	betonový propustek příkopu S 16	JCH 8->přepad z přeložky Modlanského potoka	Mařovský potok obec Soběchleby u kapličky	Modlanský potok pod obcí Roudníky u býv. ČS Roudníky	odv. příkop pod svahy Rovného v již. části plaviště popílku	odv. příkop v SV části JCH (u pláže)	odvodňovací drén z mokřadu v Z části JCH pod VD Zalužany	odvodňovací příkop "I" jižní svahy JCH	odvodňovací příkop "K" jižní svahy	Odvodňovací příkop „N“ jižní svahy	odvodňovací příkop A jižní svahy JCH	odvodňovací příkop pod ocelárnou	odvodňovací příkopy sever	sedimentační jámka v západních svazích JCH	Unčinský potok pod komunikací ÚL-TPC	VD Modlany spodní výpust	vodní nádrž Rabenov v přepadu	Zalužanský potok pod komunikací ÚL-TPC	Zalužanský potok u spodní výpusti VD Kateřina
	CH 1	CH 2	CH 3	CH 4	CH 5	CH 6	CH 7	CH 8	CH 9	CH 10	CH 11	CH 12	CH 13	CH 14	CH 15	CH 16	CH 17	CH 18	CH 19
13.11.2008			2									2			3	2		<1	
11.11.2009			<1									<1	8		<1	<1		<1	<1
08.03.2010			2	<1						<1		<1	15		2	18		2	
30.11.2010			5	4			6					8	47		5	4		6	7
11.04.2011			<1	<1			<1								<1	<1		<1	<1
13.03.2012													15						
03.12.2012		5					6					2							
19.03.2013	18	4		<1			2												
13.11.2013														<1					
15.04.2014	2			<1			<1					<1							
12.11.2014				<1			<1					<1							
16.03.2015				3			3					2	7						
16.11.2015				3			<1					6	5						
průměr	10	5	2	2			3			<1		3	16	<1	2	5		2	3

Hg (µg/l)	betonový propustek příkopu S 16	JCH 8->přepad z přeložky Modlanského potoka	Maršovský potok obec Soběchleby u kapličky	Modlanský potok pod obcí Roudníky u býv. ČS Roudníky	odv. příkop pod svahy Rovného v již. části plaviště popílku	odv. příkop v SV části JCH (u pláže)	odvodňovací dren z mokřadu v Z části JCH pod VD Zalužany	odvodňovací příkop "I" jižní svahy JCH	odvodňovací příkop "K" jižní svahy	Odvodňovací příkop „N“ jižní svahy	odvodňovací příkop A jižní svahy JCH	odvodňovací příkop pod ocelárnou	odvodňovací příkopy sever	sedimentační jámka v západních svazích JCH	Unčinský potok pod komunikací ÚL-TPC	VD Modlany spodní výpust	vodní nádrž Rabenov v přepadu	Zalužanský potok pod komunikací ÚL-TPC	Zalužanský potok u spodní výpusti VD Kateřina
	CH 1	CH 2	CH 3	CH 4	CH 5	CH 6	CH 7	CH 8	CH 9	CH 10	CH 11	CH 12	CH 13	CH 14	CH 15	CH 16	CH 17	CH 18	CH 19
13.11.2008			<0,05									<0,05			<0,05	<0,05		<0,05	
11.11.2009												<0,05	<0,05			<0,05			
08.03.2010			<0,05	<0,05					<0,05			<0,05	<0,05		<0,05			<0,05	
30.11.2010			● 0,20	● 0,09			● 0,20					● 0,20	● 0,90		● 0,20	● 0,10		● 0,10	● 0,09
11.04.2011			<0,05	<0,05			<0,05								<0,05	<0,05		<0,05	● 0,08
13.03.2012													0,06						
03.12.2012		<0,05					<0,05					0,06							
19.03.2013	<0,05	<0,05		<0,05			<0,05												
13.11.2013														<0,05					
15.04.2014	<0,05			<0,05			<0,05					<0,05							
12.11.2014				<0,05			<0,05					<0,05							
16.03.2015				<0,05			● 0,20					● 0,20	● 0,09						
16.11.2015				● 0,08			● 0,10					● 0,10	● 0,10						
průměr	<0,05	<0,05	0,09	0,06			0,09			<0,05		0,09	0,21	<0,05	0,09	0,06		0,06	0,09

Příloha 5 - Barbora

Výsledkové tabulky přítoky - jezero Barbora

	vodivost (μS/cm)	RL 105°C (mg/l)	NL (mg/l)	pH	KNK _{4,5} (mmol/l)	CHSK _{Cr} (mg/l)	BSK ₅ (mg/l)	chl _a (μg/l)	Cl ⁻ (mg/l)	SO ₄ ²⁻ (mg/l)	Turbidita	Fluoresce nce (μg/l)
Barbora - přítok SZ												
21.02.2006	330	219	0,20	6,5	2,07	15,6		0,5	8,1	65	22,73	0,45
25.08.2008	666		3,13	5,9	2,81	10,5		0,1	10,1	55	2,02	0,36
02.06.2009	170		0,07	6,6	0,36	10,0		0,8	9,7	35	0,65	0,56
02.09.2009	190		0,42	6,4	0,38	11,2		1,1	16,0	48	2,06	0,53
31.05.2010	181		0,95	6,2	0,42	20,5		1,0	10,8	39	-0,44	0,55
14.09.2010	189		0,80	6,2	0,60	15,0		1,1	12,0	28	-0,48	0,50
07.06.2011	178		4,85	6,2	0,40	11,9		0,9	12,0	53	-0,56	0,39
04.06.2012	165		2,30	6,3	0,34	13,0		1,6	9,8	34	0,26	0,89
18.06.2013	161		1,06	6,2		14,3		1,2	8,8	31		
02.09.2014	189		0,75	5,3	0,44	11,6		0,5	14,4	36		
Barbora - přítok z Otakara												
15.06.1995	236		0,33	7,3	0,65		1,80		11,8	77		
30.04.1996	195	156	3,70	7,2	0,35	10,0	1,75		11,0	59		
20.08.1996	225	307	7,12	8,1	0,72	10,5	2,60		11,7	71		
25.03.1997	236	155	3,86	6,2	0,50		1,06			47		
12.05.1997		190	3,11	6,6	0,80	12,4	1,80					
18.08.1997	295	354	2,00	6,8	0,96	38,0	2,70	7,0	9,7	85		
29.04.1998	310	310	1,25	6,3	1,30	7,8		3,4		71		
16.09.1998	280		1,00	7,3	0,94	28,0	1,20	1,5	9,7	81		
11.05.1999	295	238	6,00	7,4	0,64	7,0	0,50	6,3	27,0	51		
30.08.1999	345	320	4,00	6,7	0,94	7,0	0,80	13,8	27,0	69		
23.05.2000	295	214	4,00	7,3	0,68	8,0	1,70	12,0	18,0	59		
05.09.2000	380	282	9,00	7,3	1,16	11,0	1,40	23,8	18,0	71		
07.05.2001	500	310	6,00	6,7	1,72	10,0	1,50	0,1	14,2	106		
30.08.2001	520	320	7,00	7,6	1,72	12,0	0,50	12,4	18,0	122		
14.05.2002	525	380	5,00	7,7	1,70	8,0	1,10	3,8	19,0	156		
27.08.2002	450	340	19,00	7,5	1,38	10,0	1,90	22,3	17,0	102		
19.02.2003		360	1,00	7,0	2,00	8,0	0,80	5,5	14,0	156		
21.05.2003	570	410	4,00	7,9	2,08	12,0	1,40	7,5	16,8	145		
25.08.2003	631	498	2,00	7,0	2,28	11,0	1,80	5,1	16,8	180		
04.12.2003	632	550	4,00	7,5	2,66	9,4	0,35	1,4	17,7	130		
27.05.2004	670	530	3,00	8,2	2,32	9,0	1,30	5,5	18,0	170		
08.09.2004	690	430	6,00	8,2	2,40	8,0	0,75	3,1	17,7	160		
31.05.2005	701	526	1,00	7,9	2,52	7,7	1,20	3,5	15,9	193		
30.08.2005	697	503	3,20	8,1	3,36			2,7	15,1	293	24,97	2,61
30.05.2006	720	548	4,40	7,8	3,30	17,1		3,7	15,5	172	30,11	3,76
30.08.2006	754	612	5,40	8,0	3,03	28,5		3,4	16,1	266	23,17	4,74
29.11.2006	756	522	1,44	7,7	3,01	19,6		1,6	16,4	123	-0,84	1,23
28.05.2007	687	491	2,27	8,1	2,67	25,4		0,9	17,7	134	-0,78	3,48
17.09.2007	695	571	0,73	8,0	2,55	24,6		0,8	19,1	114	-1,55	1,04
09.06.2008	691		1,73	7,9	2,61	13,3		1,2	13,7	100	-1,02	1,35
25.08.2008	701		1,62	7,9	2,58	24,0		0,9	12,7	104	0,53	1,24
02.06.2009	713		0,79	8,0	2,75	13,9		0,8	18,5	281	-1,06	0,70
02.09.2009	718		1,75	8,1	2,68	13,1		1,4	18,8	110	1,69	1,12
31.05.2010	714		1,67	7,8	2,70	63,0		1,1	15,4	186	0,19	1,29
14.09.2010	717		0,70	7,9	3,10	21,0		1,1	17,9	162	-0,35	0,88
07.06.2011	725		0,70	8,0	2,85	15,8		1,7	17,3	212	0,81	1,54
30.08.2011	741		2,40	8,2	2,81	15,9		2,8	17,6	214	4,42	2,52
04.06.2012	725		1,37	8,1	2,87	14,8		2,2	16,9	226	0,47	1,44
04.09.2012	737		1,47	8,1	2,83	16,5		1,7	18,8	235	4,43	1,23
18.06.2013	690		1,72	8,0		18,5		2,9	13,3	202		
02.09.2013	727		1,84	7,9		18,3		3,9	16,4	262		
02.06.2014	724		1,44	8,1	2,94	18,1		1,5	17,6	254		
02.09.2014	741		2,40	6,6	2,94	17,7		3,5	18,7	234		
22.06.2015	732		2,30	7,7	2,96	11,9		2,9	19,2	206		
26.08.2015	742		2,22	7,9	3,01	12,5		2,1	28,3	220		

	TOC (mg/l)	NH ₄ -N (mg/l)	NO ₂ -N (mg/l)	NO ₃ -N (mg/l)	TN (mg/l)	PO ₄ -P (mg/l)	TP (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Fe (mg/l)	Mn (mg/l)	Al (mg/l)
Barbora - přítok SZ														
21.02.2006	3,8	0,132	0,004	0,25	0,80	0,005	0,006	12,5	9,3	26,8	15,54	0,22	0,05	
25.08.2008	4,1	0,935		0,05	1,75	0,010	0,012							
02.06.2009	1,9	<0,001	0,009	1,16	1,43	0,025	0,039							
02.09.2009	2,3	0,008	0,003	1,77	2,16	0,001	0,011	7,3	1,9	15,6	5,45	0,04	0,01	
31.05.2010		0,005		1,40	1,93	0,009	0,044	9,7	1,9	10,4	6,28	0,04	0,02	
14.09.2010		0,002		1,54	2,01	0,017	0,037							
07.06.2011		0,014	0,002	2,05	2,38	0,011	0,041	8,7	1,4	19,1	5,29	0,45	0,01	
04.06.2012		0,005	0,010	1,65	2,38	0,005	0,158					0,00		
18.06.2013		0,012	0,001	1,39	1,71	0,002	0,080	8,8	1,3	14,6	5,47	0,01		
02.09.2014		<0,001	0,009	1,57	2,39	0,010	0,043	19,8	7,8	52,5	27,28	0,31	0,02	0,14
Barbora - přítok z Otakara														
15.06.1995			0,008	0,93	1,64	0,000	0,026	10,9	4,3	27,3	9,21	0,13	0,13	
30.04.1996		0,060	0,004	1,26	1,73	0,004	0,023	10,1	4,1	20,3	16,62	0,04	0,08	
20.08.1996		0,170	0,016	0,71	1,22	0,004	0,049	10,2	4,3	27,4	10,74	0,15	0,08	
25.03.1997		0,027	0,002	0,37	0,90		0,035							
12.05.1997		0,060	0,005	0,94	1,60		0,040							
18.08.1997		0,272	0,020	0,70	1,19		0,022	9,7	4,9	34,0	18,00	0,20	0,03	
29.04.1998		0,040	0,005	1,16	2,61		0,021					0,20	0,07	
16.09.1998		0,117	0,012	0,50	1,13		0,025	8,8	4,1	32,0	12,00	0,15	0,12	
11.05.1999		0,200	0,010	1,10	1,51		0,030	15,0	3,9	28,0	8,50	0,15	0,14	
30.08.1999		0,200	0,010	0,85	1,80		0,016	17,0	4,4	34,0	18,00	0,15	0,10	
23.05.2000		0,140	0,020	1,50			0,029	12,0	3,3	26,0	8,50	0,25	0,18	
05.09.2000		0,200	0,009	0,27			0,052	15,2	5,3	34,0	13,40	0,18	0,26	
07.05.2001		0,373	0,006	0,96			0,020	14,0	6,0	52,0	20,00	0,19	0,51	
30.08.2001		0,101	0,002	0,06		0,013	0,036	17,4	7,7	52,0	20,00	0,26	0,11	
14.05.2002		0,140	0,010	0,49			0,036	17,8	11,8	52,0	19,50	0,36	0,03	
27.08.2002		0,359	0,012	0,78			0,050	13,3	8,2	44,0	17,00	0,44	0,32	
19.02.2003		0,318	0,003	0,76			0,011	18,3	9,5	56,0	23,00	0,03	0,52	
21.05.2003		0,020	0,007	0,54			0,013	17,5	9,7	59,0	23,00	0,23	0,14	
25.08.2003		0,034	0,009	0,29			0,014	16,0	8,7	66,0	27,40	0,12	0,19	
04.12.2003		0,458	0,006	0,17			0,012	16,0	9,6	56,0	35,00	0,26	0,85	
27.05.2004		0,054	0,003	0,22				17,0	9,4	70,0	29,00	0,23	0,16	
08.09.2004		0,008	0,002	0,11			0,008	17,0	9,5	64,0	34,00	0,13	0,08	
31.05.2005		0,070	0,009	0,59		0,018	0,026	17,0	9,0	75,0	32,00	0,25	0,15	
30.08.2005		0,011	0,002	0,13	1,05	0,004		16,8	69,4	34,8	9,58			
30.05.2006	6,7	0,048	0,002	0,24	0,61	0,004	0,011	15,1	8,9	75,2	29,14	0,04	0,01	0,50
30.08.2006	7,2	0,020	0,002	0,04	0,68	0,004	0,005	15,7	11,6	59,9	29,63	0,16	0,03	2,91
29.11.2006	8,0	0,345	0,003	0,03	0,65	0,019	0,054	14,9	10,9	74,5	37,39	0,04	0,86	0,50
28.05.2007		0,136	0,005	0,08	0,61	0,009	0,024	17,1	9,2	72,5	26,13	0,10	0,01	0,69
17.09.2007	7,6	0,068	0,004	0,02	0,47	0,013	0,018	15,1	8,9	66,7	27,90	0,09	0,05	0,50
09.06.2008	4,5	0,067	0,005	0,16	0,54	0,016	0,028	15,2	9,3	67,3	31,60	0,22	0,01	0,61
25.08.2008	3,8	0,025	0,005	0,04	0,45	0,013	0,014							
02.06.2009	7,1	0,083	0,008	0,22	0,59	0,016	0,021							
02.09.2009	4,3	0,029	0,003	0,44	0,48	0,011	0,021	16,1	10,4	81,4	31,99	0,04	0,01	
31.05.2010		0,058	0,002	0,16	0,68	0,009	0,058	10,2	5,3	47,5	19,06	0,08	0,01	
14.09.2010		0,006	0,001	0,11	0,37	0,016	0,035							
07.06.2011		0,066	0,004	0,22	0,68	0,013	0,043							
30.08.2011		0,023	0,003	0,39	0,68	0,005	0,045	14,7	9,8	86,5	32,28	0,04	0,01	
04.06.2012		0,065	0,017	0,19	0,70	0,006	0,107	18,0	12,2	38,9	15,93	0,00	0,00	
04.09.2012		0,004	0,004	0,12	0,37	0,009	0,034	1,5	8,8	6,8	3,68	0,00	0,00	
18.06.2013		0,055	0,005	0,13	0,59	0,001	0,078	16,9	9,8	74,9	35,28	0,01		
02.09.2013		0,018	0,004	0,10	0,28	0,015	0,056	21,2	10,6	78,8	34,08			
02.06.2014		0,011	0,004	0,13	0,44	0,008	0,052	17,6	10,0	82,5	38,13	0,38	0,02	0,04
02.09.2014		0,013	0,007		0,38	0,009	0,052	11,7	7,7	18,6	8,52	0,38	0,02	0,11
22.06.2015		0,019	0,003	0,14	0,42	0,003	0,050	14,7	8,5	60,9	31,16	0,05	0,01	0,13
26.08.2015		<0,001	0,006	0,02	0,38	0,013	0,067	15,5	8,9	67,2	33,07	0,02	0,01	0,09