



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



Čištění důlních vod a napouštění zbytkových jam

Část I

Zhodnocení dlouhodobého vývoje kvality vody ve zbytkových jezerech SHP



Ústecký kraj

LANDESAMT FÜR UMWELT,
LANDWIRTSCHAFT
UND GEOLOGIE



Freistaat
SACHSEN



Obsah

1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE	4
1.1. Identifikační údaje objednavatele	4
1.2. Identifikační údaje zpracovatele	4
1.3. Identifikace díla.....	4
2. PŘEDMĚT DÍLA	5
3. ZPRACOVATELSKÝ KOLEKTIV.....	6
4. ÚVOD	7
4.1. Hydrochemie jezerních vod.....	7
4.2. Stručná charakteristika základních kvalitativních ukazatelů stojatých povrchových vod a procesů, které ovlivňují jejich vývoj v čase a prostoru.....	12
4.3. Hodnocení kvality vod – normy environmentální kvality	17
5. HODNOCENÍ VÝVOJE KVALITY AKUMULOVANÝCH VOD V JEZEŘE MOST (BÝVALÝ HNĚDOUHELNÝ LOM LEŽÁKY/MOST) OD POČÁTKU DO KONCE ŘÍZENÉHO ZATÁPĚNÍ ZBYTKOVÉ JÁMY.....	21
5.1. Historické souvislosti.....	21
5.2. Zatápění zbytkové jámy	23
5.3. Současná vodohospodářská situace.....	36
5.4. Metodika sledování.....	39
5.5. Charakteristika zdrojů vody využívané k zatápění a vývoje kvalitativních ukazatelů v průběhu zatápění	41
5.5.1. Základní charakteristika zdrojů napouštěcí vody a přítoků	41
5.5.2. Hodnocení dlouhodobého vývoje ukazatelů kvality vody	41
5.6. Hodnocení kvalitativních ukazatelů akumulované vody ve zbytkové jámě v průběhu řízeného zatápění	47
5.7. Celkové vyhodnocení hydrické rekultivace zbytkové jámy z pohledu dosažené kvality vod v jezeře, použitých zdrojů vody a dlouhodobého výhledu.....	83
5.7.1. Rekapitulace základních procesů ovlivňujících kvalitu vody v jezeře.....	83
5.7.2. Zajištění dlouhodobě udržitelné kvality vody v jezeře	86
6. HODNOCENÍ VÝVOJE KVALITY AKUMULOVANÝCH VOD V JEZEŘE MILADA (BÝVALÝ HNĚDOUHELNÝ LOM CHABAŘOVICE) OD POČÁTKU DO KONCE ŘÍZENÉHO ZATÁPĚNÍ ZBYTKOVÉ JÁMY.....	87
6.1. Historické souvislosti.....	87
6.2. Zatápění zbytkové jámy	90
6.3. Současná vodohospodářská situace.....	98
6.4. Metodika sledování.....	104
6.5. Charakteristika zdrojů vody využívané k zatápění a vývoje kvalitativních ukazatelů v průběhu zatápění	107
6.5.1. Základní charakteristika zdrojů napouštěcí vody a přítoků	107
6.5.2. Hodnocení dlouhodobého vývoje ukazatelů kvality vody	109
6.6. Hodnocení kvalitativních ukazatelů akumulované vody ve zbytkové jámě v průběhu řízeného zatápění	122
6.7. Celkové vyhodnocení hydrické rekultivace zbytkové jámy z pohledu dosažené kvality vod v jezeře, použitých zdrojů vody a dlouhodobého výhledu.....	157
6.7.1. Rekapitulace základních procesů ovlivňujících kvalitu vody v jezeře.....	157
6.7.2. Zajištění dlouhodobě udržitelné kvality vody v jezeře	163

7. HODNOCENÍ VÝVOJE KVALITY VOD V JEZEŘE BARBORA (BÝVALÝ HNĚDOUHELNÝ LOM BARBORA) OD POČÁTKU KONTINUÁLNÍHO SLEDOVÁNÍ ZATOPENÉHO LOMU V ROCE 1994 DO SOUČASNOSTI.....	166
7.1. Historické souvislosti.....	166
7.2. Současná vodohospodářská situace.....	169
7.3. Historie sledování.....	171
7.4. Metodika sledování.....	173
7.5. Hodnocení kvalitativních ukazatelů akumulované vody v jezeře a jeho přítocích v průběhu dlouhodobého kontinuálního sledování	175
7.5.1. Základní charakteristika zdrojů napouštěcí vody a přítoků	175
7.5.2. Hodnocení dlouhodobého vývoje ukazatelů kvality vody	177
7.6. Celkové vyhodnocení hydrické rekultivace zbytkové jámy z pohledu dosažené kvality vod v jezeře a dlouhodobého výhledu.....	207
8. VYHODNOCENÍ DOSAVADNÍCH POZNATKŮ ZE ZATÁPĚNÍ ZBYTKOVÝCH JAM HNĚDOUHELNÝCH LOMŮ V ÚSTECKÉM KRAJI.....	209
8.1. Zhodnocení kvalitativních ukazatelů vodních toků, se kterými je uvažováno jako se zdroji povrchové vody pro napouštění budoucích jezer stávajících hnědouhelných lomů (10 profilů)	209
8.1.1. Profil č. 1 – PPV	209
8.1.2. Profil č. 2 – Hačka.....	213
8.1.3. Profil č. 3 – Bílina pod MVE na Ervěnickém koridoru	217
8.1.4. Profil č. 4 – Jiřetínský potok.....	220
8.1.5. Profil č. 5 – přeložka Šramnického a Černického potoka.....	222
8.1.6. Profil č. 6 – Loupnice.....	224
8.1.7. Profil č. 7 – Bílina ř. km 50,6 (nad městem Most)	227
8.1.8. Profil č. 8 – Bílina ř. km 42,2 (nad obcí Želenice)	230
8.1.9. Profil č. 9 – Radčický potok.....	234
8.1.10. Profil č. 10 – Lomský potok.....	237
8.1.11. Profil Ohře - Stranná.....	239
8.2. Vymezení klíčových faktorů ovlivňujících kvalitu vod ve stávajících jezerech ve zbytkových jámách hnědouhelných lomů a možnosti jejich eliminace.....	241
8.3. Doporučení pro budoucí zatápění zbytkových jam stávajících hnědouhelných lomů s ohledem na navržené způsoby hydrické rekultivace v souhrnných plánech sanace a rekultivace, potenciálních zdrojů napouštěcí vody a ověřených poznatků hydrochemie a hydrobiologie jezerních vod.	244
9. REFERENCE	246
10. SHRUTÍ V ČESKÉM JAZYCE.....	247
11. SHRUTÍ V NĚMECKÉM JAZYCE	252
12. SEZNAM OBRÁZKŮ	258
13. SEZNAM TABULEK	264
14. NAŘÍZENÍ VLÁDY STANOVUJÍCÍ NORMY ENVIRONMENTÁLNÍ KVALITY OD ROKU 1975 DO ROKU 2018.....	266
14.1. Nařízení vlády č. 401/2015 Sb.	266
14.2. Nařízení vlády č. 23/2011 Sb.....	276
14.3. Nařízení vlády č. 229/2007 Sb.	283
14.4. Nařízení vlády č. 61/2003 Sb.....	288
14.5. Nařízení vlády č. 82/1999 Sb.....	292
14.6. Nařízení vlády č. 171/1992 Sb.	295
14.7. Nařízení vlády č. 25/1975 Sb.....	297

1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

1.1. Identifikační údaje objednavatele

Název: Ústecký kraj
sídlo: Velká Hradební 3118/48, 400 02 Ústí nad Labem
zastoupený: Oldřichem Bubeníčkem, hejtmánem 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: Slatinická 2571, 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 I: Zhodnocení dlouhodobého vývoje kvality vody ve zbytkových jezerech SHP
SoD č: 18/SML2600/SoD/SPRP
ze dne: 4. 6. 2018
termín plnění díla: do 10 měsíců od podpisu smlouvy (3. 4. 2019)

2. PŘEDMĚT DÍLA

V souladu se smlouvou o dílo je předmětem I. 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 10 profilech vodních toků, se kterými je uvažováno jako se zdroji povrchové vody pro napouštění budoucích jezer stávajících hnědouhelných lomů. Hydrochemický monitoring probíhal od března do prosince s měsíčním intervalem odběru vzorků tak, aby byl zastížen 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. Úvod do problematiky hydrochemie jezerních vod, stručná charakteristika základních kvalitativních ukazatelů stojatých povrchových vod a procesů, které ovlivňují jejich vývoj v čase a prostoru*
- 2. Hodnocení vývoje kvality akumulovaných vod v jezeře Most (bývalý hnědouhelný lom Ležáky/Most) od počátku do konce řízeného zatápění zbytkové jámy*
 - a) Charakteristika zdrojů vody využívané k zatápění a vývoje kvalitativních ukazatelů v průběhu zatápění.*
 - b) Hodnocení kvalitativních ukazatelů akumulované vody ve zbytkové jámě v průběhu řízeného zatápění.*
 - c) Celkové vyhodnocení hydrické rekultivace zbytkové jámy z pohledu dosažené kvality vod v jezeře, použitých zdrojů vody a dlouhodobého výhledu.*
- 3. Hodnocení vývoje kvality akumulovaných vod v jezeře Milada (bývalý hnědouhelný lom Chabařovice) od počátku do konce řízeného zatápění zbytkové jámy*
 - a) Charakteristika zdrojů vody využívané k zatápění a vývoje kvalitativních ukazatelů v průběhu zatápění.*
 - b) Hodnocení kvalitativních ukazatelů akumulované vody ve zbytkové jámě v průběhu řízeného zatápění.*
 - c) Celkové vyhodnocení hydrické rekultivace zbytkové jámy z pohledu dosažené kvality vod v jezeře, použitých zdrojů vody a dlouhodobého výhledu.*
- 4. Hodnocení vývoje kvality vod v jezeře Barbora (bývalý hnědouhelný lom Barbora) od počátku kontinuálního sledování zatopeného lomu v roce 1994 do současnosti*
 - a) Hodnocení kvalitativních ukazatelů akumulované vody v jezeře a jeho přítocích v průběhu dlouhodobého kontinuálního sledování.*
 - b) Celkové vyhodnocení hydrické rekultivace zbytkové jámy z pohledu dosažené kvality vod v jezeře a dlouhodobého výhledu.*
- 5. Vyhodnocení dosavadních poznatků ze zatápění zbytkových jam hnědouhelných lomů v Ústeckém kraji*
 - a) Zhodnocení kvalitativních ukazatelů vodních toků, se kterými je uvažováno jako se zdroji povrchové vody pro napouštění budoucích jezer stávajících hnědouhelných lomů (10 profilů)*
 - b) Vymezení klíčových faktorů ovlivňujících kvalitu vod ve stávajících jezerech ve zbytkových jámách hnědouhelných lomů a možnosti jejich eliminace.*

- c) *Doporučení pro budoucí zatápění zbytkových jam stávajících hnědouhelných lomů (Libouš, Vršany, ČSA, Bílina) s ohledem na navržené způsoby hydrické rekultivace v souhrnných plánech sanace a rekultivace, potenciálních zdrojů napouštěcí vody a ověřených poznatků hydrochemie a hydrobiologie jezerních vod.*

Předkládaná souhrnná zpráva je zpracována dle výše uvedené osnovy a obsahuje celkem 238 normostran.

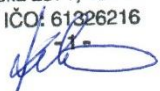
Podkladem pro zpracování kapitol č. 5 až 7 byly půlroční či roční hodnotící zprávy, které R-Princip Most, s. r. o., zpracovává pro Palivový kombinát Ústí, s. p., (jezera Most a Milada), resp. pro Severočeské doly, a. s., (jezero Barbora), a rovněž veškeré materiály, které byly podkladem pro zpracování těchto hodnotících zpráv, zejména pak zprávy hodnotící vývojové trendy jezera, vyhotovené společností ENKI, o. p. s. Pro jezero Milada byly do hodnocení zahrnuty i údaje za období 2016 až 2018, které poskytl Palivový kombinát Ústí, s. p. Jelikož použité hodnotící zprávy jsou ve vlastnictví původních objednatelů, vyžádal si Ústecký kraj písemný souhlas s využitím těchto zpráv od obou výše jmenovaných subjektů.

Při zpracování dílčích kapitol o historii lokalit byly použity zdroje informací zveřejněné Palivovým kombinátem Ústí, s. p., či Severočeskými doly, a. s., na jejich internetových stránkách, ve veřejně publikovaných článcích a prezentacích. Použité doprovodné fotografie pochází ze stejných zdrojů, pokud není uvedeno jinak.

3. ZPRACOVATELSKÝ KOLEKTIV

Na zpracování díla se kromě autorského kolektivu R-PRINCIP Most, s. r. o., rovněž externě podílel RNDr. Ivo Přikryl ze společnosti ENKI, o. p. s., Dukelská 145, 37901, Třeboň (www.enki.cz).

V Mostě dne 3. dubna 2019

R-PRINCIP Most, s.r.o.
Slatinická 2571, 434 01 Most
IČO: 61326216


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

.....

4. Úvod

4.1. Hydrochemie jezerních vod

Velké zatopené zbytkové jámy po povrchové těžbě uhlí jsou nádrže jezerního typu. Přirozená jezera jsou stojaté vody, které zaplnily různým způsobem vzniklé deprese zemského povrchu. Za jezera se považují stojaté vody až od určité velikosti, tak od plochy jednoho hektaru výše. Menší přirozeně vzniklé stojaté vody jsou jezírka, tůňe a louže. Rozdíly ve velikosti zásadním způsobem ovlivňují řadu jejich vlastností.

Nejprve je vhodné uvědomit si rozdíly mezi tekoucími a stojatými povrchovými vodami. Základní vlastností tekoucích vod je trvalý pohyb vody ve směru sklonu koryta. Původním zdrojem říční vody je voda dešťová, která se svým složením blíží vodě destilované, ale přesto již malá množství některých látek obsahuje. Část vody rychle steče po povrchu do toků, a přitom se obohatí zejména o větší minerální i organické částice spláchnuté z půdního povrchu. Větší část vody proteče půdou a případně i hlubšími podzemními vrstvami. Zde se zdrží různě dlouhou dobu, která se však pohybuje řádově v týdnech až měsících, i déle. V podzemí se voda v závislosti na geologickém složení obohatí v různé míře rozpuštěnými látkami (kationty, anionty, kovy) a v pramenných územích se dostává na povrch do říční sítě. Pramenitá voda je obvykle chudá na minerální živiny i organické látky. Ty se do ní dostávají ze břehů (smyvy, opad organického materiálu) a zvyšují tak její úživnost (trofii). Pramenitá voda mívá také nízkou koncentraci kyslíku, avšak ta se velmi rychle zvyšuje na úroveň 100 % nasycení vody kyslíkem rozpuštěným ze vzduchu. Kyslík se spotřebovává na mineralizaci organických látek rozpuštěných a rozptýlených ve vodě, avšak při jejich nízké (přírodní) koncentraci se stačí ze vzduchu dosycovat na koncentraci blízkou rozpustnosti kyslíku při aktuální teplotě vody. Kyslík se může dostávat do vody i fotosyntézou vodních rostlin, ale to hraje významnější roli až ve velkých nížinných řekách. Situace se pronikavě změní v místě přítoku bodového zdroje znečištění. Podle jeho charakteru v různé míře naroste koncentrace minerálních látek, minerálních živin (fosfor a dusík), celkových organických látek, kovů, toxických látek nebo specifických organických látek. Koncentrace organických látek a kovů se může měnit v důsledku sedimentace, vyprchání do vzduchu a mineralizace (samočištění), ale k tomu dochází až v následujících úsecích toku. Provádí-li se opakované vzorkování v určitém místě toku, jde vždy o jinou vodu, jejíž vlastnosti jsou určeny procesy ve vyšší části toku a jeho povodí. Některé procesy vedoucí ke snížení znečištění mohou být v proudných tocích poměrně rychlé, ale voda má k dispozici jen

málo času. Rychlost toku v řekách se pohybuje v širokém rozmezí od centimetrů až po metry za vteřinu v závislosti na sklonu koryta a průtoku. Za střední rychlost se dá považovat přibližně 0,3 m/s, tzn. cca 1 km/hodinu. To znamená, že například v Bílině proteče voda dráhu od pramene k ústí zhruba za 3 dny. Doba dotoku od bodových zdrojů znečištění k měrnému profilu se pak pohybuje řádově v hodinách.

Jiná situace je ve stojatých vodách. V naprosté většině jejich objemu (mimo přítokové a odtokové části) neexistuje trvalý jednosměrný pohyb vázaný na morfologii nádrže. Pomalejší pohyby s proměnlivým směrem vyvolává vítr a změny hustoty vody v důsledku měnící se teploty. Všechny stojaté vody mají vedle srážek na hladinu i nějaké přítoky (řeky, prameny pod hladinou, plošný povrchový přítok z povodí) a většinou i odtok. Některé jsou bezodtoké. Velmi důležitým parametrem je teoretické zdržení vody, které vyjadřuje, za jak dlouho by se vyměnil celý objem nádrže při průměrném přítoku. Za stojaté se považují obvykle vody s alespoň třídním zdržením vody. Reálně se ve větších jezerech zdržení vody pohybuje v rocích a desítkách let i více. Naopak krátké zdržení vody mívají přehradní nádrže, kde se jedná zpravidla o měsíce. Čím delší zdržení vody, tím méně kvalitu vody v nádrži ovlivňuje kvalita vody z přítoků, a naopak tím více ji ovlivňují vnitřní procesy v nádrži. Významná je role živých organismů přítomných v nádrži. Pro lepší pochopení procesů v jezerech ve velkých zatopených zbytkových jamách je ještě potřebné uvědomit si rozdíly mezi přehradními nádržemi a jezery. Ty přehledně porovnává Tabulka 1.

Poznávání vlastností zejména hlubokých jezer má poměrně dlouhou historii. Zpočátku bylo zaměřeno hlavně na hluboká oligotrofní jezera alpských zemí, což je typ jezer blízký i většině nádrží ve velkých zbytkových jamách v Podkrušnohoří. Od 50. let minulého století nabyla na naléhavosti problematika ohrožení jezer nadměrným přísunem živin – eutrofizací. Široce založený celosvětový výzkum ekosystémů MAB od poloviny 20. století přinesl také pro jezera mnoho poznatků a podkladů pro matematické modelování jejich vlastností a vývoje. Rozhodujícími parametry se ukázaly být trofie, klimatické podmínky a morfologické vlastnosti jezer.

Tabulka 1. Rozdíly mezi přehradními nádržemi a jezery

PŘEHRADNÍ NÁDRŽE	JEZERA
umělé stavby	přírodně vzniklá
často protáhlé a větvené (přítoky)	spíše okrouhlá a méně členitá
velké povodí s velkým vlivem na nádrž	relativně malé vlastní povodí s menším vlivem na nádrž
krátká doba zdržení vody (týdny, měsíce)	dlouhá doba zdržení vody (roky, desetiletí)
průtočné	často bezodtoká
převažuje odtok studené vody ode dna, větší vrstva teplé hladinové vody v letním období	u průtočných odtok teplé povrchové vody, v létě menší vrstva teplé hladinové vody
akumulují teplo a uvolňují živiny	akumulují živiny a uvolňují teplo
často silně a rychle kolísající hladina vody v závislosti na hospodaření	hladina vody stabilní, u bezodtokých kolísání v dlouhodobých periodách
velký přísun živin, převaha jejich ukládání do dna, často rychlé zanášení sedimenty	malý přírodní přísun živin, převaha vnitřního koloběhu živin, pomalé zanášení sedimenty
sklon k eutrofii	sklon k oligotrofii
základní chemismus odvozen od říční vody	základní chemismus od běžné říční vody v některých případech i silně odlišný

Nevelké množství jezer v ČR a naopak desítky velkých přehradních nádrží vybudovaných během 20. století vedly autory některých prací k odvození vlastností projektovaných jezer ve zbytkových jamách od poznatků z přehradních nádrží, často metodou pouhé analogie. Přesnější se ukázal přístup založený na teorii jezerní limnologie a aplikaci teoretických poznatků na podmínky konkrétní jámy. Sledování dosud cíleně zatopených jam přineslo některé chybějící poznatky (například rychlost ustavení rovnovážných podmínek) a také informace, které se z existujících jezer ani přehradních nádrží nedaly získat: vývoj kvality vody během napouštění zbytkových jam, vývoj stratifikace vodního sloupce při použití zdrojů vody s různou koncentrací rozpuštěných látek. Následují informace nezbytné pro pochopení vývoje kvality vody ve zbytkových jamách v klimatických podmínkách střední Evropy, příklady na konkrétních lokalitách budou uvedeny v další části.

Vodní sloupec nádrží hlubších než cca 5 m není homogenní. Je rozdělen většinu doby do 2 – 3 vrstev, jejichž vlastnosti se v průběhu roku mění. Souvisí to se změnou hustoty vody při měnící se teplotě vody a s pohybem vody vyvolané větrem. Nejvyšší hustota je přibližně při 4 °C, studenější i teplejší voda je lehčí. Na jaře se voda ohřívá a při dosažení teploty 4 – 8 °C dochází k promíchání celého vodního sloupce i velmi hlubokých nádrží (jarní cirkulace). Při dalším růstu teploty se vytváří stratifikace (letní stratifikace). U hladiny je vrstva vody, jejíž teplota se mění v závislosti na změnách teploty vzduchu

vlivem počasí – epilimnion. Pod ní je takzvaná skočná vrstva, metalimnion, v němž teplota směrem dolů rychle klesá. Úplně vespod je pak vrstva s teplotou přibližně 4 °C – hypolimnion. Takováto stabilní stratifikace bývá dobře vyvinutá od června do září. Tloušťka epilimnionu závisí na velikosti nádrže. U jezer s plochou v desítkách až stovkách hektarů bývá kolem 5 m. Metalimnion bývá kolem 10 m silný. Koncem léta se horní vrstva začíná ochlazovat a studenější voda se pak zamíchává postupně do větší hloubky až metalimnion takřka zmizí (podzimní cirkulace). Ke konci podzimu se pak celý vodní sloupec opět promíchá. Po nastoupení mrazivého počasí hladina zamrzne. Led má menší hustotu než voda, a proto na ní plave. Těsně pod ledem má voda teplotu blízkou 0 °C a ta směrem dolů roste. Zpravidla již na prvním metru se zvýší na 4 °C a tato teplota je pak konstantní až ke dnu (zimní stratifikace). Po roztátí ledu na jaře se celý cyklus opakuje.

Ve zbytkových jamách po těžbě nerostů bývá často situace poněkud komplikovanější. Hustota vody nezávisí jen na teplotě, ale i na koncentraci rozpuštěných látek. V důlních jamách se často vyskytuje voda s vysokou koncentrací rozpuštěných látek, která je tak hustá, že se s vodou napuštěnou z vnějších zdrojů nemíchá. Pod vrstvou hypolimnionu pak bývá ještě vrstva hustější vody, jejich rozhraní se nazývá chemoklina. Pod chemoklinou bývá voda odlišného chemického složení a často i s vyšší teplotou. Chemoklina může přetrvávat desítky let. Výše popsany roční cyklus stratifikace vody se pak týká jen vrstev nad chemoklinou.

Se stratifikací vody souvisí hloubkový profil rozpuštěného kyslíku, který významně ovlivňuje chování řady látek rozpuštěných ve vodě. Rozpustnost kyslíku závisí na jeho koncentraci ve vzduchu a na teplotě vody. Koncentrace kyslíku ve vodě, která je v rovnováze se vzduchem, se považuje za 100 % nasycení. Takových hodnot se dosahuje v celém vodním sloupci před začátkem letní stratifikace. V epilimnionu se koncentrace kyslíku trvale udržuje blízká 100 %, ale v absolutních jednotkách (mg/l) bývá kvůli vyšší teplotě často nižší než v metalimnionu. Do metalimnionu a zejména hypolimnionu se během stratifikace kyslík od hladiny nedostává. V epilimnionu a při dostatečné průhlednosti vody i v metalimnionu koncentraci kyslíku zvyšuje fotosyntéza fytoplanktonu. V hypolimnionu fotosyntéza pro nedostatek světla neprobíhá a kyslík se naopak spotřebovává na rozklad organických částic klesajících z horních vrstev (organické částice napadané na hladinu a zejména odumřelá těla planktonních organismů). Hypolimnion musí vystačit během stratifikace se zásobou kyslíku, která se do něj dostala v období předchozí cirkulace vody. Čím větší je objem hypolimnionu

(hloubka nádrže), tím větší je zásoba kyslíku v něm a tím méně poklesne koncentrace kyslíku během stratifikace. Pokud dojde k vyčerpání kyslíku u dna, má to na nádrž nepříznivý vliv.

Vedle stratifikace je kyslíkový profil zásadním způsobem ovlivňován úživností nádrže, trofií. Ta je dána koncentrací minerálních živin, tj. fosforu a dusíku. Ve středoevropských podmínkách bývá obvykle limitující koncentrace fosforu. Nádrže s nízkou koncentrací živin se nazývají oligotrofní a jsou charakteristické jen zvolna od hladiny ke dnu klesající koncentrací kyslíku a trvale prokysličenou vodou i u dna. Nádrže s vysokou koncentrací živin jsou tzv. eutrofní. Koncentrace kyslíku v nich v určité hloubce náhle klesá a alespoň po část období stratifikace u nich rozpuštěný kyslík u dna chybí. Přejídný stupeň jsou nádrže mezotrofní. V oligotrofních nádržích dochází k dokonalé mineralizaci organických látek ve vodním sloupci a ty se pak neusazují na dně. V eutrofních nádržích se kvůli nedostatku kyslíku část organických látek nezmineralizuje, a ty pak vytvářejí na dně rychleji rostoucí bezkyslíkatou (anaerobní) vrstvu. V anaerobních podmínkách je fosfor dobře rozpustný a uvolňuje se ze dna do vodního sloupce, koloběh živin je intenzivnější a nádrž se dále eutrofizuje. Ve zmineralizovaném sedimentu je fosfor dobře vázán, takže k vnitřní eutrofizaci nedochází. Obdobně jako fosfor se v anaerobních podmínkách ze dna snadno uvolňují i kovy (železo, mangan a další). Při nedostatku rozpuštěného kyslíku se na mineralizaci organických látek využívá kyslík chemicky vázaný, nejprve v dusičnanech a poté v síranech. Za těchto podmínek v anaerobních zónách narůstá koncentrace amoniaku a poté i sulfanů.

V oligotrofních nádržích malá koncentrace živin umožňuje vznik jen nízké koncentrace fytoplanktonu. S tím souvisí pomalý pokles intenzity slunečního světla dopadajícího na hladinu (průhlednost vody měřená Secchiho deskou mnoho metrů) a možnost fotosyntézy i ve větších hloubkách (dokonce i v horní vrstvě hypolimnionu). Podstatná je nízká koncentrace organických látek klesajících ke dnu a tím i malá spotřeba kyslíku v hypolimnionu. V eutrofních nádržích je koncentrace fytoplanktonu vysoká. Drobné částice fytoplanktonu rozptylují dopadající sluneční světlo a průhlednost vody klesá. Při vyšší trofii fotosyntéza nemusí probíhat ani v celé vrstvě epilimnionu. Vyšší produkce fytoplanktonu vede k vysoké koncentraci mrtvých organických látek klesajících ke dnu a přitom spotřebovávajících rozpuštěný kyslík na mineralizaci. Koncentrace kyslíku rychle klesá za vzniku anaerobní zóny, jejíž výška postupně během stratifikace ode dna narůstá. V eutrofních nádržích klesá koncentrace dusičnanů (zdroj chemicky

vázaného kyslíku) za vzniku amoniaku, který se může odvětrávat do vzduchu. Poměr fosforu a dusíku se mění v neprospěch dusíku, který se může stát limitující živinou. V takových podmínkách jsou zvýhodněny sinice vodního květu, které dokážou vázat vzdušný dusík. Sinice produkují řadu silně toxických látek, a tak znehodnocují vodu.

4.2. Stručná charakteristika základních kvalitativních ukazatelů stojatých povrchových vod a procesů, které ovlivňují jejich vývoj v čase a prostoru

Nyní k transformaci jednotlivých fyzikálně chemických a biologických ukazatelů přítokové vody v jezerech. Je vhodné si uvědomit, že během napouštění zbytkových jam je vliv kvality přítokové vody relativně větší než po jejich napuštění, kdy se velikost přítoku mnohonásobně zmenší. Zatímco během napouštění je dominantní vliv řízeného přítoku, po napuštění se stanou významnější menší přítoky z vlastního povodí.

Teplota vody zásadním způsobem ovlivňuje rychlost chemických reakcí i životních procesů vodních organismů. Je to parametr u povrchu vod velmi dynamický, rychle se přizpůsobuje teplotě vzduchu nad hladinou. Ve vodním sloupci jezer pak probíhá výše popsáný roční cyklus. Teplota vody v přítoku může hrát určitou roli během intenzivního napouštění zbytkových jam, kdy přitékající voda se zařazuje do vrstvy s odpovídající teplotou (hustotou), což může vést k nepravdělnostem ve vertikálním profilu. Totéž platí pro případný větší přítok z přelivového vrtu, pokud je přímo u břehové linie. To může ovlivnit další osud a přímou využitelnost přinášených minerálních živin.

Rozpuštěný kyslík zásadním způsobem ovlivňuje chemické rovnováhy látek rozpuštěných ve vodě a jeho dostatečná koncentrace je nezbytnou podmínkou pro život většiny vodních živočichů. Koncentrace rozpuštěného kyslíku je u povrchu vod rovněž dost dynamická díky výměně kyslíku mezi vzduchem a vodou. To neplatí pro hlubší vrstvy, kde není intenzivní produkce ani spotřeba kyslíku. Molekuly kyslíku jsou ve vodě málo pohyblivé, proto jeho přenos do míst s nízkou koncentrací je podmíněn pohybem vody. Zásadní pro koncentraci kyslíku v určitém místě jezera je tak roční cyklus cirkulace vody a trofie nádrže. Vliv koncentrace kyslíku v přítokové vodě je časově velmi omezený.

Reakce vody – pH zásadním způsobem ovlivňuje směr a rychlost chemických procesů ve vodě, rozpustnost většiny kovů a je limitující pro život vodních organismů. Hodnoty pH jsou značně stabilní. Rychlé změny (v měřítku hodin) převážně v alkalické oblasti probíhají jen v eutrofních a hypertrofních vodách kvůli intenzivní fotosyntéze a respiraci fytoplanktonu a vodních rostlin. V běžných povrchových vodách je pH určeno

poměrem různých forem kyseliny uhličitě. V rašelinných vodách i některých vodách odpadních pH určují koncentrace organických kyselin. V důlních vodách ovlivňují pH často minerální kyseliny, zejména kyselina sírová. Vliv pH přítoků na kvalitu vody zatápěných důlních jam je tedy velmi významný a výsledné pH se nedá snadno změnit (viz vápnění kyselých německých důlních jezer [1]). Časem převládne vliv vlastního povodí. Ve vodním sloupci od hladiny ke dnu pH zpravidla mírně rovnoměrně klesá. Souvisí to se snižováním koncentrace oxidu uhličitěho v procesu fotosyntézy u hladiny, a naopak jeho uvolňováním z mineralizace organických látek v nižších vrstvách.

Acidita a alkalita vyjadřují souhrnně množství rozpuštěných kyselin a zásad a tím odolnost vody proti změně pH. Při nízkých hodnotách (například dešťová voda) se pH přidavkem kyselin nebo zásad (typicky v procesu fotosyntézy a respirace) mění snadno. Při vysokých hodnotách je naopak velmi stabilní (například v kyselých důlních vodách). V běžných povrchových vodách je alkalita a acidita ovlivněna především systémem kyseliny uhličitě. Z hodnot zjevné a celkové alkality a acidity se dá vypočítat koncentrace jejích jednotlivých složek. V důlních vodách se na alkalitě a aciditě obvykle podílejí i další minerální kyseliny a jejich soli. Alkalita v jezerech je významně ovlivněna přítokovou vodou a je značně stabilní.

BSK₅, biochemická spotřeba kyslíku stanovená pětidenním testem, je ukazatelem lehce rozložitelných organických látek. Setrvalá vyšší hodnota BSK₅ je tedy závislá na trvalém přísunu takových látek ze zdrojů znečištění nebo fotosyntézou v eutrofních nádržích. Hodnota BSK₅ z přítokové vody při napouštění zbytkových jam tudíž rychle klesá, ovšem za současného poklesu koncentrace kyslíku. Proto je důležité, aby tento proces proběhl v dostatečně prokysličené hladinové vrstvě.

CHSK_{Cr}, dichromanová oxidovatelnost, je ukazatelem veškerých organických látek. Z nich lehce rozložitelných (BSK₅) bývá kolem 10 %, obtížněji rozložitelných (zahrnutý v CHSK_{Mn}) bývá kolem 20 % a zbytek je obtížně biologicky rozložitelný až nerozložitelný. Proces mineralizace veškerých organických látek je tedy pomalý a rovnováha se ustaluje až v měřítku roků. Související spotřeba kyslíku však má jen malý vliv na kvalitu vody.

Celkový organicky vázaný uhlík (TOC) je podobný ukazatel jako CHSK-Cr jen stanovený jinou analytickou metodou. Nebytná filtrace vody však způsobuje, že se stanovují jen rozpuštěné organické látky, a tak hodnoty TOC jsou méně variabilní a pro predikci vývoje kvality vody v napouštěných jezerech méně použitelné.

Dusík celkový (N-celk.). Dusík je významný makrobiogenní prvek. Ve vodě je přítomen v několika minerálních formách (dusík dusičnanový (N-NO_3); dusík amoniakální (N-NH_4) a dusík dusitanový (N-NO_2) a vázaný v organické hmotě (dusík organický). Zpravidla se stanovuje celkový dusík a tři jeho minerální formy a dusík organický se stanovuje jako celkový po odečtu minerálních forem. V důlních vodách někdy vycházejí nerealistické koncentrace organického dusíku. Pravděpodobně za to mohou některé další minerální formy, které se v povrchové vodě nestanovují (N_2O , NO). Minerální formy dusíku mají původ především v mineralizaci organické hmoty, kdy výsledným produktem je amoniakální dusík. Ten se v procesu nitrifikace mění přes dusitanový na dusičnanový. Při nedostatku rozpuštěného kyslíku mohou mikroorganismy získávat kyslík z dusičnanů a v procesu denitrifikace tak přes NO nebo N_2O měnit až na elementární (plynný) dusík. Ten se v hydrochemii nestanovuje, a tak dochází ke ztrátám v dusíkových bilancích. Amoniakální forma dusíku je přednostně využívána při budování nové organické hmoty. Některé sinice dokážou vázat i plyný dusík. Dusík může z vody unikat ve formě plynného dusíku a při vyšším pH také ve formě nedisociovaného amoniakálního dusíku (NH_3). Z výše uvedeného je zjevné, že formy analyzované v přítokové vodě nejsou v jezerech konstantní, dochází k jejich chemickým proměnám a k úbytku. Koncentrace stanovované v jezerní vodě tak vypovídají o probíhajících biochemických procesech.

Fosfor se ve vodách vyskytuje v nízkých koncentracích v plejádě různě rozpustných anorganických látek a také vázaný v organismech a organických látkách. Je to významný makrobiogenní prvek, ve středoevropských podmínkách zpravidla limitující produkci živých organismů. V rozpuštěné formě se v obvykle nízkých koncentracích vyskytuje především v podobě fosforečnanů a jejich různě dlouhých řetězců (fosforečnanový fosfor), které jsou dostupné pro fotosyntetizující organismy. Vyšší koncentrace fosforečnanů i celkového fosforu ve vodním sloupci jsou závislé na přísunu z vnějších zdrojů nebo na víření sedimentů. V neutrálním a alkalickém prostředí a při vysokých koncentracích rozpuštěného kyslíku se fosforečnany srážejí a sedimentují na dno a ve vodě zůstávají jen v setinách až tisícinách mg/l . V přítokové vodě je při vyšších koncentracích velká část fosforu vázaná v nerozpuštěných látkách. V důlních vodách bývají někdy významné koncentrace fosforu, ale vzhledem k o několik řádů vyšším koncentracím jiných látek se fosfor v nich obvykle nestanovuje. Koncentrace fosforu a jeho různých forem v jezerní vodě je tak výsledkem životních procesů ve vodním sloupci.

Ve srovnání s přítokovou vodou dochází v jezerech k významnému poklesu koncentrace fosforu.

Nerozpuštěné látky sušené (105 °C) jsou živé i neživé, organické i anorganické částice zachycené na filtru s oky kolem 1 µm velkými. Ve stojatých vodách různě rychle sedimentují a mohou být také odfiltrovány některými druhy planktonních organismů. Nerozpuštěné látky rozptylují dopadající sluneční světlo a snižují průhlednost vody. V jezerní vodě jejich koncentrace klesá především sedimentací. Při vyšší koncentraci v přítoku přispívají k zanášení jezer sedimentem a ten bývá současně významným zdrojem živin, které se za určitých okolností dostávají do vodního sloupce.

Rozpuštěné látky sušené (105 °C) jsou tou částí látek přítomných ve vodě, které projdou filtrem při zachycování nerozpuštěných látek. Frakce nazvaná rozpuštěné látky žíhané (550 °C) je mírou podílu anorganických látek v nich. Tento ukazatel není příliš přesný, protože během žíhání dochází k nekonstantnímu termickému rozkladu části uhličitánů. Velmi dobrou mírou koncentrace rozpuštěných anorganických látek je **vodivost**, protože organické látky přítomné ve vodě se kvůli malé pohyblivosti jen zanedbatelně podílejí na vodivosti na rozdíl od anorganických kationtů a aniontů. Koncentrace rozpuštěných látek v jezerech se ve srovnání s přítokem mění jen nepodstatně. V bezodtokých jezerech dochází vlivem odparu vody k postupnému růstu jejich koncentrace.

Kationty a anionty jsou hlavní součástí rozpuštěných látek. Vedle uhličitánů zmíněných u acidity a alkality jde u aniontů dále o chloridy, sírany a dusičnany a v případě kationtů především sodík, draslík, vápník a hořčík. Koncentrace každého z uvedených iontů je v přírodních vodách velmi proměnlivá v závislosti na geologických podmínkách a pohybu vody v horninovém prostředí. To je dále modifikováno antropogenním znečištěním. Žádný z uvedených iontů není toxický. Nepříznivý vliv na živé organismy je dán jejich případnou souhrnnou příliš vysokou koncentrací. Při velmi nízkých koncentracích mohou být naopak limitující pro některé organismy. Kromě uhličitánů, vápníku a částečně hořčíku, které se srážejí a rozpouštějí v závislosti na pH vody, jsou koncentrace ostatních iontů velmi stabilní a mění se jen přítokem vody jiného složení. V anaerobních podmínkách dochází i k poklesu koncentrace dusičnanů a síranů, které se stávají zdrojem kyslíku pro mineralizaci organických látek.

Křemičitany se ve vodě vyskytují v neiontové formě nejčastěji jako různé komplexy. V případě velmi nízkých koncentrací mohou limitovat rozvoj těch druhů

fytoplanktonu, které mají křemité schránky. Křemičitany obvykle nebývají zařazeny do hydrochemických rozborů. Koncentrace křemičitanů se snižují v důsledku sedimentace křemitých schránek uhynulých planktonních organismů a jen částečně zvyšují v obdobích cirkulace jezerní vody. Ve srovnání s přítokem dochází k celkovému poklesu jejich koncentrace.

Kovy jsou další významnou skupinou ukazatelů. V běžných povrchových vodách bývají ve srovnání s výše uvedenými ionty jen v nízkých koncentracích. Přesto mohou být významné pro živé organismy i z hygienického hlediska, protože i nízké koncentrace některých kovů jsou toxické. Rozpustnost kovů ovlivňuje především pH, redoxpotenciál, koncentrace kyslíku a v některých případech i koncentrace uhličitánů a organických látek. Značná část kovů je vázána na nerozpuštěné látky (Pitter 1990). Nejčastěji stanovované a s nejvyššími koncentracemi bývá železo (Fe) a mangan (Mn). S jejich zvýšenou koncentrací obvykle korelují i koncentrace některých dalších kovů jako je hliník (Al), kadmium (Cd), beryllium (Be), zinek (Zn), měď (Cu), Specifický chemismus má rtuť (Hg), která se dokonce může uvolňovat do atmosféry. Prakticky vždy se dá očekávat v jezerní vodě pokles koncentrace kovů ve srovnání s přítokem.

Specifické organické látky. Vedle celkové koncentrace organických látek, která má vliv především na kyslíkové poměry, současné analytické přístroje umožňují stanovení stovek různých organických látek, z nichž některé mají nepříznivé účinky na živé organismy – toxicita, karcinogenita, vliv na aktivitu hormonů ap. Jejich zdrojem jsou biocidy, léčiva, drogy i průmyslové provozy. Část z nich je biologicky rozložitelná (obvykle pomaleji v čisté a chladné vodě), některé jsou stabilní. Jen část specifických organických látek stanovovaných například laboratořemi podniků Povodí má stanoven limit pro výskyt v povrchových vodách. Obecně se dá předpokládat vlivem různých procesů pokles jejich koncentrace v jezerní vodě.

Chlorofyl *a* je ukazatelem biomasy fytoplanktonu. Jeho koncentrace stoupá s úživností nádrží. Současné terénní sondy umožňují měřit různé formy chlorofylu, a tak odlišit koncentraci různých taxonomických skupin fytoplanktonu včetně sinic. Koncentrace chlorofylu v jezerech ani koncentrace jednotlivých taxonomických skupin fytoplanktonu není závislá na přítoku, ale na podmínkách, které se vytvoří v jezeře.

Ukazatele mikrobiálního znečištění (intestinální enterokoky, *Escherichia coli*, termotolerantní koliformní bakterie) nejsou problematické samy o sobě, protože se ve vodním prostředí nemnoží, ale jen dočasně přežívají. Indikují možný výskyt patogenních

mikroorganismů. Už z definice je zřejmé, že v jezerní vodě jejich koncentrace klesá. V povrchové vodě je velké množství jiných bakterií, které se však běžně nestanovují.

4.3. Hodnocení kvality vod – normy environmentální kvality

Základním legislativním aktem, který v České republice řeší kvalitu povrchových vod, je zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), v aktuálním znění.

Zákon v § 2a definuje tzv. *dobrý chemický stav povrchových vod*, kterým se rozumí chemický stav potřebný pro dosažení cílů ochrany vod jako složky životního prostředí, při kterém koncentrace znečišťujících látek nepřekračují *normy environmentální kvality*. Normou environmentální kvality se pak rozumí koncentrace znečišťující látky nebo skupiny látek ve vodě, sedimentech nebo živých organismech, která nesmí být překročena z důvodů ochrany lidského zdraví a životního prostředí. Dosažení dobrého chemického stavu povrchových vod je jedním z cílů ochrany vod jako složky životního prostředí.

Ukazatele vyjadřující stav povrchové vody a normy environmentální kvality jsou stanoveny v samostatném **nařízení vlády**. Aktuálně platí 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. Nicméně nařízení vlády, kterým se stanovují ukazatele přípustného znečištění vod, bylo poprvé vydáno již v roce 1975 pod č. **25/1975** v návaznosti na zákon č. 138/1973 Sb., o vodách. Účelem nařízení bylo stanovit ukazatele přípustného znečištění povrchových vod, které nesmějí být překročeny při povolování vypouštění odpadních vod do vod povrchových. V příloze nařízení bylo vymezeno celkem 35 ukazatelů s rozlišením na vodárenské toky a ostatní povrchové vody. Nařízení vlády vstoupilo v platnost dne 1. 4. 1975 a platilo až do 16. 4. 1992, kdy bylo nahrazeno nařízením vlády č. **171/1992** Sb. Tímto nařízením se rozšířil počet ukazatelů na 57. Zároveň se v nařízení vlády poprvé stanovily nejen ukazatele přípustného znečištění (ukazatele III), tj. po nařazení odpadní vody s povrchovou vodou, do níž jsou vypouštěny, ale i tzv. emisní limity, tzn. ukazatele vypouštěných odpadních vod, splaškových a průmyslových (ukazatele I).

Další novelizace byla provedena nařízením vlády č. **82/1999** Sb., které vstoupilo v účinnost ke dni 1. 6. 1999. Opět došlo ke zvětšení rozsahu ukazatelů, a to jak imisních

(celkem 80), tak emisních. U imisních limitů byla stále zachována „dvojitá sazba“, pro vodárenské toky a pro ostatní povrchové vody.

S účinností od 1. 3. 2003 začala platit další novela nařízení vlády č. **61/2003** Sb. Nařízení vlády již vycházelo z nového vodního zákona č. 254/2001 Sb. Přepracována byla jak část emisních standardů ukazatelů přípustného znečištění odpadních vod, tak imisních standardů. Imisní standardy byly v tomto nařízení vlády rozděleny do čtyř samostatných tabulek – povrchové vody (celkem 124 ukazatelů), vody vhodné pro život a reprodukci původních druhů ryb a dalších vodních živočichů, vody s možným využitím jako zdroj pitné vody, a vody s předpokladem využití pro koupání osob. Další změna nařízení vstoupila v účinnost dne 1. 10. 2007 pod č. **229/2007** Sb. V této novele došlo k přepracování přílohy č. 3, která „sjednotila“ původní čtyři tabulky imisních standardů do jediné tabulky, která obsahovala 129 ukazatelů, z nichž většina měla stanoveny tzv. obecné požadavky a u vybraných ukazatelů byly uvedeny limitní hodnoty pro vodárenské účely, koupání, lososové či kaprové vody.

Další změna byla provedena pod č. **23/2011** Sb. a v účinnost vstoupila ke dni 4. 3. 2011. Důvodem této změny byla harmonizace nařízení se směrnicí Evropského parlamentu a Rady 2008/105/ES ze dne 16. prosince 2008. Příloha č. 3 nově zavedla pojem „norma environmentální kvality (NEK)“, kterým se nahradilo dřívější označení „obecné požadavky“. Požadavky pro užívání vody pro vodárenské účely, koupání, lososové či kaprové vody zůstaly zachovány. NEK byla zavedena ve dvou podobách, NEK-RP vyjadřující celoroční průměrnou hodnotu, a NEK-NPH vyjadřující nejvyšší přípustnou hodnotu, která je nepřekročitelná. Normy environmentální kvality byly zavedeny pro všeobecné ukazatele, pro prioritní látky a pro mikrobiologické ukazatele (tabulka č. 1a), dále pak pro vybrané ukazatele určené pouze k hodnocení ekologického stavu/potenciálu (tabulka č. 1b), a rovněž pro sedimenty a biotu (tabulka č. 2).

Ke dni 1. 1. 2016 vstoupilo v účinnost nařízení vlády č. **401/2015** Sb., kterým se zrušily předchozí nařízení č. 61/2003, 229/2007 a 23/2011. Tímto nařízením se opět poněkud pozměnila používaná terminologie. V tabulce č. 1a byl pojem „norma environmentální kvality“ nahrazen označením „přípustné znečištění“. Označení NEK bylo zachováno jak v tabulce č. 1b pro látky uvedené v příloze II Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2013/39/EU - prioritní látky a některé další znečišťující látky, tak v tabulce č. 1c pro specifické znečišťující látky.

Novelizacemi nařízení vlády se neměnila jen používaná terminologie či rozsahy ukazatelů, ale rovněž limitní hodnoty jednotlivých ukazatelů (viz Tabulka 2).

Tabulka 2. Změny limitních hodnoty vybraných ukazatelů přípustného znečištění

ukazatel	jedn.	25/1975	171/1992	82/1999	61/2003	229/2007	23/2011	401/2015
rozp. kyslík min	mg/l		4	5	6	6	9	9
teplota	°C			26	25	25	29	29
pH		5-9	6-9	6-9	6-8	6-8	6-9	5-9
BSK ₅	mg/l	8	8	8	6	6	3,8	3,8
CHSK _{Cr}	mg/l		50	50	35	35	26	26
TOC	mg/l			18	13	13	10	10
dusitanový dusík	mg/l		0,05	0,05	0,05			
amoniakální dusík	mg/l	3	2,5	2,5	0,5	0,5	0,23	0,23
dusičnanový dusík	mg/l	50	11	11	7	7	5,4	5,4
celkový dusík	mg/l				8	8	6	6
organický dusík	mg/l		3	3	2,25			
fosfor celkový	mg/l		0,4	0,4	0,15	0,2	0,15	0,15
chloridy	mg/l	400	350	350	250	250	150	150
sírany	mg/l	300	300	300	300	300	200	200
vápník	mg/l	300	300	300	250	250	190	190
hořčík	mg/l	200	200	200	150	150	120	120
rozpuštěné látky	mg/l	1000	1000	1000	1000	1000	750	750
nerozpuštěné látky	mg/l				25	30	20	20
železo celkové	mg/l	1,5	2	2	2	2	1	1
mangan celkový	mg/l	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,3	0,3
měď	µg/l	100	100	100	30	25	14	14
kadmium	µg/l	300	15	5	1	0,7	0,3	0,08
chrom	µg/l	500	300	300	50	35	18	18
nikl	µg/l	100	150	150	50	40	20	34
olovo	µg/l	500	100	100	15	14,4	7,2	14
zinek	µg/l	100	200	200	200	160	92	92
rtuť	µg/l	5	1	1	0,1	0,1	0,05	0,07
arsen	µg/l	500	100	100	20	20	11	11
hliník	µg/l			5000	1500	1500	1000	1000
chlorofyl <i>a</i>	µg/l						50	

Je potřeba si uvědomit, že limitní hodnoty ukazatelů přípustného znečištění (imisní standardy) vyjadřovaly od svého zavedení úroveň přípustného znečištění povrchových vod ve vodních tocích (při průtoku Q_{355}), a nebyly tedy primárně určeny pro

stojaté vody, natož pro zbytková jezera vznikající po povrchové těžbě, která mají odlišnou dynamiku vývoje chemismu oproti tekoucím vodám i běžným stojatým vodám (mělké rybníky či hlubší, ale průtočné přehradní nádrže), jak je popsáno v přechozím textu.

V průběhu novelizací se rovněž měnily statistické metody, prostřednictvím kterých jsou vyjadřovány limitní hodnoty jednotlivých ukazatelů. Používá se buď percentil P_{95} či P_{90} , který vyjadřuje roční přípustný počet vzorků (5 či 10 %) nevyhovujících tomuto standardu, nebo se hodnota vyjadřuje jako celoroční aritmetický průměr z naměřených dat.

V případě hodnocení vývoje kvality jezer ve zbytkových jámách je proto potřeba hodnoty přípustného znečištění či NEK stanovené v nařízení vlády pro jednotlivé ukazatele kvality používat pouze jako určitou srovnávací hladinu a jejich případné překročení nemusí být nutně indikací znečištění vody, jak je případně vysvětlováno u konkrétních ukazatelů. Pro účely hodnocení vývoje jezer, které je obsahem dalších kapitol, byly použity všechny verze nařízení vlády, neboť hodnocení nejstaršího jezera (jezero Barbora) začíná už v období druhé poloviny 80. let 20. století, kdy platilo původní nařízení z roku 1975. Z toho důvodu jsou příslušné přílohové tabulky ukazatelů přípustného znečištění z nařízení vlády uvedeny v příloze této zprávy.

5. HODNOCENÍ VÝVOJE KVALITY AKUMULOVANÝCH VOD V JEZEŘE MOST (BÝVALÝ HNĚDOUHELNÝ LOM LEŽÁKY/MOST) OD POČÁTKU DO KONCE ŘÍZENÉHO ZATÁPĚNÍ ZBYTKOVÉ JÁMY

5.1. Historické souvislosti

Těžba hnědého uhlí probíhá na Mostecku od přelomu 19. a 20. století. V roce 1900 došlo mezi Mostem a Střimicemi k založení dolu Richard, který se v roce 1924 změnil na povrchový lom a byl přejmenován na lom Richard. Ke dni 12. července 1945 z bývalého dolu Richard vznikl přejmenováním Důl Ležáky. Od 1. 1. 1952 byl k Dolu Ležáky přiřčen Důl Evžen, který byl přejmenován na Důl Ležáky II a zřizovací listinou ministerstva paliv ze dne 15. 7. 1952 byl vytvořen samostatný státní podnik Důl Ležáky v Mostě. Později se z něj stal národní podnik Důl Ležáky.

Situaci obou původních dolů Ležáky dokumentuje Obrázek 1.



Obrázek 1. Lom Ležáky kolem roku 1964

Po rozpadu SHD byla Fondem národního majetku ČR dne 1. 11. 1993 založena Mostecká uhelná společnost, a. s. Společnost vznikla spojením bývalých státních podniků Doly a úpravny Komořany, Doly Ležáky a Doly Hlubina. Dne 17. prosince 2003 byla

podepsána Smlouva o prodeji části podniku mezi a. s. Důl Kohinoor, se sídlem v Mariánských Radčicích a státním podnikem Palivový kombinát Ústí, se sídlem v Ústí nad Labem, na základě které byla k 1. 1. 2004 prodána státu lokalita Ležáky, a byla začleněna do Palivového kombinátu Ústí, státní podnik. **Palivový kombinát Ústí, státní podnik zajišťuje od roku 2004 zahlazení následků hornické činnosti po povrchové těžbě na lokalitě lomu Most – Ležáky.**

Těžba v uhelném pilíři samotného města Most byla podmíněna postupnou likvidací historické části města, která byla schválena již roku 1964 usnesením vlády ČSSR č. 180 o likvidaci starého Mostu. Otvírka lomu Most byla zahájena 1. 1. 1970. Prvotní těžby bylo dosaženo již v roce 1971. Situaci rozvíjejícího se lomu Most dokumentuje Obrázek 2. Největší rozšíření povrchové těžby v oblasti bylo zapříčiněno právě otevřením lomu Most a jeho spojením se zahlubujícími se lomy Ležáky. Ochranný pilíř města Mostu byl vyuhlen v průběhu roku 1993 (Obrázek 3). Stejně jako historický Most zaplatily za hnědouhelnou těžbu svou likvidací i obce Pařídla, Konobříž, Kopisty a Střimice, které ustoupily výsypkám a lomům důlního pole Ležáky.



Obrázek 2. Lomy Ležáky a Most kolem roku 1975



Obrázek 3. Lom Ležák-Most kolem roku 1987

Zeminy z lomu byly ukládány na vnější výsypky a do vyuhlených zbytkových jam. Postupně takto vznikly výsypky nacházející se v okolí vrchu Špičák. Z jeho jižní strany výsypka Rudolice a ze severní strany výsypka Střimice, která je tvořena zeminami z lomů Most, Ležáky a v prvopočátcích i z lomu Maxim Gorkij, nyní lom Bílina. Výsypka ve směru od města Most byla sypána do úrovně řeky Bíliny, přičemž okraj zbytkové jámy lomu ve vzdálenosti od přesunutého Děkanského kostela v Mostě je 800 až 1 000 m.

Od roku 1995 se započalo s útlumem těžby a samotná těžba uhlí byla definitivně ukončena k 31. 8. 1999. V dolovém poli lomu Most bylo celkem za období 1971 až 1999 vytěženo 107,311 mil. t. uhlí a skryto 161,318 mil. m³ nadložních zemin.

5.2. Zatápění zbytkové jámy

V případě lomu Ležáky-Most bylo od počátku jeho sanace počítáno s **hydrickou rekultivací**. Důvodem byla skutečnost, že zemina potřebná alespoň pro částečné zasypání zbytkové jámy není k dispozici a její dovoz by byl finančně a časově náročný. K provedení záměru rekultivace zbytkové jámy lomu byl zpracován v dubnu 1996 společností Hydroprojekt a. s. „Technický projekt likvidace lomu Ležáky“, který obsahoval

i dokumentaci EIA, a který řešil vlivy a variantní způsoby zahlazování zbytkové jámy lomu Ležáky-Most na životní prostředí. Porovnávala tři varianty rekultivace podle použitého zdroje vody a technického řešení: suchou, projektovou a hlubokou. Z komplexního vyhodnocení všech navržených variant vyšla jako nejpříznivější právě realizovaná projektová varianta. Při přípravě stavby napouštění zbytkové jámy lomu Ležáky byly vzaty v úvahu i skutečnosti nelepších se stavu kvality vody v řece Bílině a její nízký průtok, který by neumožňoval napouštění v průběhu celého roku, ale pouze v období zvýšených srážek nebo tání. Proto byla jako zdroj vody pro napouštění jezera zvolena voda z řeky Ohře, která je do této oblasti Mostecká přiváděna z čerpací stanice Stanná, pod přehradou Nechranice, průmyslovým vodovodem Nechranice (PVN).

Před zahájením zatápění zbytkové jámy bylo nutné realizovat řadu náročných sanačních zásahů, které byly rozpracovány v Plánu likvidace lomu Ležáky-Most z listopadu 2000, který byl v souvislosti s nově zjištěnými skutečnostmi formou doplňků aktualizován.

Minerální těsnění části dna jezera, které nebylo vnitřní výsypkou sypanou báňským způsobem ještě dostatečně utěsněno, se provedlo stavebním způsobem na projekčně vytipovaných plochách s pracovním názvem plocha C1 a plocha C2 (Obrázek 4). Práce spočívaly v těžbě minerálního těsnění, jeho navedení, rozprostření a zhutnění do vrstev 2 x 200 mm a 1 x 400 mm mocných. Celková mocnost minerálního těsnění dna činila po zhutnění 800 mm. Materiál použitý pro těsnění ploch byl těžen z místního zdroje – severozápadních svahů. Práce probíhaly v letech 2004 až 2006.

Z důvodu časového nesouladu mezi dokončením těsnění dna jezera a zahájením jeho napouštění v roce 2008 bylo nutno po ukončení hutnění těsnících vrstev realizovat jejich překrytí krycí vrstvou zeminy mocnou 400 mm tak, aby nedošlo k proschnutí vrstev minerálního těsnění před vlastním napouštěním jezera (realizace ukončena v roce 2007). Celkový objem přesunu hmot na konstrukci minerálního těsnění a krycí vrstvy činil 2 253 250 m³.



Obrázek 4. Sanační práce ve zbytkové jámě lomu Ležáky-Most v roce 2004

V roce 2006 byla zahájena stavba opevnění břehové linie budoucího jezera a představovala soubor staveb protiabrazivní opatření, obvodová komunikace a odvodnění. Projekt řešil ochranu horninového prostředí dna a břehů budoucího jezera z hlediska odolnosti proti působení větrem vyvolaných vln včetně problematiky opatření pro stabilizaci břehů. Podle skutečného sklonu závěrných svahů a předpokládaných hydrologických podmínek byl volen různý druh opevnění. V místech s největší předpokládanou intenzitou vln je provedeno opevnění základními a vratnými rozražeči, zbývající část opevnění do úrovně obvodové obslužné komunikace tvoří kamenný pohoz o min. mocnosti 0,5 m.

Opevnění je od základové spáry odděleno geotextilií, od kóty 195 m n.m. až ke kamennému opevnění je proveden biologický nástřik – hydroosev, který je před případným odplavením ochráněn perforovanou geotextilií. Podél budoucího jezera byla na kótě 200 m n.m. vybudována obslužná obvodová komunikace v celkové délce 9 380 m s krycí vrstvou z drceného štěrku. Práce v rámci stavby byly dokončeny v prvním čtvrtletí roku 2008.



Obrázek 5. Opevnění břehové linie ve zbytkové jámě lomu Ležáky-Most v roce 2008

Na základě nepříznivých výsledků monitoringu průsakových vod ve zbytkové jámě v průběhu stavby těsnění dna jezera a z následného rozhodnutí vodoprávního úřadu k akumulaci vod vyplynula pro správce dobývacího prostoru povinnost průsaky kontaminovaných vod zachytit a zabránit jejich vnikání do realizovaného vodního díla.

Cílem stavebních prací bylo zamezení komunikaci kontaminovaných podzemních vod z jižního předpolí bývalých skládek Unipetrol RPA (dříve Chemopetrol) do severozápadních svahů lomu a dále do tvořícího se vodního díla určeného k rekreačním a sportovním účelům. Jako pasivní ochranný prvek byla projekčně předurčena podzemní těsnicí stěna (PTS), jejímž hlavním atributem konstrukce je postupná montáž (neprodyšné spojení) jednotlivých dílů šíře 3 až 5 m, různé délky podle proměnlivého horizontu báze kvartéru, složená z vrstev odlišných fyzikálně mechanických vlastností (geotextilie, PE fólie, bentonitová rohož, monitorovací síť, geotextilie) s obsypem bentonitem a jílových zemin. Byl zvolen typ COMBISEAL, tj. vrstvený celistvý pás PE fólie tl. 2 mm s bentonitovou rohoží, chráněný geotextilií a vybavený monitorovacím systémem SENSOR DDS. Spodní část byla do výšky min. 0,5 m zasypána volným bentonitem

obohaceným sodíkem. Jako zásypu bylo využito zemin ze spodních řezů severozápadního svahu. Výstavba PTS byla kvůli svému rozsahu a náročnosti realizace rozdělena do tří dílčích etap. Výstavba PTS byla dokončena v prosinci roku 2010.



Obrázek 6. Výstavba podzemní těsnicí stěny v roce 2007

V roce 2006 byla zahájena výstavba přivaděče z PVN. Přivaděč o celkové délce 4 928,85 m je proveden jako trubní, uložený v zemi. V části je přivaděč z potrubí PE-HD 900/793,4 (km 0,00 – 3,900), ve zbývajících části je z trub ocelových 820/8 s cementovou vystýlkou (km 3,900 do km 4,92885). Přivaděč je napojen na Průmyslový vodovod Nechanice v km cca 20,3 v katastrálním území Třebušice, v blízkosti státní silnice II/255 u areálu United Energy, a. s., kde je umístěna rozdělovací šachta s uzavěry (Obrázek 7). Z místa napojení je přivaděč veden souběžně se zmíněnou komunikací, poté ji kříží a trasa dále pokračuje v souběhu s vodní nádrží Matylda, kterou obchází severním směrem podél stávající pobřežní komunikace. U bezpečnostního přelivu nádrže se trasa přivaděče lomí k severu, kříží silnici Most – Chomutov a železniční trať ČD, pokračuje podél levého břehu odpadního příkopu z nádrže Matylda a dostává se do prostoru bývalých pásových

dopravníků lomu Ležáky, pokračuje pod silnicí Most – Litvínov, tramvajovou tratí, železniční tratí ČD a řekou Bílinou ke zbytkové jámě. Zde je přivaděč ukončen regulační šachtou. Na přivaděči jsou kalníkové a vzdušníkové šachty v závislosti na lomech nivelety. Za regulační šachtou následuje 2 m hluboká uklidňovací nádrž k utlumení zbytkové energie vytékající vody (Obrázek 8). Odtud vytéká voda do otevřeného přívodního kanálu v původní délce 1 716 m, který se postupně zkracuje a vede vodu až na úroveň stávající hladiny jezera. Otevřené koryto přívodního kanálu je opevněno kamenným pohozením, kamennými gabiony a matracemi (Obrázek 9). Mezi uklidňovacím objektem a vlastním prostorem jámy je vybudován otevřený přívodní kanál k stávající hladině přírodními srážkami již vytvořeného jezera.



Obrázek 7. Napojení přivaděče na PVN v rozdělovací šachtě



Obrázek 8. Uklidňovací nádrž na konci přivaděče



Obrázek 9. Přívodní kanál od uklidňovacího objektu do jezera v roce 2008

Podle původních plánů mělo být udržování hladiny budoucího jezera a doplňování vod zajištěno přivaděčem vody z dolu Kohinoor, kde jsou čerpány na povrch ponornými čerpadly umístěnými v jámě MR 1.

Stavba trubního přivaděče DN 400 z čerpací stanice MR 1 dolu Kohinoor, jako sekundárního zdroje vody byla rovněž dokončena v roce 2008. Přivaděč je uložen v zemi v nezámrzné hloubce a je rozdělen na tři dílčí části: Výtlačný řad, gravitační řad větev „A“ a potrubní řad větev „B“. Vzhledem k tomu, že výtlačný řad vedoucí od místa čerpání po rozdělovací šachtu v délce 1 790 m je situován do prostoru Růžodolské výsypky, kde může dojít k poklesu a tím i k porušení potrubí, bylo navrženo PE HD, které vykazuje nejvyšší odolnost proti proražení potrubí. Gravitační trubní řad tvoří větev „A“ v délce 1 307 m podchází plavící popílkové potrubí, přípojku pitné vody a nadzemní elektrické vedení a spolu s otevřeným příkopem, jež je zaústěn do stávající retence vody ve zbytkové jámě lomu Most-Ležáky, v délce 472 m, je dlouhý celkem 1 779 m. Trasa potrubí větve „B“ v délce 1467,5 m vede z rozdělovací šachty až po výpust do stávající retenční nádrže pod skládkou K4 sever, která dále ústí do Mračného potoka. I tato větev je uložena v zemi a potrubí je navrženo ze sklolaminátu. Na obě potrubí jsou osazeny odvzdušňovací a zavzdušňovací armatury. Z důvodu nevyhovujících kvalitativních parametrů byly čerpané důlní vody odváděny potrubím větve „B“ do retenční nádrže pod východní patou popelové skládky K4 sever a z retenční nádrže dále do Mračného potoka a řeky Bíliny.



Obrázek 10. Výstavba přivaděče z MR 1 v roce 2008



Obrázek 11. Čerpací stanice nadbilančních vod

Pro nepřekročení hladiny jezera v plánovaném rozsahu, je vybudována čerpací stanice nadbilančních vod, která by nadbytečné vody z mimořádných atmosférických srážek přečerpala samostatným trubním výtlačkem DN 250 do řeky Bíliny (Obrázek 11).



Obrázek 12. Prvotní spontánní akumulace vod na dně zbytkové jámy v roce 2004

Akumulace vod v jezeře Most byla povolena rozhodnutím Krajského úřadu Ústeckého kraje č.j. 662/ZPZ/05/A-22/Kr ze dne 18. 7. 2005 o povolení nakládání s vodami, schválení manipulačního a provozního řádu a povolení stavby vodního díla.

Tabulka 3. Základní parametry jezera Most dle vodoprávního rozhodnutí z roku 2005

<i>Nejnižší kóta dna jezera</i>	124,50 m n. m.
<i>Kóta hladiny stálého nadržení</i>	199,00 m n. m.
<i>Kóta maximální hladiny</i>	199,30 m n. m.
<i>Povolené kolísání hladiny</i>	± 30 cm
<i>Plocha hladiny při kótě stálého nadržení</i>	304,03 ha
<i>Plocha hladiny při kótě max. hladiny</i>	311,10 ha

<i>Objem vody při kótě stálého nadržení</i>	68 900 000 m ³
<i>Objem vody při kótě max. hladiny</i>	69 833 300 m ³
<i>Přípustné zdroje vody pro napouštění jezera a doplňování vody na provozní hladinu</i>	1. Povrchové odtoky z přirozeného povodí zbytkové jámy 2. Voda z Průmyslového vodovodu Nechranice (PVN) 3. Podzemní důlní vody ze stařinového systému
<i>Vypouštění vod z jezera</i>	Jezero je nevypustitelné
<i>Převádění nadbilančních vod přitékajících z povodí jezera</i>	Převodem vody z jezera Most do řeky Bíliny na kótě 199,3 m n. m.

Napouštění jezera Most bylo zahájeno 24. října 2008. Jediným řízeným zdrojem vody byla voda z řeky Ohře, přiváděná Průmyslovým vodovodem Nechranice. Při zahájení napouštění dne 24. října 2008 mělo jezero hloubku cca 21 m a objem vody cca 1,1 mil. m³. Akumulovaná voda měla vysoké koncentrace solí (rozpuštěné látky 2 400 mg/l, sírany 1 500 mg/, vodivost 270 mS/m) a tím i vysokou hustotu.



Obrázek 13. Zbytková jáma v roce 2009

Napouštění jezera do roku 2012 probíhalo na základě realizační smlouvy mezi Povodím Ohře, s. p., a Ministerstvem financí ČR, které zatápění zbytkové jámy lomu Ležáky financovalo v rámci tzv. ekologických škod. Od zahájení napouštění do 25. 6. 2012 bylo celkem odebráno 69 809 300 m³ vody, čímž byla naplněna realizační smlouva založená na původní bilanci, původně projektovaných parametrů (kóty stálého nadržení +199 m n. m.) však dosaženo nebylo.

V roce 2012 byla zpracována aktualizace vodohospodářské bilance vodního díla jezera Most, která byla vyvolána postupným zpřesňováním vstupních údajů (zejména vlivu saturace závěrných svahů zbytkové jámy lomu majoritně tvořené vnitřním výsypným prostorem). Proto bylo v červnu 2012 přerušeno napouštění jezera, byla zpracována projektová dokumentace „Lom Ležáky – stabilizace a optimalizace břehové linie jezera Most“, byly stanoveny nové parametry a bylo stanoveno přechodné období pro realizaci úprav protiabrazních opatření, úpravy komunikace a úpravy ČS nadbilančních vod. Tyto úpravy vyplynuly z aktualizované vodohospodářské bilance, která počítá s větším rozkyvem hladiny, než se původně předpokládalo. Aktualizované parametry jezera byly schváleny rozhodnutím Krajského úřadu Ústeckého kraje č.j. 2328/ZPZ/2012-13/A-22.I.1 ze dne 5. 11. 2012, které mění původní rozhodnutí ze dne 18. 7. 2005.

Tabulka 4. Upřesněné parametry jezera Most dle vodoprávního rozhodnutí z roku 2012

<i>Nejnižší kóta dna jezera</i>	124,50 m n. m.
<i>Kóta hladiny stálého nadržení</i>	199,00 m n. m.
<i>Kóta maximální hladiny</i>	199,60 m n. m.
<i>Povolené kolísání hladiny</i>	± 60 cm
<i>Plocha hladiny při kótě stálého nadržení</i>	309,41 ha
<i>Plocha hladiny při kótě max. hladiny</i>	311,88 ha
<i>Objem vody při kótě stálého nadržení</i>	70 480 462 m³
<i>Objem vody při kótě max. hladiny</i>	71 414 704 m³
<i>Přípustné zdroje vody pro napouštění jezera a doplňování vody na provozní hladinu</i>	1. Povrchové odtoky z přirozeného povodí zbytkové jámy 2. Voda z Průmyslového vodovodu Nechanice 3. Podzemní důlní vody
<i>Vypouštění vod z jezera</i>	Jezero je nevypustitelné
<i>Převádění nadbilančních vod přitékajících z povodí jezera</i>	Převodem vody z jezera Most do řeky Bíliny na kótě 199,6 m n. m.

V rámci souhrnného vodohospodářského řešení bilancí byl proveden přepoččet základních charakteristik jezera Most, a to až do hladiny 199,15 m n. m. Jako podkladu bylo využito skutečného zaměření břehové linie jezera a vlastních izolinií zátopy. Přepočtené údaje se mírně liší od oficiálních charakteristik jezera, což je způsobeno upřesněním dat ze skutečného zaměření terénu po realizaci protiabrazních opatření:

	<i>přepočtené charakteristiky</i>
Plocha hladiny při kótě stálého nadržení	308,05 ha
Objem vody při kótě stálého nadržení	67 642 433 m ³

Po dobu přechodného období bylo rozhodnutím povoleno udržování hladiny v rozmezí 198,00 m n. m. ± 20 cm (197,80 – 198,20). Úpravy břehové linie, protiabrazních prvků a čerpací stanice nadbilančních vod byly dokončeny v září 2013.

V srpnu 2013 bylo do jezera dopuštěno ještě 330 000 m³, což byl objem vody potřebný pro udržení hladiny v jezeře po dobu přechodného období.

Na základě projektu „Dokončení projektu hydrické rekultivace zbytkové jámy lomu Most – Ležáky“ z dubna 2013 byla dne 25. 4. 2014 uzavřena nová realizační smlouva mezi Ministerstvem financí ČR a Povodím Ohře, s. p., na „Dokončení projektu hydrické rekultivace zbytkové jámy lomu Most – Ležáky“. Jejím předmětem bylo čerpání a převod vody v max. množství 5 000 000 m³, které zajistilo doplnění jezera Most na kótu stálého nadržení podle aktualizované bilance. Napouštění jezera podle této smlouvy bylo zahájeno 13. 5. 2014 a ukončeno 10. 9. 2014. Od tohoto data do konce roku 2019 je vodní dílo v režimu ověřovacího provozu.

Dne 9. 7. 2015 byla uzavřena smlouva s Povodím Ohře, s. p., na odběr vody z PVN. K této smlouvě byly následně uzavírány dodatky (aktuálně dodatek č. 5 pro rok 2018), kterými se upřeshňovaly objemy povoleného množství odebíraných vod v jednotlivých letech, a to ve výši 300 000 až 1 200 000 m³.

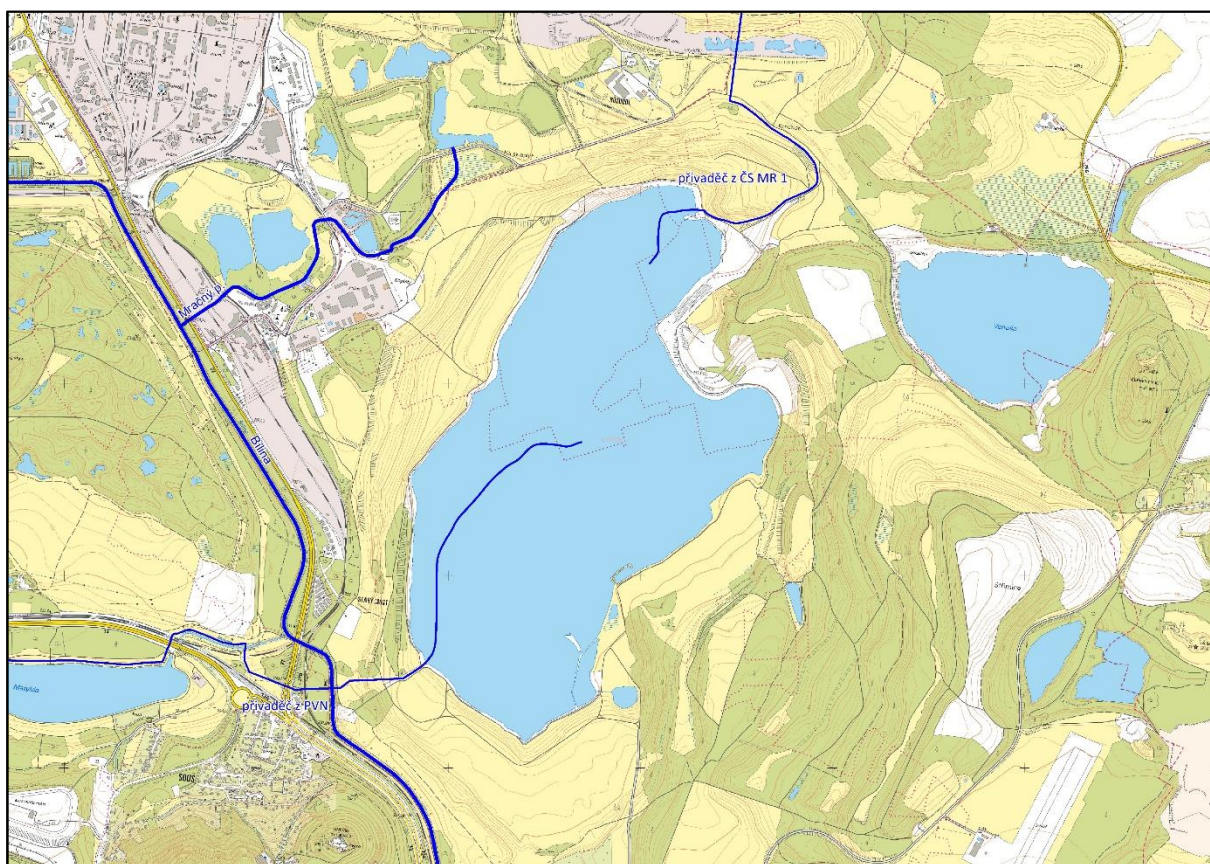
Dne 1. 12. 2015 byly zahájeny práce na stavbě „Technologické úpravy v rozdělovací šachtě“, jejímž předmětem byly úpravy a doplnění technologie ve stávající rozdělovací šachtě na přivaděči z PVN. Účelem stavby je zavodnění přivaděče z PVN v době uzavření klapky M3 a M4 na odbočovacích řadech DN 800, což umožňuje měření malých průtoků nově instalovaným indukčním průtokoměrem DN 125. Stavební úpravy byly dokončeny k 23. 12. 2015.

Od roku 2016 se trvalá provozní hladina jezera cíleně udržuje v souladu se závěry vodohospodářské bilance na kótě 199,0 m n. m. s povoleným rozpětím ± 5 cm, což by mělo

vést k vyplnění volných půdních pórů vodou a k následné kolmataci půdního pokryvu vlivem sedimentace suspendovaných látek a tím i k setrvalé stabilizaci hladiny jezera. Důvodem takového opatření je předpoklad, že k vyšším ztrátám vody dochází pouze při intenzivním zvyšování zakleslé vodní hladiny v důsledku zvýšené saturace břehových partií jezera.

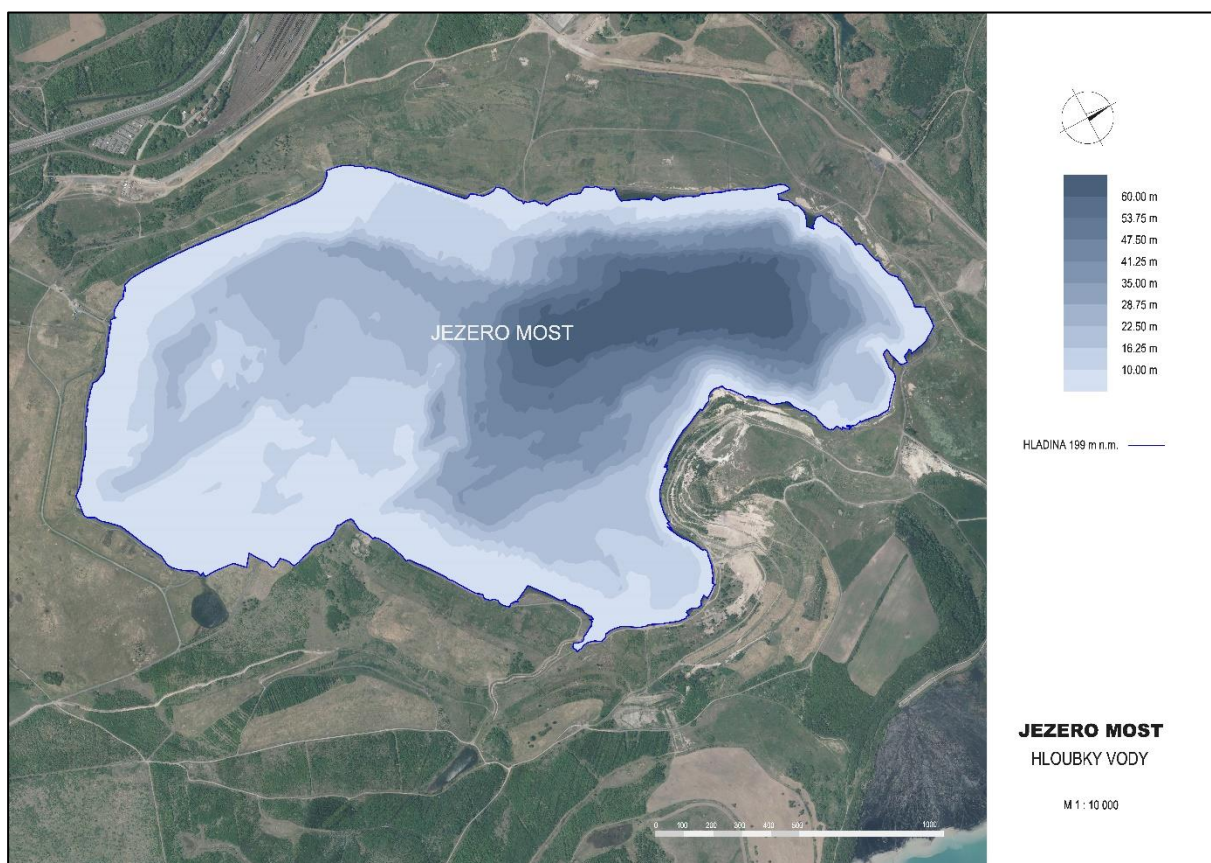
5.3. Současná vodohospodářská situace

Jezero Most se nachází ve zbytkové jámě bývalého lomu Ležáky-Most, která je zahloubená oproti okolnímu terénu, což znemožňuje gravitační odtok z jezera. Jediným vodním tokem v okolí jezera je řeka Bílina, která protéká jihozápadním okrajem zbytkové jámy. Řeka protéká umělým korytem, které bylo vybudováno v rámci tzv. Mosteckého koridoru inženýrských sítí. Koryto je zde vedeno v nadmořské výšce 228 až 230 m, tj. asi 30 m nad hladinou jezera Most. Voda z řeky Bíliny se však do jezera neodebírá. Jezero je dotováno pouze srážkovými vodami z vlastního povodí, které má rozlohu asi 10,4 km², tj. asi trojnásobek rozlohy jezera.

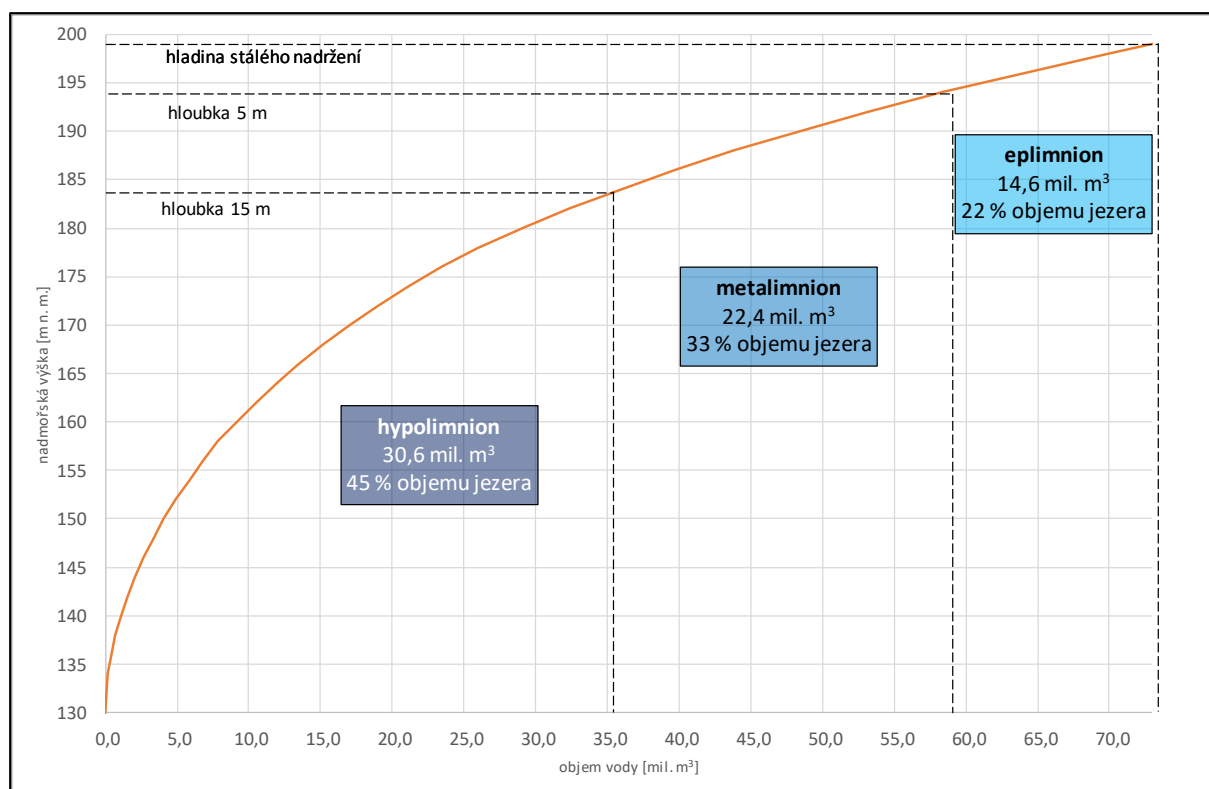


Obrázek 14. Vodohospodářská situace jezera Most

Jezero Most má vodní hladinu v nadmořské výšce 199 m n. m., rozlohu 308,05 ha a maximální hloubku 75 m. Objem jezera je 67,6 miliónu m³. Z hloubkového profilu jezera lze odvodit, že objem vody v epilimniu, tj. povrchové vrstvě jezera do hloubky cca 5 m představuje asi 14,6 mil. m³. V dalších 10 metrech vodních sloupce, která při letní stratifikaci reprezentuje maximální rozsah metalimnia, se nachází asi 22,4 mil. m³ vody. Nejhlubší vrstvy vody, odpovídající přibližně hypolimniu, obsahují asi 30,6 mil. m³, tj. necelou polovinu objemu jezera.



Obrázek 15. Batymetrická mapa jezera Most



Obrázek 16. Čára zatopených objemů jezera Most

Jezero je dotováno přítokem vod ze soustavy příkopů v okolí jezera, tj. původní zbytkové jámy, vnitřní výsypky a výsypky Střimice. Původní zdroj napouštění je v současné době využíván k průběžnému doplňování vody do jezera, jehož hydrologická bilance se zatím jeví jako deficitní. V nedávné době byly zahájeny stavební práce na biotechnologické čistírně důlních vod čerpaných na ČS MR 1, které by po vyčištění měly být používány namísto čerpaných vod z Ohře.



Obrázek 17. Jezero Most

Jezero Most a přilehlé pozemky jsou ve vlastnictví České republiky, právo hospodařit vykonává Palivový kombinát Ústí, s. p., který je rovněž osobou odpovědnou za provoz vodohospodářské soustavy jezera v rámci ověřování parametrů vodohospodářské soustavy.

Jezero Most se stále nachází v původním dobývacím prostoru, tj. v území, ve kterém je vykonávána hornická činnost a na celém území platí zákaz vstupu. Jezero Most není veřejně přístupné.

5.4. Metodika sledování

Kvalita povrchových vod jezera Most je sledována v souladu s „Manipulačním řádem pro ověřování vodohospodářské soustavy jezera Most“ (revize č. 2 – 23. 11. 2014), který byl schválen rozhodnutím Krajského úřadu Ústeckého kraje č. j. 4308/ZPZ/2014/MŘ ze dne 22. 12. 2014, na dvou monitorovacích místech, označených jako JM 2 a JM 3. V období 2008 až 2014, kdy probíhalo napouštění jezera, se monitorovalo ještě na odběrném místě JM 1, které se nacházelo v uklidňovací nádrži u koncové regulační šachty přivaděče z PVN.



Obrázek 18. Odběrná místa na jezeře Most

V období od dubna do listopadu se provádí měsíční sledování kvality v jezeře. V zimním období se odběry vody provádí v měsíci únoru. Kvalita vody se sleduje ve vertikálním profilu po 5 m.

V měsíčním intervalu se sledují základní kvalitativní ukazatele, které charakterizují kyslíkový režim (rozpuštěný kyslík, BSK₅, CHSK_{Cr}), obsah živin (celkový fosfor, dusičnanový, dusitanový, amoniakální a organický dusík), základní fyzikálně-chemické vlastnosti (teplota, pH, vodivost, nerozpuštěné látky, rozpuštěné látky, sírany, uhličitany, hydrogenuhličitany, sodík, draslík), biologickou kvalitu (chlorofyl-a, zooplankton, fytoplankton) a bakteriologické znečištění (koliiformní bakterie, fekální koliiformní bakterie, enterokoky, salmonela). Bakteriologické znečištění se sleduje ve vertikálním profilu ve třech úrovních – hladina, střední hloubka a 1 m nade dnem. Zooplankton a fytoplankton se sleduje na hladině.

V pololetním intervalu se ve vertikálním profilu sledují další ukazatele (chloridy, železo, mangan, vápník, hořčík a rtuť), a to ve třech úrovních – hladina, střední hloubka a

1 m nade dnem, a saprobní index biosestonu a makrozoobentosu (1 vzorek v litorálu jezera).

V ročním intervalu se pak sleduje obsah těžkých kovů (měď, kadmium, chrom, nikl, olovo, zinek, arsen a hliník) a organické znečištění (PCB, organochlorované pesticidy). Hodnoty se sledují ve vertikálním profilu opět pouze ve třech úrovních – hladina, střední hloubka a 1 m nade dnem.

5.5. Charakteristika zdrojů vody využívané k zatápění a vývoje kvalitativních ukazatelů v průběhu zatápění

5.5.1. Základní charakteristika zdrojů napouštěcí vody a přítoků

Jezero Most bylo zatápěno výlučně čerpanou vodou z Ohře prostřednictvím PVN. Přehled množství akumulovaných vod od začátku do konce zatápění uvádí Tabulka 5. V tabulce jsou pro přehlednost uvedeny i objemy vod, které do jezera byly dopouštěny i po dosažení cílové kóty hladiny jezera, a to za účelem doplňování ročních ztrát vody.

Tabulka 5. Akumulace vody ve zbytkové jámě lomu Ležáky-Most

období	odběr z PVN [m ³]	poznámka
rok 2008	3 458 713	
rok 2009	22 353 709	
rok 2010	22 150 055	
rok 2011	18 108 037	
rok 2012	3 738 786	
celkem 2008 – 2012	69 809 300	ukončení napouštění dle původní bilance
rok 2013	330 000	dopuštění pro přechodné období
rok 2014	5 000 000	napouštění dle upřesněné bilance
celkem 2008 – 2014	75 139 300	
rok 2015	1 205 181	doplňování ročních ztrát
rok 2016	705 297	doplňování ročních ztrát
rok 2017	1 098 917	doplňování ročních ztrát
rok 2018	1 674 332	doplňování ročních ztrát

5.5.2. Hodnocení dlouhodobého vývoje ukazatelů kvality vody

PVN – profil JM1

Přítok z PVN byl vzorkován jen v obdobích s průtokem vody. Napouštění jezera probíhalo více méně nepřetržitě od konce října 2008 do konce června 2012 (celkem 69,8 mil. m³). Během května a června 2013 bylo dopuštěno 0,3 mil. m³ (1 vzorek) a v květnu až září 2014 dalších 5 mil. m³ vody (4 vzorky). V přítoku z PVN se dají během

napouštění jezera u jednotlivých ukazatelů pozorovat jen nevýznamné trendy, které mohly být ovlivněny pěti časově vzdálenými hodnotami z let 2013 a 2014. Je tedy možno při hodnocení kvality vody v přítoku časový vývoj ukazatelů zanedbat a vycházet jen z průměrných hodnot za celé období sledování. Ty uvádí Tabulka 6.

V přítoku nebyly sledovány všechny ukazatele sledované v jezeře. Pro hodnocení vývoje v jezeře nejvíc chybí chlorofyl a mikrobiologické ukazatele v napouštěcím kanálu.

Tabulka 6. Vybrané ukazatele čerpané vody z Ohře (PVN) pro zatápění lomu Ležáky-Most

Ukazatel	jednotka	průměr hodnot za období 2008 – 2014	NEK	% NEK
rozp. kyslík	mg/l	10,6	9	
teplota	°C	10,3	29	
vodivost	mS/m	38,0		
BSK ₅	mg/l	0,92	4	24,2 %
CHSK _{Cr}	mg/l	14,3	26	54,9 %
sířany	mg/l	85,2	200	42,6 %
amoniakální dusík	mg/l	0,028	0,23	12,2 %
dusitanový dusík	mg/l	0,008		
dusičnanový dusík	mg/l	2,01	5,4	37,2 %
fosfor celkový	mg/l	0,031	0,15	20,8 %
rozpuštěné látky	mg/l	250,6	750	33,4 %
nerozpuštěné látky	mg/l	3,7	20	18,4 %
pH		7,7	5-9	
chloridy	mg/l	24,7	150	16,5 %
železo celkové	mg/l	0,22	1,00	21,9 %
mangan celkový	mg/l	0,107	0,3	35,7 %
vápník	mg/l	27,9	190	14,7 %
hořčík	mg/l	9,7	120,0	8,1 %
kadmium	µg/l	0,039	0,08	48,1 %
chrom	µg/l	0,75	18,0	4,2 %
olovo	µg/l	0,57	14,0	4,1 %
rtuť	µg/l	0,041	0,07	58,7 %

Všechny v přítoku sledované ukazatele vyhověly platným limitům podle aktuálně platného nařízení vlády. S výjimkou dichromanové oxidovatelnosti (55 %) průměr žádného dalšího ukazatele nepřekročil 50 % limitu. Z tohoto hlediska voda použitá pro řízení napouštění jezera Most byla v pořádku a není nutné jednotlivé ukazatele detailněji analyzovat.

Přítoky ze svahů lomu

Kvalita povrchových vod přitékajících do jezera Most z příkopového systému v povodí jezera je sledována v souladu s „Manipulačním řádem pro ověřování vodohospodářské soustavy jezera Most“ (revize č. 2 – 23. 11. 2014), který byl schválen rozhodnutím Krajského úřadu Ústeckého kraje č.j. 4308/ZPZ/2014/MŘ ze dne 22. 12. 2014, na několika monitorovacích místech, označených jako JM 4, JM 5, JM 8, JM 9 a JM 13. Odběrné místo JM 13 bylo nahrazeno monitoringem vod ve vrtech s označením MS 30 a MS 31, jelikož se tyto vrty nachází v těsné blízkosti odběrného místa JM 13. Nově je sledována kvalita vody na odběrném místě JM 16, pokud je zde zastížen přítok vody do jezera Most, a odběrných místech JM 17, JM 18 a JM 19, které vznikly v místech vyústění rekonstruovaného odvodňovacího systému v oblasti SZ svahů. Odběrná místa jsou znázorněna v přehledné mapové situaci jezera Most, která je v příloze.

V měsíčním intervalu se sledují následující kvalitativní ukazatele: teplota vody, vodivost, pH, rozpuštěný kyslík, jednotlivé formy dusíku (dusičnanový, dusitanový, amoniakální, organický), BSK₅, CHSK_{Cr}, bakteriologické znečištění (koliformní bakterie, fekální koliformní bakterie, enterokoky), chlorofyl-a, ZNK, KNK, NL₁₀₅, RL₁₀₅, RL₅₅₀, SO₄, Mn, Na, K, P_c. Jedenkrát za čtvrtletí se sledují Cl, Fe, Ca, Mg; jedenkrát za pololetí Cd, Cr, Pb, Hg a v ročním intervalu pak Cu, Ni, Zn, As, Al, TOC, PAU, PCB, organochlorované pesticidy a salmonela. Vzorky se odebírají pouze, pokud v přítoku teče voda.

Rovněž v případě monitoringu příkopového systému došlo na přelomu května a června 2015 ke změně dodavatele, stejně jako u monitoringu vlastního jezera. Do května provádělo monitoring přítoků Povodí Ohře, s. p., od června pak společnost RMT VZ, a. s. Od června 2017 provádí monitoring v profilech JM 17, 18 a 19 opět Povodí Ohře, s. p.



Obrázek 19. Odběrná místa příkopového systému jezera Most

Kvalita vody na všech odběrných místech vykazuje vysokou koncentraci v celé řadě sledovaných ukazatelů. Zatímco v případě vysokého obsahu iontů (RL, sírany, vápník, hořčík) je charakter vody ve všech odběrných místech víceméně obdobný, v jiných ukazatelích se od sebe jednotlivá místa odlišují, například ve formě převažující *formy dusíku* (dusičnanový v profilu **JM 8, JM 9 a JM 19** vs. amoniakální v profilech **JM 4 a JM 5**). Trvale *nízkým pH* (hodnoty kolem 3,5) se vyznačuje pouze profil **JM 5**. Profily **JM 8 a JM 9** vykazují přijatelné hodnoty *železa a manganu*, v profilech **JM 4, JM 5, JM 17** byly zaznamenány zvýšené obsahy těchto ukazatelů. Co se týká obsahu *těžkých kovů*, byly v říjnovém odběru zjištěny zvýšené hodnoty *toxických kovů (kadmia, rtuti, niklu, zinku) a hliníku* v profilu JM 5. V profilech **JM 5, JM 8, JM 9 a JM 16** byly ve sledovaném období zaznamenány zvýšené obsahy *koliformních bakterií*, které indikují fekální znečištění. Jelikož však nebyl současně zaznamenán i zvýšený obsah fekálních streptokoků (*Escherichia coli*), jde pravděpodobně o sekundární kontaminaci či důsledek vysokého obsahu živin.

Nejdéle sledovaným místem je **profil JM 5**, kde se kvalita povrchové vody sleduje od listopadu 2008, tedy od počátku napouštění. Proto je tento profil nejvhodnější pro hodnocení vývojových trendů v kvalitě vody v příkopovém systému. V následující tabulce (Tabulka 7) je uvedený přehled průměrných ročních hodnot vybraných ukazatelů pro období 2009 až 2018. Je patrné, že většina problematických ukazatelů vykazuje **setrvalý stav**. Pouze u některých problematických ukazatelů je patrný určitý **trend zlepšování kvality**, jedná se o amoniakální dusík, celkové železo, celkový mangan a podle výsledků z roku 2016 i kadmium, u které byla však v roce 2018 zaznamenána opět vyšší hodnota. Ke zlepšení došlo i u **dalších ukazatelů** (CHSK_{Cr}, nerozpuštěné látky), které však nepřekračují směrné hodnoty. Průměry za rok 2018 jsou však ovlivněny menším počtem odběrů (z důvodu sucha) a excesními hodnotami (např. rozpuštěné látky v listopadovém odběru).

Tabulka 7. Vývoj vybraných ukazatelů v profilu JM 5

		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
N _{celk}	mg/l							4,6	4,6	5,4	5,0
rozp. O ₂ ter	mg/l	9,3	10,0	9,7	9,4	9,8	9,8	9,7	10,7	10,5	9,6
vodivost 25	mS/m	287	309	265	270	257	283	266	209	217	315
pH ter		3,2	3,8	3,3	3,4	3,4	3,4	3,2	3,4	3,5	3,4
CHSK _{Cr}	mg/l	20,3	21,9	18,9	18,4	18,2	18,6	14,9	15	11	19
BSK ₅	mg/l	1,0	0,7	0,9	0,6	0,6	0,4	1,1	1,4	1,5	1,6
RL ₁₀₅	mg/l	2 745	3 136	2 517	2 533	2 373	2 725	2 772	2 891	2 768	3 120
NL ₁₀₅	mg/l	22,9	94,7	6,8	7,9	5,7	2,5	4,3	3,2	10,8	29,4
N-NH ₄	mg/l	5,8	5,8	5,2	3,8	3,7	3,8	4,8	3,4	3,8	3,9
P _{celk}	mg/l	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,04	0,03	0,02
SO ₄	mg/l	1 882	1 962	1 700	1 650	1 518	1 783	1 811	1 820	1 903	1 968
Mn	mg/l	17,4	15,9	16,8	13,8	12,6	14,8	14,5	14,0	13,1	14,1
Fe	mg/l	16,7	9,8	11,4	5,2	4,6	4,7	8,1	4,5	2,9	2,8
Ca	mg/l	282	325	224	295	258	305	353	333	324	339
Mg	mg/l	112	155	84	114	111	139	153	142	138	150
Cd	µg/l	0,9	1,1	3,8	1,3	1,1	1,0	1,3	0,1		1,1
Cr	µg/l	10	6	169	3	2	3	2	2,5		2,5
Hg	µg/l	0,03	0,03	0,03	0,05	0,03	0,03	0,03	0,02		0,06
Pb	µg/l	0,8	1,4	63,6	0,5	0,3	0,3	1,9	1,9		
Ni	µg/l							202	136		126
Zn	µg/l							383	301		298
As	µg/l							3	1,5		
Al	µg/l							17,6	11,9		13,2
Cu	µg/l							3	3		

V další tabulce (Tabulka 8) je uvedený přehled průměrných ročních hodnot vybraných ukazatelů pro období 2011 až 2018 v **profilu JM 4**. Jejich vývoj je obdobný jako v profilu JM 5. Určitý trend zlepšování kvality je patrný u amoniakálního dusíku, celkového železa a celkového manganu, i když v letech 2017 a 2018 byly u amoniakálního dusíku a manganu zaznamenány zvýšené hodnoty překračující přípustný roční průměr. Průměry roku 2018 mohou být opět ovlivněny malým počtem odběrů z důvodu sucha.

Tabulka 8. Vývoj vybraných ukazatelů v profilu JM 4

		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
vodivost 25	mS/m	328	315	145	270	199	230	266	318
pH ter		8,2	8,2	8,3	8,3	8,1	8,0	8,5	8,1
CHSK _{Cr}	mg/l	25,5	24,5	19,8	25,3	20,5	26	27	26
BSK ₅	mg/l	2,0	1,9	1,2	1,4	1,8	1,7	2,5	2,7
RL ₁₀₅	mg/l	3 338	3 043	2 338	3 294	2 428	2 799	2 580	3 220
NL ₁₀₅	mg/l	198,5	151,3	14,5	18,0	71,0	12,3	25,0	40,5
N-NH ₄	mg/l	1,2	1,3	0,2	0,6	0,2	0,2	0,49	0,59
SO ₄	mg/l	1 950	1 750	1 223	1 882	1 463	1 710	1 585	1 807
Mn	mg/l	1,3	1,3	0,4	0,8	0,1	0,1	0,33	0,48
Fe	mg/l	6,0	9,3	0,1	0,3	0,3	0,5		1,5
Ca	mg/l	341	337	279	369	252	354		392
Mg	mg/l	276	292	175	237	94	221		314
Cd	µg/l	0,03	0,1	0,03	0,03	1,5	0,05		1,5
Cr	µg/l	0,3	4,3	0,3	0,4	15	14		
Hg	µg/l	0,02	0,02	0,01	0,01	0,05	0,02		
Pb	µg/l	0,3	5,7	0,3	0,5	2,5	1,3		

V profilech JM 8 a JM 9, kde se kvalita vody sleduje rovněž od roku 2011, lze rovněž pozorovat víceméně setrvalý stav u ukazatelů, které se jeví jako problematické. Lze pouze zmínit pozorovatelný trend snižování koncentrace celkového dusíku.

Řada ukazatelů v příkopech měla ve sledovaném období rozkolísané hodnoty kvůli probíhajícím terénním pracím, což nelze považovat za trvalou vlastnost. Pozitivní vlastností vody z vlastního povodí jezera je především nízká koncentrace fosforu a lehce rozložitelných organických látek. Dočasně jsou nepříznivé zvýšené koncentrace některých sloučenin dusíku, které však poměrně rychle klesají. Koncentrace některých kovů byly extrémně vysoké. Převažuje však jejich pokles, nehrozí nežádoucí růst jejich koncentrací v jezeře vzhledem k vlastnostem vody v jezeře. Nepříznivé je nízké pH

v příkopu JM 5, které však podstatně neovlivňuje průměrnou kvalitu přítokových vod, kde pH je mírně alkalické. Nepříznivá je vysoká koncentrace rozpuštěných látek, která přes jejich významný očekávaný pokles povede k nežádoucímu růstu jejich koncentrací v jezeře, které je bezodtoké a převažuje v něm vysoce odpar nad srážkami.

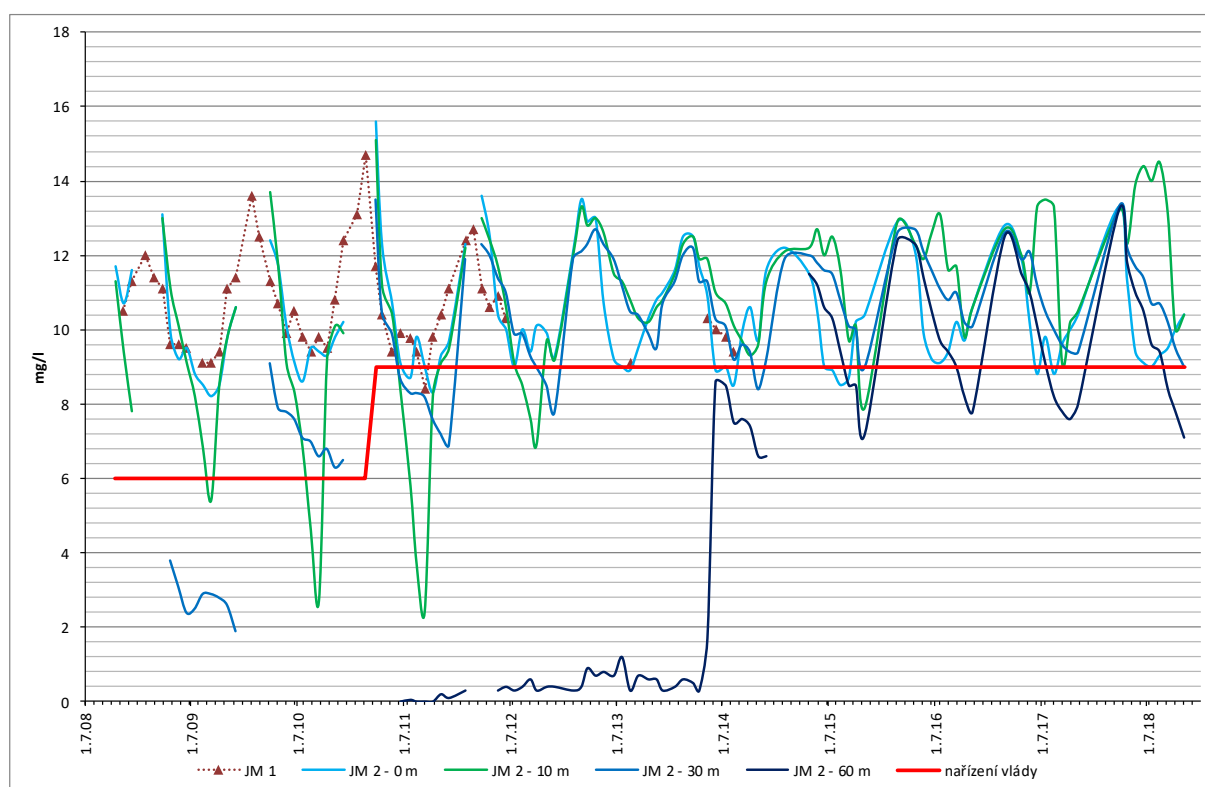
Vzhledem k probíhajícímu a v budoucnu očekávanému vývoji sledovaných ukazatelů a k procesům probíhajícím v jezeře nehrozí nepříznivé ovlivnění kvality vody v jezeře a není tudíž ekonomicky zdůvodněné a účelné realizovat technická opatření, jejichž cílem by bylo upravovat hodnoty těchto ukazatelů, které se během několika desítek let samovolně upraví a současně nemají nepříznivý vliv na jezero. Kvalitu vody v jezeře je možno považovat za ustálenou a žádné velké změny v horizontu příštího století by u většiny sledovaných ukazatelů již neměly nastat.

5.6. Hodnocení kvalitativních ukazatelů akumulované vody ve zbytkové jámě v průběhu řízeného zatápění

Na rozdíl od přítoku, v jezeře probíhal poměrně složitý vývoj takřka u všech sledovaných ukazatelů. Vedle časových rozdílů se obvykle projevovaly významné rozdíly i ve vertikálním profilu. V následujícím textu je charakterizován vývoj jednotlivých ukazatelů. Hodnocení je provedeno na základě údajů z profilu JM2, protože je kompletnější než souběžně vzorkovaný profil JM3 a v rámci jednotlivých ukazatelů existuje mezi odpovídajícími hodnotami (termín a hloubka) zpravidla vysoká korelace. Slabá korelace až nezávislost je pouze u ukazatelů, jejichž hodnoty se pohybovaly nízko nad mezí stanovitelnosti. V doprovodných grafech jsou vyneseny hodnoty ze 4 vzorkovaných hloubek – hladina 0 m (epilimnion), 10 m (metalimnion), 30 m (hypolimnion), a 60 m (dno). V grafech jsou zobrazeny veškeré zjištěné hodnoty v podobě spojitých čar. V případě ukazatelů, které byly sledovány v profilu JM 1, jsou v grafech vyneseny rovněž hodnoty tohoto profilu, který byl monitorován do roku 2014. Do všech grafů je také vynesena hodnota normy environmentální kvality podle nařízení vlády, pokud je pro daný ukazatel stanovena. V hodnoceném období 2008 až 2018 však bylo nařízení vlády novelizováno.

Koncentrace rozpuštěného kyslíku je významná pro oživení jezera i pro řadu fyzikálně chemických procesů probíhajících ve vodním sloupci i v sedimentu. V delším časovém měřítku je nezávislá na jeho koncentraci v přítocích. Kyslík se dostává do vody ze vzduchu a částečně produkcí fytoplanktonu v procesu fotosyntézy. Je spotřebováván

při dýchání vodních organismů, na mineralizaci organických látek i oxidaci některých anorganických látek. Z hlediska kvality vody v jezeře je optimální stav, kdy vytrvávají poměrně vysoké koncentrace rozpuštěného kyslíku v celém vodním sloupci a ani u dna jeho koncentrace neklesá pod cca 3 mg/l. Molekuly kyslíku jsou ve vodě málo pohyblivé, proto transport kyslíku je závislý na pohybu vodních mas.



Obrázek 20. Jezero Most – vývoj rozpuštěného kyslíku ve vybraných hloubkách

V jezeře byly zaznamenány koncentrace kyslíku od 0 do téměř 16 mg/l (viz Obrázek 20), přičemž úroveň hlavního podílu hodnot se postupně zvyšovala z cca 8 na více než 10 mg/l a nízkých hodnot zejména v posledních dvou letech napouštění silně ubylo a od poloviny roku 2014 zcela vymizely. Pro vysvětlení proběhlého vývoje je třeba vertikální profil rozdělit na spodní vrstvu vody pod 145,12 m n. m. a horní vrstvu oddělené chemoklinou.

Koncentrace rozpuštěného kyslíku v horní vrstvě kolísala podle teploty vody, která rozpustnost kyslíku výrazně ovlivňuje: ve studené vodě je větší, v teplé vodě menší. Proto nejvyšší hodnoty byly naměřeny vždy začátkem kalendářního roku a nejnižší v létě. Na začátku jara byla koncentrace kyslíku od hladiny až do určité hloubky (postupně růst z 15

na 55 m) téměř konstantní, v závislosti na hloubce jarního promíchání vodního sloupce. V průběhu roku ve větších hloubkách koncentrace postupně klesala, více směrem ke dnu.

Spodní vrstva měla na konci roku 2008 při výchozí koncentraci kyslíku cca 11,5 mg/l zásobu, která se v následujícím období nedoplňovala přísunem kyslíku od hladiny. Koncentrace kyslíku proto plynule klesala až na nulové hodnoty od konce roku 2009. Tento stav se udržel s mírným kolísáním až do jara 2014, kdy došlo k výraznému nárůstu. Koncentrace kyslíku v červnovém odběru dosáhla dokonce 8,6 mg/l. Takový výrazný nárůst se zdá být nepravděpodobný. Dá se však dobře vysvětlit teplotní cirkulací vody za situace, kdy koncentrací solí způsobené rozdíly v hustotě vody (chemoklina) jsou už dostatečně malé, takže teplejší voda z větší hloubky stoupá nahoru. Od dubna 2014 (po skončení jarní cirkulace vody) do června poklesla v hloubce 60 m teplota vody z 5,5 na 3,5 °C a vyrovnala se tak s teplotou výše ležících vrstev. Současně vodivost celého vodního sloupce narostla z 57,0 na 60,1 mS/m v důsledku zamíchání s níže ležící vodou. V rámci této hloubkově omezené cirkulace umožněné vymizením nebo poklesem úrovně chemokliny došlo k transportu kyslíku z vyšších vrstev do hloubky 60 m. Měření z následujících 6 měsíců potvrdila trvalost změněného stavu. Ve vrstvě v rozmezí nadmořských výšek 150 až 155 m n. m., kde převažovala vždy voda napuštěná z PVN, se dá pozorovat podobné kolísání koncentrace kyslíku jako uprostřed vodního sloupce, kdy největší koncentrace jsou na konci jarní cirkulace a klesají do vyvrcholení podzimní cirkulace. Ve vrstvě 140 až 145 m n. m. (zpravidla předposlední vzorkovaná hloubka) se během napouštění jezera takové kolísání koncentrace kyslíku nevyskytovalo. Koncentrace kyslíku z původních vysokých hodnot v říjnu 2008 rychle klesala na nulu na konci roku 2009 a další dva roky se na této úrovni udržela. Od začátku roku 2012 však plynule narůstala i během letních období až do konce roku 2013. Během jarní cirkulace 2014 se už míchal celý vodní sloupec od hladiny po cca 140 m n. m. a v následujícím období nastal ve vrstvě 140 až 145 m n. m. identický pokles koncentrace kyslíku jako ve vyšších vrstvách hypolimnia. Stejný pokles byl v druhé polovině roku 2014 zjištěn i v hloubce 60 m.

Koncentrace kyslíku blízké nule se vyskytovaly skutečně jen pod úrovní 146 m n. m. a během napouštění se horní úroveň bezkyslíkaté zóny postupně snižovala. Stav, kdy i u dna koncentrace rozpuštěného kyslíku neklesá pod cca 3 mg/l, je pro kvalitu vody v jezeře velmi významný, protože brání uvolňování ze sedimentu většiny kovů i fosforu.

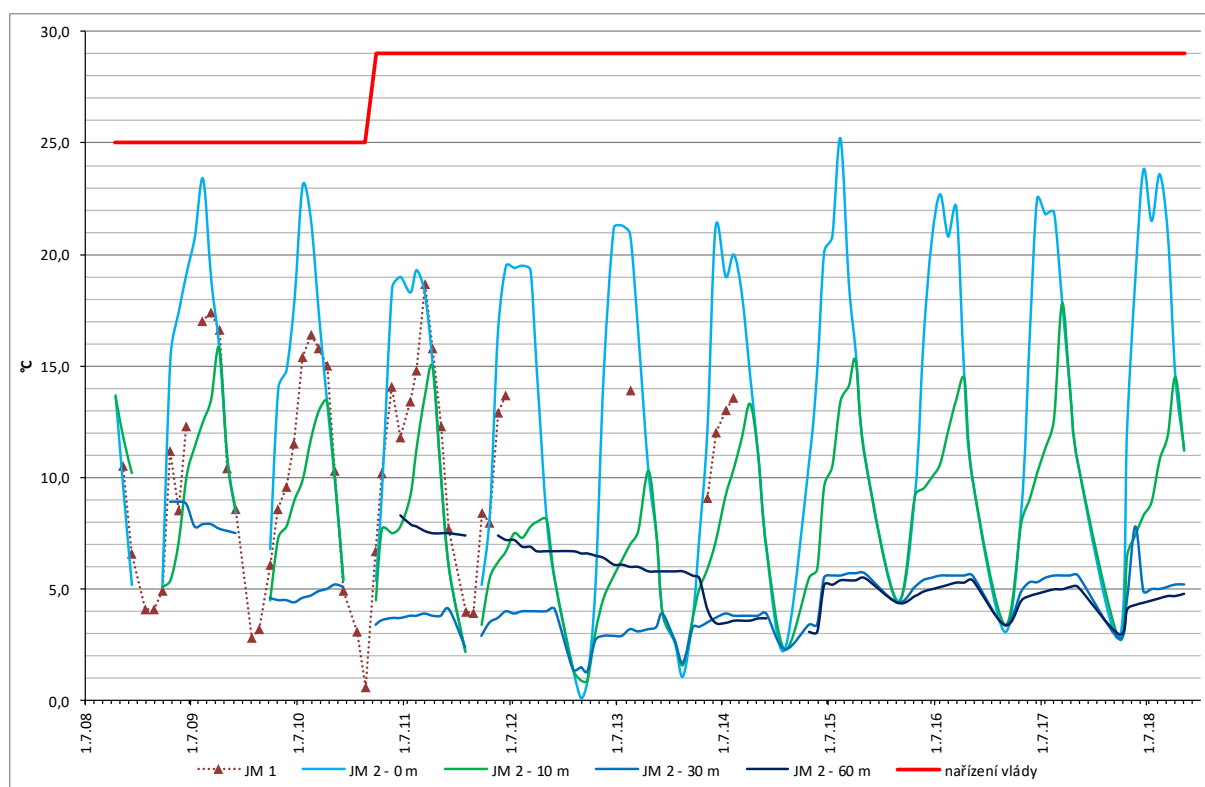
V letech 2009 až 2011 vznikal v letním období v hloubce cca 10 m deficit kyslíku (koncentrace nižší než odpovídá 100 % nasycení v závislosti na teplotě a zde také nižší než ve vyšších i hlubších vrstvách vody), který se během léta prohluboval (v září koncentrace 2,5 – 5 mg/l). Problém byl ve studii z roku 2011 vysvětlen přísunem velkého množství organických látek z přítoku během rychlého napouštění a byl predikován zánik tohoto efektu po napuštění. Deficit byl v souladu s předpovědí v roce 2012 po ukončení přítoku z PVN menší (pokles na 6,9 mg/l začátkem října) a v roce 2013 se už neopakoval. Popsaný jev souvisel i s výraznějším gradientem hustoty vody rostoucí směrem ke dnu v důsledku větší koncentrace rozpuštěných solí způsobujícím pomalejší sedimentaci organických částic a tím větší spotřebu na jejich mineralizaci v relativně teplejším metalimniu. V současnosti je koncentrace solí do hloubky cca 60 m vyrovnaná a tudíž i pád organického detritu metalimniem rychlejší.

Teplota vody rozhoduje o intenzitě biologických procesů a má přímý vliv i na rychlost chemických reakcí. Teplota vody mění hustotu vody a ovlivňuje tak procesy míchání vodního sloupce nebo vznik stratifikace vody. Sezónní vývoj teploty vody v hlubokých jezerech v mírném pásu má zákonitý průběh. Ten však byl významně ovlivněn změnami kvality vody v průběhu napouštění.

Hustota vody je nejvyšší při cca 4 °C. Při nižší i vyšší teplotě je hustota menší, voda je lehčí. Ve vodním sloupci se voda uspořádává tak, že její hustota ode dna k hladině klesá. Na přelomu zimy a jara při teplotě blízké 4 °C je v jezerech větrem promícháván celý vodní sloupec – jarní cirkulace. Obvykle během dubna přesáhne teplota u hladiny cca 7 °C a začíná se vytvářet letní stratifikace. V důsledku proměnlivosti počasí může docházet ke zvrátům a cirkulace se může v určitém rozsahu obnovit. Začátkem června bývá stratifikace dovršena vytvořením cca 5 m silné horní vrstvy (epilimnion) denně promíchávané v důsledku změn teploty vzduchu během 24 hodinového cyklu za spolupůsobení větru. Pokud nedochází k rychlým změnám průměrné denní teploty, je tato vrstva teplotně i chemickým složením homogenní. Pod epilimniem leží střední vrstva (metalimnion, skočná vrstva), kde dochází k rychlému poklesu teploty (více než cca 0,5 °C/ m hloubky). Metalimnion končí v hloubce, kde teplota dosáhne 5 – 6 °C. Pod ním leží dolní vrstva (hypolimnion), kde teplota směrem ke dnu jen velmi mírně klesá a u dna by měla být celoročně teplota 4 °C. Zatímco metalimnion je během období stratifikace v částečném kontaktu s epilimniem a dochází v něm k částečnému přenosu tepla (tloušťka metalimnia během letní stagnace o několik m narůstá), hypolimnion je od kontaktu

s epilimniem a ovzduším dokonale odděleno. S nastupujícím ochlazením od poloviny srpna se epilimnion systematicky ochlazuje a jeho dolní okraj postupuje podle teploty postupně dolů. Tloušťka epilimnia během podzimu roste, až postupně zanikne metalimnion a klesá horní hranice hypolimnia. V jezerech hlubokých jako jezero Most dojde k úplnému zániku hypolimnia až během prosince a nastoupí podzimní cirkulace vody. Po dalším poklesu teploty ovzduší poklesne i teplota vody v hladinové vrstvě výrazně pod 4 °C. Tato lehčí voda se již nezmíchává do hloubky, zůstává plavat u hladiny a postupně dojde k zamrznutí a zimní stratifikaci. Po jarním tání nastoupí opět jarní cirkulace a roční cyklus se tím uzavře. Pokud dojde k zámru hladiny pozdě nebo dokonce vůbec, podzimní cirkulace může plynule přecházet do jarní a vodní sloupec se může ochladit třeba i pod 1 °C. Teplota hypolimnia závisí podstatně na průběhu jarního počasí. Pokud nastoupí rychle stratifikace, může podchlazení hypolimnia pod 4 °C přetrvávat celé následující teplé roční období. Trvá-li jarní cirkulace dostatečně dlouho a teploty rostou pozvolna, může teplota hypolimnia až do dna přesáhnout i 5 °C. Čím déle trvá jarní cirkulace, tím více kyslíku se transportuje od hladiny ke dnu a tím vyšší je jeho koncentrace a zásoba v hypolimniu na začátku letní stagnace. To významně ovlivňuje vývoj jezera v následujícím ročním období.

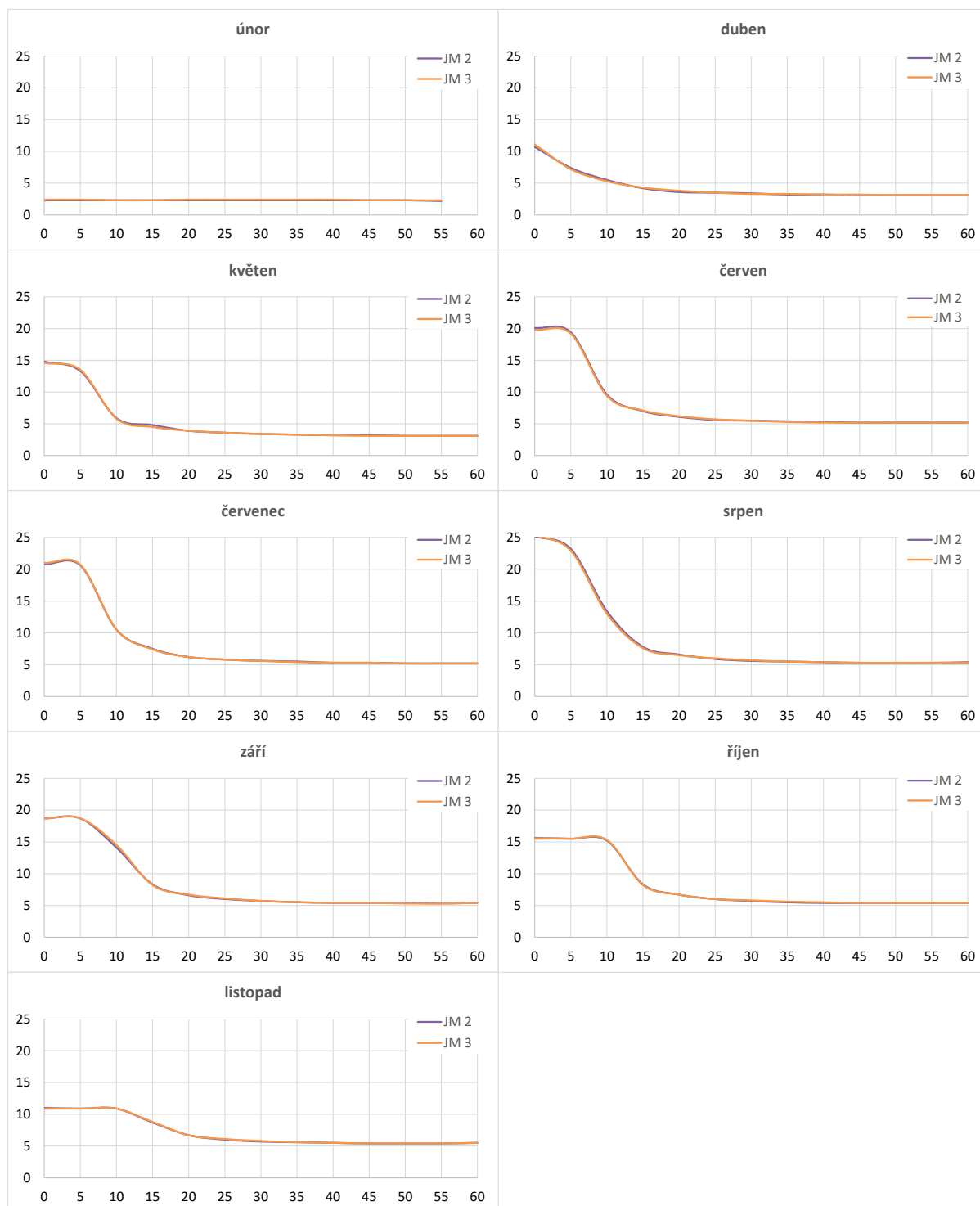
Popsaný roční cyklus vývoje teploty vody byl během napouštění jezera Most značně modifikován. Před začátkem řízeného napouštění se takto ideálně malé jezero na dně lomu chovalo, jen mu prakticky chybělo hypolimnion kvůli malé hloubce. Po zahájení napouštění během října 2008 přitékala z PVN voda s desetkrát nižší koncentrací solí a tedy i podstatně menší hustotou. Napuštěná voda zůstala plavat na původní vodě z vlastního povodí, která v té době měla teplotu 9 °C zřejmě v celé vrstvě. Tato teplota se ve spodní vrstvě udržela až do jara 2011, kdy teprve začala pozvolna klesat až na 5,6 °C v březnu 2014. Během následujícího čtvrtletí došlo k rychlému poklesu na 3,5 °C a vyrovnání s teplotou vody v přilehlé části vrchní vrstvy. Na konci roku 2014 se tak teplotní chování jezera přinejmenším v horních 60 m vodního sloupce sjednotilo (viz Obrázek 21) a obnovilo se ideální jezerní schéma.



Obrázek 21. Jezero Most – vývoj teploty vody ve vybraných hloubkách

Ani horní vrstva vody nad úrovní 145 m n. m. se dlouho nechovala úplně v souladu s výše popsaným ideálním ročním chodem teplot, protože se kvůli částečnému promíchání se spodní vrstvou vytvořil gradient koncentrace rozpuštěných látek, který bránil dokonalému promíchání této vrstvy během cirkulací v chladném ročním období. To přetrvávalo přinejmenším do roku 2011. Po jarní cirkulaci byla voda promíchána v roce 2010 do úrovně 154 m n. m., v r. 2011 do 153 m n. m., v r. 2012 do 148 m n. m., v r. 2013 do 148 m n. m. a v r. 2014 již do 143 m n. m. Až v roce 2014 po 6 letech od začátku napouštění jezera se tak začala celá horní vrstva chovat z hlediska ročního chodu teploty ideálně a výrazně se prolнула se spodní vrstvou. Výsledkem je dosažení stavu, kdy u hladiny (epilimnion) teplota vody během roku silně kolísá, v hloubce cca 5 až 15 m se v letním období vytváří metalimnion se strmým poklesem teploty a hlouběji (hypolimnion) je celoročně nízká teplota blízka 4 °C (Obrázek 22).

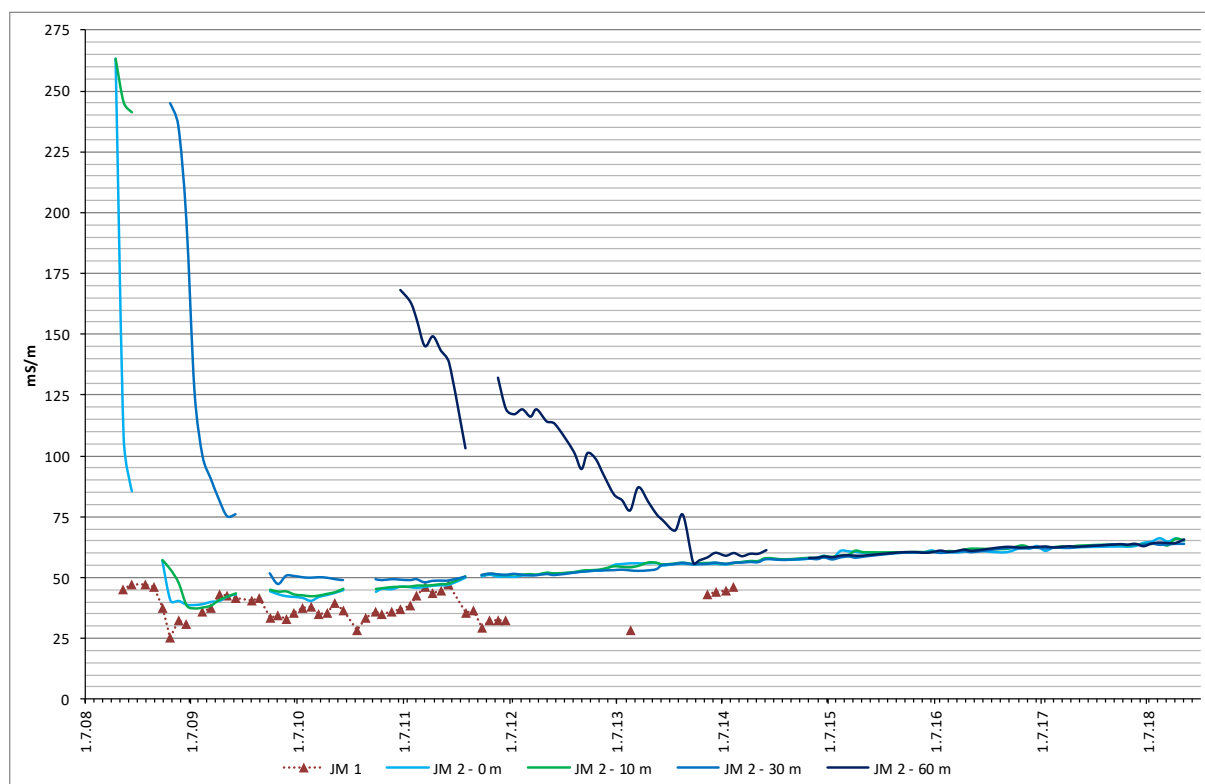
Celkově se pozorované teploty pohybovaly mezi 0,1 až 25,2 °C. Během sledovaného období se průměrná teplota vodního sloupce snížila z cca 10,5 na 6,2 °C.



Obrázek 22. Jezero Most – teplotní hloubkové profily v roce 2015

Koncentraci rozpuštěných látek dobře charakterizuje **vodivost**, která se snadno a přesně měří i v terénu. Hodnoty vodivosti se pohybovaly v širokém rozpětí od 38,9 do 263 mS/m (viz Obrázek 23). Vývoj vertikálního profilu vodivosti se vyvíjel na základě výše popsaných procesů, kdy na začátku napouštění se navrstvila voda s nízkou vodivostí

přitékající z PVN na vodu s vysokou vodivostí již přítomnou na dně lomu. Vodivost pod kótou 145 m n.m. zvolna během celého období napouštění klesala až k úrovni vodivosti přítoku. Nad touto kótou byla od začátku voda s nízkou vodivostí, která však vykazovala narůstající gradient směrem do hloubky. Ten byl zpočátku strmější a postupně klesal. Gradient vodivosti významně limitoval hloubkový dosah podzimní a jarní cirkulace vody. Vodivost v celém vodním sloupci se vyrovnala až začátkem roku 2014. Přes naprostou převahu vody z PVN ve výsledném objemu jezera kvůli velkému rozdílu ve vodivostech původní a přitéklé vody a kvůli přítoku další vody z vlastního povodí rovněž s vysokou vodivostí dosáhla výsledná hodnota významně vyšší úroveň než v PVN, tj. cca 56,8 mS/m v roce 2014. Od ukončení napouštění vodivost mírně, ale setrvale roste až na současných 63,9 mS/m.



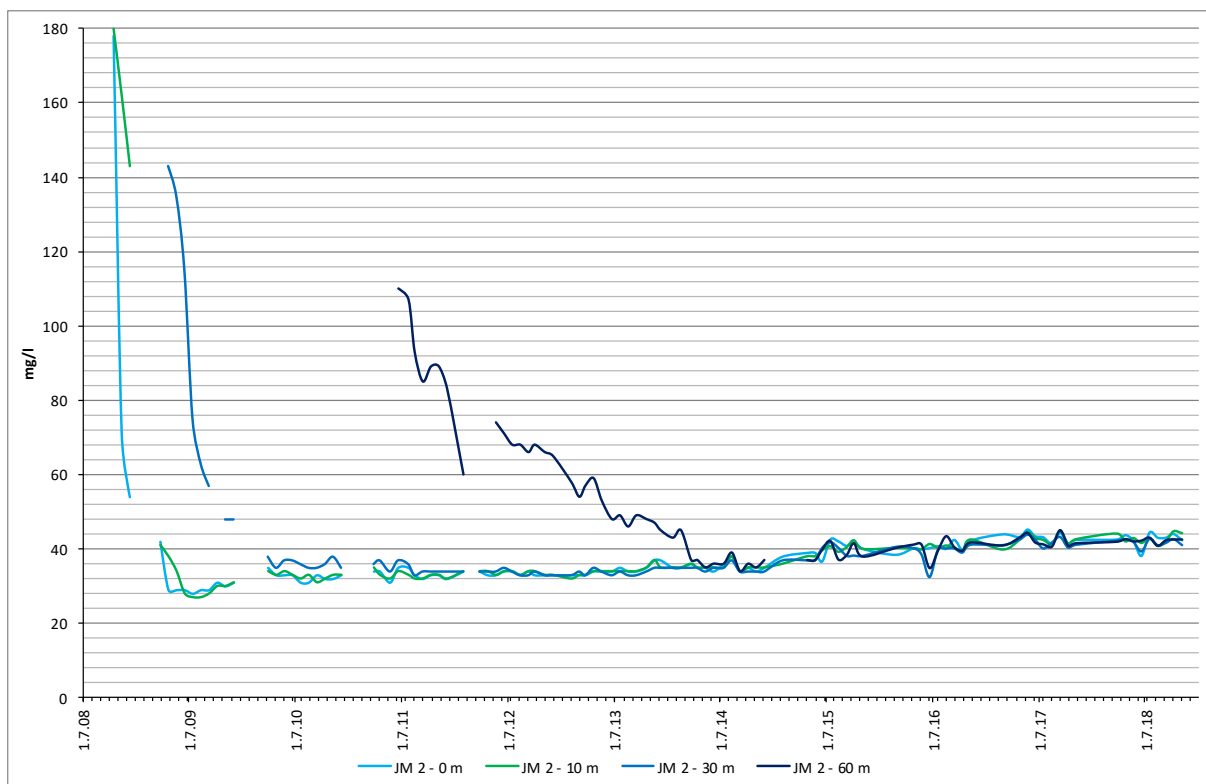
Obrázek 23. Jezero Most – vývoj vodivosti ve vybraných hloubkách

Velmi podobný vývoj jako vodivost měla koncentrace **rozpuštěných látek**, které se od začátku pohybovaly v širokém rozpětí 250 až 2 400 mg/l (Obrázek 24). Výsledná koncentrace po napuštění (rok 2014) byla 369,6 mg/l. Od té doby vzrostly na současných 421,6 mg/l. Stejný průběh má několik dalších dobře rozpustných solí, které nejsou významně ovlivňovány biologickými procesy. Týká se to **sodíku** (Obrázek 25), rozpětí

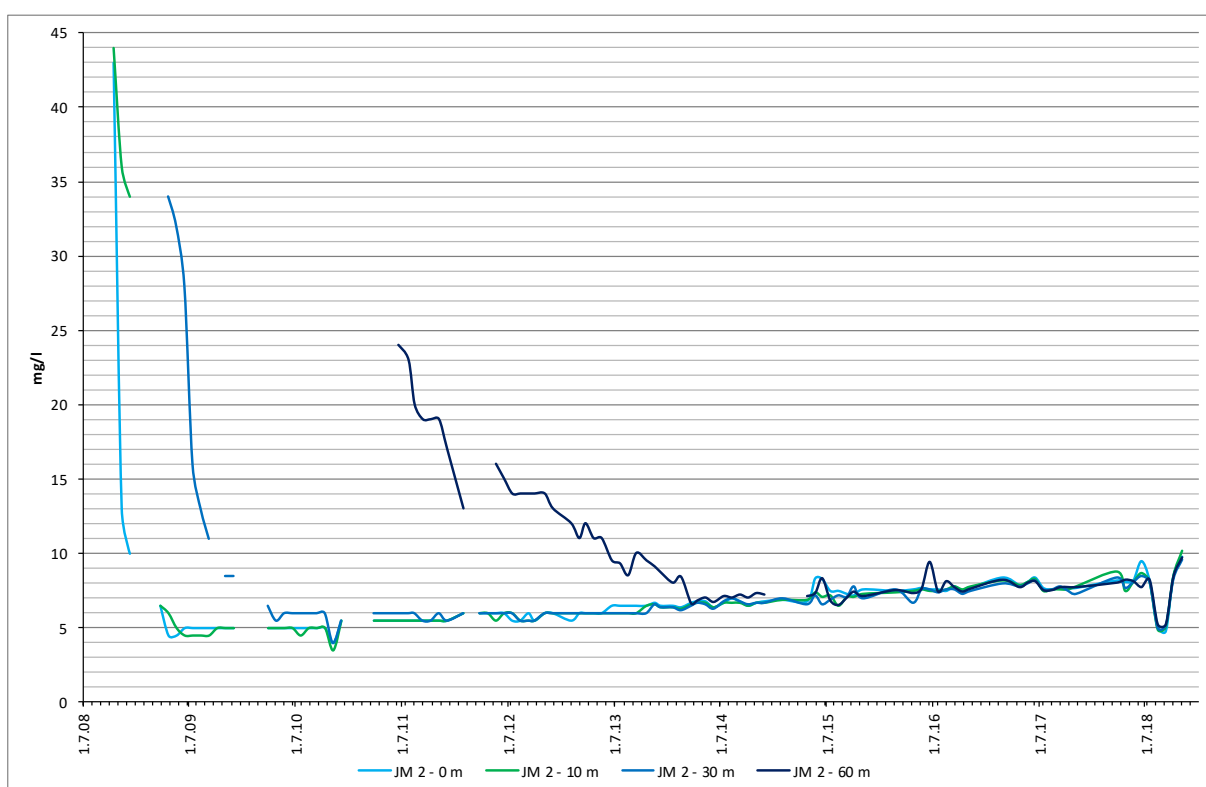
28 až 180 mg/l, výsledná koncentrace 35,3 mg/l, současná koncentrace 42,4 mg/l; **draslíku** (Obrázek 26), rozpětí 3,5 až 44 mg/l, výsledná koncentrace 6,7 mg/l, současná koncentrace 7,7 mg/l; **vápníku** (Obrázek 27, rozpětí 28 až 210 mg/l, výsledná koncentrace 43,0 mg/l, současná koncentrace 42,6 mg/l; **hořčíku** (Obrázek 28), rozpětí 11 až 146 mg/l, výsledná koncentrace 19,6 mg/l, současná koncentrace 23,5 mg/l; **síranů** (Obrázek 29, rozpětí 92 až 1 500 mg/l, výsledná koncentrace 158,2 mg/l, současná koncentrace 175,9 mg/l; **hydrogenuhličitanů** (Obrázek 30), rozpětí 56 až 160 mg/l, výsledná koncentrace 97,6 mg/l, současná koncentrace 104,5 mg/l); a s nimi související **alkalita** (Obrázek 31), rozpětí 0,92 až 2,56 mmol/l, výsledná hodnota 1,62 mmol/l, současná hodnota 1,71 mmol/l). Ve všech těchto případech byla koncentrace v původní retenci na dně lomu a v přítocích z vlastního povodí mnohonásobně vyšší než v přítoku z PVN.



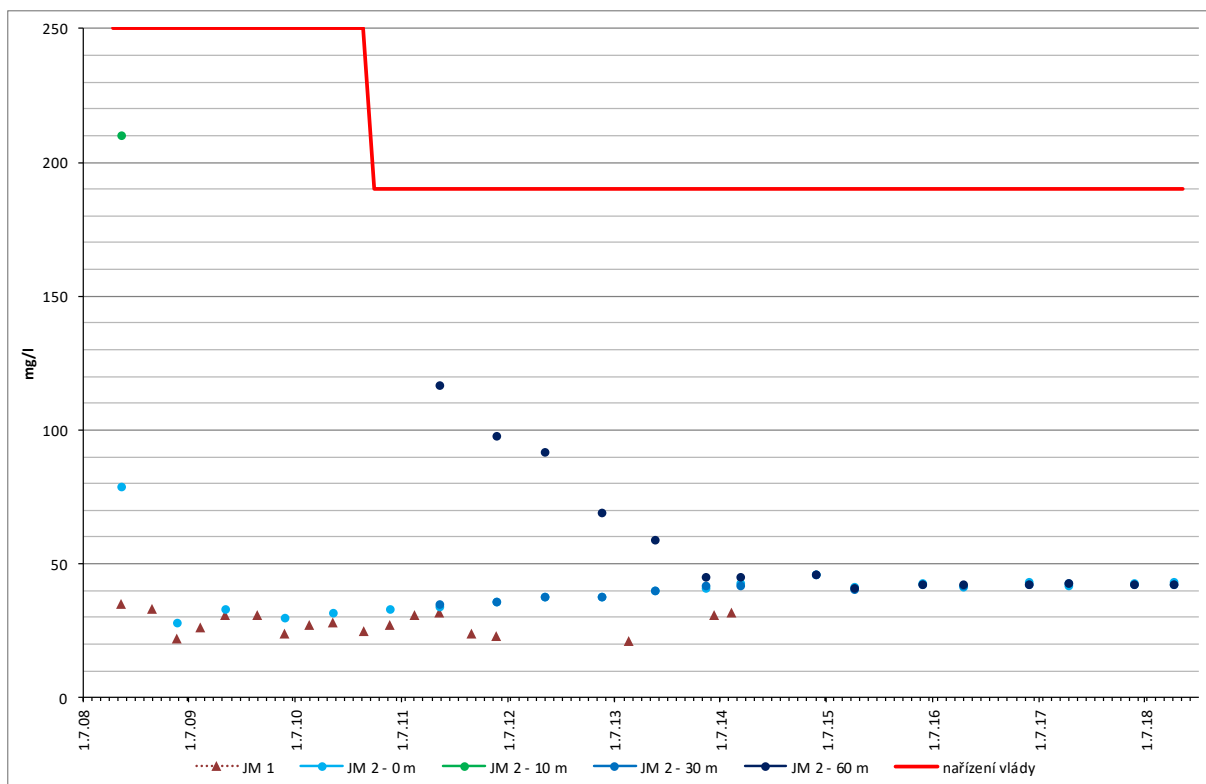
Obrázek 24. Jezero Most – vývoj rozpuštěných látek ve vybraných hloubkách



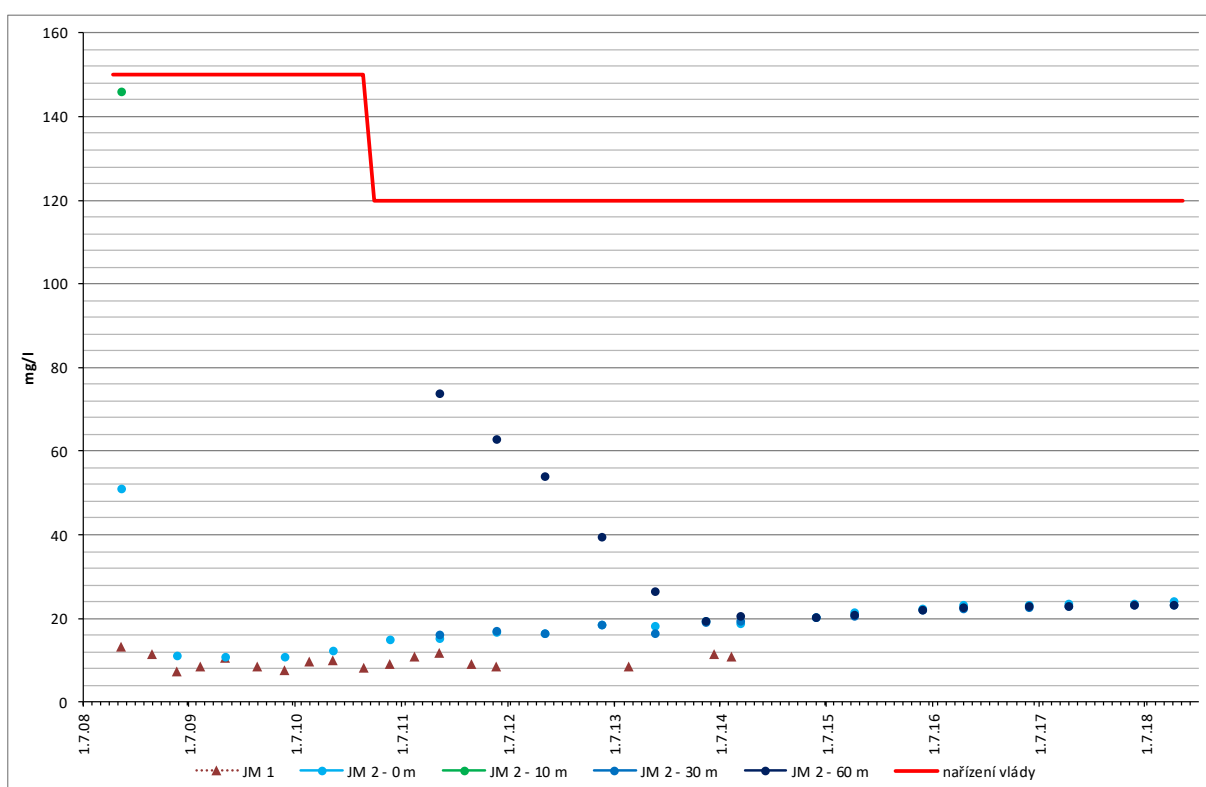
Obrázek 25. Jezero Most – vývoj sodíku ve vybraných hloubkách



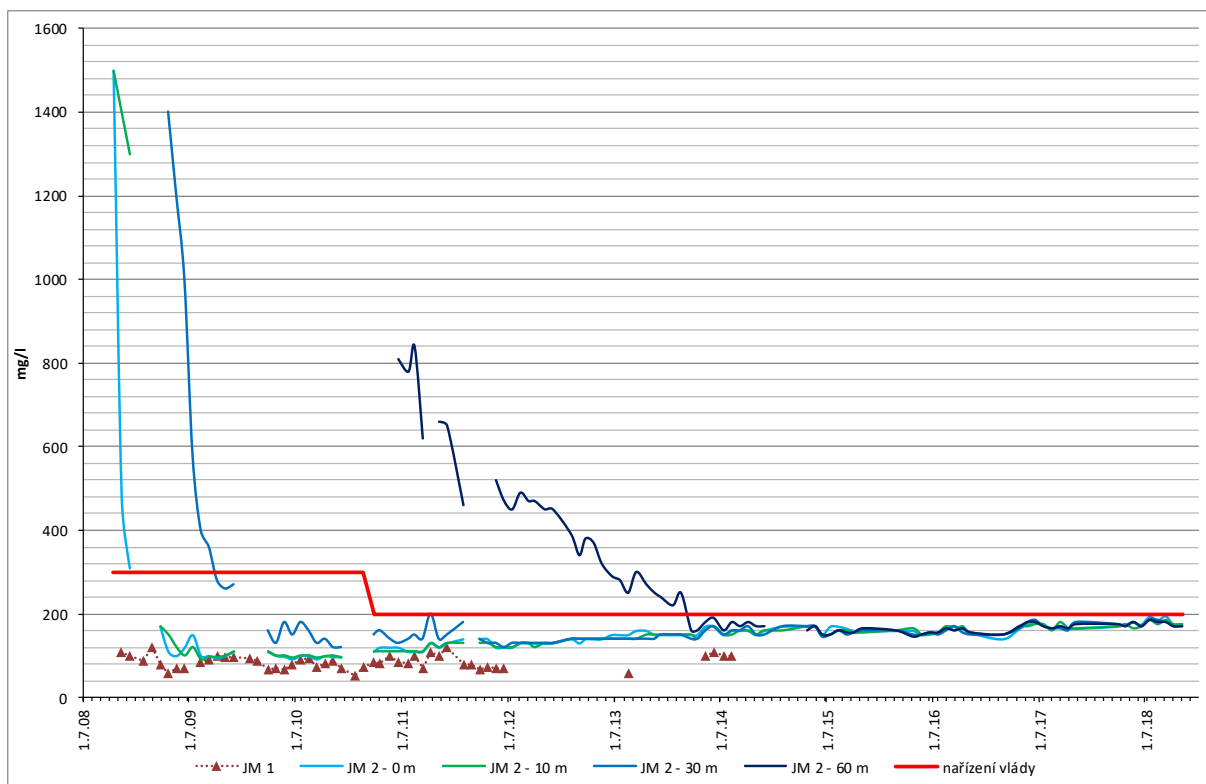
Obrázek 26. Jezero Most – vývoj draslíku ve vybraných hloubkách



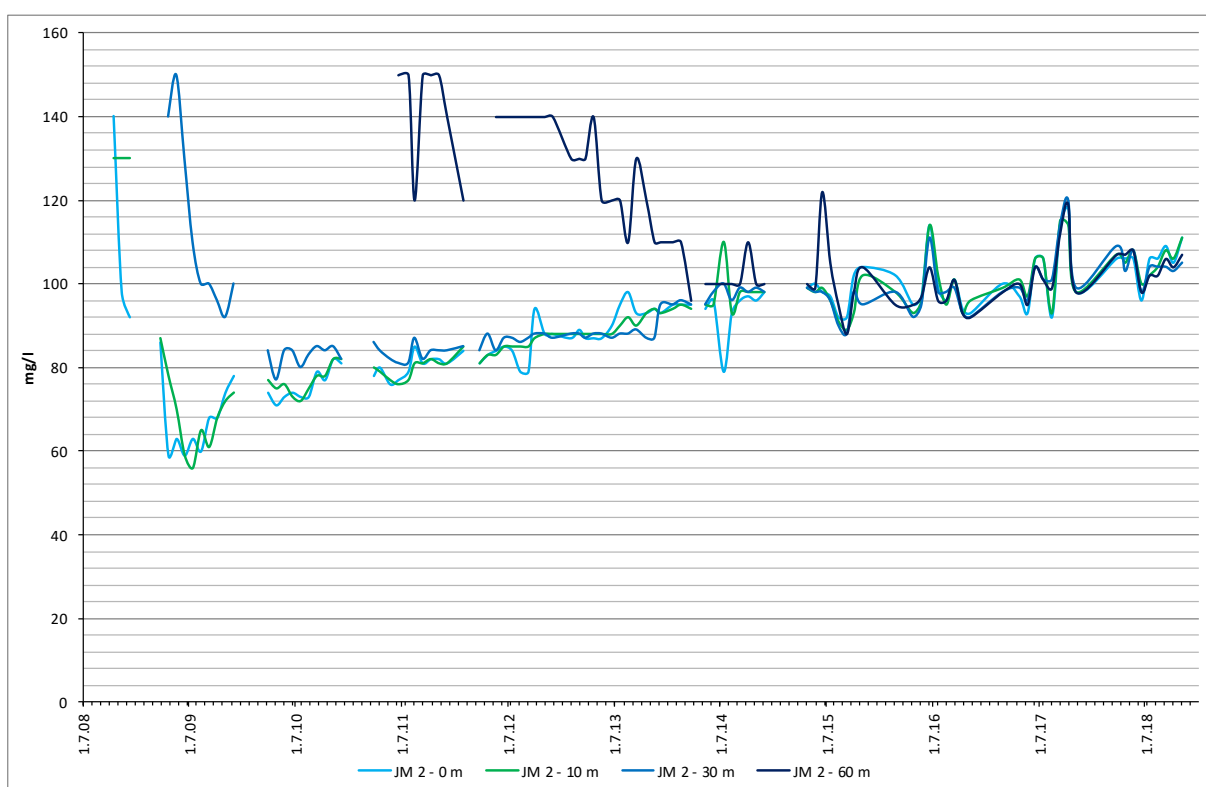
Obrázek 27. Jezero Most – vývoj vápníku ve vybraných hloubkách



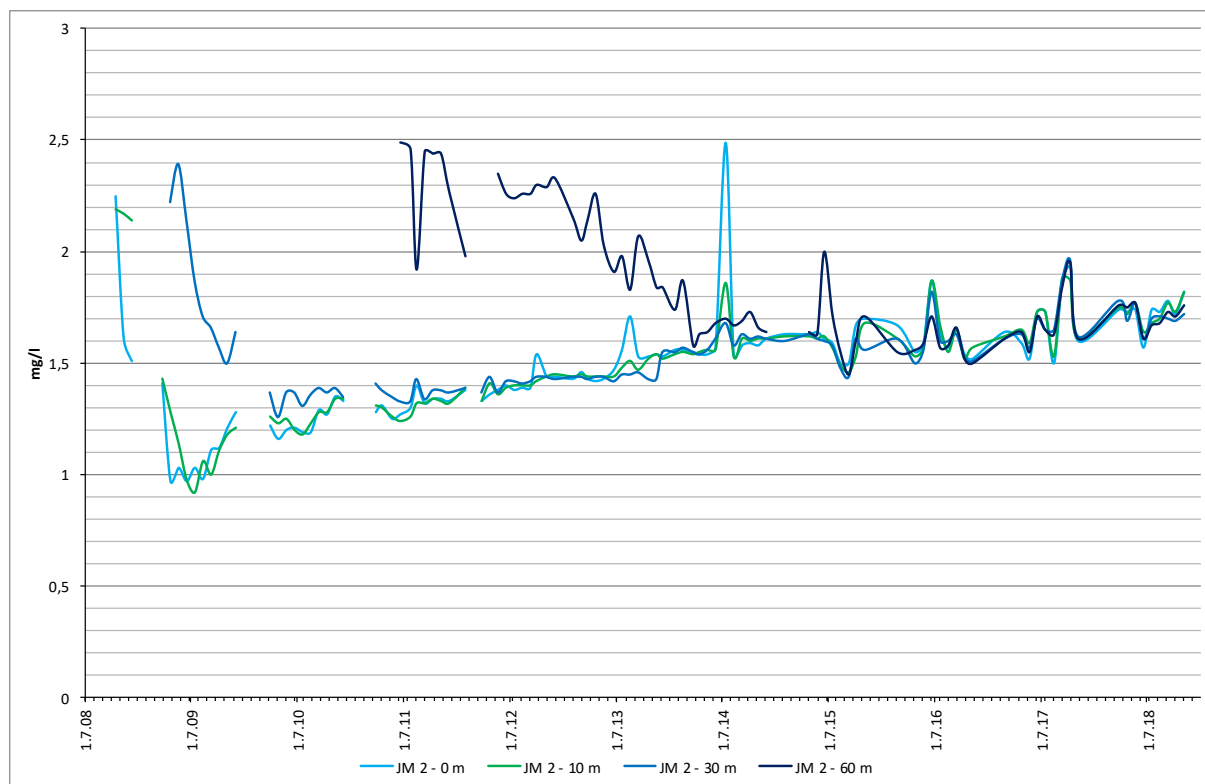
Obrázek 28. Jezero Most – vývoj hořčíku ve vybraných hloubkách



Obrázek 29. Jezero Most – vývoj síranů ve vybraných hloubkách

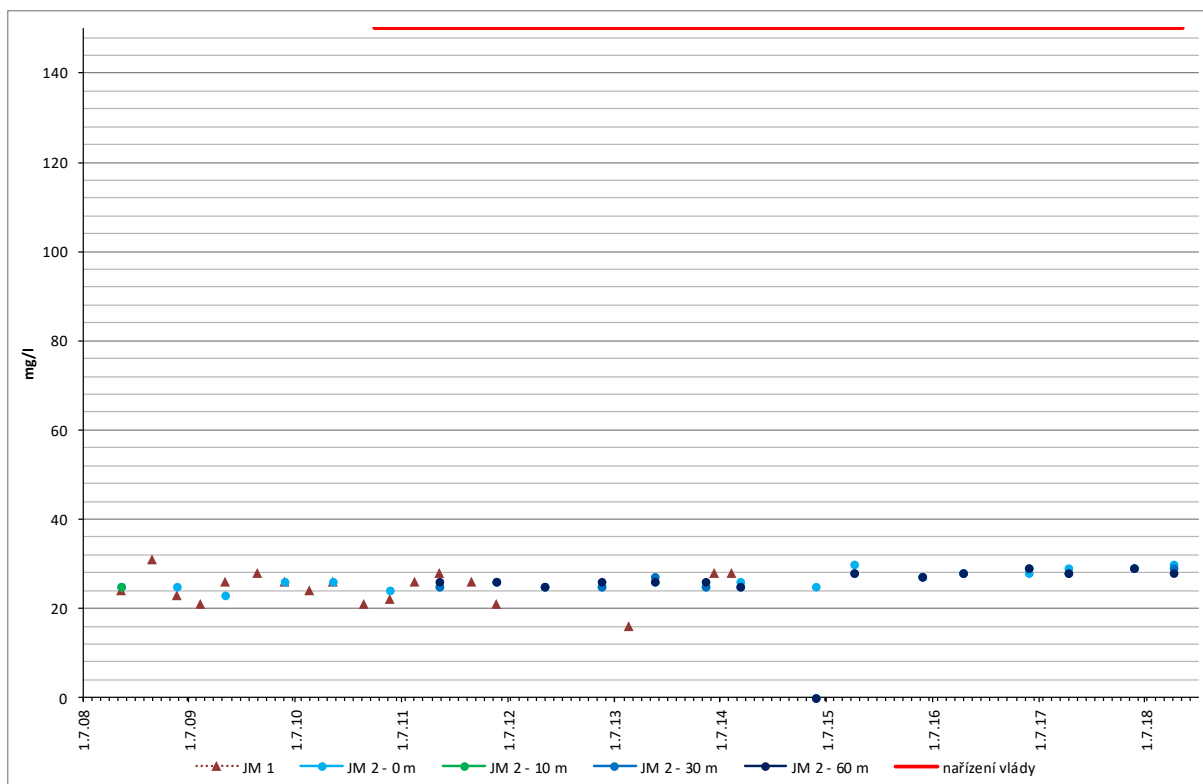


Obrázek 30. Jezero Most – vývoj hydrogenuhličitanů ve vybraných hloubkách



Obrázek 31. Jezero Most – vývoj alkality ve vybraných hloubkách

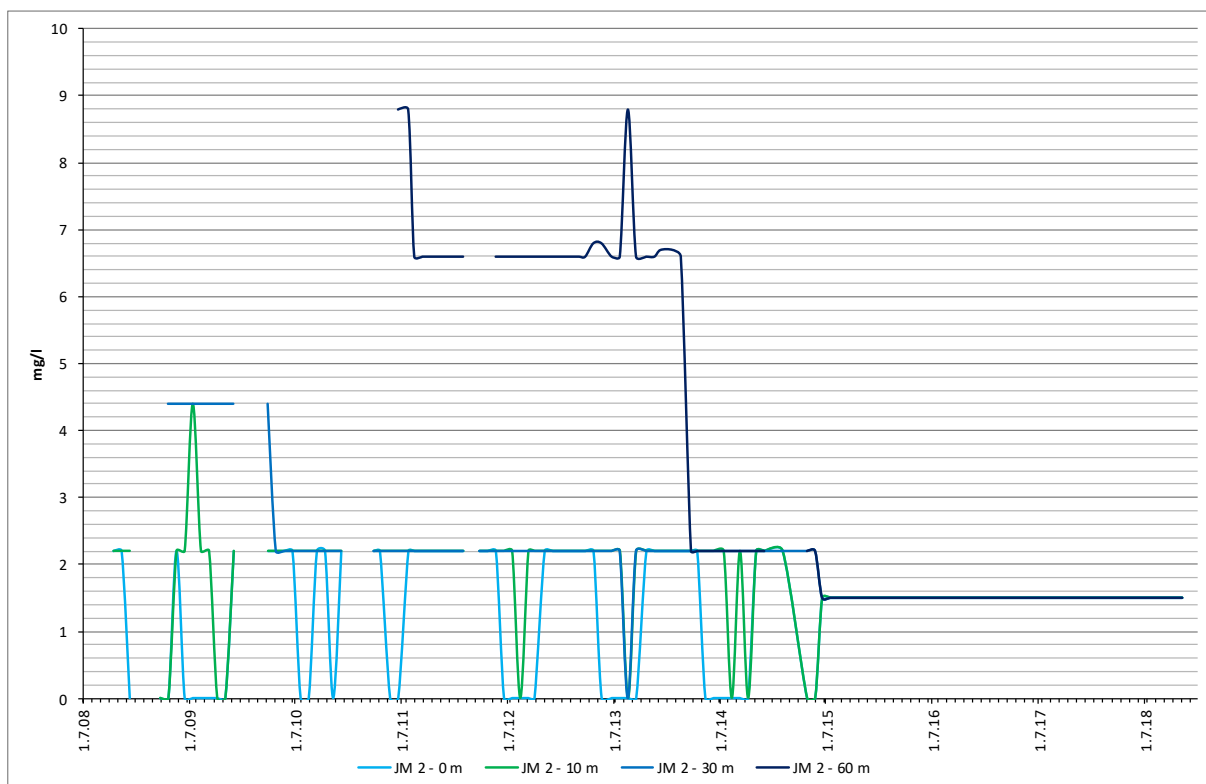
Odlišně se vyvíjela koncentrace **chloridů** (Obrázek 32). V tomto případě je koncentrace ve všech zdrojích skoro stejná, takže i koncentrace v celém vodním sloupci jezera po dobu napouštění zůstávala téměř konstantní, a to cca 25 mg/l. Současná koncentrace je asi 29 mg/l.



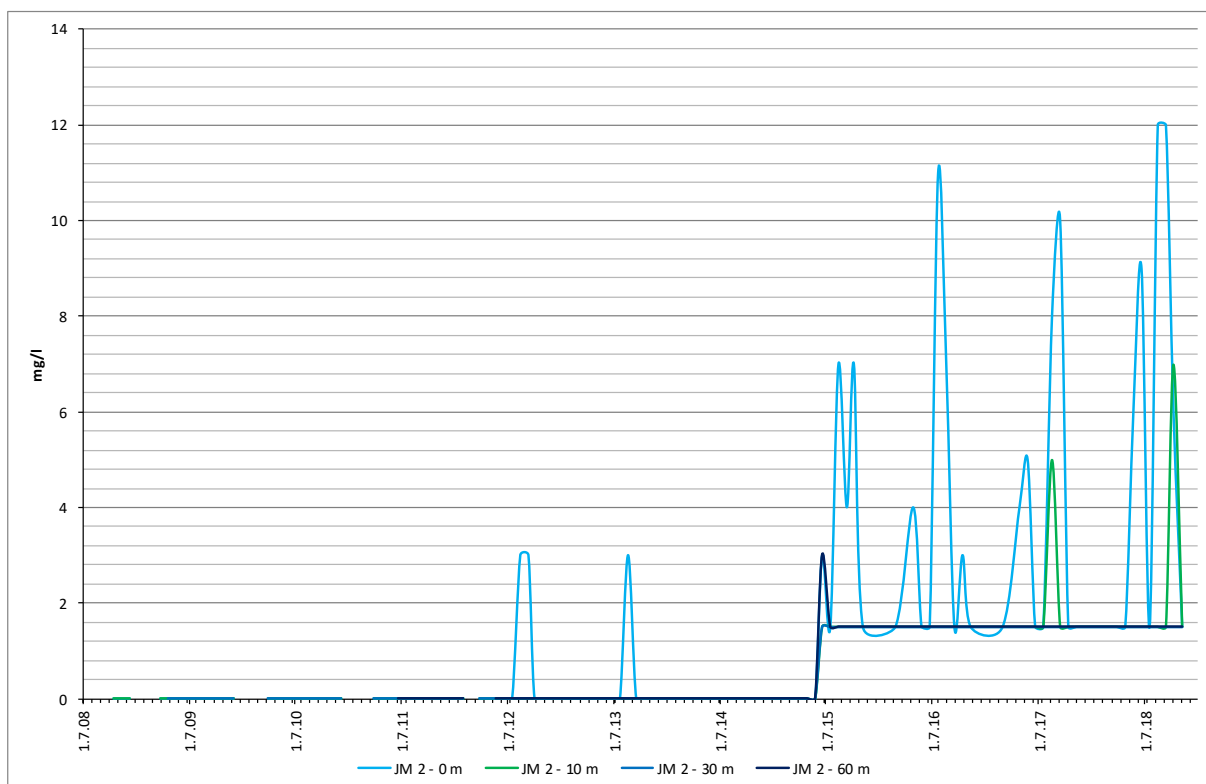
Obrázek 32. Jezero Most – vývoj chloridů ve vybraných hloubkách

Také koncentrace **oxidu uhličitého**, součásti uhličitánového systému, se vyvíjela odlišně (Obrázek 33). V tomto případě je to dáno dynamikou v rámci uhličitánového systému (uhličitany – hydrogenuhličitany – oxid uhličitý a kyselina uhličitá) v závislosti na pH a především tím, že ve vodě málo pohyblivý oxid uhličitý vzniká při mineralizaci organických látek a spotřebovává se při fotosyntéze fytoplanktonu a vodní makrovegetace. Tyto procesy naopak pH významně ovlivňují. Výměna mezi vodou a vzduchem je méně významná. Koncentrace oxidu uhličitého se pohybovala v rozpětí od 0 do 9,2 mg/l bez zřetelné tendence změny v celém období napouštění jezera. Z obrázku je zřejmé, že do roku 2014 koncentrace od hladiny ke dnu rostla: u hladiny byl průměr přibližně 1,3 mg/l, ve středu cca 2 mg/l a u dna cca 6,5 mg/l. Tendence změn nejsou statisticky významné. Od roku 2015 je koncentrace oxidu uhličitého v celém profilu vyrovnaná na úrovni 1,5 mg/l.

Koncentrace **uhličitánů** byla po dobu napouštění téměř ve všech vzorcích nulová. Pouze v 5 ze 723 vzorků se vyskytla koncentrace 3 mg/l, a to koncem léta v roce 2012 u hladiny a v hloubce 5 m a jedenkrát koncem léta v roce 2013 u hladiny. Od roku 2015 jsou zaznamenávány koncentrace kolem 1,5 mg/l, které se v horních 10 m zvyšují až na maxima kolem 12 mg/l v hladinové vrstvě v srpnovém a zářijovém odběru.

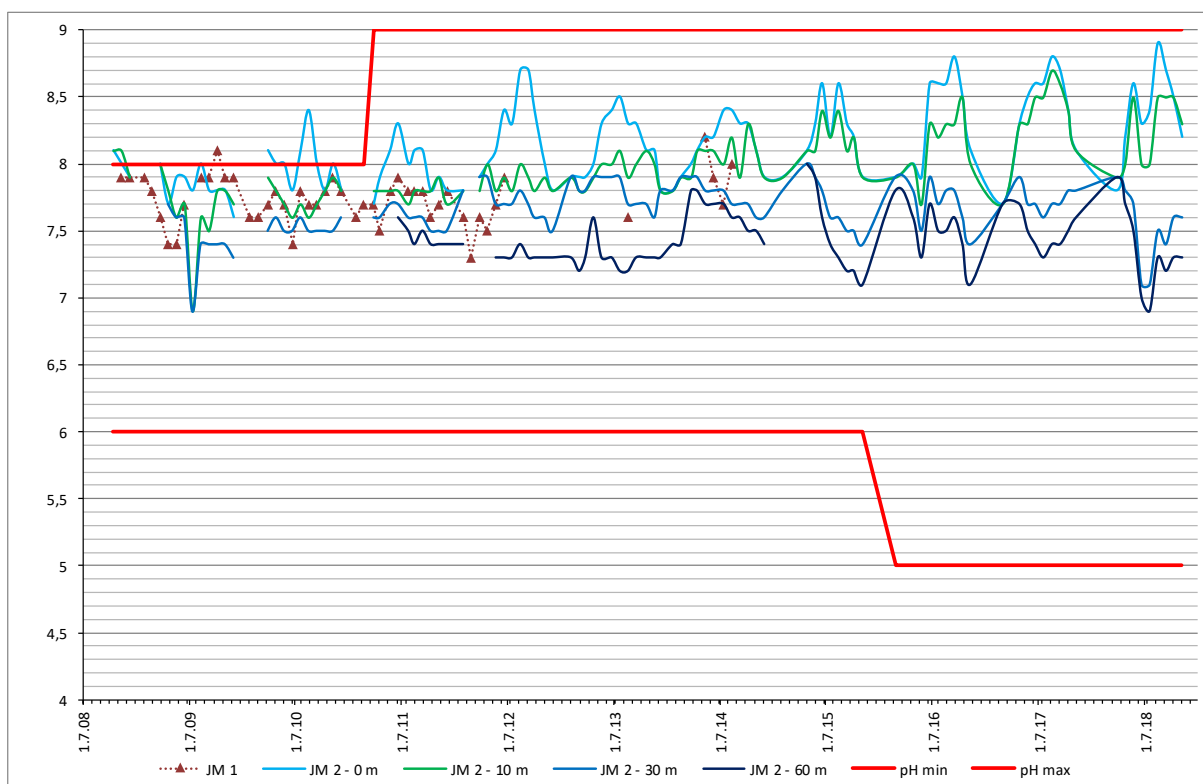


Obrázek 33. Jezero Most – vývoj oxidu uhličitého ve vybraných hloubkách



Obrázek 34. Jezero Most – vývoj uhličitánů ve vybraných hloubkách

V souladu s koncentrací oxidu uhličitého rostoucí směrem ke dnu byla **reakce vody (pH)**. Hodnota pH se až na jedno vybočující měření (13.7.2009) pohybovala v mírně alkalické oblasti mezi 7,2 až 8,7, přičemž průměrná hodnota během napouštění poněkud vzrostla ze 7,5 na 7,8 (Obrázek 35). Hodnota pH od hladiny ke dnu klesala, přičemž u hladiny a ve středu úrovní pH poněkud rostla a u dna naopak zřetelně klesala. V ročním průběhu pH u hladiny dost kolísalo (o půl až 1 stupeň během roku). Ve středu vodního sloupce bylo kolísání menší a u dna bylo pH nejstabilnější. Během podzimní a jarní cirkulace se rozdíly pH ve vodním sloupci zmenšovaly, největší rozdíl mezi hladinou a dnem se vytvářel v červenci až září. Podstatná z hlediska kvality vody je především poměrně vysoká úroveň pH v mírně alkalické oblasti, protože to je spojeno s nízkou rozpustností většiny kovů a vede k jejich srážení a sedimentaci.

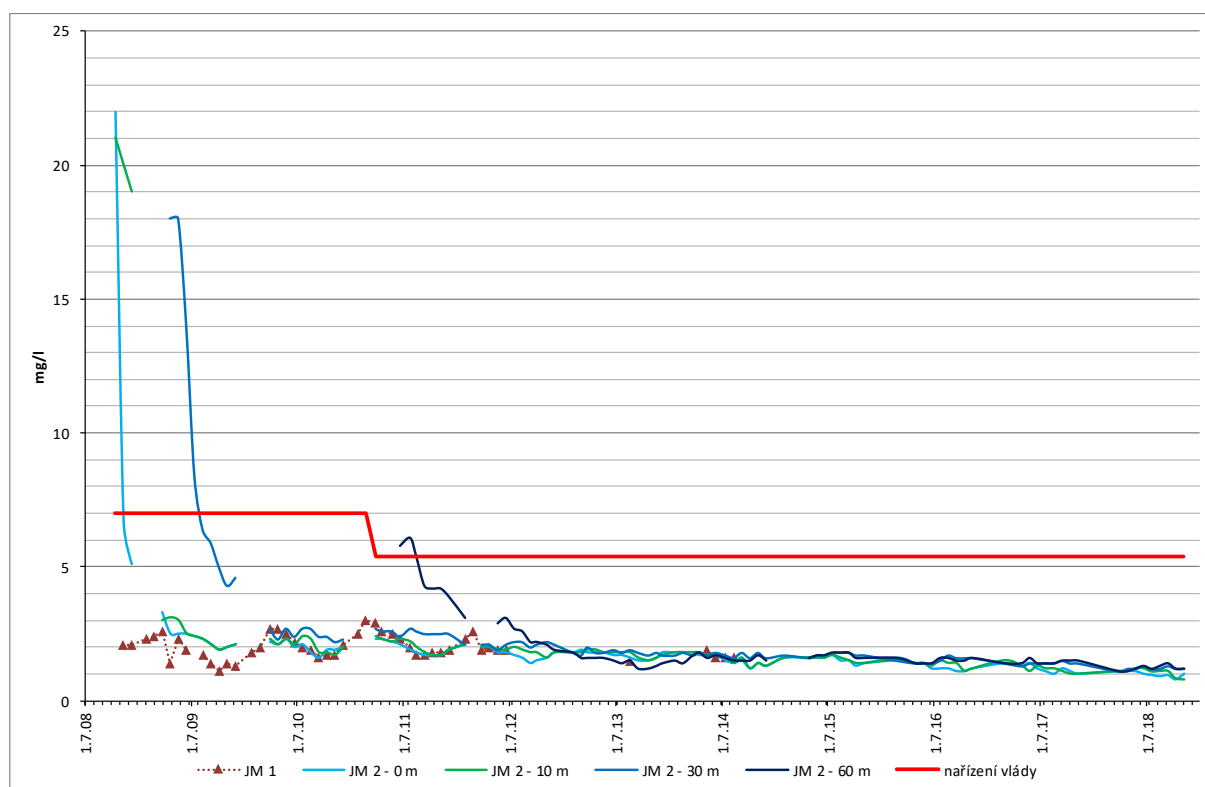


Obrázek 35. Jezero Most – vývoj pH ve vybraných hloubkách

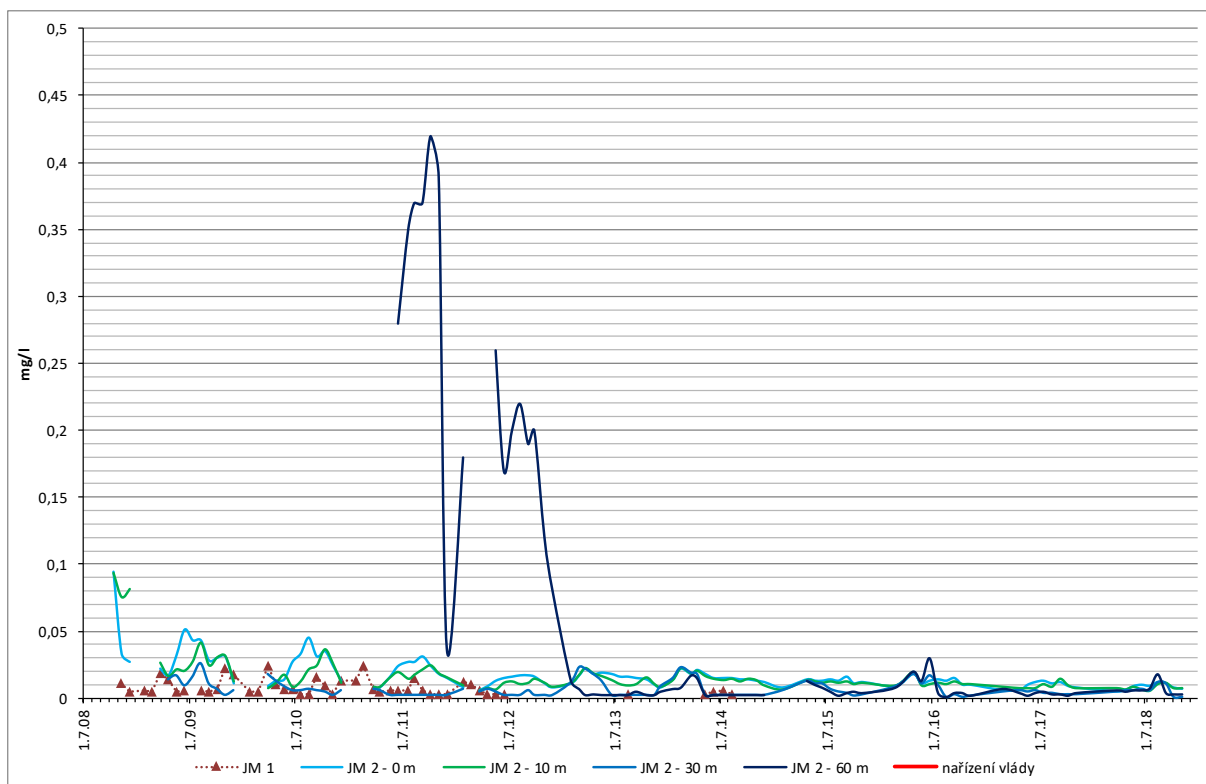
Koncentrace **celkového dusíku** a jeho významných forem (Obrázek 36, Obrázek 37, Obrázek 38), se vyvíjela zdánlivě podobně jako u výše uvedených solí. Při bližším pohledu se však ukážou odlišnosti vyplývající z toho, že jednotlivé formy dusíku se ve stojatých vodách účastní řady kvantitativně významných reakcí. Koncentrace celkového dusíku se na začátku napouštění pohybovala v rozmezí 2,4 až 22,6 mg/l.

Výsledná koncentrace na konci sledovaného období však ve srovnání s minimem nestoupala, ale naopak mírně klesla na 1,9 mg/l. To dokládá, že dusík z vodního sloupce uniká. Za předpokladu jen míchání vody ze zdrojů pro plnění by byla koncentrace celkového dusíku více než dvojnásobná.

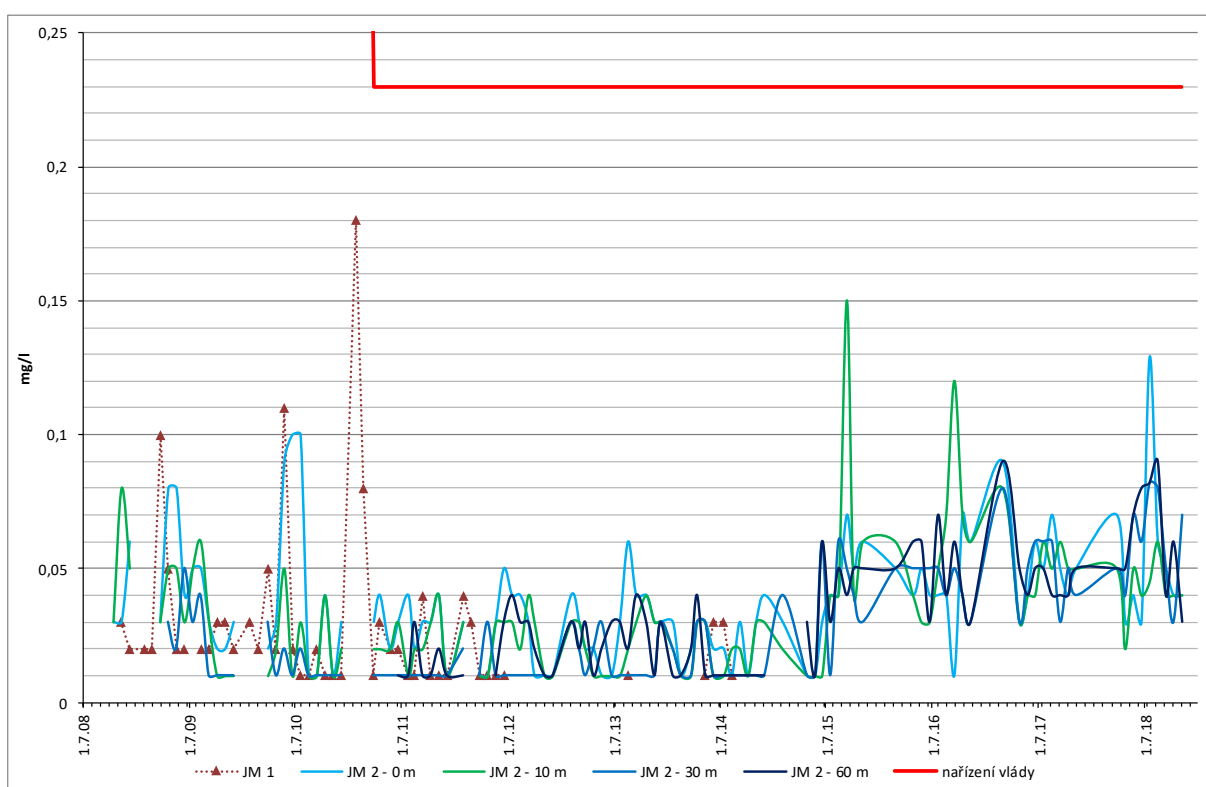
V retenci na dně lomu byla před začátkem napouštění vysoká koncentrace **dusičnanového dusíku** – 21,7 mg/l. Jeho koncentrace v odpovídající spodní vrstvě následně klesala (Obrázek 36), avšak mnohem strměji než u jiných solí (viz např. sírany). Před koncem napouštění zde koncentrace dusičnanového dusíku klesla pod úroveň v horní vrstvě vody. Pokles v případě dusičnanů nebyl způsoben jen mícháním s horní vrstvou, ale také denitrifikací, kdy se původně dusičnanový dusík postupně mění až na plynný molekulární dusík, který v hydrochemických analýzách není sledován. Denitrifikace probíhá intenzivně především v anoxickém prostředí, kde je kyslík z dusičnanů využíván pro oxidaci jiných látek. Anoxický stav ve spodní vrstvě nastal během prvního roku napouštění a podílel se na rychlém poklesu koncentrace dusičnanů. Výsledná koncentrace dusičnanového dusíku je 1,7 mg/l, současná koncentrace 1,2 mg/l.



Obrázek 36. Jezero Most – vývoj dusičnanového dusíku ve vybraných hloubkách



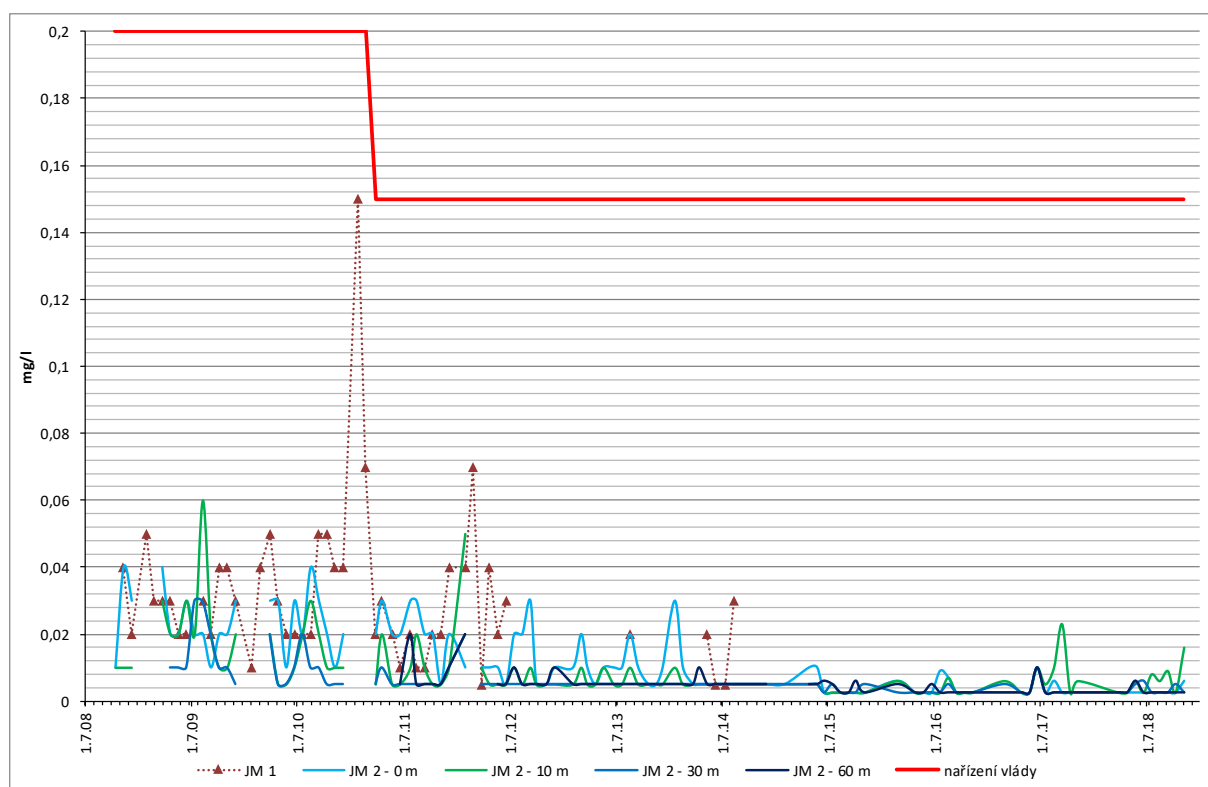
Obrázek 37. Jezero Most – vývoj dusitanového dusíku ve vybraných hloubkách



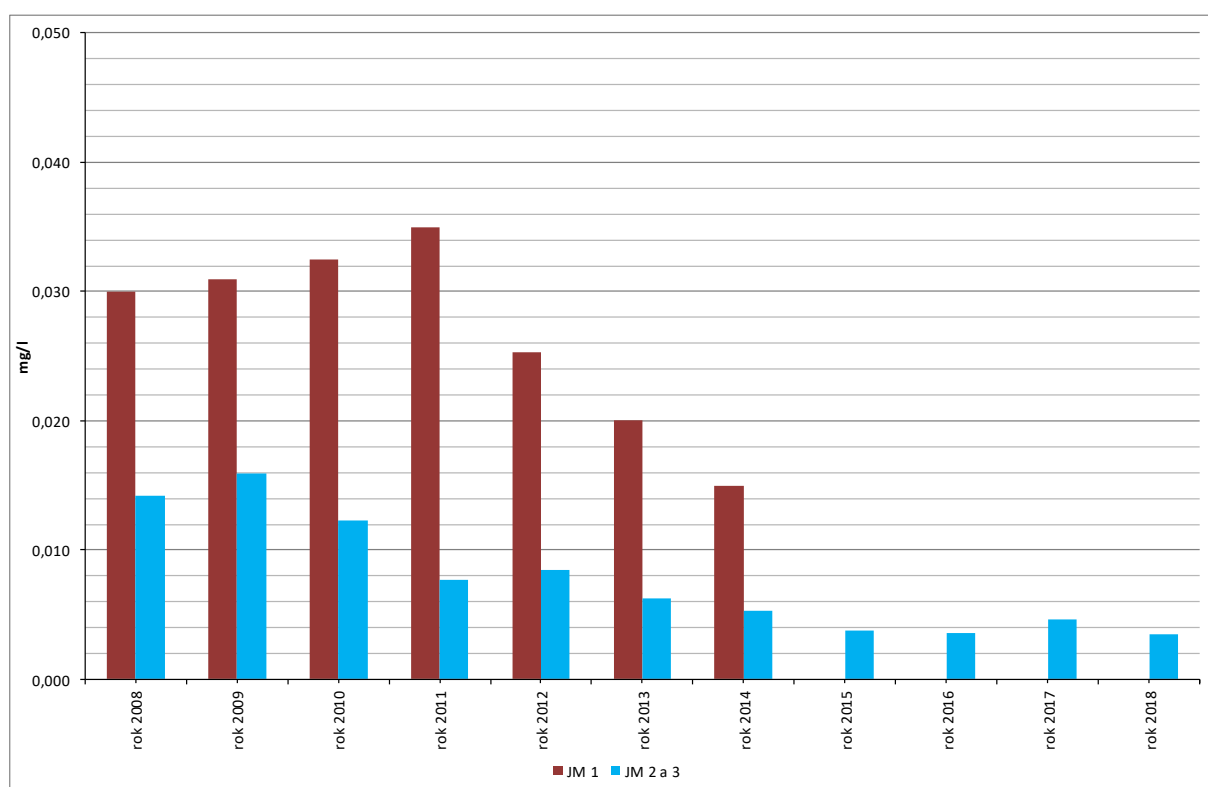
Obrázek 38. Jezero Most – vývoj amoniakálního dusíku ve vybraných hloubkách

Koncentrace **amoniakálního dusíku** byla nízká ve výchozí retenci na dně lomu i v přítoku z PVN (0,03 mg/l). Totéž se dá říci i o průměrné koncentraci v přítocích z vlastního povodí (0,38 mg/l). V jezeře bylo zjištěno rozpětí od 0,01 do 0,14 mg/l, vyšší koncentrace souvisí s kolísáním v přítoku z PVN (až 0,18 mg/l). Koncentrace amoniakálního dusíku je snižována odčerpáním fytoplanktonem (je přednostně využíván při fotosyntéze fytoplanktonu) a významná část uniká do ovzduší při alkalické reakci vody. Výsledná koncentrace amoniakálního dusíku poklesla na 0,015 mg/l. Po ukončení napouštění však koncentrace vzrostla na současných 0,054 mg/l, což opět souvisí s vyšší koncentrací této formy dusíku v přítocích z povodí.

Koncentrace **celkového fosforu** bývají ve srovnání s ostatními anorganickými látkami velmi nízké, ale přesto jsou významné, protože jde o nejčastěji limitující minerální živinu ve vnitrozemských vodách. V jezeře byla koncentrace celkového fosforu ve srovnání s většinou našich vod od začátku nízká (rozpětí 0,005 až 0,06 mg/l, Obrázek 39) a během napouštění poklesla na cca 0,005 mg/l, tzn. jde jednoznačně o **oligotrofní stav jezera**. Pokles nastal ve všech vrstvách a výsledná koncentrace na konci napouštění je zhruba řádově nižší, než kdyby byla jen výsledkem míchání zdrojových vod s různou koncentrací fosforu. U hladiny byla koncentrace trvale cca dvakrát vyšší než ve středu vodního sloupce a u dna. To ukazuje, že koncentrace fosforu ve vodním sloupci je závislá na přísunu z okolí a že uvolňování ze dna jezera je nevýznamné. Ve vodním sloupci probíhá srážení a sedimentace fosforu. Z dalšího obrázku (Obrázek 40), kde jsou pro lepší přehlednost vyneseny jen průměrné hodnoty pro celý vodní sloupec je zřetelný vcelku plynulý pokles během napouštění a zejména stabilizace oligotrofního stavu po přerušení napouštění v polovině roku 2012 (koncentrace nižší než 0,015 mg/l).

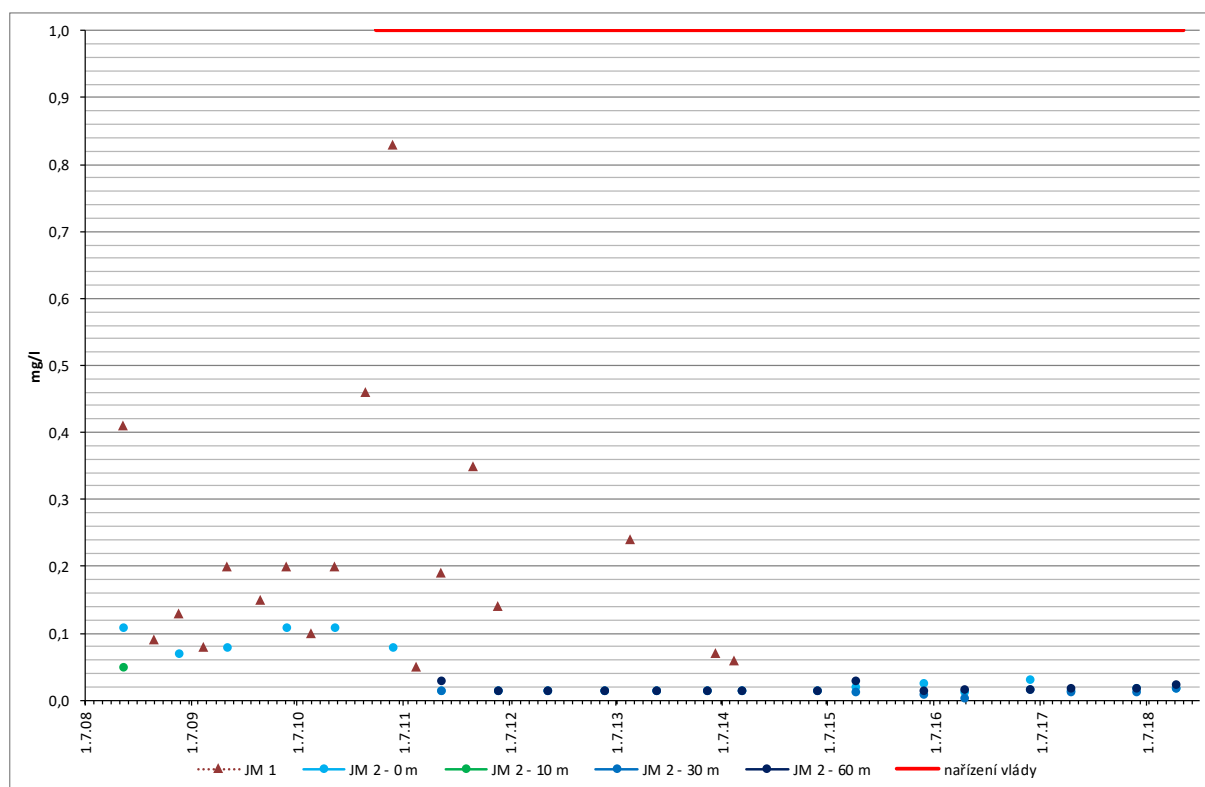


Obrázek 39. Jezero Most – vývoj celkového fosforu ve vybraných hloubkách



Obrázek 40. Jezero Most – vývoj ročních průměrných hodnot celkového fosforu

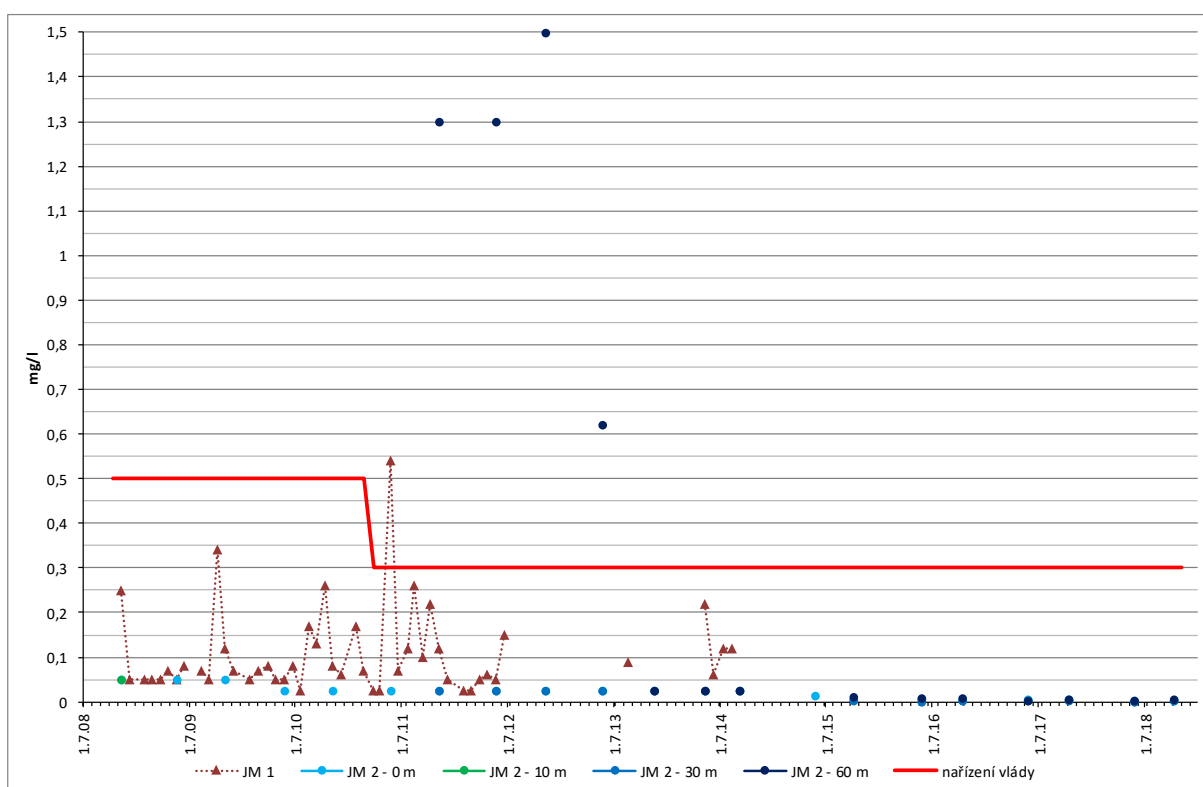
Na území po těžbě uhlí bývají ve vodě pravidelně vysoké koncentrace **železa** i dalších kovů. Rozpustnost většiny kovů silně stoupá s klesajícím pH a v anoxickém prostředí. Kyselé prostředí vzniká zpravidla v důsledku oxidace pyritu a příbuzných sloučenin poté, co se dostanou do kontaktu se vzdušným kyslíkem. V některých územích (například Německo – Lužice) je to dlouhodobý vážný problém, který se jen s velkými náklady napравuje. V Podkrušnohoří jsou v uhelném nadloží usazeniny s dostatečně vysokou koncentrací uhličitánů, takže na výsypkách a svazích lomů je pH v průměru neutrální až slabě alkalické. Za těchto podmínek pH a v dobře prokysličené vodě koncentrace železa i většiny dalších kovů pronikavě klesá. To je i případ jezera Most a jeho vlastního povodí. Koncentrace v jezeře se pohybovaly od 0,015 do 0,12 mg/l (Obrázek 41), i když jeho koncentrace ve vodě z PVN je několikanásobně vyšší. Po přerušení napouštění v polovině roku 2012 poklesla koncentrace železa v celém vodním sloupci trvale pod mez stanovitelnosti (0,03 mg/l).



Obrázek 41. Jezero Most – vývoj celkového železa ve vybraných hloubkách

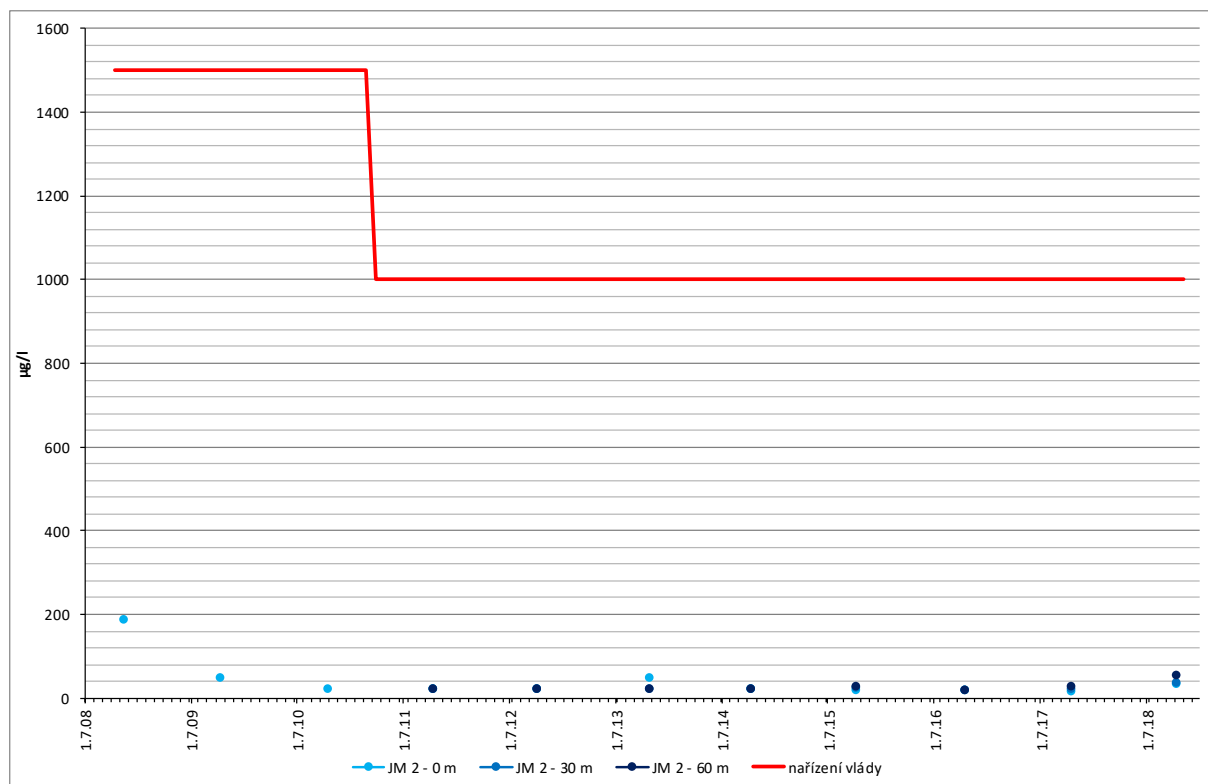
Vysoké koncentrace železa ve vodách jsou doprovázeny obvykle i vysokými koncentracemi **manganu**. Rozpustnost manganu je mnohem více než u ostatních kovů zvýšena v anoxickém prostředí, a to i při poměrně vysokém pH. To vysvětluje i poněkud

zvláštní průběh hodnot stanovených během napouštění v jezeře Most (Obrázek 42). U hladiny a ve středu vodního sloupce byla koncentrace manganu trvale pod mezí stanovitelnosti (0,05 mg/l). Tato hodnota byla na začátku napouštění zjištěna i u dna. Od května 2010 však koncentrace manganu u dna začala strmě růst až na 1,5 mg/l dne 5. 11. 2012. Následně rychle klesla a od listopadu 2013 je opět pod mezí stanovitelnosti. To evidentně souvisí s vývojem koncentrace kyslíku v této vrstvě vody (Obrázek 20).

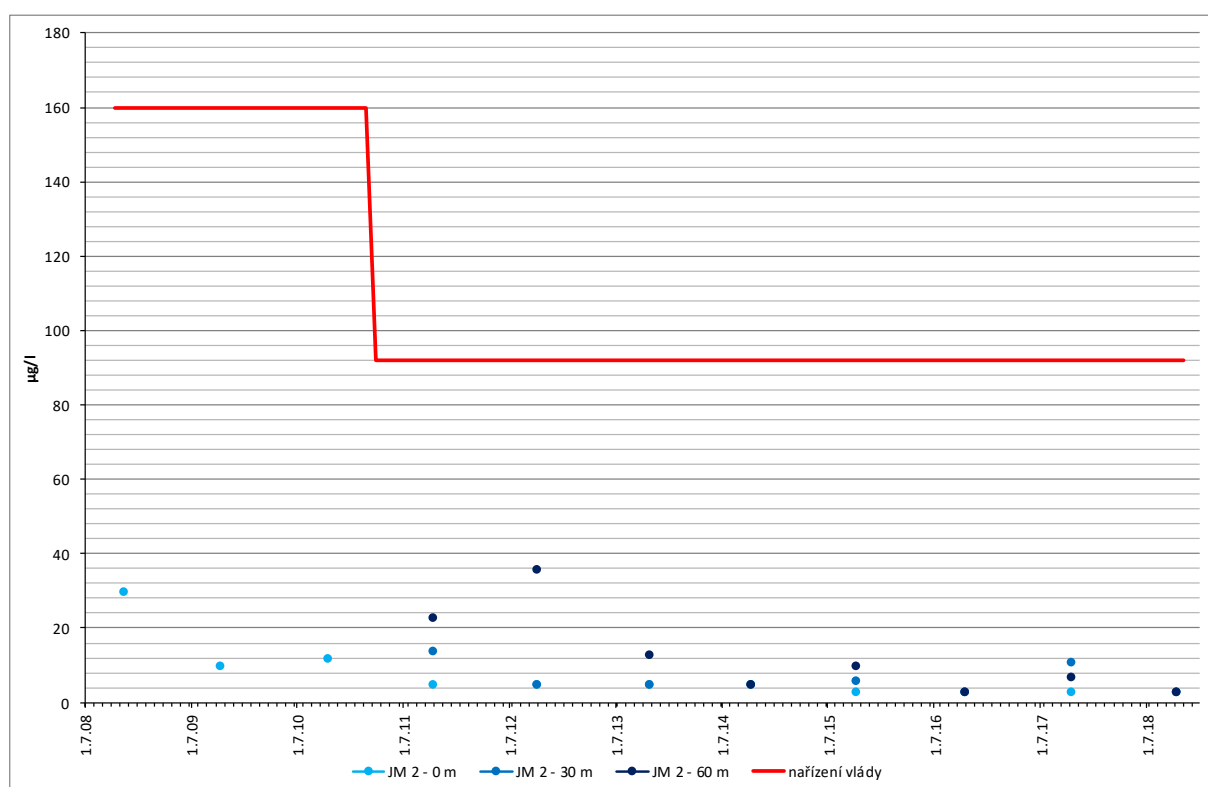


Obrázek 42. Jezero Most – vývoj celkového manganu ve vybraných hloubkách

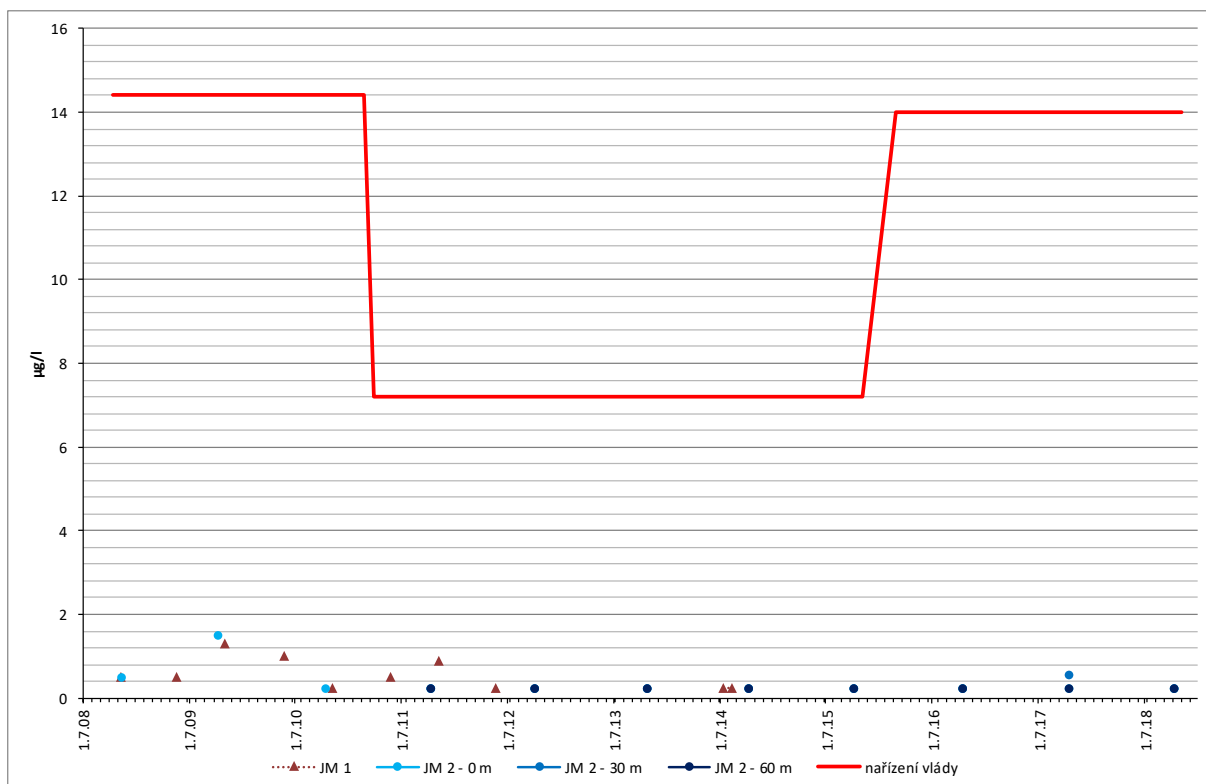
Další kovy byly stanovovány jen jedenkrát ročně ve třech hloubkách. Postižení vývoje jejich koncentrací je proto méně spolehlivé a případné tendence změn jsou méně průkazné. Podobný vývoj jako u železa s významným poklesem koncentrace během sledování je možno pozorovat u **hliníku** (Obrázek 43), rozpětí 16 až 190 µg/l, výsledná koncentrace v roce 2014 cca 25 µg/l, současná koncentrace 42 µg/l; **zinku** (Obrázek 44), pozorované rozpětí 3 až 55 µg/l, výsledná koncentrace cca 5 µg/l, současná koncentrace 3 µg/l; **olova** (Obrázek 45), 0,25 až 1,5 µg/l, výsledná i současná koncentrace 0,25 µg/l; a **chromu** (Obrázek 46), rozpětí 0,25 až 2 µg/l, výsledná koncentrace 0,5 µg/l, současná koncentrace 0,25 µg/l; **niklu** (Obrázek 47), rozpětí 0,75 až 12 µg/l, výsledná koncentrace cca 3,150 µg/l, současná koncentrace 1,508 µg/l; a **mědi** (Obrázek 48), rozpětí 0,025 až 27 µg/l, výsledná koncentrace 3,783 µg/l, současná koncentrace 0,500 µg/l.



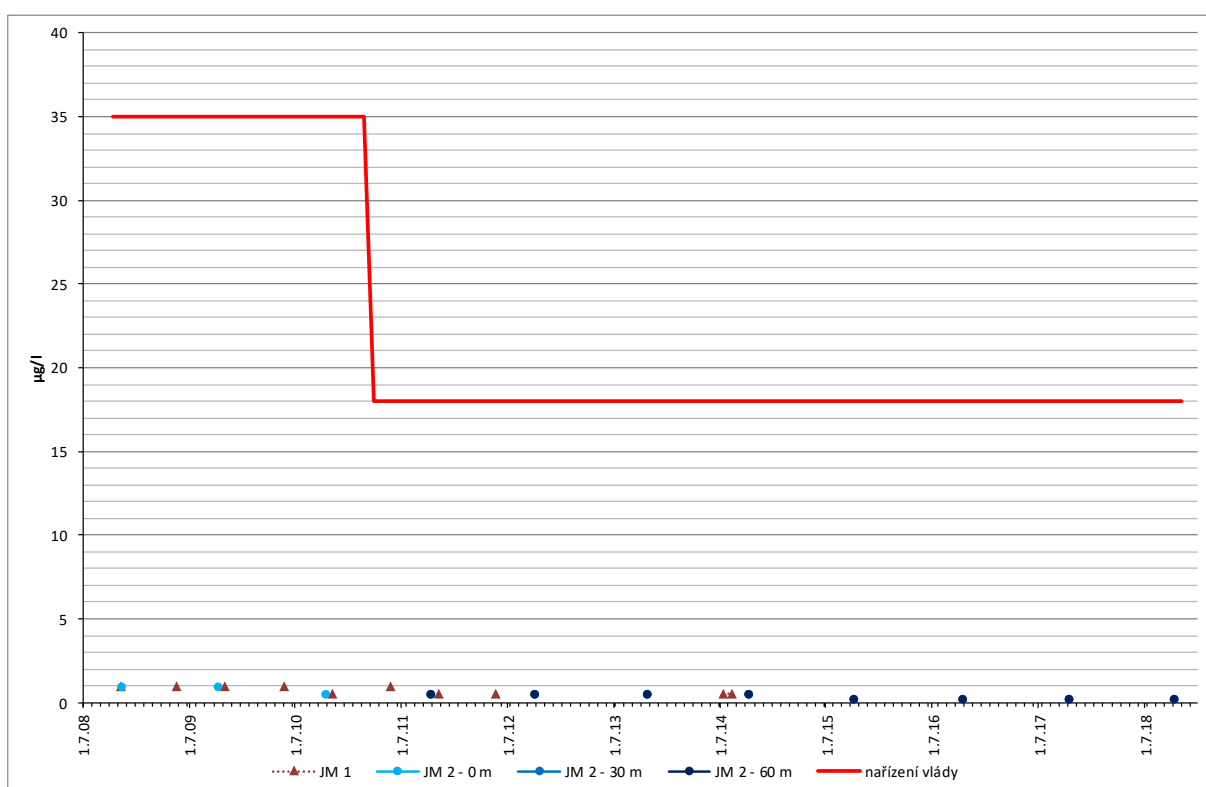
Obrázek 43. Jezero Most – vývoj hliníku ve vybraných hloubkách



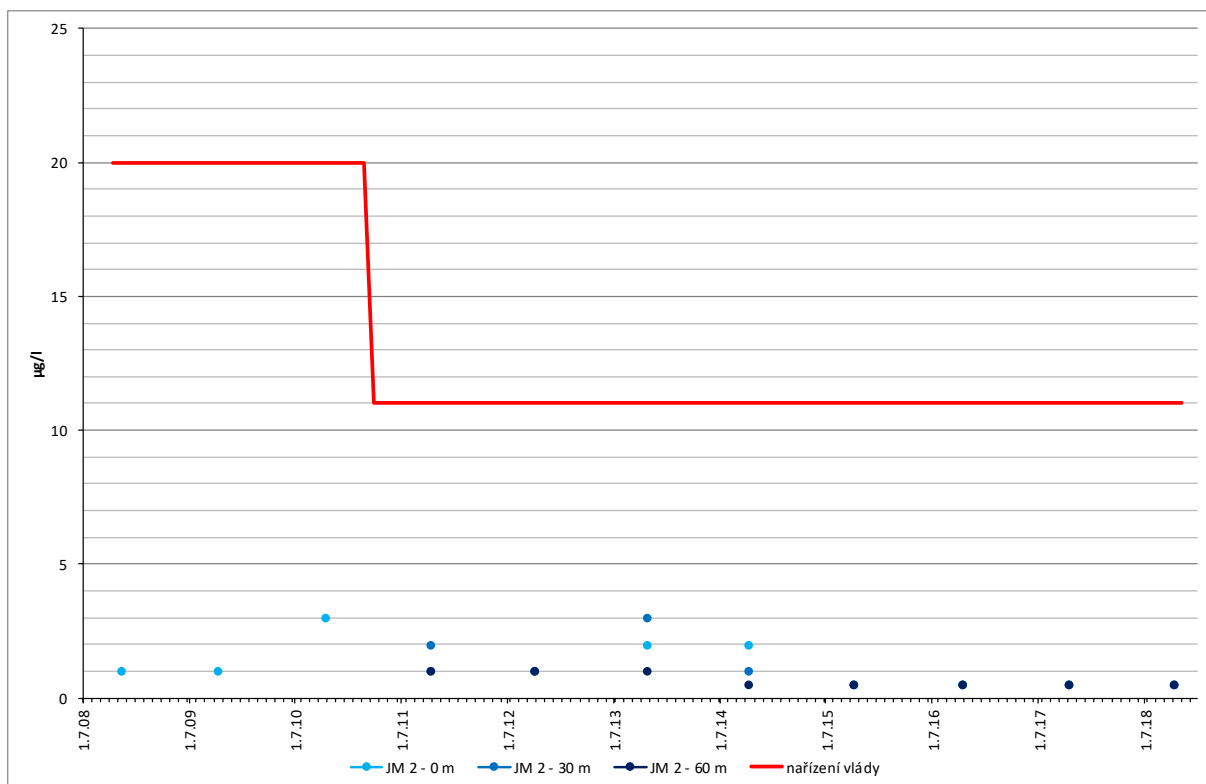
Obrázek 44. Jezero Most – vývoj zinku ve vybraných hloubkách



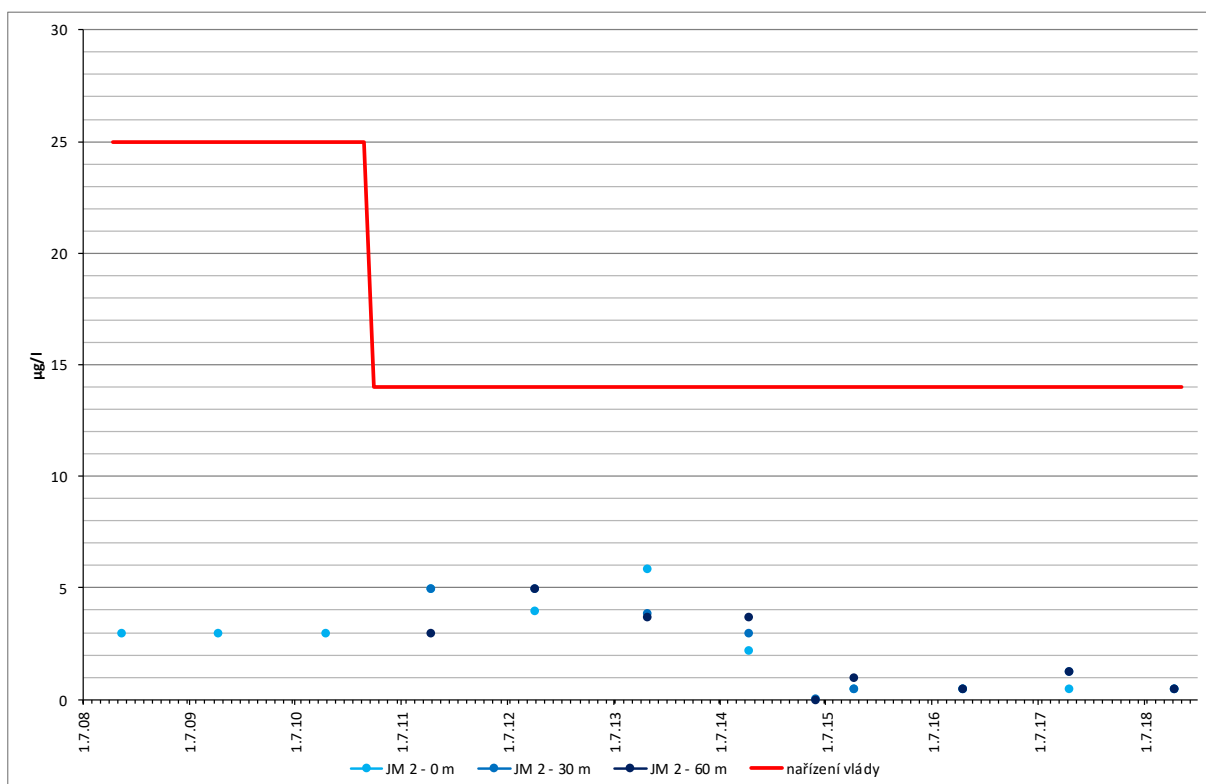
Obrázek 45. Jezero Most – vývoj olova ve vybraných hloubkách



Obrázek 46. Jezero Most – vývoj chromu ve vybraných hloubkách

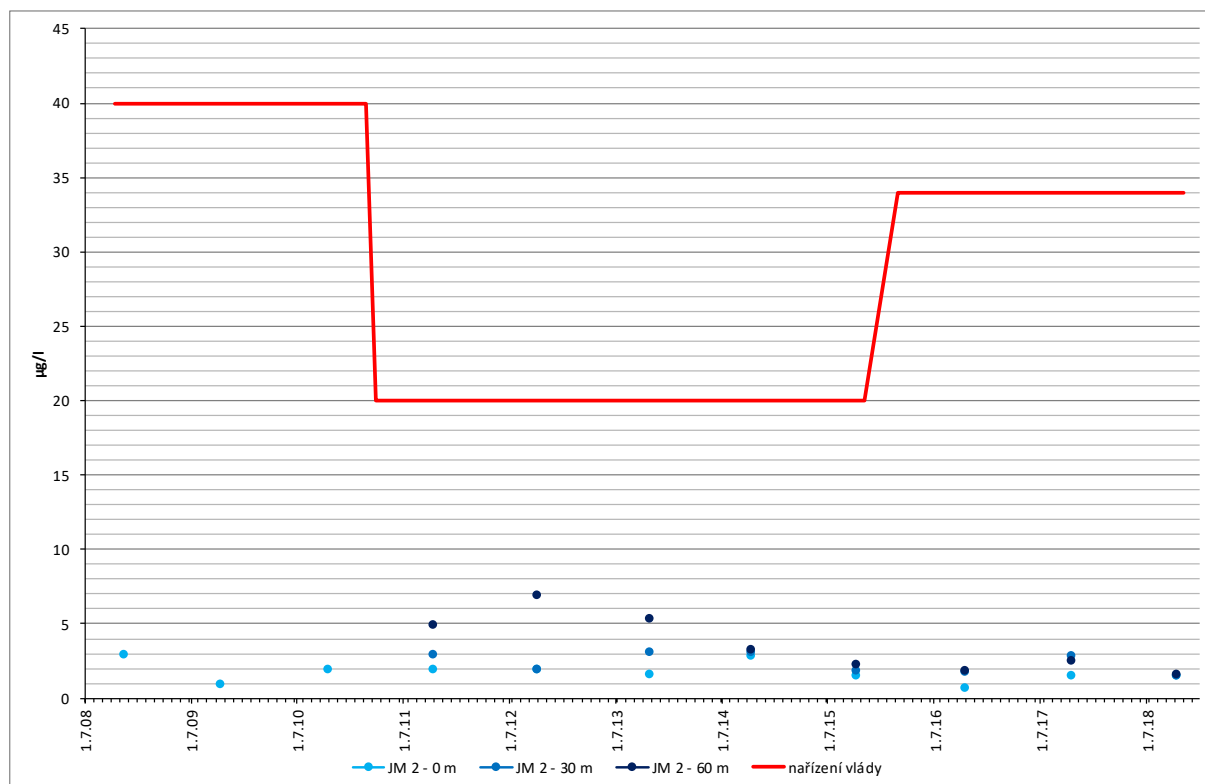


Obrázek 47. Jezero Most – vývoj niklu ve vybraných hloubkách

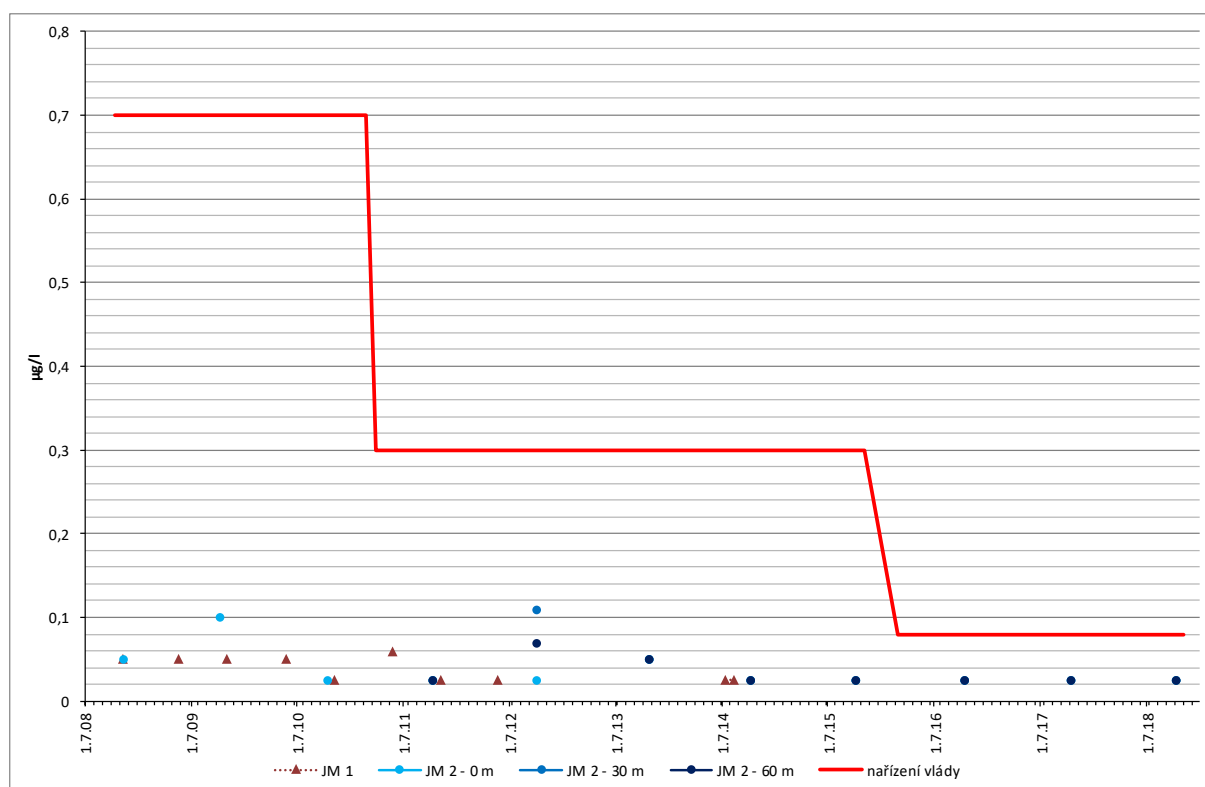


Obrázek 48. Jezero Most – vývoj mědi ve vybraných hloubkách

U dalších kovů není tendence změny významná. Týká se to **arsenu** (Obrázek 49), rozpětí 0,5 až 4 µg/l, průměr cca 0,8 µg/l; a **kadmia** (Obrázek 50), rozpětí 0,025 až 0,120 µg/l, průměr cca 0,025 µg/l.

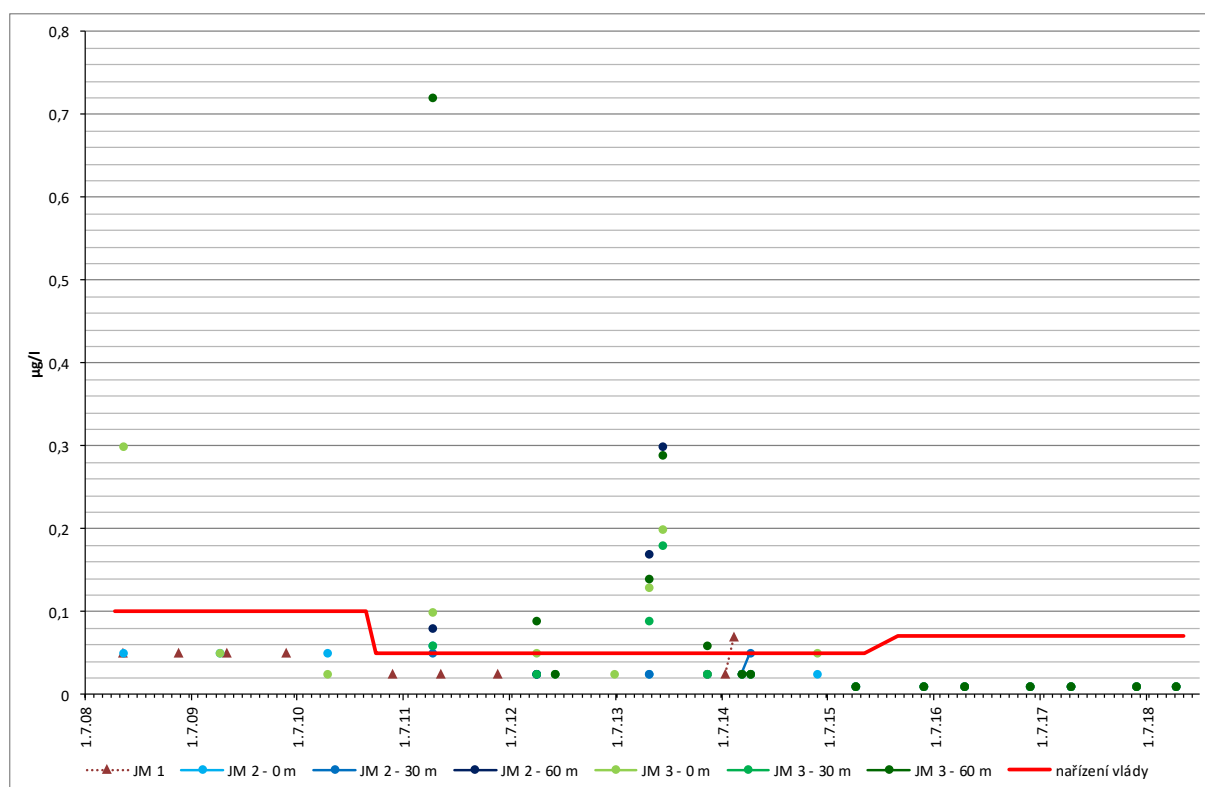


Obrázek 49. Jezero Most – vývoj arsenu ve vybraných hloubkách



Obrázek 50. Jezero Most – vývoj kadmia ve vybraných hloubkách

Samostatný komentář si zaslouží **rtuť**. Limit pro celoroční průměr koncentrace v povrchových vodách platný v období 2011 až 2015 (0,05 µg/l) byl shodný s mezí stanovitelnosti u laboratoře provádějící analýzu vzorků z jezera. Většina hodnot z jezera i přítoku z PVN byla pod mezí stanovitelnosti. Vypočítaný průměr pro jezero je tedy spíše hrubý odhad (pro výpočet hodnoty nahrazeny polovinou meze stanovitelnosti). Přesto je možno konstatovat, že koncentrace v profilu JM2 za období napouštění limitu ještě vyhověla (průměr 0,048 µg/l). V profilu JM3 byla průměrná koncentrace rtuti za celé období sledování 0,12 µg/l, což limit pro povrchové vody významně překračuje. Nejvyšší zaznamenaná koncentrace 0,72 µg/l je z hloubky 60 m v říjnu 2011 (Obrázek 51).



Obrázek 51. Jezero Most – vývoj rtuti ve vybraných hloubkách

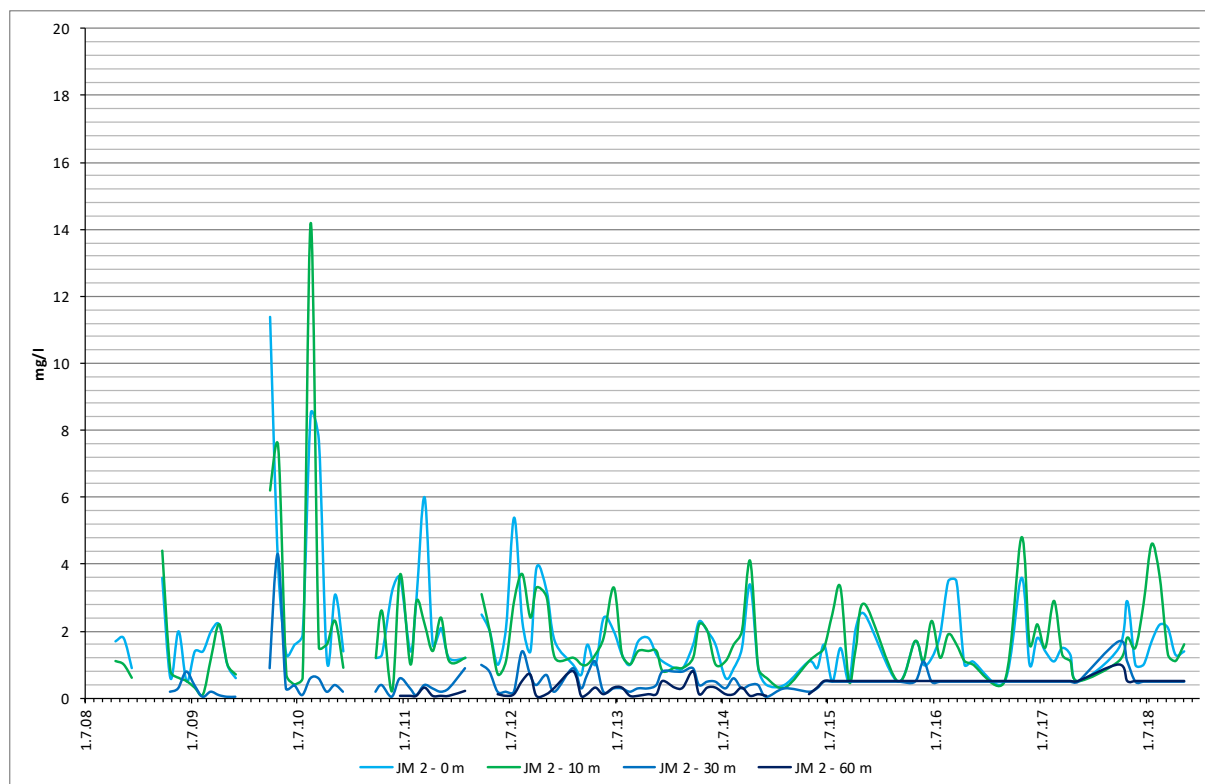
V říjnu 2013 byla u dna v profilu JM2 stanovena koncentrace 0,17 µg/l a souběžně v profilu JM3 koncentrace 0,09 až 0,14 µg/l. V prosinci 2013 bylo provedeno mimořádné kontrolní stanovení rtuti ve všech hloubkách profilu JM3 s rozpětím 0,16 až 0,29 µg/l a z hloubky 60 m profilu JM2 se stanovenou koncentrací 0,30 µg/l. Následně ještě bylo provedeno mimořádné stanovení rtuti v profilu JM3 v květnu 2014. U hladiny a ve středu byla koncentrace rtuti pod mezí stanovitelnosti, u dna byla zjištěna koncentrace 0,06 µg/l. Z grafu je zřejmé, že v obou profilech existuje souběžná tendence růstu, která je však významně ovlivněna doplněnými kontrolními hodnotami z prosince 2013. Další stanovení v září a v říjnu 2014 již tak vysoké hodnoty nezjistilo a koncentrace rtuti byla v souladu s limitem.

Existující data neumožňují dostatečně jasně popsat, co se v jezeře se rtutí děje. Její chemismus je specifický, má řadu různě rozpustných forem, může unikat do ovzduší a ovzduším být transportována na jiná místa, do jezera se může dostávat i se srážkami a s prašným spadem, kumuluje se v živých organismech. Zdrojem rtuti v jezeře zjevně nejsou přítoky z vlastního povodí ani přítok z PVN. Zdrojem zvýšených hodnot zřejmě není ani prašný spad, protože podle mezerovitých informací o koncentraci rtuti v prašných částicích, které lze získat z internetu, a množství spadu podle projektu VÚHU,

by zřejmě tento zdroj mohl být odpovědný jen za roční přísun v koncentracích o 1 – 2 řády nižších. Příčinu zvýšených koncentrací lze spíše hledat ve vnitřním zdroji na dně jezera lokalizovaném blíže k profilu JM3. Ve vzorcích sedimentu z obou profilů však nejsou hodnoty rtuti vysoké, s velkou rezervou (činí cca 25 % limitu) vyhoví limitu NEK-RP podle nařízení vlády.

Zatím je určitě předčasné dělat z překročení limitu u rtuti problém. Je zřejmé, že u hladiny je stav spíše stabilizovaný a tendence růstu se zvětšuje směrem ke dnu. Je však žádoucí získat více informací o koncentraci rtuti a její dynamice v jezeře.

Jak již bylo konstatováno u celkového fosforu, jezero se během napouštění stalo výrazně oligotrofním. Dobrým ukazatelem trofie (úživnosti) je koncentrace **chlorofylu *a*** (Obrázek 52), která vystihuje biomasu fytoplanktonu a prakticky i jeho produkci. Koncentrace chlorofylu *a* byla v jezeře Most během napouštění velmi nízká, o 1 – 2 řády nižší než ve většině našich stojatých vod (přehradní nádrže, rybníky). Průměrná koncentrace chlorofylu *a* v celém vodním sloupci byla cca 1 µg/l, u hladiny 1,9 µg/l, ve středu 0,5 µg/l a u dna 0,4 µg/l. Souběžně s bodovými vzorky z vybraných hloubek byl odebírán směsný vzorek vody od hladiny po dvojnásobek průhlednosti vody. Koncentrace chlorofylu v těchto vzorcích velmi dobře koreluje s hladinovými vzorky ($R^2 = 0,85$) a činila v průměru 2,0 µg/l. Významně vyšší hodnoty byly zaznamenány jen od března do srpna 2010, kdy probíhalo intenzivní napouštění. Ve všech vrstvách se projevil souběžný trend klesající koncentrace chlorofylu *a*, což je v souladu s předpokladem. Z hlediska především rekreačního využití jezera je to velmi příznivý stav.



Obrázek 52. Jezero Most – vývoj chlorofylu *a* ve vybraných hloubkách

Jiným ukazatelem **množství fytoplanktonu** je hustota buněk, kde na rozdíl od chlorofylu může být zohledněno i taxonomické složení fytoplanktonu. Vývoj druhového složení fytoplanktonu je detailně popisován v hodnotících zprávách Povodí Labe. Zde je hodnocen jen celkový vývoj a výskyt sinic vodního květu. V letech 2008 a 2009 byla hustota fytoplanktonu velmi nízká, nepřesahovala 1 tisíc buněk na mililitr. To souvisí nepochybně se složením zooplanktonu, kde v té době účinní filtrátoři, velké druhy perlooček rodu *Daphnia*, tvořili přes 40 % jedinců a tedy přes 90 % biomasy zooplanktonu. Následně hustota fytoplanktonu vzrostla v důsledku přísunu živin v přítokové vodě a v důsledku změny druhového složení zooplanktonu pod vyžírácím tlakem rybí obsádky. Hustota fytoplanktonu se stabilizovala na průměru cca 3 tisíce buněk na mililitr, přičemž ale nejčastější hodnoty se pohybují na úrovni 1 tisíce buněk na mililitr. To je velmi nízké množství, když uvážíme, že v jiných stojatých vodách u nás se hustota pohybuje v desítkách až stovkách tisíc buněk na mililitr. Příčinou je jednoznačně oligotrofie jezera Most.

V jezeře bylo v jednotlivých letech zjišťováno zpravidla více než 100 druhů fytoplanktonu. Z hlediska jeho budoucího využití je významný především výskyt sinic vodního květu (*Microcystis*, *Aphanizomenon*, *Woronichinia*, *Planktothrix*). Ty se poprvé

objevily v létě 2010 v maximálním množství 2 725 buněk/ml. Během následujících dvou let klesly na desítky buněk/ml a od roku 2013 již nebyly zjištěny. Hygienické limity jsou 20 tisíc buněk/ml pro vyvolání pozornosti a 100 tisíc buněk/ml pro zákaz koupání. Ve srovnání s tím je hustota sinic vodního květu v jezeře Most velmi malá a kvalita vody pro rekreační účely velmi dobrá. Pro úplnost je třeba dodat, že v jezeře Most bylo zjištěno několik dalších rodů sinic řazených převážně mezi pikosinice s velmi drobnými buňkami, které se do limitů nepočítají (*Aphanothece*, *Aphanocapsa*, *Cyanodictyon*, *Merismopedia*, *Snowella*).

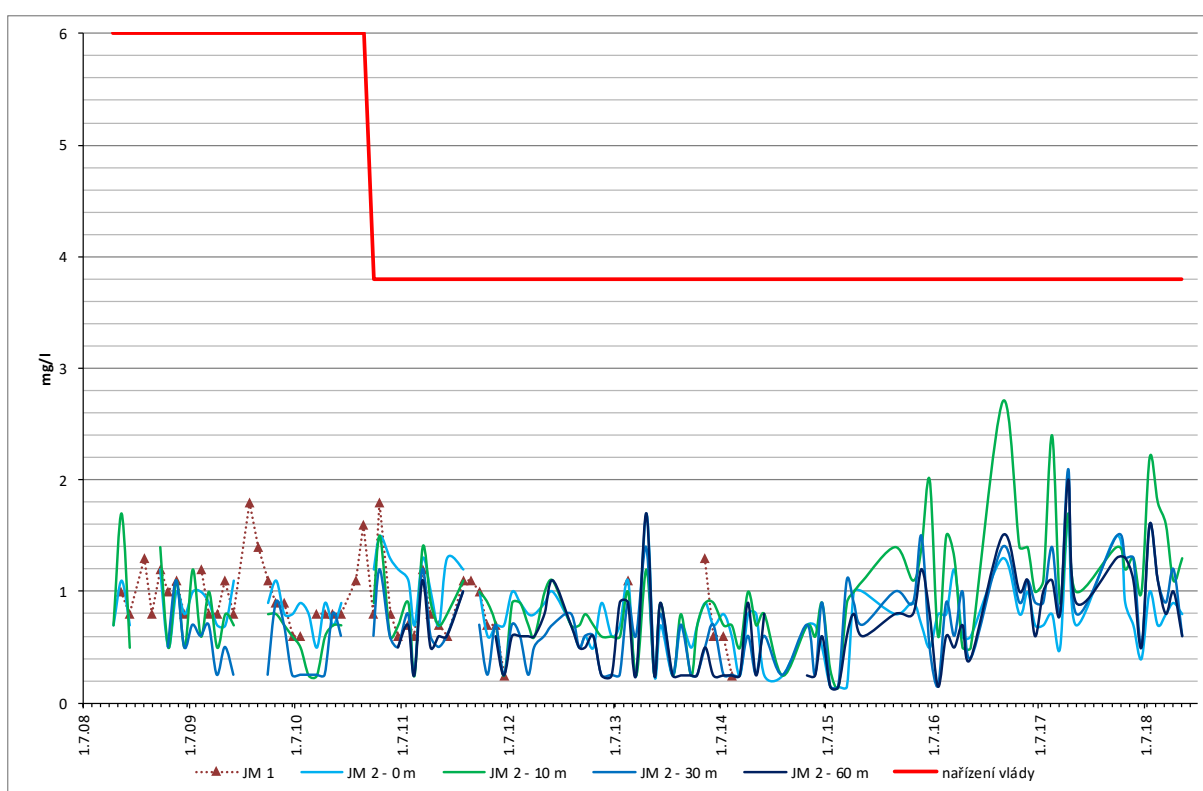
Většímu rozvoji planktonních sinic brání nízká koncentrace minerálních živin a také vysoký poměr dusíku k fosforu. Část sinic umí vázat vzdušný dusík a je tak ve výhodě vůči ostatním druhům fytoplanktonu za situace, kdy se dusík stává limitující živinou. Z terénních pozorování vyplývá, že pravděpodobnost výskytu vodních květů sinic velmi narůstá při poměru dusíku k fosforu menším než 30 ku 1. V eutrofních vodách často klesá i pod 10 ku 1. V jezeře Most se tento poměr během napouštění trvale pohyboval na úrovni cca 400 ku 1, bez tendence významného poklesu.

Malému množství fytoplanktonu odpovídala velmi nízká **hustota zooplanktonu**, která činila v průměru 8 kusů/l, což je více než tisíckrát méně, než se běžně vyskytuje v rybnících. Středový zooplankton nebyl viditelně ovlivněn ani proniknutím rybí obsádky do jezera a následným vysazováním několika druhů ryb. Nízká trofie je v tomto případě dominantní faktor. Zooplankton byl odebírán tahem planktonní sítí z největší hloubky s odběrem vzorku na chemickou analýzu až k hladině.

V zooplanktonu bylo determinováno 56 různých taxonů, z toho jen 45 z běžných planktonních skupin (Rotifera, Cladocera, Copepoda). To není příliš mnoho, ale více dalších druhů se dá předpokládat v litorálním zooplanktonu, který nebyl sledován. V zooplanktonu chybí druhy charakteristické pro eutrofii i mezotrofii, zastoupeny jsou druhy s širokou ekologickou valencí zahrnující i oligotrofii. Výjimkou je pouze výskyt v počátečním období bez rybí obsádky několika velkých druhů perlooček rodu *Daphnia* (*D. magna*, *D. pulex*, *D. pulicaria*) charakteristických spíše pro úživnější vody, které vymizely do poloviny roku 2011 v důsledku zarybnění jezera. V období s takřka zcela napuštěným jezerem jsou významně zastoupeni vířníci *Asplanchna* sp., *Filinia longiseta*, *Kellicottia longispina*, *Keratella cochlearis*, *Keratella quadrata*, *Polyarthra* sp. a *Synchaeta* sp., buchanky rodu *Cyclops* a *Thermocyclops*, vznášivky *Eudiaptomus gracilis* a perloočky

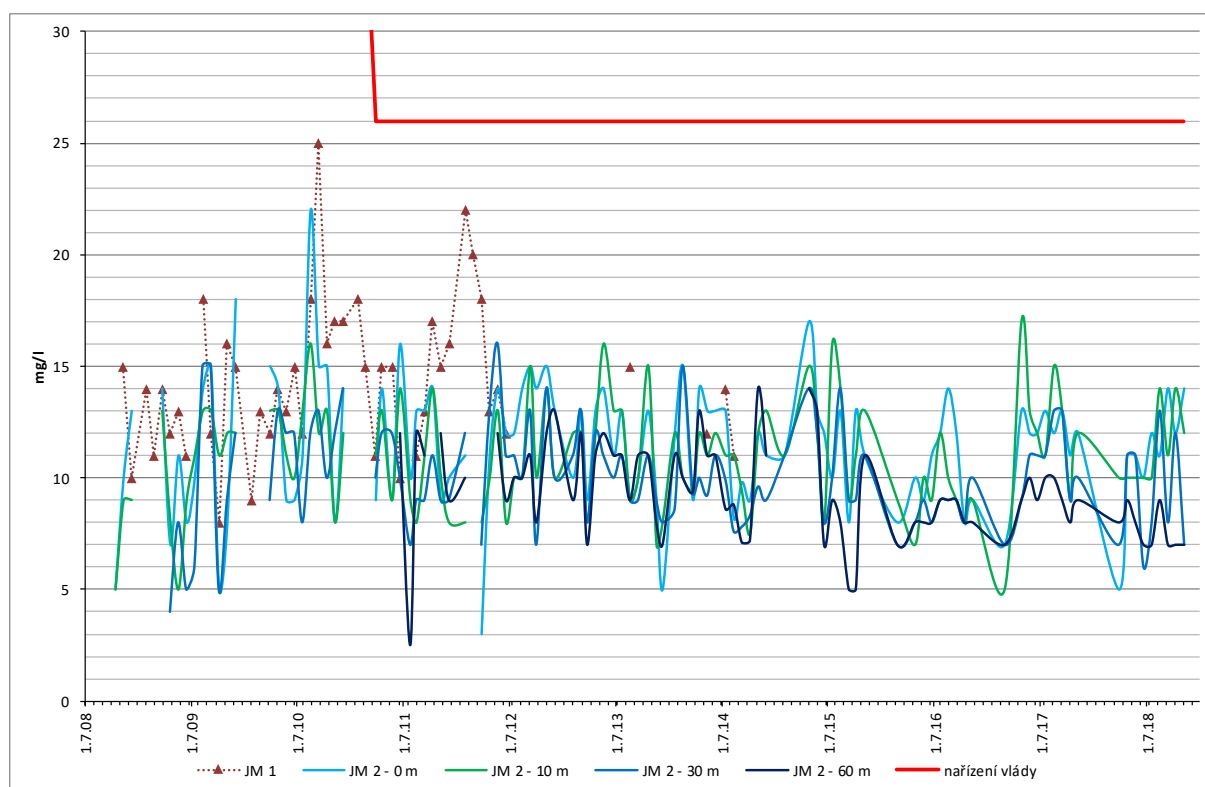
Bosmina longirostris, *Daphnia galeata* a *Diaphanosoma brachyurum*. Druhové a velikostní složení odpovídá zooplanktonu, který je pod středním vyžíráním tlakem rybí obsádky.

S produkcí organické hmoty živými organismy ve vodním sloupci souvisí koncentrace snadno rozložitelných (mineralizovatelných) organických látek charakterizovaných ukazatelem **biochemická spotřeba kyslíku (BSK₅)**. BSK₅ bylo po celou dobu napouštění velmi nízké, průměr 0,6 mg/l. Během napouštění jezera docházelo k mírnému poklesu (Obrázek 53). Hodnoty BSK₅ v hladinové vrstvě, kde dochází k produkci organické hmoty, jsou v průměru o cca 0,2 mg/l vyšší než ve středu vodního sloupce a u dna.



Obrázek 53. Jezero Most – vývoj BSK₅ ve vybraných hloubkách

Celkovou koncentraci organických látek vystihuje ukazatel **dichromanové oxidovatelnosti (CHSK_{Cr})**. Zahrnuje organické látky od snadno rozložitelných po v přírodních podmínkách prakticky nerozložitelné. Během napouštění kolísala CHSK_{Cr} v poměrně úzkém rozpětí kolem průměrné hodnoty 10,7 mg/l (Obrázek 54).

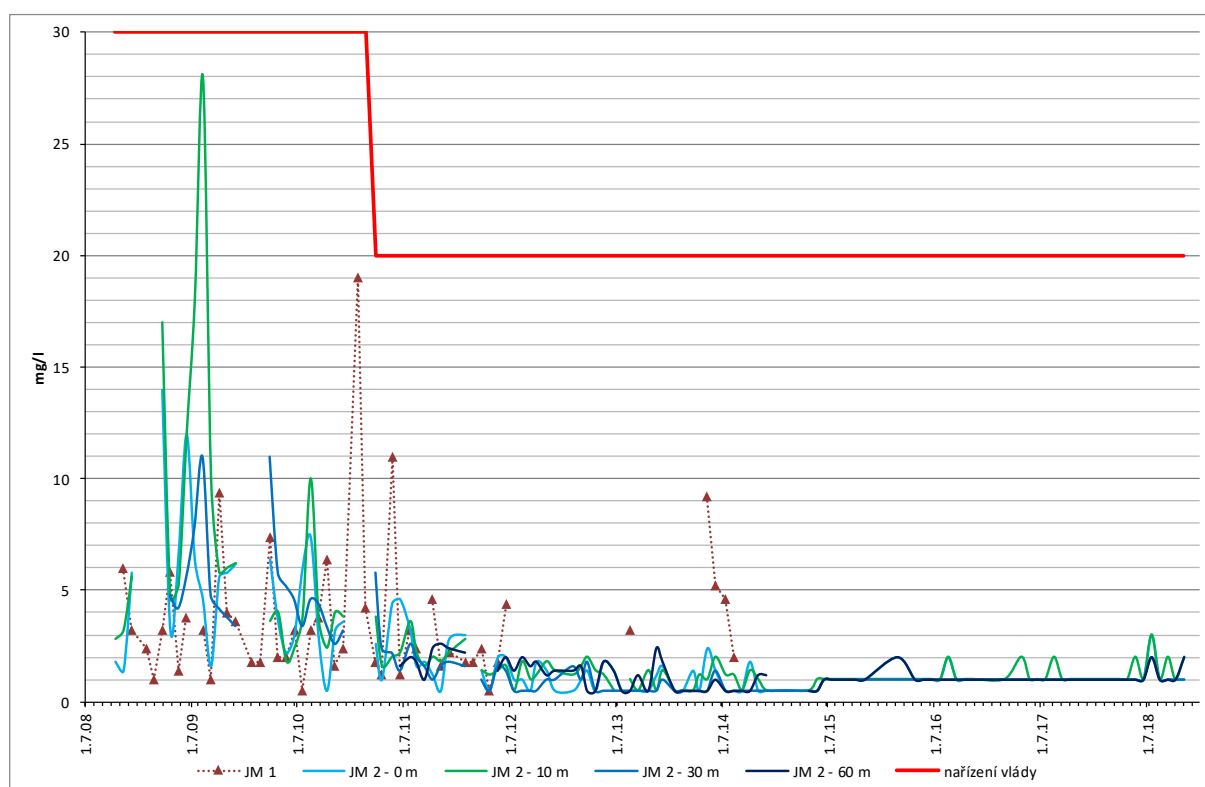


Obrázek 54. Jezero Most – vývoj CHSK_{Cr} ve vybraných hloubkách

V jezeře bylo sledováno také **mikrobiální znečištění**. Při hodnocení mikrobiálního znečištění je třeba vzít v úvahu, že se limity srovnávají s koncentrací, kterou překročí nejvýše 10 % vzorků během roku (90% percentil), a že hodnoty naměřené laboratoří jsou v jiných jednotkách než ve vyhlášce a je nutno je tudíž přepočítat. V tomto případě je účelné srovnání nejen s obecným limitem (NEK-NPH), ale i s ukazatelem pro koupací vody. Všechny sledované ukazatele vyhověly s velkou rezervou. U **bakterií E. coli** byl 90 % percentil pro celý vodní sloupec 4 KTJ/1 ml a pro hladinu 2,9 KTJ/1 ml při obecném limitu 25 KTJ/1 ml a limitu pro koupací vody 9 KTJ/1 ml. U **fekálních koliformních bakterií** byl 90% percentil v celém vodním sloupci 1 KTJ/1 ml a u hladiny také 1 KTJ/1 ml při obecném limitu 40 KTJ/1 ml. U **intestinálních enterokoků** byl 90% percentil v celém vodním sloupci 6 KTJ/10 ml, u hladiny 2 KTJ/10 ml při obecném limitu 200 KTJ/10 ml a limitu pro koupací vody 33 KTJ/10 ml. **Salmonela** nemá ve vyhlášce stanovený limit, ale z 244 vzorků odebraných v profilu JM2 jen několik nebylo negativních, tzn. opět plně vyhovující stav.

Živé organismy a neživé organické i anorganické částice, které zadrží filtr s oky o průměru 1 µm, se označují za **nerozpuštěné látky**. Převažuje u nich tendence k sedimentaci na dno, proto koncentrace musí být udržována setrvalým přísunem.

Zdrojem neživých částic byl hlavně přítok z PVN a abraze břehové linie, částečně i přítoky ze svahů lomu a prašný spad. Jejich koncentrace během napouštění klesala plynule z úrovně cca 10 mg/l až do roku 2012, kdy se ustálila přibližně na hodnotě 1,5 mg/l, v roce 2014 klesla dále v průměru na 0,7 mg/l a v současnosti je koncentrace nerozpuštěných látek většinou pod mezí stanovitelnosti laboratoře, která je 2 mg/l (Obrázek 55).



Obrázek 55. Jezero Most – vývoj nerozpuštěných látek ve vybraných hloubkách

Nerozpuštěné látky ovlivňují **průhlednost vody**. Průhlednost byla systematicky měřena až od konce roku 2011. Postupně rostla z cca 300 cm na úroveň cca 700 cm na konci sledovaného období. Na začátku napouštění byla průhlednost vody nízká (kolem 40 cm) a to vyvolalo jisté obavy. Podle tehdejší predikce se skutečně v následujícím období zvýšila. Napouštění na úroveň břehového opevnění pronikavě snížilo abrazi břehů a přerušení napouštění z PVN omezilo přísun nerozpuštěných látek.

V souladu s manipulačním řádem jezera Most jsou v odběrných profilech JM 2 a JM 3 odebírány vzorky **sedimentu** pro stanovení obsahu těžkých kovů a PAU. Účelem těchto odběrů je sledování kvality substrátů dna jezera z hlediska případných rizik pro výslednou kvalitu vody. Vzorky sedimentu jsou odebírány jedenkrát ročně od roku 2009. Byla v nich stanovena sušina, obsah organického uhlíku, 9 kovů a 47 organických látek.

Jen některé ze sledovaných ukazatelů mají stanovený limit v nařízení vlády č. 23/2011 Sb. U řady organických látek byly všechny zjištěné hodnoty pod mezí stanovitelnosti. Průměrné hodnoty ukazatelů, kde všechny nebo aspoň většina hodnot byla nad mezí stanovitelnosti, jsou uvedeny v tabulce 2. Pro srovnání jsou uvedeny také výsledky analýzy kovů v sedimentech jiných českých nádrží (převážně rybníků) [10].

Tabulka 9. Průměrné hodnoty vybraných ukazatelů analýzy sedimentu z jezera Most

ukazatel	jednotka	průměr	limit NV č. 23/2011 NEKS-RP	Benešová, Gergel [10]
TOC	mg/kg	16 708		
sušina	%	47		
Cu	mg/kg	18		81
Cd	mg/kg	0,08	2,3	0,69
Cr	mg/kg	64		56
Ni	mg/kg	42	3	32
Pb	mg/kg	38	53	34
Zn	mg/kg	109		153
Hg	mg/kg	0,13	0,47	0,17
As	mg/kg	8		17,6
Al	mg/kg	40 725		
anthracen	µg/kg	34,1	300	
benzo(a)anthracen	µg/kg	6,2		
benzen	µg/kg	22		
chrysen	µg/kg	13,1		
fenanthren	µg/kg	116		
fluoranthen	µg/kg	32	175	
fluoren	µg/kg	19,5		
naftalen	µg/kg	42		
PCB 28	µg/kg	5,2		
PCB 52	µg/kg	2,07		
suma PCB	µg/kg	11,2		
pyren	µg/kg	33		
suma HCH	µg/kg	<12	20	

Hodnoty ukazatelů stanovených ze sedimentu jezera Most vyhovují platným limitům s výjimkou niklu, kde je limit (3 mg/kg) více než desetinásobně překročen. Zjištěné koncentrace kovů včetně niklu řádově odpovídají úrovni v jiných českých nádržích i koncentracím udávaným pro různé typy půd. Český limit pro nikl v sedimentu (NEKS) je podle Komínkové [11] výrazně nižší než v jiných srovnávaných zemích, kde se limitní hodnoty pohybují mezi 42,7 až 75 mg/kg. Rovněž limitní hodnoty pro půdy

v různých českých materiálech se pohybují v desítkách i přes 100 mg/kg. V případě niklu tedy není důvod věnovat větší pozornost jeho koncentraci v sedimentu, ale spíše výsledkům z jiných lokalit a jejich hodnocení a případným úpravám NEKS.

V roce 2010 byla navázána spolupráce s Hydrobiologickým ústavem Biologického centra Akademie věd ČR za účelem provádění komplexního průzkumu **rybí obsádky a řízeného zarybnění jezera Most**. Monitoring rybí obsádky se provádí každoročně od roku 2010 a vysazování rybích násad probíhalo v letech 2011 až 2013. Prvotním průzkumem z roku 2011 bylo v jezeře zjištěno významné zastoupení čtyř druhů – okouna říčního, perlína ostrobřichého, plotice obecné a ježdíka obecného, s doplňkovým zastoupením líná obecného a síha marény. Tato rybí obsádka byla cíleně doplňována výsadbou cílových druhů ryb – síha marény, štiky obecné, sumce velikého. U všech tří druhů byl tímto vysazením položen základ jejich silným populacím bez potřeby dalšího vysazování. V prvních letech monitoringu se rybí společenstvo jezera Most nacházelo ve fázi růstu množství ryb v jezeře, a to jak v početnosti, tak biomase. Výskyt ryb byl potvrzen ve všech habitatech jezera, ve kterých panovaly vhodné poměry pro výskyt ryb. Pokračujícím vysazováním dravých druhů ryb se prudký nárůst ryb podařilo zastavit a v roce 2013 přešlo rybí společenstvo jezera Most z fáze prudkého růstu do fáze prudkého propadu množství ryb v jezeře. V roce 2014 došlo k dalšímu poklesu průměrných úlovků v obou typech habitatů – pelagických i bentických, a to jak v početnosti, tak v biomase. Porovnáním úlovků mezi lety 2013 a 2014 s množstvím ryb stanovených v jezeře v roce 2013 na základě provedeného kvantitativního hydroakustického průzkumu, bylo celkové množství ryb v jezeře Most v roce 2014 odhadnuto na přibližně 15-20 kg/ha, což je velmi pozitivní a jednoznačně naznačuje, že vysazené druhy dravých ryb plní velmi dobře svou biomanipulační úlohu. Z pohledu zastoupení jednotlivých druhů byl pak zřejmý přetrvávající trend poklesu zastoupení nežádoucích druhů (plotice a perlína), a na druhé straně trend stabilizace či nárůstu zastoupení žádoucích druhů (okoun), případně druhů bez negativního vlivu na kvalitu vody (lín) a cíleně vysazovaných druhů (dravci a maréna). V roce 2014 se pak podařilo potvrdit i přirozenou reprodukci dvou ze tří cíleně vysazených druhů – marény a sumce. Poslední průzkum rybí obsádky proběhl ve dnech 3. až 6. 9. 2018. Opět byl zjištěn výskyt osmi druhů ryb, z nichž nejvýznamnějšími druhy rybího společenstva z hlediska početnosti byli plotice obecná, okoun říční, perlín ostrobřichý a síh maréna. U všech tří druhů ryb vysazených do jezera byla výskytem juvenilních jedinců potvrzena jejich přirozená reprodukce v jezeře. Celkově lze považovat

dosavadní rybářské obhospodařování jezera Most za velmi úspěšné, kdy se v jezeře daří dlouhodobě držet nízká biomasa ryb s vysokým podílem výhradně dravých druhů – štiky a sumce, u kterých se podařilo vytvořit přirozeně se reprodukující a doplňující se populace. To je současně obsádka, která přispívá k zachování příznivé kvality vody.

5.7. Celkové vyhodnocení hydrické rekultivace zbytkové jámy z pohledu dosažené kvality vod v jezeře, použitých zdrojů vody a dlouhodobého výhledu

5.7.1. Rekapitulace základních procesů ovlivňujících kvalitu vody v jezeře

Při zahájení napouštění dne 24. října 2008 mělo jezero hladinu na kótě 145,12 m n. m. a rozlohu 21,60 ha. Tomu odpovídá maximální hloubka 21 m a objem vody cca 1,1 mil. m³, tzn. cca 1,6 % projektovaného objemu jezera při provozní hladině s nadmořskou výškou 199 m n. m. Podle výsledků analýzy vody z 13. 10. 2008 měla voda před začátkem napouštění ve vertikálním profilu vyrovnanou kvalitu vody s poměrně vysokou koncentrací solí (rozpuštěné látky 2 400 mg/l) a tedy i vysokou hustotou. Voda napouštěná z PVN měla výrazně nižší koncentraci solí (rozpuštěné látky v průměru 250 mg/l) a tím i mnohem nižší hustotu. Zůstala proto plavat na původní vrstvě, nepromíchala se s ní, a naopak ji dlouhodobě uzavřela a zakonzervovala výchozí chemické složení dolní vrstvy včetně teploty cca 9 °C vyšší než ve vrstvách nad ní. Následně se vytvořila mezi oběma vrstvami cca 10 – 15 m silná přechodná zóna s gradientem řady ukazatelů, která omezovala hloubku promíchávání horní vrstvy. V chladných ročních obdobích následujících let docházelo během míchání horní vrstvy větrem ke ztenčování přechodné zóny a pomalému snižování koncentrace solí i v dolní vrstvě. Naopak v horní vrstvě koncentrace většiny solí zvolna vzrůstala. Z hlediska vzorkovaných hloubek byl proces promíchání celé hloubky jezera dokončen v polovině roku 2014. Ve skutečnosti však dolních 14 m vodního sloupce není vzorkováno. V této nejspodnější vrstvě vyšší koncentrace solí zřejmě přetrvávala déle. Objem této nejspodnější vrstvy je však menší než 0,1 % objemu jezera. Proto jeho další změny už znatelně vlastnosti vody ve vyšších vrstvách jezera neovlivní.

Výsledné složení vody v jezeře je tak ovlivněno především přítokem z PVN. Vedle toho do jezera přitékalo určité množství vody z vlastního povodí s vlastnostmi podobnými kvalitě vody na dně zbytkové jámy před začátkem řízeného napouštění. Za předpokladu odtoku z vlastního povodí ve výši 15 % srážek lze odhadnout přítok z vlastního povodí od

listopadu 2008 do června 2014 na cca 3,6 mil. m³. Objem vody v jezeře byl na druhé straně negativně ovlivněn odparem a prosakováním do nesaturovaných svahů lomu. Průsak kvalitu vody neovlivňuje, vlivem odparu však koncentrace rozpuštěných látek mírně narůstá.

Výše popsané děje ovlivnily koncentraci rozpuštěných látek a těch solí, které nejsou živinami a nejsou vystaveny dalším chemickým procesům. U části ukazatelů dochází v čase k poklesu v důsledku sedimentace po případném srážení (nerozpuštěné látky, fosfor, většina kovů), takže výsledné hodnoty jsou nižší než v případě pouhého míchání vod různého původu. V případě sloučenin dusíku může docházet k úniku do ovzduší (amonný dusík) nebo k úniku ze systému po přeměně na plynný dusík (dusičnany). Další ukazatele mohou být více či méně ovlivněny biologickými procesy (organické látky, chlorofyl, pH). Koncentrace kyslíku je ovlivněna procesy fotosyntézy a respirace a dále rychlostí rozpouštění ze vzduchu nebo uvolňování do vzduchu v kombinaci s teplotou vody, přičemž ve stojatých vodách jsou rychlosti uvedených procesů rozdílné ve vertikálním profilu. Teplota vody je v delším časovém měřítku nezávislá na teplotě zdrojů vody. V následující tabulce jsou u vybraných ukazatelů porovnány hodnoty napouštěcí vody (JM 1) s hodnotami hladinové vody, a to u výchozí retence na dně lomu (2008), jezera po ukončení zatápění (2014) a současného jezera (2018). Pro dokumentování trendu vývoje jezerní vody je v posledním sloupci uveden index ročních hodnot 2018/2008.

Z tabulky je patrné, že u většiny ukazatelů došlo k významnému zlepšení (poklesu) výchozích hodnot z počátku zatápění, ať již v důsledku přítoku vody s nižší koncentrací těchto ukazatelů (vodivost, soli), či v důsledků procesů odehrávajících se v jezeře (živiny, nerozpuštěné látky, kovy). Výjimkou jsou BSK₅, CHSK_{Cr}, amoniakální dusík a chloridy, které setrvávají na stejné úrovni či jsou mírně vyšší. Avšak i tak jsou jejich koncentrace hluboce pod stanovenými limitními hodnotami norem environmentální kvality.

Tabulka 10. Vývoj vybraných ukazatelů hladinové vody jezera Most na profilu JM 2

ukazatel	jednotka	JM 1	2008	2014	2018	NEK	2018/2008
rozp. kyslík	mg/l	10,6	11,3	10,6	10,1	9	
teplota	°C	10,3	9,4	11,5	16,6	29	
vodivost	mS/m	38,0	151,9	56,1	64,5		42,5 %
BSK ₅	mg/l	0,92	0,83	0,60	0,86	4	102,7 %
CHSK _{Cr}	mg/l	14,3	9,3	11,6	11,1	26	119,0 %

sírany	mg/l	85,2	763,3	156,7	180,4	200	23,6 %
amoniakální dusík	mg/l	0,028	0,040	0,023	0,054	0,23	135,8 %
dusitanový dusík	mg/l	0,008	0,051	0,016	0,009		16,7 %
dusičnanový dusík	mg/l	2,01	11,27	1,57	0,99	5,4	8,8 %
fosfor celkový	mg/l	0,031	0,027	0,008	0,003	0,15	10,8 %
rozpuštěné látky	mg/l	250,6	1270,0	367,5	434,1	750	34,2 %
nerozpuštěné látky	mg/l	3,7	3,0	0,9	1,2	20	40,7 %
pH		7,7	8,0	8,1	8,4	5-9	
chloridy	mg/l	24,7	25,0	25,5	29,5	150	118,0 %
železo celkové	mg/l	0,22	0,11	0,02	0,02	1,00	16,8 %
mangan celkový	mg/l	0,107	0,050	0,025	0,004	0,3	8,0 %
vápník	mg/l	27,9	79,0	42,0	43,2	190	54,7 %
hořčík	mg/l	9,7	51,0	19,1	24,0	120,0	47,1 %
kadmium	µg/l	0,039	0,050	0,025	0,025	0,08	50,0 %
chrom	µg/l	0,75	1,00	0,50	0,25	18,0	25,0 %
olovo	µg/l	0,57	0,50	0,25	0,25	14,0	50,0 %
rtuť	µg/l	0,041	0,050	0,025	0,010	0,07	20,0 %

V období ukončení zatápění jezera Most v roce 2014 téměř všechny sledované ukazatele vyhovovaly platným limitům kvality pro povrchové vody, zpravidla s velkou rezervou. Pouze sírany tvořily až 81 % limitu a rozpuštěné látky 52 % limitu s předpokladem dalšího růstu, který se v dalších letech potvrdil.

Byla potvrzena platnost většiny závěrů první hodnotící studie z roku 2011, zejména hodnocení pozorovaných problémů s kvalitou vody jako dočasný jev, který převážně během napouštění odezněl. Pozitivní je především probíhající mizení chemokliny, které umožní kompletní míchání jezera a prokysličení vodního sloupce až do nejhlubších míst. Potvrdil se také dlouhodobě uplatňovaný předpoklad, že velká průměrná hloubka jezera povede k jeho výrazné oligotrofii. To je velmi zřetelné ve srovnání s jezerem Chabařovice, kde malá hloubka vede ke vzniku každoročních rozsáhlých deficitů kyslíku u dna i při velmi malém přísunu živin z okolí. Nepotvrdila se naopak obava z hodnotící studie z roku 2011 o možném nárůstu koncentrace amoniakálního dusíku. Zpřesněné údaje také umožnily přehodnotit riziko rychlého zasolování jezera a dokládají výrazně pomalejší průběh tohoto procesu a reálnou možnost jeho ovlivnění.

Jezero Most splňuje parametry samostatného vodního útvaru ve smyslu Rámcové směrnice o vodní politice EU. Z tohoto důvodu je plánováno jeho nezávislé sledování. To

je pojato odlišně od probíhajícího monitoringu. Dosavadní sledování může doplnit především o problematiku specifických znečišťujících organických látek.

5.7.2. Zajištění dlouhodobě udržitelné kvality vody v jezeře

Jezero Most má v současné době velmi kvalitní vodu. Mimo nejasnou situaci se rtuť všechny ostatní ukazatele vyhovují platným limitům pro povrchovou vodu. Míra oligotrofie je vzhledem k nízké nadmořské výšce u nás naprosto výjimečná. Průhlednost vody se řadí k nejčistějším nádržím v České republice. Proces oligotrofizace a poklesu výchozích vysokých koncentrací látek typických pro důlní území proběhl velmi rychle díky řízenému napouštění kvalitní vodou z Ohře a především také díky příznivé morfologii jezera. Dnes je zde kvalita vody lepší než v dlouhodobě sledované nádrži Barbora, která se samovolně zaplnila před více než 30 lety.

Je však namístě uvědomit si, že může jít o období s velmi kvalitní vodou, které nemusí přečkat polovinu tohoto století. Výchozí nepříznivé hodnoty řady ukazatelů již odezněly, ale některé ukazatele se začnou opět zhoršovat. Jde o rozpuštěné látky a soli, kterými jsou tvořeny. Vhodným managementem jezera se tomu dá zabránit. Výbornou kvalitu vody je možno udržet další staletí. Nejjednodušší cestou je zvýšení přítoku do jezera nad rámec množství nezbytného pro udržování provozní úrovně hladiny a čerpání stejného množství z jezera, optimálně k nějakému vhodnému využití.

Na rozdíl od jezera, v odvodňovacích příkopech i nadále přetrvávají u některých ukazatelů hodnoty převyšující až o dva řády platné limity pro povrchové vody. Jde však o jev dočasný, který z velké části samovolně odezní, aniž by ohrožoval kvalitu vody v jezeře. Není tudíž potřebné vodu v příkopech jakkoli upravovat před zaústěním do jezera. Je však účelné je nadále monitorovat včetně velikosti průtoku v jednotlivých příkopech.

Po napuštění jezera se mění množství živin a jejich proporce z různých zdrojů, které se budou dostávat z okolí do jezera a které by mohly vést ke zhoršení kvality vody. Dominantním zdrojem by se mohla stát rekreace na svazích lomu nad jezerem. Je třeba důsledně dbát na minimalizaci přírůstku přísunu živin i dalších znečišťujících látek do jezera.

6. HODNOCENÍ VÝVOJE KVALITY AKUMULOVANÝCH VOD V JEZEŘE MILADA (BÝVALÝ HNĚDOUHELNÝ LOM CHABAŘOVICE) OD POČÁTKU DO KONCE ŘÍZENÉHO ZATÁPĚNÍ ZBYTKOVÉ JÁMY

6.1. Historické souvislosti

Těžba hnědého uhlí probíhá v teplicko-ústecké oblasti už od konce 18. století. Na rozdíl od počátečních primitivních způsobů dobývání se skutečné hlubinné doly začaly objevovat až od poloviny 19. století. Před 2. světovou válkou zde bylo v provozu asi 10 hnědouhelných dolů. Těžilo se formou hlubinného dobývání, lomové dobývání bylo provozováno pouze v okrajových partiích ložiska, kde byla sloj mělce uložena. Po částečném útlumu hlubinného dobývání v 60. letech se začalo vlivem výhodných geologických podmínek prosazovat povrchové dobývání hnědého uhlí. Těžbu uhlí zde zajišťoval SHR - důl Antonín Zápotocký, národní podnik Úžín. V roce 1968 byl předmět činnosti podniku rozšířen o výrobu tlakového plynu a vedlejších produktů z hnědého uhlí. S národním podnikem byla sloučena Tlaková plynárna a název byl změněn na SHR - Palivový kombinát Antonína Zápotockého, národní podnik Úžín. Hlavním odběratelem uhlí byla Tlaková plynárna, vybudovaná v přímém sousedství povrchového dolu A. Zápotocký, a dalšími odběrateli byly Teplárna Trmice a tepelné elektrárny.

Zabezpečení kvalitního energetického uhlí pro tlakovou plynárnu Úžín a Teplárnu Trmice bylo také hlavním důvodem otevření lomu Chabařovice. Těžba uhlí v lomu Chabařovice byla zahájena v roce 1977. Postup lomu byl poté směřován od východu na západ k obci Roudníky a následně se porubní fronta v celé své délce přesměrovala na sever k městu Chabařovice. Stav území v té době zachycuje Obrázek 56. Chabařovické uhlí pro svůj bezkonkurenčně nejnižší obsah síry v ČR (0,35 %), jakož i ostatních karcinogenů, nejlépe vyhovovalo podmínkám pro minimalizování zátěží životního prostředí v době inverzních stavů. Roční těžba od poloviny osmdesátých let minulého století překračovala 5 mil. t uhlí. Po dobu těžby lomu Chabařovice bylo vytěženo celkem 61,5 mil. t hnědého uhlí, 9,3 mil. m³ výklizových hmot a 256,1 mil. m³ skrývky.

Postup porubní fronty Lomu Chabařovice probíhal podle plánu až do roku 1988, kdy se lom kriticky přiblížil k chabařovické ocelárně, která měla být již zlikvidována. Na základě žádosti tehdejšího vedení ocelárny se rozhodlo o zalomení porubní fronty s cílem prodloužit životnost ocelárny. Toto opatření si vyžádalo vysoké investice. Lom pak postupoval dále až do roku 1991, kdy bylo usnesením vlády ČR č. 331 ze dne 11. září 1991 ke zprávě o účelnosti další těžby hnědého uhlí v Chabařovicích rozhodnuto o zastavení

lomu Chabařovice. Usnesením vlády ČR č. 444 ze dne 30. října 1991 ke zprávě o územních ekologických limitech těžby hnědého uhlí a energetiky v Severočeské hnědouhelné pánvi byly dále stanoveny závazné linie dostoupení těžby hnědého uhlí se současným požadavkem na změnu dobývacího prostoru a na odepsání zásob za takto vymezenou linií. Dle těchto usnesení byly provedeny odpisy zásob vynětím z evidence a převodem zásob do nebilančních. Usnesení vlády ČR č. 691 ze dne 9. prosince 1992 k programu restrukturalizace uhelného průmyslu schválilo útlum lomu Chabařovice k 1. lednu 1994.

V roce 1991 také došlo k poslední změně názvu podniku, a to na Palivový kombinát Ústí, státní podnik, Ústí nad Labem. V roce 1993 byl zpracován, předložen a následně Ministerstvem průmyslu a obchodu schválen Technický projekt likvidace a sociální program Lomu Chabařovice I. Samotný útlum s využitím dotace ze státního rozpočtu byl zahájen v roce 1994. Útlum těžební činnosti probíhal v souladu s přijatými závěry. V prosinci 1996 byl zastaven provoz třídírný i prádla a od dubna 1997 skončila veškerá těžba, zpracování a odbyt uhlí. V březnu 2000 byl zastaven poslední technologický celek s rypadlem KU 800, DPD 1800 mm a zakladačem ZP 6600, který zajišťoval zasypání dna zbytkové jámy zeminou v souladu se schváleným plánem likvidace a příslušnými dodatky. Stav území v té době zachycuje Obrázek 57.

Lom Chabařovice se od svého vzniku potýkal i s nedostatkem výsypných prostorů. Podloží uhelné sloje s velkým úklonem u výchozu neumožňovalo ihned zakládat vnitřní výsypky. První zeminy na Lochočickou výsypku byly zakládány již v roce 1968. V roce 1989 z důvodu havarijního stavu se zakladač přesunul do prostoru Žichlické výsypky, kde se zakládalo do roku 1995. Provoz vnitřní výsypky byl ukončen v roce 2000, závěrečnou fází zasypáním dna zbytkové jámy.

Důsledkem předčasného zastavení těžební činnosti lomu Chabařovice v roce 1991 je skutečnost, že zbytková jáma lomu se nachází v místě s velmi nepříznivými báňsko-technologickými a hydrogeologickými podmínkami, a že vnitřní výsypka nemohla být založena podle původních plánů, kdy těleso výsypky mělo zároveň plnit funkci stabilizačního prvku ve vztahu ke skrývkovým svahům. Z těchto důvodů bylo nutné před zahájením vlastní rekultivace realizovat rozsáhlá sanační opatření.



Obrázek 56. Lom Chabařovice kolem roku 1987



Obrázek 57. Lom Chabařovice kolem roku 1998

Ve zbytkové jámě lomu Chabařovice pokračovaly sanační práce na překrytí uhelné sloje a zajištění stability vnitřní výsypky.

Vzhledem ke složitým hydrogeologickým podmínkám stařinového systému důlních vod bylo navrženo utěsnit uhelnou sloj. Tím došlo k přerušení komunikačních cest mezi vodami stařinového systému a jezerními vodami s výjimkou dvou míst v prostoru bývalých čerpacích stanic Východ a Západ, kde bylo vybudováno řízené propojení stařinových vod, které jsou do těchto míst svedeny pomocí drénů z podloží výsypek. Zároveň byl také vybudován uzavíratelný propojovací objekt mezi jezerem a stařinovým systémem, tzv. přelivový vrt, který umožnil částečně využití i stařinové vody k napouštění jezera.

Na západních a severních svazích zbytkové jámy a spodních etážích vnitřní výsypky byly provedeny terénní úpravy pro zajištění jejich stability. V prostoru východních svahů byla zahájena těžba spraší pro potřeby sanace skládky Spolchemie. Tyto práce následně ovlivnily morfologii dotčeného území a vyvolaly nutnost dílčích úprav a změn ve způsobu a rozsahu technické a biologické rekultivace.

Další významné územní změny souvisely s pokračujícími projevy geomechanické nestability. Na svazích lomu tyto projevy souvisely zejména s nepříznivými geomechanickými vlastnostmi nadložních zemin a nepravidelně uloženou uhelnou slojí, na svazích vnitřní výsypky s ukládáním zemin na ukloněnou a navíc zvodnělou podložku. Skutečnost, že ukončení těžby lomu Chabařovice bylo realizováno ve velmi nepříznivé fázi rozvoje lomu, tuto situaci ještě více komplikovalo. Stabilitní problémy se týkaly zejména severních svahů, avšak docházelo k nim i na západních a východních svazích lomu. Jejich sanace si vyžádala realizaci náročných zemních prací, které se projevíly změnou reliéfu terénu a v důsledku toho i podmínkami pro následnou biologickou rekultivaci, systém odvodnění i trasy komunikací.

6.2. Zatápění zbytkové jámy

Při řešení způsobu likvidace zbytkové jámy lomu byly řešeny dvě varianty: mokrá a suchá. Na základě jednání Sdružení pro revitalizaci území dotčeného těžbou Lomu Chabařovice byla odsouhlasena varianta mokrá. Volba této varianty byla ovlivněna nejen nutností vybudování chybějící rekreační oblasti pro obyvatele Ústí nad Labem a okolní obce v území zdevastovaném dlouhodobou hornickou činností, ale i neúměrně vysokými náklady, které by bylo nutné vynaložit na zasypání jámy do úrovně původního terénu.

Ještě do roku 2000 byla těžební technologií realizována sanační skrývka o objemu cca 15 mil. m³ zemin z předpolí lomu, kdy tyto zeminy byly souvisle ukládány o mocnosti cca 15 m na celé dno lomu. Důvodem realizace této sanační skrývky bylo zabezpečení stability vnitřní výsypky, utěsnění uhelné sloje, přesypání dna lomu proti vzniku zápar a ohňů a zároveň jako ochrana proti případným nežádoucím výluhům z uhelných zbytků, zajištění nepropustnosti budoucího jezera a upravení morfologie vybrané části dobývacího prostoru tak, aby toto území bylo bez dalších mimořádných nákladů využitelné pro budoucí rekreační aktivity.

Zatápění zbytkové jámy lomu Chabařovice bylo zahájeno 15. června 2001 na základě rozhodnutí tehdejšího Okresního úřadu Ústí n. L., které řešilo akumulaci vod do kóty 130 m n. m. Prvním zdrojem napouštění byl požární vodovod vedený z nádrže Kateřina potrubím Js 300 do jámy bývalé čerpací stanice Západ. Toto potrubí o průměru 300 mm bylo zdvojené, jedna větev byla původně využívána pro odvádění čerpaných vod z čerpací stanice Západ do CPP II. Druhá větev, která byla využita pro zatápění, byla původně využívána pro přívod požární vody pro potřeby tehdejšího



lomu, tato část potrubí vedla až do nádrže Kateřina, kde byla ukončena jímacím objektem.

Do konce roku 2001 bylo vybudováno tzv. spojovací koryto, které propojilo nádrž Zalužany se zbytkovou jámou v podobě dlážděného koryta v délce 360 m (Obrázek 58). Tímto spojovacím korytem pak od 20. února 2002 přitékala voda z dalšího zdroje, kterým byla spodní výpust' nádrže Kateřina přes Zalužanský potok, nádrž Zalužany a spojovací koryto.



Obrázek 58. Spojovací koryto z nádrže Zalužany do zbytkové jámy lomu Chabařovice

Odběr vody požárním potrubím byl pozastaven 11. září 2002 a odběr vody spodní výpustí 31. října 2002. Důvodem pozastavení odběru z nádrže Kateřina byla prognóza rychlosti dalšího vzestupu hladiny na kótu 130 m n. m., pro kterou bylo vydáno příslušné vodoprávní rozhodnutí Okresního úřadu. Dne 7. 3. 2003 vydal Krajský úřad Ústeckého kraje povolení k akumulaci povrchových a podzemních vod v jezeru Chabařovice nad kótou 130 m n. m., a to v následujícím rozsahu:

Tabulka 11. Základní parametry jezera Chabařovice dle vodoprávního rozhodnutí z roku 2003

<i>Nejnižší kóta dna jezera</i>	122 m n. m.
<i>Kóta maximální hladiny</i>	145,7 m n. m.
<i>Kóta hladiny stálého nadržení (provozní hladina)</i>	145,3 m n. m.
<i>Plocha hladiny při kótě stálého nadržení</i>	247,147 ha
<i>Plocha hladiny při dosažení kóty maximální hladiny</i>	254,480 ha
<i>Objem vody při výšce hladiny stálého nadržení</i>	33 873 775 m ³
<i>Objem vody při maximální hladině</i>	34 862 456 m ³

<i>Přípustné zdroje vody pro napouštění jezera a doplňování vody na provozní hladinu</i>	4. Povrchové odtoky z přirozeného povodí zbytkové jámy 5. Povrchové vody ze soustavy VD Kateřina a centrální přeložky potoků (CPP) II a. z nádrže Kateřina požárním potrubím b. z nádrže Kateřina spodní výpustí přes Zalužanskou nádrž 6. Podzemní důlní vody ze stařinového systému 7. Povrchové vody z Modlanského potoka
<i>Vypouštění vod z jezera</i>	Jezero je nevypustitelné
<i>Převádění nadbilančních vod přitékajících z povodí jezera</i>	Převodem vody mezi jezerem Chabařovice a řekou Bílinou na kótě 145,3 m n. m.

Po zajištění vodoprávního rozhodnutí byl odběr požárním potrubím obnoven 17. září 2004 a odběr spodní výpustí nádrže Kateřina byl obnoven 15. listopadu 2004.

V srpnu 2008 došlo ke změně systému napouštění jezera, v úseku od Zalužanské nádrže bylo vybudováno nové spojovací koryto vedoucí k nově vybudované protieutrofizační nádrži, z níž voda odtékala příkopem „N“ do jezera. Protieutrofizační nádrž byla napuštěna již v roce 2007, ale v průběhu roku 2008 byla nádrž bez vody a probíhalo přetěsnění dna. Až poté z ní byla voda pouštěna do jezera Milada.



Obrázek 59. Protieutrofizační nádrž v roce 2009

V období od 30. listopadu 2005 se na dotaci podílel rovněž přítok z postupně do provozu uváděných přelivových vrtů č. 3, č. 6 a č. 9. Se stoupající hladinou došlo k jeho přestavbě do míst s vyšší nadmořskou výškou. V listopadu 2008 byly dokončeny stavební práce na přelivovém vrtu č. 9 (přelivový vrt č. 6 byl zrušen a demontován). Po nastoupání hladiny spodní vody do potřebné výšky bylo zahájeno napouštění z tohoto zdroje.



Obrázek 60. Výtok z přelivového vrtu č. 9 do jezera Milada

V roce 2004 byly zahájeny práce na protiabrazivním opatření a opevnění břehů. Trvalá ochrana je provedena kamenným zásypem po celém obvodu jezera. V místech, která jsou v severních a západních částech určena pro koupání a slunění, bylo opevnění upraveno tak, aby byl umožněn snadný vstup do jezera. Průběžná ochrana břehu při napouštění jezera byla provedena kombinací geotextilie s hydroosevem (Obrázek 61). Kolaudační řízení této stavby, která vymezuje hranice jezera Chabařovice a určuje jeho konečný tvar, proběhlo v roce 2006 a Krajským úřadem Ústeckého kraje bylo vydáno povolení k užívání stavby vodního díla.



Obrázek 61. Opevnění břehové linie zbytkové jámy lomu Chabařovice

V roce 2005 byly dokončeny práce na stavbě „Převedení vody z jezera Chabařovice do řeky Bíliny“, která umožňuje odvádění nadbytečných vod z jezera přes propojovací potrubí do otevřeného příkopu, který je zaústěn do řeky Bíliny. Trasa je vedena od výpustného objektu situovaného na východních svazích jezera směrem k bývalému uhelnému depu a dále pak k tělesu dráhy. Za dráhou se trasa přiklání ke korytu původního Zalužanského potoka a pokračuje k areálu teplárny v Trmicích, kde je vedena stávajícím korytem až k zatrubněné části propojení s řekou Bílinou. Celková délka propojení je 1,1 km, z toho zatrubněná část je v délce 0,8 km a otevřené koryto 0,3 km.

Plánované provozní hladiny bylo v jezeru Chabařovice dosaženo v průběhu 1. pololetí 2010 a napouštění jezera tak bylo zastaveno 18. března 2010 při výšce hladiny 145,19 m n. m. I přes tuto skutečnost následkem intenzivních a dlouhotrvajících dešťů hladina vody v jezeře Chabařovice neustále stoupala a maximální kóty 146,07 m n. m. dosáhla dne 30. září 2010. Voda z jezera Chabařovice začala odtékat do řeky Bíliny po vystoupení vody v jezeře na kótu 145,82 m n. m. dne 11. srpna 2010.

V souvislosti s dosažením provozní hladiny v jezeru Chabařovice podal Palivový kombinát Ústí, s. p., Krajskému úřadu Ústeckého kraje žádost o zahájení řízení ve věci

stanovení provozní hladiny jezera Chabařovice. V žádosti se mj. konstatovalo, že hlavním důvodem stanovení výšky provozní hladiny jezera Chabařovice je nulový spád stavby „Převod vody z jezera Chabařovice do řeky Bíliny“ na kótě 145,30 m n. m. v celkové délce 1 116,68 m. Protože je niveleta převodu vodorovná, musí se energie potřebná k uvedení vody do pohybu získat nakloněním hladiny v převodu. Výpočtová ztráta v celé délce trasy pro dlouhodobý průměrný průtok 59 l/s činí 0,36 metru. Při průměrném průtoku jezerem 41 l/s se hladina v jezeře vystaví na průměrnou kótu 145,70 m n. m. Tato skutečnost byla konstatována již před realizací samotné stavby, tak i před napojením stavby „Převod Modlanského potoka“ do zatrubněné části stavby „Převod vody z jezera Chabařovice do řeky Bíliny“. Po realizaci těchto staveb došlo při vysokých průtocích Modlanským potokem k nastoupání vody na začátku zatrubněné části na úroveň kolem 145,70 m n. m. Z důvodu vzniku těchto stavů byl v roce 2009 na výústním objektu jezera vybudován betonový práh na kótě 145,70 m n. m., jako ochrana před zpětným vzduťm a přetékáním nežádoucích vod zpět do jezera Chabařovice, který byl nahrazen „U“ profily s osazenými hradítky. Výtokový objekt byl v prosinci 2014 stavebně upraven ve smyslu doplnění „U“ profilů pro možnost manipulace s hradítky, stavidlového uzávěru a vybudování zděného přístřešku. Funkci betonového prahu plní nově vybudovaný výtokový objekt.

Rozhodnutím Krajského úřadu Ústeckého kraje ze dne 22. 10. 2010 byla stanovena nová kóta hladiny stálého nadržení (provozní hladina) na kótě 145,70 m n. m. a kóta maximální hladiny na kótě 145,81 m n. m., zároveň byla prodloužena doba povoleného nakládání s vodami do naplnění zbytkové jámy lomu Chabařovice na kótu 145,7 m n. m. Dalším rozhodnutím Krajského úřadu Ústeckého kraje ze dne 15. 10. 2015 byla kóta maximální hladiny zvýšena z 145,81 na 146,3 m n. m. a povolení k akumulaci bylo prodlouženo na dobu existence vodního díla. Důvodem změny jsou skutečnosti zjištěné v rámci „Ověřování parametrů vodohospodářské soustavy jezera Chabařovice“ v období 2011 až 2014. Kóta maximální hladiny 145,81 m n. m. vycházela z modelového výpočtu definovaného konzumpční křivkou pro jednotlivé hladiny. Skutečné změřené průtoky se pak staly podkladem pro kalibraci a verifikaci konzumpční křivky odtokového objektu jezera a následně byla přehodnocena celková vodohospodářská bilance.

Tabulka 12. Základní parametry jezera Chabařovice dle vodoprávního rozhodnutí z roku 2015

<i>Nejnižší kóta dna jezera</i>	122 m n. m.
<i>Kóta maximální hladiny</i>	146,3 m n. m.
<i>Kóta hladiny stálého nadržení (provozní hladina)</i>	145,4 m n. m.
<i>Plocha hladiny při kótě stálého nadržení</i>	251,293 ha
<i>Plocha hladiny při dosažení kóty maximální hladiny</i>	260 ha
<i>Objem vody při výšce hladiny stálého nadržení</i>	34 873 977 m ³
<i>Objem vody při maximální hladině</i>	36 423 949 m ³
<i>Přípustné zdroje vody pro doplňování vody na provozní hladinu</i>	1. Povrchové odtoky z přirozeného povodí zbytkové jámy 2. Podzemní důlní vody ze stařinového systému (přelivový vrt č. 9)
<i>Vypouštění vod z jezera</i>	Jezero je nevypustitelné
<i>Převádění nadbilančních vod přitékajících z povodí jezera</i>	Převodem vody mezi jezerem Chabařovice a řekou Bílinou na kótě 145,7 m n. m.

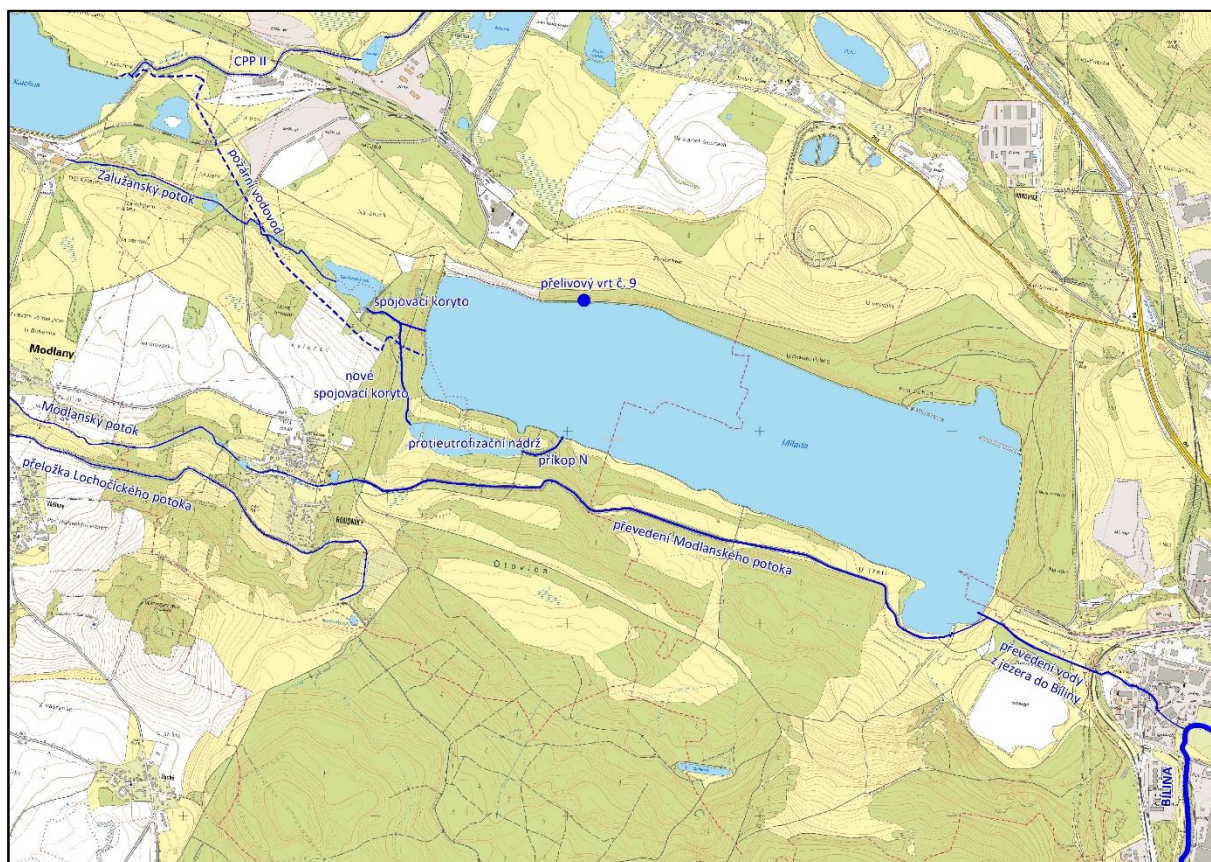
V letech 2014 až 2015 byla provedena úprava stávajícího výtokového objektu z jezera, která spočívala ve vybudování zděného objektu (manipulační domek), osazení nástěnného stavidla, jemných česlí a provizorního hrazení, čímž se zlepšila manipulace osazením uzávěru a zároveň se zamezilo neoprávněné manipulaci.

**Obrázek 62.** Odtokový objekt jezera Milada

Rozhodnutím Obvodního báňského úřadu pro území kraje Ústeckého ze dne 28. 4. 2015 byl zrušen dobývací prostor Chabařovice a prostor jezera Chabařovice je tak od 20. 5. 2015 zpřístupněn veřejnosti.

6.3. Současná vodohospodářská situace

Jezero Milada se stalo součástí rozsáhlé hydrografické sítě, která je pozůstatkem systému ochrany bývalého lomu Chabařovice před povrchovými vodami. Jejimi nejdůležitějšími prvky jsou nádrže Modlany, Kateřina, Zalužany, a Centrální přeložka potoků I a II.



Obrázek 63. Vodohospodářská situace jezera Milada

Zřízení nádrží Modlany a Kateřina si vynutila ochrana tehdejšího lomu Chabařovice před přítoky povrchových vod ze západu. Do Modlanské nádrže je zaústěn Modlanský a Dražkovský potok a přeložka Lochočického potoka. Z nádrže Modlany jsou jejich vody převáděny umělým korytem do nádrže Kateřina na Zalužanském potoce. Přes nádrž Kateřina jsou kromě Zalužanského potoka rovněž převáděny vody Uncínského a

Maršovského potoka. Je sem také vypouštěna stařinová voda čerpaná z jámy Kateřina, která v této soustavě představuje rovněž významný zdroj vody.



Obrázek 64. Vodní nádrž Kateřina

K odvedení vody z této soustavy nádrží do řeky Bíliny byla zřízena centrální přeložka potoků. První stavbou centrální přeložky potoků (CPP I) jsou vody z Modlanské nádrže převáděny do nádrže Kateřina. Druhou stavbou centrální přeložky potoků (CPP II) jsou vody převedeny severovýchodním směrem až do obce Chabařovice, do povodí Ždírnického potoka. Třetí stavba centrální přeložky potoků převádí vody po severním okraji původního dobývacího prostoru lomu Chabařovice a ústí do původního koryta Ždírnického potoka mezi obcemi Hrbovice a Předlice, na ní navazuje čtvrtá, nedokončená, část přeložky. Od východního okraje bývalého lomu Chabařovice k řece Bílině probíhá původní koryto Zalužanského potoka, v současné době z větší části zatrubněné. Do něj jsou vypouštěny stařinové vody z jámy Franz Josef. Retence na původním toku Zalužanského potoka (nádrž Zalužany) při západním okraji bývalého lomu Chabařovice zachycuje vody soustředěvané v údolním náplavu potoka. Voda ze Zalužanské nádrže byla přečerpávána do potrubí vedeného z čerpací stanice Západ do přeložky CPP II.



Obrázek 65. Vodní nádrž Zalužany

Nově vzniklé prvky hydrografické sítě vzniklé až v souvislosti s dokončením zahlazení následků hornické činnosti jsou: protieutrofizační nádrž, nádrže Roudníky a Rabenov, „Převodění Modlanského potoka“, soustava příkopů odvodňujících rekultivované výsypky a „Převodění vody z jezera Chabařovice do řeky Bíliny“.



Obrázek 66. Protieutrofizační nádrž

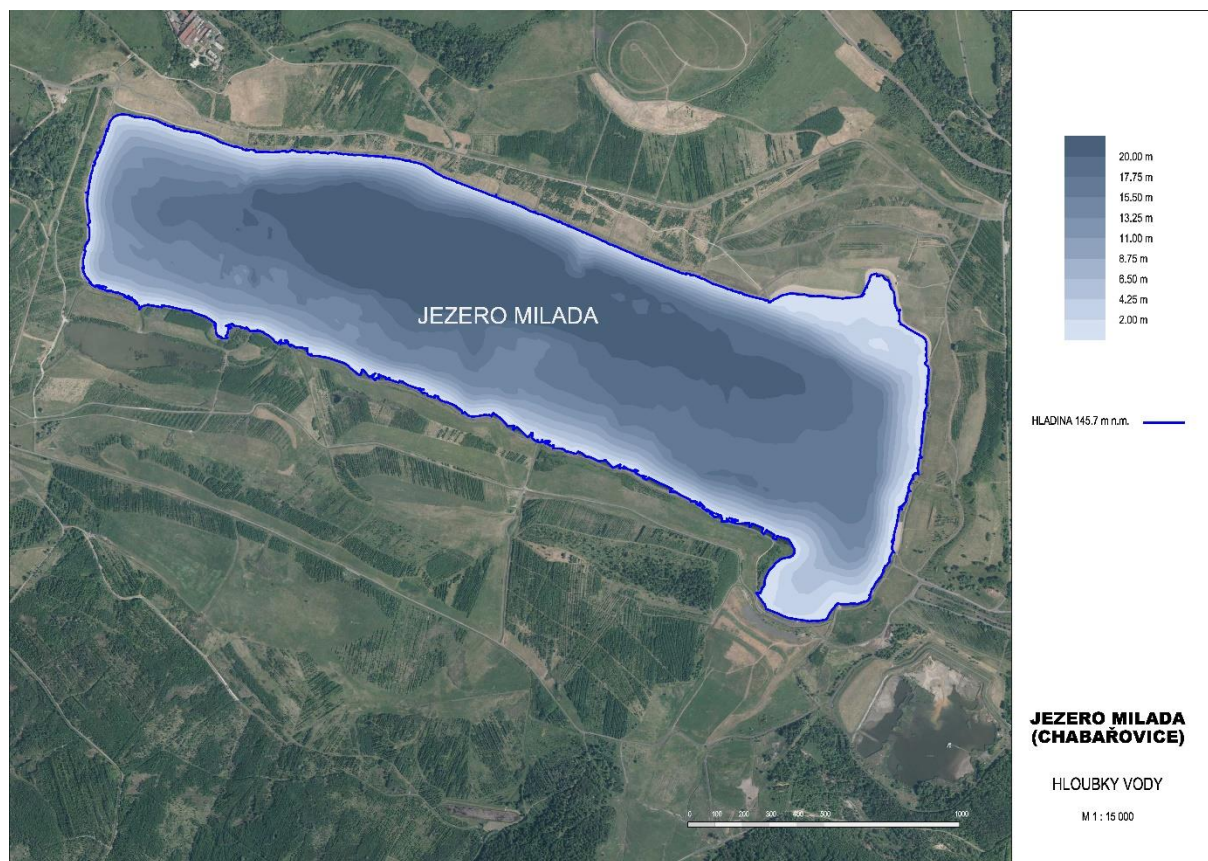
Do původního koryta Modlanského potoka mezi obcemi Modlany a Roudníky je vypouštěn pouze hygienický průtok, který původně končil v retenční jímce za obcí Roudníky. V retenční jímce je rovněž zachycena povrchová voda z povodí Modlanského potoka mezi nádrží Modlany a západním okrajem bývalého lomu. Odtud byla přečerpávána do přeložky Lochočického potoka, který teče zpět do Modlanské nádrže.

V průběhu roku 2008 byla do provozu uvedena stavba „Převedení Modlanského potoka“, která zajišťuje bezpečné převádění vod Modlanského potoka přes vnitřní výsypku tak, aby se nedostaly do jezera Milada. Přeložka také zachytává a odvádí dešťové vody z rekultivovaných ploch Lochočické výsypky.

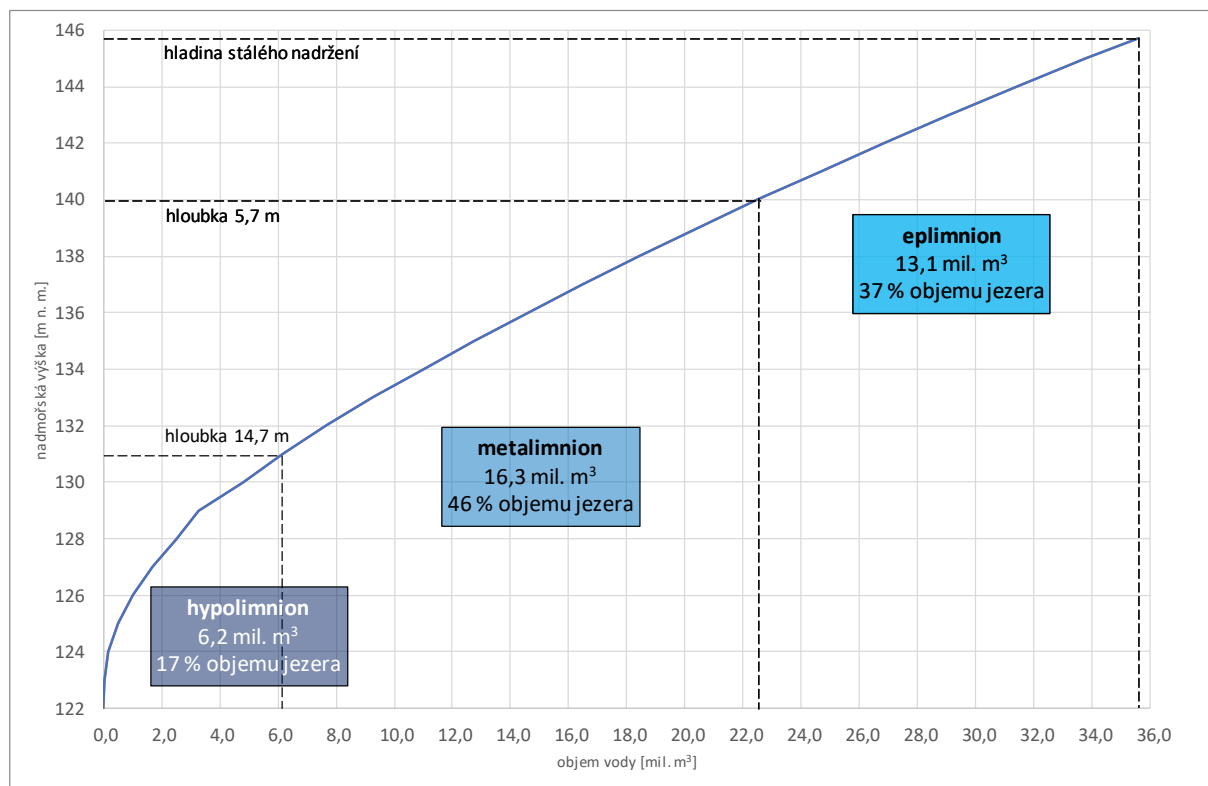


Obrázek 67. Přeložka Modlanského potoka (vpravo)

Jezero Milada má vodní hladinu v nadmořské výšce 145,7 m n. m., rozlohu 252,2 ha a maximální hloubku 25,3 m. Objem jezera je přibližně 35,6 miliónu m³. Z hloubkového profilu jezera lze odvodit, že objem vody v epilimniu, tj. povrchové vrstvě jezera do hloubky cca 6 m (140 m n. m.) představuje asi 13,1 mil. m³. V dalších 9 metrech vodních sloupce, která při letní stratifikaci reprezentuje metalimnion, se nachází asi 16,3 mil. m³ vody. Nejhlubší vrstvy vody, odpovídající přibližně hypolimniu, obsahují asi 6,2 mil. m³.



Obrázek 68. Batymetrická mapa jezera Milada



Obrázek 69. Čára zatopených objemů jezera Milada

Jezero je dotováno přítokem vod ze soustavy příkopů v okolí jezera, tj. původní zbytkové jámy a části vnitřní výsypky. Zatímco původní celková rozloha povodí jezera byla asi 15,7 km², po realizaci převedení Modlanského potoka jsou povrchové vody přitékající z Lochočické výsypky zachyceny a plocha povodí se tím zmenšila na 8,3 km². Z toho však asi 1,9 km² představuje podpovodí Zalužanské nádrže a 0,6 km² podpovodí Protieutrofizační nádrže, ze kterých voda do jezera prakticky neodtéká. Zbytkové povodí jezera tak má rozlohu pouhých 5,8 km², tedy asi dvojnásobek rozlohy jezera.

Z původních zdrojů napouštění je v současné době využíván pouze přelivový vrt, prostřednictvím něhož se do jezera dostává řízené množství stařinových důlních vod. Odtok vody z jezera je prostřednictvím stavby „Převedení vody z jezera Chabařovice do řeky Bíliny“. Maximální možný odtok je 60 l/s, avšak reálně z jezera Milada odtéká poloviční množství, tj. asi 900 tis. m³ (odborný odhad PKÚ). Do odtoku z jezera je napojeno koryto převedení Modlanského potoka, kterým v průměru odtéká 10 až 15 l/s.



Obrázek 70. Jezero Milada

Jezero Milada a přilehlé pozemky jsou ve vlastnictví České republiky, právo hospodařit vykonává Palivový kombinát Ústí, s. p., který je rovněž osobou odpovědnou za

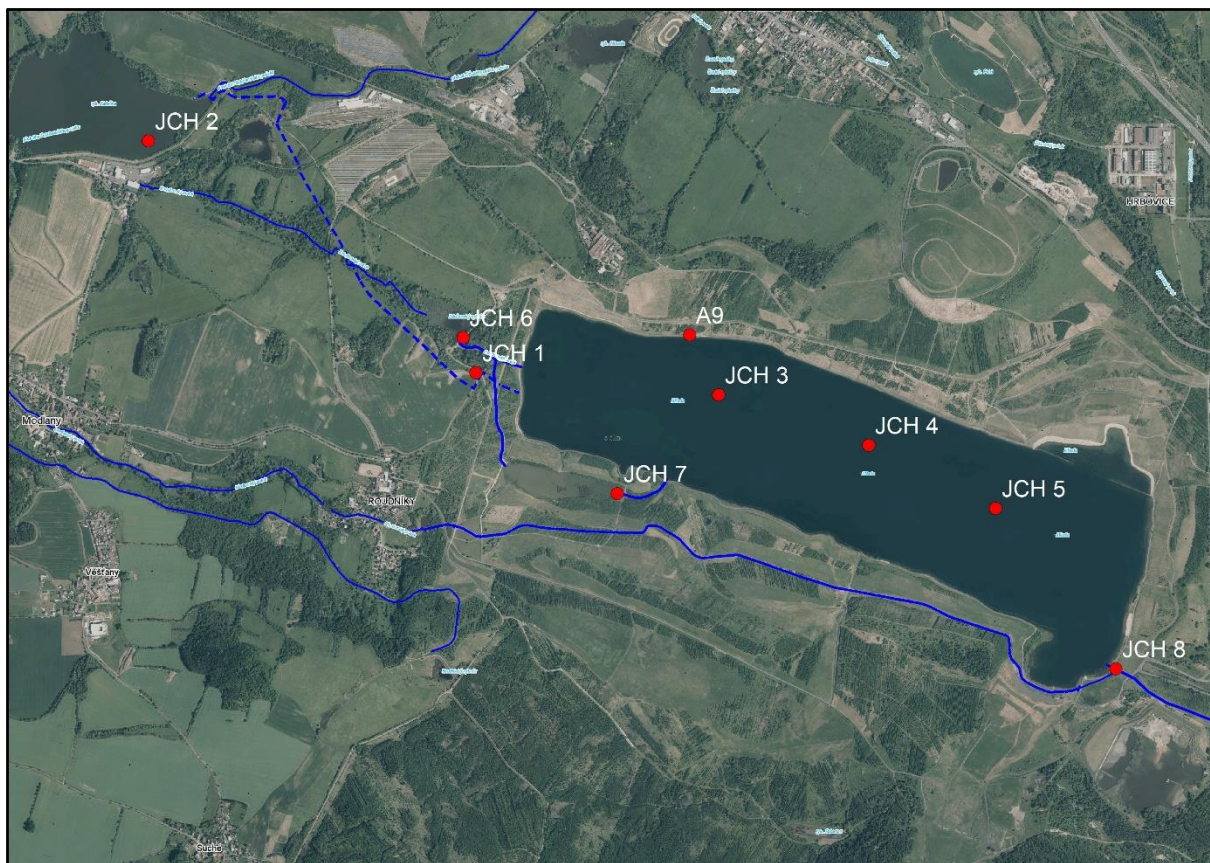
provoz vodohospodářské soustavy jezera v rámci ověřování parametrů vodohospodářské soustavy. Pro veškeré turistické, sportovní a rekreační aktivity osob na území jezera Milada jsou stanoveny podmínky v Návštěvním řádu území jezera Milada. Přístup osob do území jezera Milada je celoroční a volný. Koupání v jezeře je na vlastní nebezpečí. Pěší pohyb osob na celém území je neomezený. Cyklisté se mohou pohybovat pouze po účelových komunikacích. Vodní plochu jezera je možné užívat k plavbě výhradně bezmotorových plavidel, přičemž kotvení a vyvazování malých plavidel je povoleno jen na místech k tomu vyhrazených v souladu s platným Provozním řádem vývaziště.

6.4. Metodika sledování

Rozsah monitoringu v průběhu tzv. II. fáze napouštění jezera (od kóty 130 m) vycházel z manipulačního a provozního řádu schváleného rozhodnutím Krajského úřadu Ústeckého kraje ze dne 7. 3. 2003. Monitorována musela být jak voda přitékající do jezera z nádrže Kateřina a z nádrže Zalužany, tak i voda v napouštěném jezeru, a nepravdivé přítoky vody z podpovodí (příkopový systém v okolí jezera).

Zdroje vody pro řízené zatápění byly sledovány na třech odběrných místech. Jednalo se o odběrné místo JCH 1, kde se odebírala voda z požárního potrubí ve svahu pod Zalužanskou nádrží, odběrné místo JCH 2, kde se odebírala voda v nádrži Kateřina před jímacím objektem požárního potrubí, a odběrné místo JCH 6, kde se odebírala voda ze Zalužanské nádrže před vstupem do spojovacího příkopu s jezerem Milada. Později bylo doplněno odběrné místo JCH 7, které monitorovalo přítok vody z protieutrofizační nádrže. Po dokončení převedení Modlanského potoka bylo doplněno odběrné místo JCH 8, kde se monitoruje případný přeliv z Modlanského potoka do jezera Milada.

Monitoring kvalitativních parametrů jezerní vody byl prováděn na třech odběrných místech v západní, střední a východní části jezera, označených jako JCH 3, JCH 4 a JCH 5.



Obrázek 71. Odběrná místa na jezeře Milada

V měsíčním režimu odběru vzorků vody byly sledovány zejména ukazatele, které ovlivňují trofii vody a kyslíkový režim, tj. jednotlivé formy dusíku (dusičnanový, dusitanový, amoniakální, organický), celkový fosfor, BSK₅, CHSK_{Cr}, vodivost, teplota, pH, rozpuštěný kyslík, NL, RL, Fe, Mn. Sírany, chloridy, vápník, hořčík, těžké kovy a bakteriologické ukazatele byly vyhodnocovány v intervalu 1x za dva měsíce.

Sledování kvality vody v jezeru bylo prováděno 1x za měsíc ve vertikálním profilu, do hloubky 10 m v intervalu 1 m, později v intervalu 2 m. Rozsah vyhodnocovaných ukazatelů byl stejný jako u přítoků, navíc byly sledovány další ukazatele: chlorofyl, Na, K, CO₂, HCO₃, uhličitany, alkalita a acidita.

Současně byly odebírány kvantitativní vzorky zooplanktonu, fytoplanktonu a zoobentosu. U zooplanktonu, fytoplanktonu a zoobentosu bylo stanovováno druhové složení a abundance.

V rozsahu 1x ročně byly odebírány vzorky sedimentu ze dna jezera pro stanovení obsahu těžkých kovů a organických polutantů.

V souladu s vodoprávním rozhodnutí Krajského úřadu Ústeckého kraje ze dne 4. 10. 2004, resp. Krajského úřadu Ústeckého kraje ze dne 14. 10. 2011, byla sledována i kvalita přítoku stařinových důlních vod přitékajících do jezera z přelivových vrtů č. 3, 6 a 9, a to minimálně v rozsahu ukazatelů pH, NL a železo.

Rozhodnutím Krajského úřadu Ústeckého kraje ze dne 15. 10. 2015 byl stanoven upravený rozsah kontrolního monitoringu – viz Tabulka 13 a Tabulka 14.

Tabulka 13. Rozsah pravidelného monitoringu na jezeře Milada od roku 2016

Rozsah monitoringu	četnost
JCH 4 – jezero Chabařovice	
průhlednost, rozp. O ₂ , nasycení kyslíkem, teplota, pH, vodivost, BSK ₅ , CHSK _{Cr} , TOC, KNK _{-4,5} , ZNK _{-8,3} , N _{org} .	4 x ročně 3 vertikální profily (hladina, střed, 1 m nade dnem)
zooplankton, fytoplankton, druhové složení, abundance	4x ročně
bakterie E. coli, fekální kolif. bakterie, enterokoky, salmonela	2x ročně – hladina (květen – srpen)
makrozoobentos, druhové složení, četnost, saprobní index	2 x ročně – litorál (květen – listopad)
sinice	2 x ročně
TOC, Cd, Cr, Ni, Pb, Zn, Hg, As, Al, 1,2-DCB, 1,2-DCeT, 1,2-X, 1,3-DCB, 1,4-DCB, 1,4-X, anthracen, b(a)anthr, b(a)pyren, b(b)flu, b(ghi)per, b(k)flu, benzen, CB, chrysen, db(ah)anthr, EtB, fenanthren, fluoranthren, fluoren, in(c,d)pyr, naftalen, PCB 101, PCB 118, PCB 138, PCB 153, PCB 180, PCB 28, PCB 82, pyren, TCE, TCM toluen, TTCE, TTCM	1 x za 3 roky sediment (září)
JCH 6 – VD Zalužany	
průhlednost, pH, vodivost, BSK ₅ , CHSK _{Cr} , TOC, KNK _{-4,5} , ZNK _{-8,3} , N _{org} , N-NH ₄ , N-NO ₂ , N-NO ₃ , N _{celk} , P _{celk} , NL, SO ₄ , Cl, Na, K, Ca, Mg, Fe, Mn, chlorofly α	4 x ročně
sinice	2 x ročně
JCH 7 – Protieutrofizační nádrž	
pH, vodivost, BSK ₅ , CHSK _{Cr} , TOC, KNK _{-4,5} , ZNK _{-8,3} , N _{org} , N-NH ₄ , N-NO ₂ , N-NO ₃ , N _{celk} , P _{celk} , NL, SO ₄ , Cl, Na, K, Ca, Mg, Fe, Mn, chlorofly α, sinice	4 x ročně
Analýza rybí tkáně	
Hg, Pb, Cd, Ni, Zn, As, Sr, Cu, vymražování, nabohacení ultrazvukové lázně, stanovení PCB, OCP	1 x za 3 roky

Tabulka 14. Rozsah nepravidelného monitoringu na jezeře Milada od roku 2016

Rozsah monitoringu	četnost
Příkopový systém jezera	
pH, vodivost, BSK ₅ , CHSK _{Cr} , TOC, KNK _{-4,5} , ZNK _{-8,3} , N _{org} , N-NH ₄ , N-NO ₂ , N-NO ₃ , N _{celk} , P _{celk} , NL, SO ₄ , Cl, Na, K, Ca, Mg, Fe, Mn,	4 x ročně v případě průtoku vody příkopem
JCH 8 – Modlanský potok	
N-NH ₄ , P _{celk} , N _{celk} .	4 x ročně pouze v případě přelivu vody přelivnými objekty do jezera

6.5. Charakteristika zdrojů vody využívané k zatápění a vývoje kvalitativních ukazatelů v průběhu zatápění

6.5.1. Základní charakteristika zdrojů napouštěcí vody a přítoků

Jezero Milada bylo zatápěno s využitím dvou zdrojů vody. Hlavním zdrojem byly povrchové vody z nádrže Kateřina. Zpočátku pouze prostřednictvím původního požárního potrubí, následně pak především přes spodní výpusť nádrže do Zalužanského potok a nádrž Zalužany, ze které voda přitékala nejprve spojovacím korytem přímo do zbytkové jámy, později novým spojovacím korytem do protieutrofizační nádrže a až poté do zbytkové jámy. Od roku 2005 se využívala podzemní voda, resp. stařinová důlní voda z tzv. přelivových vrtů. Přehled množství akumulovaných vod z jednotlivých řízených zdrojů uvádí Tabulka 15. Z přehledu je zřejmé, že dominantním zdrojem byla spodní výpusť nádrže Kateřina, její podíl za dobu napouštění jezera dosáhnul 73 %. Požární řad se na napouštění z hlediska objemu podílel z 18 % a stařinové vody pouze z 9 %. Z rozdílu objemu jezera na dané kótě a kumulovaného přítoku z těchto řízených zdrojů je patrné, že na celkové akumulaci jezera se podílely i neřízené zdroje vody, tzn. atmosférické srážky dopadající na hladinu vznikajícího jezera a přítoky povrchových vod z povodí zbytkové jámy. Je potřeba si uvědomit, roční srážkový úhrn cca 510 mm na ploše cca 250 ha představuje 1,275 mil. m³ vody. Význam srážkových vod se samozřejmě s postupem zatápění relativně snižoval s rostoucím výparem z volné hladiny. Celkový podíl neřízených zdrojů vody za celou dobu zatápění tvořil asi 25 %. Ve skutečnosti byl jejich podíl pravděpodobně vyšší, neboť ztráty vody výparem či saturací břehových partií probíhaly na úkor všech zdrojů vody, tzn. i těch řízených.

Tabulka 15. Akumulace vody ve zbytkové jámě lomu Chabařovice

Období	Požární řad [m ³]	Spodní výpusť [m ³]	Přelivové vrty č. 3,6,9 [m ³]	Přítok do jezera celkem [m ³]	Kumulovaný přítok (od počátku napouštění) [m ³]	Kóta jezera (roční průměr) [m n. m.]	Objem jezera ke kótě [m ³]
2001	607 420	0		607 420	607 420	124,71	860 000
2002	424 238	1 552 950		1 977 188	2 584 608	128,17	3 992 000
2003	0	0		0	2 584 608	130,06	6 133 000
2004	343 276	199 683		542 959	3 127 567	131,71	8 250 000
2005	556 436	3 256 789	69 870	3 883 095	7 010 662	134,76	12 772 000
2006	520 793	3 706 547	661 632	4 888 972	11 899 634	137,14	16 850 000
2007	785 101	3 920 237	981 274	5 686 612	17 586 246	140,27	22 946 000
2008	646 896	3 188 643	575 867	4 411 406	21 997 652	142,34	27 434 000

2009	811 860	3 655 970	22 120	4 489 950	26 487 602	144,55	32 628 000
2010	215 200	962 390	397 423	1 575 013	28 062 615	146,00	37 686 000
2011	0	0	125 712	125 712	28 188 327	145,72	35 546 000
2012	0	0	504 911	504 911	28 693 238	145,69	35 470 000
2013	0	0	852 199	852 199	29 545 437	145,78	35 699 000
2014	0	0	702 489	702 489	30 247 926	145,71	35 520 000
2015	0	0	531 168	531 168	30 779 094	145,79	35 724 000
2016	0	0	515 607	515 607	31 294 701	145,75	35 622 000
2017	0	0	460 387	460 387	31 755 088	145,87	37 197 000
2018	0	0	359 260	359 260	32 114 348	145,75	35 622 000
Celkem	4 911 220	20 443 209	6 759 919	32 114 348	32 114 348		

Základní informaci o chemismu napouštěcí vody poskytuje Tabulka 16, která ukazuje roční průměrné hodnoty vybraných ukazatelů kvality vody z počátku zatápění.

Tabulka 16. Vybrané ukazatele kvality zdrojů vody pro zatápění lomu Chabařovice v roce 2002
(červeným tučným písmem vyznačeny hodnoty překračující limitní hodnoty dle NV)

		JCH 1	JCH 2	JCH 6	NV č. 61/2003
pH		7,9	8,1	7,7	6-8
rozp. kyslík	mg/l	7,7	11,6	10,2	>6
BSK ₅	mg/l	4,9	6,3	5,5	6
CHSK _{Cr}	mg/l	25,9	24,4	33,7	35
vodivost	mS/m	54,1	50,4	100,5	
rozpuštěné látky	mg/l	357,1	342,5	663,3	1000
sodík	mg/l			39,0	
draslík	mg/l			7,0	
vápník	mg/l	50,8	43,5	116,6	250
hořčík	mg/l	18,7	15,3	31,3	150
chloridy	mg/l	27,5	20,4	40,2	250
sírany	mg/l	89,0	61,1	146,8	300
nerozpuštěné látky	mg/l	15,4	13,5	20,2	25
dusitanový dusík	mg/l	0,04	0,03	0,03	0,05
amoniakální dusík	mg/l	0,37	0,54	0,26	0,5
dusičnanový dusík	mg/l	1,36	1,32	0,66	7
celkový dusík	mg/l				
organický dusík	mg/l	0,84	1,63	1,35	2,25
fosfor celkový	mg/l	0,11	0,20	0,19	0,15
železo celkové	mg/l	0,62	0,15	0,63	2
mangan celkový	mg/l	0,29	0,11	1,22	0,5
kadmium	µg/l	0,12	0,12	0,10	1
chrom	µg/l	1,44	1,17	1,00	50
olovo	µg/l	1,74	0,97	1,40	15
rtuť	µg/l	0,12	0,10	0,10	0,1

Profily JCH 1 a JCH 2 shodně reprezentují povrchovou vodu odebíranou z nádrže Kateřina (odběr před vstupem do potrubí a odběr na výstupu z potrubí), i když uváděné průměrné roční hodnoty vycházejí z rozdílného počtu dílčích odběrů, což vysvětluje menší rozdíly mezi oběma profily. Profil JCH 6 sice rovněž reprezentuje povrchovou vodu pocházející z nádrže Kateřina, avšak odběr je prováděný v nádrži Zalužany, do níž voda přitekla přes Zalužanský potok. To vysvětluje významnější rozdíly v některých ukazatelích. Nejmarkantnější rozdíly mezi JCH 6 a oběma předchozími profily jsou v rozpuštěných látkách (dvojnásobné množství), tj. vápníku, hořčíku, síranů a chloridů, souhrnně charakterizovaných vodivostí, a rovněž u celkového manganu (čtyřnásobné množství). Naopak významněji nižší koncentrace jsou u dusičnanového a amoniakálního dusíku (zhruba poloviční obsah). Z toho lze usuzovat, že Zalužanská nádrž minimálně na počátku zatápění zbytkové jámy v některých ukazatelích ovlivňovala kvalitu napouštěcí vody odebírané z vodní nádrže Kateřina.

6.5.2. Hodnocení dlouhodobého vývoje ukazatelů kvality vody

Vodní nádrž Kateřina – profily JCH1, JCH2

Nádrž Kateřina byla zdrojem největšího podílu vody na napuštění jezera Chabařovice. Tím na dlouhou dobu determinovala kvalitu vody v jezeře. Po napuštění v roce 2010 byl přítok z nádrže Kateřina přerušen, ale v budoucnu může být podle potřeby obnoven. Přínosem tohoto zdroje by bylo zejména zpomalení růstu koncentrace rozpuštěných látek nebo případně i její snížení. Rizikem je zanášení nežádoucího inokula sinic vodního květu do jezera.

Přehled ročních průměrných hodnot sledovaných ukazatelů kvality vody v období zatápění zbytkové jámy na monitorovacím místě JCH 1 udává Tabulka 17. Rok 2003 zde není uveden, neboť napouštění bylo pozastaveno a odběry se neprováděly (z potrubí nevytékala žádná voda). V roce 2004 bylo napouštění obnoven až v závěru roku, a proto i roční hodnoty reprezentují jen několik málo odběrů. Napouštění z tohoto zdroje bylo v roce 2010 zcela ukončeno a údaje za rok 2010 vycházejí pouze z jediného odběru v březnu 2010, což není vypovídající ve srovnání s údaji za předchozí roky. Potrubí bylo po ukončení zatápění demontováno a odběrné místo JCH 1 tak zaniklo.

Přehled ročních průměrných hodnot sledovaných ukazatelů kvality vody v období zatápění zbytkové jámy na monitorovacím místě JCH 2 udává Tabulka 18. V roce 2003 a

2004 se sice odběry prováděly, avšak voda z nádrže Kateřina odebírána nebyla z důvodu pozastavení zatápění (obnoveno až v závěru roku 2004). Monitoring pokračoval i v letech 2011 až 2015, avšak v té době bylo již zatápění ukončeno a voda z nádrže Kateřina do jezera nepřitékala.

Tabulka 17. Vývoj kvality vody v profilu JCH 1 v období 2001 až 2010

(zelenou barvou jsou podbarveny výchozí a konečné hodnoty ukazatelů s trendem zlepšení)

		2001	2002	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
pH		7,6	7,9	7,7	7,6	8,1	8,1	8,7	8,5	7,7
rozp. kyslík	mg/l		7,7	11,1	7,3	8,7	9,5	9,2	8,7	11,5
BSK ₅	mg/l	3,6	4,9	7,0	4,7	4,3	3,2	6,5	4,3	2,0
CHSK _{Cr}	mg/l	25,8	25,9	21,7	24,0	26,8	25,5	31,6	26,4	18,0
vodivost	mS/m	63,3	54,1	79,1	61,9	62,1	41,8	51,2	41,7	51,2
rozpuštěné látky	mg/l	401,2	357,1	470,0	394,2	402,7	267,5	323,3	311,4	340,0
sodík	mg/l									
draslík	mg/l								120,0	
vápník	mg/l	38,3	50,8	50,0	45,0	45,6	40,8	40,0	38,5	
hořčík	mg/l	20,7	18,7	22,8	17,1	16,5	9,9	11,1	9,5	
chloridy	mg/l	32,6	27,5	49,5	44,0	48,6	33,0	31,7	39,0	
sírany	mg/l	68,0	89,0	80,5	67,8	69,6	63,6	91,8	61,9	69,0
nerozpuštěné látky	mg/l	13,6	15,4	14,4	12,8	8,6	10,3	15,6	18,4	5,8
dusitanový dusík	mg/l	0,07	0,04	0,05	0,07	0,05	0,02	0,07	0,03	0,03
amoniakální dusík	mg/l	0,36	0,37	1,46	0,49	1,13	0,13	0,19	0,13	0,13
dusičnanový dusík	mg/l	2,0	1,4	1,3	1,2	0,9	0,7	0,8	0,6	2,2
celkový dusík	mg/l							1,4	1,2	2,8
organický dusík	mg/l	1,3	0,8	0,3	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
fosfor celkový	mg/l	0,20	0,11	0,13	0,04	0,10	0,05	0,05	0,07	0,04
železo celkové	mg/l	0,4	0,6	0,3	0,3	0,7	0,2	0,3	0,3	
mangan celkový	mg/l	0,1	0,3	0,1	0,1	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1
kadmium	µg/l	0,27	0,12	0,05	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	
chrom	µg/l	3,6	1,4	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0	1,5	
olovo	µg/l	3,3	1,7	0,5	0,7	0,5	0,5	0,6	0,8	
rtuť	µg/l	0,17	0,12	0,05	0,05	0,05	0,06	0,05	0,05	

V případě **profilu JCH 1** (výtok z požárního potrubí) vykazovala napouštěcí voda po celou dobu zatápění minimálně stejnou kvalitu jako na začátku zatápění. V některých ukazatelích se kvalita mírně zlepšovala, jako např. u rozpuštěných látek, a tedy i vodivosti. U některých ukazatelů se kvalita dokonce významně zlepšila. Patrné je to u všech forem dusíku, celkového fosforu a sledovaných těžkých kovů.

Tabulka 18. Vývoj kvality vody v profilu JCH 2 v období 2001 až 2015

(zelenou barvou jsou podbarveny výchozí a konečné hodnoty ukazatelů s trendem zlepšení, fialovou barvou pak hodnoty ukazatelů s trendem zhoršení)

		2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
pH		8,0	8,1	8,3	8,6	7,9	8,7	8,7	8,8
rozp. kyslík	mg/l	10,7	11,6	12,4	13,5	11,1	11,9	11,8	13,4
BSK ₅	mg/l	5,6	6,3	5,0	5,4	5,7	6,1	3,9	5,9
CHSK _{Cr}	mg/l	29,8	24,4	28,8	27,5	24,4	31,7	27,1	36,9
vodivost	mS/m	71,9	50,4	73,0	87,1	61,8	60,7	41,3	58,3
rozpuštěné látky	mg/l	448,3	342,5	455,0	365,5	387,5	406,4	256,7	354,5
vápník	mg/l	49,3	43,5	41,0	49,7	44,4	43,3	40,0	43,8
hořčík	mg/l	26,1	15,3	24,9	16,8	17,5	16,2	9,8	14,9
chloridy	mg/l	33,0	20,4	40,0	40,0	44,8	48,7	33,8	37,8
sírany	mg/l	108,5	61,1	88,3	79,5	67,7	68,5	62,2	64,1
nerozpuštěné látky	mg/l	14,0	13,5	13,4	14,7	15,0	15,1	12,3	17,2
dusitanový dusík	mg/l	0,13	0,03	0,03	0,03	0,04	0,05	0,02	0,04
amoniakální dusík	mg/l	0,42	0,54	1,46	0,55	0,61	0,69	0,08	0,66
dusičnanový dusík	mg/l	5,6	1,3	0,7	0,4	0,9	0,7	0,7	0,5
celkový dusík	mg/l								1,7
organický dusík	mg/l	10,9	1,6	1,6	0,8	0,6	0,7	0,6	0,5
fosfor celkový	mg/l	0,11	0,20	0,11	0,12	0,04	0,08	0,05	0,05
železo celkové	mg/l	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1
mangan celkový	mg/l	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
kadmium	µg/l	0,10	0,12	0,11	0,07	0,06	0,05	0,05	0,05
chrom	µg/l	1,8	1,2	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
olovo	µg/l	2,3	1,0	1,0	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5
rtuť	µg/l	0,20	0,10	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,05

		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
pH		8,7	8,5	8,2	8,3	8,4	8,4	8,5
rozp. kyslík	mg/l	10,9	13,5	11,4	10,0	11,0	11,3	10,2
BSK ₅	mg/l	3,3	4,8	4,0	6,5	5,7	4,9	7,9
CHSK _{Cr}	mg/l	26,9	26,7	26,3	39,4	29,0	28,3	39,5
vodivost	mS/m	45,3	45,2	47,6	58,8	55,0	52,1	45,1
rozpuštěné látky	mg/l	296,7	287,5	305,8	358,5	330,9	308,3	269,2
vápník	mg/l	39,8	45,8	42,5	42,3	39,0	38,8	33,8
hořčík	mg/l	9,5	11,3	12,2	17,4	14,3	12,3	11,4
chloridy	mg/l	40,3	39,5	44,0	42,3	41,3	43,8	39,3
sírany	mg/l	56,8	57,8	54,3	51,5	55,2	52,3	48,8
nerozpuštěné látky	mg/l	12,9	12,6	10,3	15,5	13,5	10,9	19,7
dusitanový dusík	mg/l	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03
amoniakální dusík	mg/l	0,20	0,63	0,67	0,88	0,71	0,48	0,49
dusičnanový dusík	mg/l	0,6	1,0	0,8	0,6	0,6	0,6	0,7
celkový dusík	mg/l	1,3	2,3	2,1	2,2	2,0	1,7	2,1
organický dusík	mg/l	0,5	0,6	0,6	0,7	0,6	0,7	0,8

fosfor celkový	mg/l	0,07	0,06	0,08	0,11	0,08	0,08	0,07
železo celkové	mg/l	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2
mangan celkový	mg/l	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
kadmium	µg/l	0,19	0,04	0,03	0,05	0,03	0,04	0,03
chrom	µg/l	1,5	0,8	0,5	0,5	0,5	0,5	1,0
olovo	µg/l	1,3	0,5	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4
rtuť	µg/l	0,05	0,43	0,03	0,04	0,04	0,03	0,03

V případě **profilu JCH 2** (před jímacím objektem požárního potrubí) byl vývoj kvality vody obdobný profilu JCH 1, což je samozřejmé, neboť se jedná o stejný zdroj vody. Nicméně na tomto profilu lze vývoj hodnotit až do roku 2015. Po roce 2010 se sice tento zdroj vody již nevyužíval, avšak s ohledem na potenciální možnost odběru vody v budoucnu je hodnocení vývoje na místě. Žádný ze sledovaných ukazatelů kvality vody se nezhoršil, naopak popsané trendy zlepšení kvality v průběhu zatápění se potvrdily i v dalších letech po ukončení zatápění, tj. k významnému poklesu hodnot došlo u síranů, hořčíku, dusičnanového a dusitanového dusíku, kadmia, chromu, olova a rtuti. Mírně pod úroveň 0,1 mg/l poklesl i celkový fosfor. Velmi mírně klesající tendenci má i vodivost. Uvedené změny jsou zřejmě důsledkem zpříšňování limitů pro kvalitu povrchových vod a budování čistíren odpadních vod v povodí nádrže Kateřina.

V obou profilech lze jako „problematické“ označit ukazatele BSK₅, CHSK_{Cr} a nerozpuštěné látky. Vývoj jejich koncentrací sice nevykazuje rostoucí trend, je spíše rozkolísaný, avšak zároveň jejich roční průměrné hodnoty se přibližují limitním hodnotám stanovených aktuálně platným nařízením vlády, či je mírně překračují.

Z výše uvedeného vyplývá, že v minulosti definovaný vliv přítoku z nádrže Kateřina se nezhoršil, a naopak může být voda z této nádrže využívána s menším rizikem pro jezero Milada. Při pokračujícím sledování tohoto zdroje by ovšem bylo žádoucí provádět kompletní rozbor základního chemického složení. Citelně chybí například chlorofyl a alkalita.

Přívodní trasa korytem Zalužanského potoka – profil JCH6

Během napouštění jezera touto trasou tekla voda z nádrže Kateřina. Kvalita vody by tedy měla být víceméně shodná s odběrovým místem JCH 2, avšak k jistému ovlivnění mohlo docházet v nádrži Zalužany, kde se voda po určité době zdržela, než otekla spojovacím korytem do jezera.

Přehled ročních průměrných hodnot sledovaných ukazatelů kvality vody v období zatápění zbytkové jámy na monitorovacím místě JCH 6 udává Tabulka 19. V roce 2003 a 2004 se sice odběry prováděly, avšak voda z nádrže Kateřina odebírána nebyla z důvodu pozastavení zatápění (obnoveno až v závěru roku 2004). Monitoring pokračoval i v letech 2011 až 2018, avšak v té době bylo již zatápění ukončeno a voda z nádrže Kateřina do jezera nepřitékala. Ukončení odběru se projevilo již na údajích za rok 2010. Údaje za období od roku 2010 tak reprezentují vývoj kvality vody v nádrži Zalužany, kdy do nádrže přitékají jen vody z vlastního povodí pod hrází nádrže Kateřina.

Tabulka 19. Vývoj kvality vody v profilu JCH 6 v období 2001 až 2018

(zelenou barvou jsou podbarveny výchozí a konečné hodnoty ukazatelů s trendem zlepšení v období zatápění, fialovou barvou pak hodnoty ukazatelů s trendem zhoršení v období po ukončení zatápění, červeným tučným písmem vyznačeny hodnoty překračující limitní hodnoty dle NV)

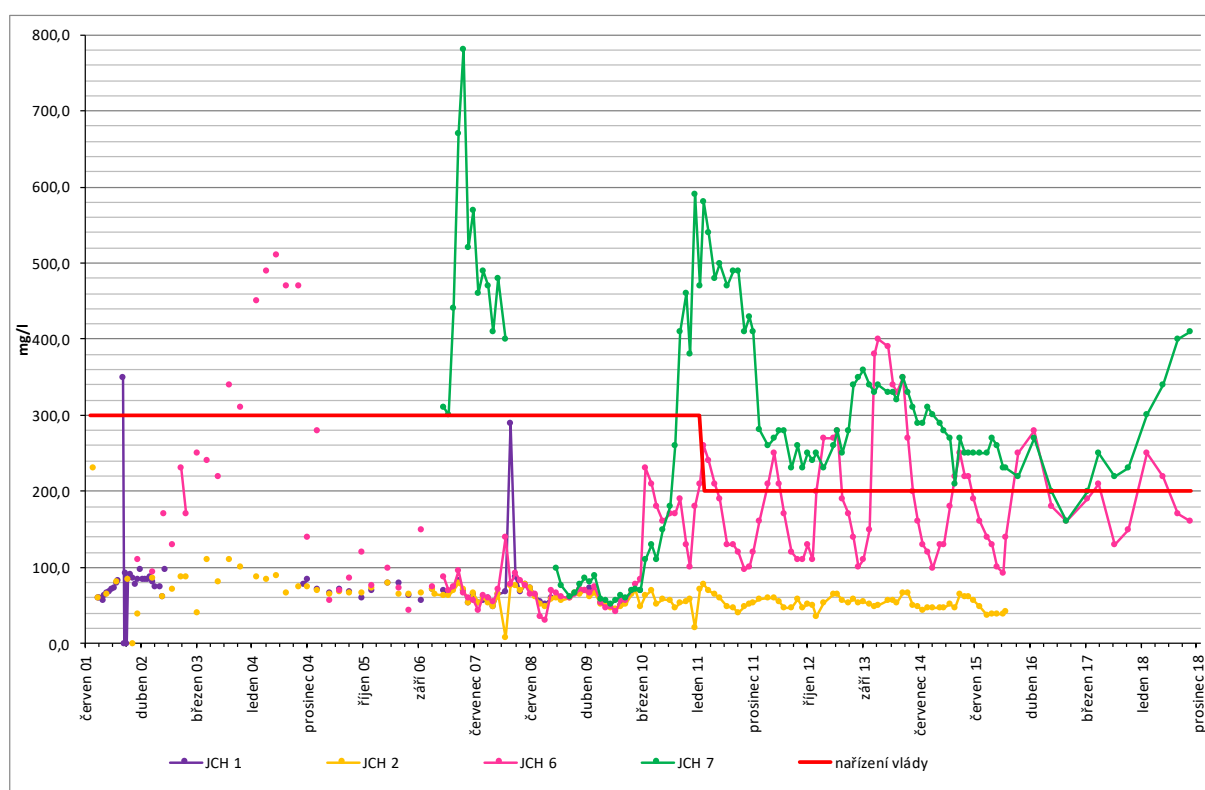
		2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
pH		7,7	8,3	8,0	7,7	8,0	7,9	8,1	8,0	7,9
rozp. kyslík	mg/l	10,2	11,4	9,3	7,4	10,5	9,6	10,3	9,2	9,2
BSK ₅	mg/l	5,5	3,9	4,5	4,4	4,7	2,8	7,8	4,2	2,8
CHSK _{Cr}	mg/l	33,7	39,3	40,0	28,8	24,5	26,3	37,3	28,1	29,8
vodivost	mS/m	100,5	111,3	130,7	84,4	68,7	49,5	62,5	53,9	86,5
rozpuštěné látky	mg/l	663,3	774,2	956,4	554,2	470,0	295,8	381,8	313,3	590,8
sodík	mg/l	39,0								
draslík	mg/l	7,0								
vápník	mg/l	116,6	88,3	131,0	69,8	56,4	52,3	50,8	52,5	106,0
hořčík	mg/l	31,3	42,1	42,3	22,3	17,9	11,5	14,6	12,3	23,4
chloridy	mg/l	40,2	56,7	65,7	50,0	55,0	34,3	38,0	45,5	49,8
síraný	mg/l	146,8	255,0	421,7	114,7	87,8	66,7	65,5	59,3	147,6
nerozpuštěné l.	mg/l	20,2	13,2	17,9	16,3	14,4	12,5	23,8	20,2	16,0
dusitanový dusík	mg/l	0,03	0,01	0,01	0,08	0,05	0,02	0,05	0,02	0,02
amoniakální d.	mg/l	0,26	0,08	0,56	1,12	0,49	0,08	0,17	0,12	0,07
dusičnanový d.	mg/l	0,7	0,7	0,3	1,1	1,1	0,6	0,6	0,7	0,6
celkový dusík	mg/l							1,3	1,2	1,3
organický dusík	mg/l	1,4	3,4	0,9	0,4	0,6	0,5	0,5	0,5	0,6
fosfor celkový	mg/l	0,19	0,12	0,15	0,05	0,09	0,09	0,09	0,07	0,08
železo celkové	mg/l	0,6	0,4	0,6	1,0	0,5	0,3	0,6	0,8	0,6
mangan celkový	mg/l	1,2	0,3	0,6	0,8	0,4	0,3	0,3	0,3	0,5
kadmium	µg/l	0,10	0,07	0,05	0,07	0,05	0,05	0,06	0,05	0,04
chrom	µg/l	1,0	1,0	1,2	1,0	1,0	1,0	2,5	1,5	0,8
olovo	µg/l	1,4	1,3	0,6	0,6	0,6	0,5	0,7	1,2	0,4
rtuť	µg/l	0,10	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,05	0,05	0,13

		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	NV
pH		8,0	8,1	8,2	7,9	7,9	7,8	7,8	7,8	5-9
rozp. kyslík	mg/l	10,0	8,1	9,7	5,4	4,9				min. 9
BSK ₅	mg/l	4,9	3,5	4,5	3,5	5,0	8,8	3,9	3,2	3,8
CHSK _{Cr}	mg/l	37,9	36,3	49,1	43,2	47,3	45,8	32,3	40,5	26
vodivost	mS/m	88,4	89,1	95,7	108,2	95,6	104,8	94,1	113,3	
rozpuštěné látky	mg/l	597,5	591,3	681,8	753,3	644,2				750
sodík	mg/l						56,3	51,8	62,0	
draslík	mg/l						8,6	7,1	7,2	
vápník	mg/l	99,5	95,0	121,7	135,5	110,8	134,5	112,8	116,3	190
hořčík	mg/l	27,3	27,0	26,8	31,2	31,9	29,4	30,6	47,0	120
chloridy	mg/l	41,5	45,0	39,7	48,3	46,8	53,8	49,8	61,8	150
sírany	mg/l	165,6	161,8	223,6	220,8	170,2	217,5	170,0	200,0	200
nerozpuštěné l.	mg/l	19,6	15,0	20,8	10,3	12,6	10,2	7,3	6,4	20
dusitanový dusík	mg/l	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	
amoniakální d.	mg/l	0,05	0,03	0,03	0,08	0,18	0,08	0,10	0,14	0,23
dusičnanový d.	mg/l	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	5,4
celkový dusík	mg/l	0,8	0,8	0,9	0,9	1,2	0,9	0,9	0,9	6
organický dusík	mg/l	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,7	0,6	
fosfor celkový	mg/l	0,10	0,09	0,13	0,85	0,40	0,36	0,19	0,28	0,15
železo celkové	mg/l	0,4	0,5	0,7	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	1
mangan celkový	mg/l	0,5	0,5	0,6	0,8	1,1	0,7	0,6	0,6	0,3
kadmium	µg/l	0,04	0,03	0,04	0,03	0,05				0,08
chrom	µg/l	0,5	0,5	0,5	0,5	1,2				18
olovo	µg/l	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3				14
rtuť	µg/l	0,04	0,03	0,04	0,04	0,11				0,07

Na příkladu časového průběhu koncentrace síranů lze demonstrovat, jakým způsobem se projevily změny ve využívání zdrojů zatápění (Obrázek 72). Dají se odlišit 3 období s rozdílným vývojem: 2001 až 2004, 2005 až 2010 a 2010 až 2018. Krátce po zahájení zatápění došlo k jeho pozastavení, a tedy omezení přítoku vody z nádrže Kateřina do nádrže Zalužany. Přerušování přítoku vody s relativně nízkou koncentrací síranů se projevilo rychlým nárůstem koncentrací v letech 2003 a 2004. Po obnovení zatápění se koncentrace síranů vrátily na úroveň jejich obsahu v nádrži Kateřina, tj. někde mezi 60 až 100 mg/l. Po ukončení zatápění lze pozorovat setrvalý nárůst průměrné koncentrace síranů až úroveň kolem 200 mg/l, kdy je navíc patrná sezonní dynamika v průběhu roku.

Vývojové trendy jsou podobné odběrným profilům JCH 1 a JCH 2, avšak to platí jen do doby ukončení napouštění. Od roku 2010 se u některých ukazatelů trendy obrátily. Došlo k nárůstu vodivosti a koncentrací prakticky všech iontů sledovaných rozpuštěných

látek (vápník, hořčík, chloridy, sírany), nárůstu amoniakálního dusíku a především pak koncentrace celkového fosforu, který se dostal nad přípustnou úroveň podle nařízení vlády. Ke snížení došlo naopak u nerozpuštěných látek. Prakticky beze změny zůstává biologická i chemická spotřeba kyslíku, která je rovněž nad limitní hodnotou. Nad limitem zůstává rovněž obsah celkového manganu. Je potřeba znovu zdůraznit, že se jedná o hodnocení vody v nádrži Zalužany, která od roku 2010 do jezera Milada nepřitéká. Lze předpokládat, že pokud by se v budoucnu využila opět tato cesta při odběru vody z nádrže Kateřina, do jezera by se dostávala především kvalitnější voda z nádrže Kateřina.



Obrázek 72. Vývoj koncentrace síranů ve zdrojích napouštěcí vody jezera Milada

Protieutrofizační nádrž – profil JCH 7

Protieutrofizační nádrž měl podle původních představ protékat Modlanský potok a měla sloužit i k produkci násadových ryb pro jezero. S ohledem na špatnou kvalitu vody byl Modlanský potok převeden mimo jezero.

Přehled ročních průměrných hodnot sledovaných ukazatelů kvality vody v období od roku 2007 na monitorovacím místě JCH 7 udává Tabulka 20. Během roku 2007 byla napájena vodou z výsypky bez odtoku do jezera. V roce 2008 byla nádrž bez vody z důvodu přetěšňování nádrže a odběry se prováděly až v závěru roku. Na konci roku

2008 byl do protieutrofizační nádrže sveden přítok z nádrže Kateřina přes nově spojovací koryto.

Tabulka 20. Vývoj kvality vody v profilu JCH 7 v období 2007 až 2018

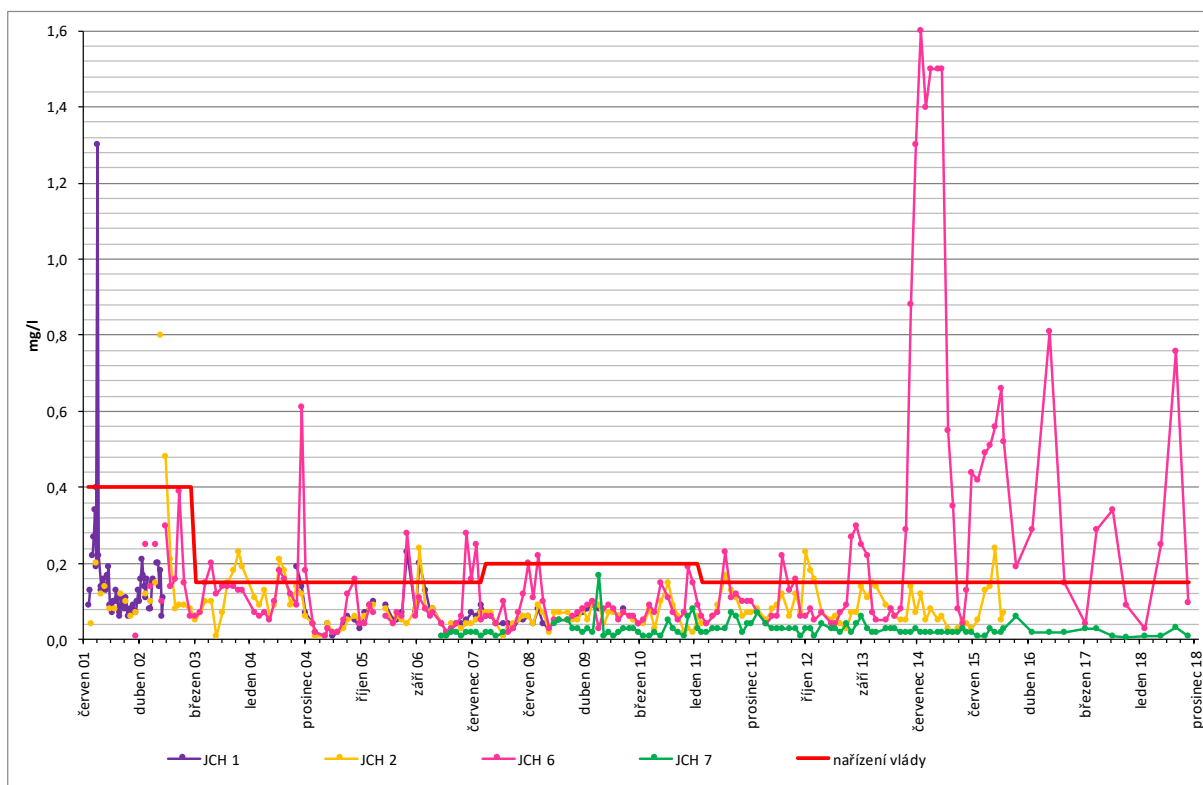
(červeným tučným písmem vyznačeny hodnoty překračující limitní hodnoty dle NV)

		2007	2008	2009	2010	2011	2012
pH		7,7	8,6	8,3	8,3	8,3	8,5
rozp. kyslík	mg/l	8,2	14,3	9,9	11,8	12,3	10,4
BSK ₅	mg/l	2,7	10,1	2,1	2,2	2,1	2,8
CHSK _{Cr}	mg/l	27,1	42,5	22,3	23,8	23,3	26,2
vodivost	mS/m	146,8	88,8	63,0	91,6	144,0	104,2
rozpuštěné látky	mg/l	1046,7	545,0	365,0	630,8	1082,5	697,3
sodík	mg/l						
draslík	mg/l						
vápník	mg/l	82,3	71,0	52,8	84,5	108,3	67,3
hořčík	mg/l	71,9	17,5	16,3	33,8	55,1	44,5
chloridy	mg/l	11,2	53,0	51,3	43,3	37,0	55,3
sírany	mg/l	491,7	87,5	67,2	200,2	488,3	257,4
nerozpuštěné látky	mg/l	7,7	12,4	3,9	9,4	17,5	16,9
dusitanový dusík	mg/l	0,04	0,02	0,01	0,06	0,04	0,03
amoniakální dusík	mg/l	0,05	0,07	0,10	0,08	0,08	0,07
dusičnanový dusík	mg/l	2,1	0,2	0,5	5,2	6,4	0,7
celkový dusík	mg/l		1,3	1,1	6,0	7,0	1,3
organický dusík	mg/l	0,4	1,1	0,5	0,6	0,6	0,5
fosfor celkový	mg/l	0,02	0,05	0,04	0,03	0,04	0,03
železo celkové	mg/l	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3
mangan celkový	mg/l	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1
kadmium	µg/l	0,05	0,06	0,05	0,04	0,06	0,04
chrom	µg/l	1,0	1,0	1,5	1,0	0,5	0,5
olovo	µg/l	0,5	0,5	0,6	0,4	0,3	0,3
rtuť	µg/l	0,06	0,05	0,05	0,08	0,03	0,03

		2013	2014	2015	2016	2017	2018	NV
pH		8,3	8,3	8,4	8,2	8,2	8,0	5-9
rozp. kyslík	mg/l	10,2	8,7	9,7				min. 9
BSK ₅	mg/l	2,7	1,6	2,3	3,7	2,5	2,2	3,8
CHSK _{Cr}	mg/l	27,0	23,7	24,8	24,5	17,5	21,3	26
vodivost	mS/m	114,9	110,5	99,4	93,3	97,9	124,0	
rozpuštěné látky	mg/l	808,2	763,3	652,5				750
sodík	mg/l				70,0	74,8	112,5	
draslík	mg/l				12,5	13,0	12,8	
vápník	mg/l	87,3	73,3	68,5	77,5	78,0	90,5	190
hořčík	mg/l	45,8	47,1	38,7	36,2	38,8	47,8	120

chloridy	mg/l	44,0	44,5	46,0	50,0	46,8	49,8	150
sírany	mg/l	305,5	310,8	249,2	212,5	225,0	362,5	200
nerozpuštěné l.	mg/l	14,3	10,8	10,8	8,4	7,4	7,2	20
dusitanový dusík	mg/l	0,05	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	
amoniakální dusík	mg/l	0,07	0,07	0,04	0,05	0,03	0,04	0,23
dusičnanový dusík	mg/l	2,1	0,4	0,1	0,3	0,6	0,5	5,4
celkový dusík	mg/l	2,8	1,0	0,7	0,8	1,0	0,9	6
organický dusík	mg/l	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	
fosfor celkový	mg/l	0,03	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,15
železo celkové	mg/l	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	1
mangan celkový	mg/l	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3
kadmium	µg/l	0,03	0,03	0,09				0,08
chrom	µg/l	0,5	0,5	1,1				18
olovo	µg/l	0,3	0,5	0,6				14
rtuť	µg/l	0,03	0,03	0,04				0,07

Od roku 2010 má nádrž přítok z výsypky a příležitostně i z Modlanského potoka. To se projevilo na výrazném kolísání některých ukazatelů, například vodivosti, síranů (Obrázek 72) a hořčíku. Podstatné je, že částečně dále snižuje koncentrace kovů z přítokové vody a zejména koncentraci celkového fosforu (Obrázek 73).



Obrázek 73. Vývoj koncentrace celkového fosforu ve zdrojích napouštěcí vody jezera Milada

Je možno konstatovat, že se nádrž v zamýšlené funkci osvědčila, ale je žádoucí obnovit podmínky pro optimální funkci.

Přelivový vrt (PV9)

Po napuštění jezera se stal přelivový vrt jediným řízeným přítokem jezera a zůstal dominantním zdrojem fosforu pro jezero. Z vrtu vytéká voda o teplotě cca 18,5 °C, pH kolem 6,7, s vysokou koncentrací železa (cca 4 mg/l) a amoniakálního dusíku (cca 12 mg/l). Vodivost je poněkud vyšší než v jezeře (cca 165 mS/m) s tendencí velmi pozvolného poklesu. Koncentrace rozpuštěných látek (průměr 1 065 mg/l) je zřetelně vyšší než v současnosti v jezeře. Koncentrace celkového fosforu se udržuje na úrovni 0,1 mg/l. Kvalita vody se v dlouhodobém měřítku zatím prakticky nemění.

Přítoky ze svahů lomu

Kvalita vody v odvodňovacích příkopech je sledována několikrát ročně. Výběr vzorkovaných profilů závisel na aktuálním průtoku a u některých také na možném riziku znečištění cizorodými látkami. Soubor získaných dat od počátku zatápění je tak dost nesourodý. Některé příkopy byly vzorkovány mnohokrát, jiné třeba jen jednou. U některých zjevně došlo k významným změnám v chemismu kvůli terénním úpravám svahů lomu i přilehlé výsypky. Některé příkopy byly svedeny do převedení Modlanského potoka, ale podle potřeby mohou být opět zaústěny do jezera. Individuální hodnocení jednotlivých příkopů by nebylo příliš vypovídající, protože se většinou jedná o nestálé přítoky, které mohou v průběhu roku vysychat. U jednotlivých odběrů není známa velikost průtoku při odběru ani doba trvání průtoku, a proto je obtížné odhadovat, zda a případně v jaké míře mohl daný přítok ovlivnit samotné jezero. Následující hodnocení proto vychází z celého souboru dat všech provedených odběrů s cílem najít obecnější tendence vývoje jejich kvality vody a některé podstatné vztahy mezi ukazateli.

Voda tekoucí v odvodňovacích příkopech má vysokou koncentraci rozpuštěných látek, která skoro ve všech vzorcích překračuje normu environmentální kvality (750 mg/l). Na tom se podílejí především sírany, které také skoro ve všech vzorcích překračující normu environmentální kvality, a hydrogenuhličitanů v koncentraci poněkud vyšší než v jezeře. Koncentrace všech solí má významně klesající tendenci. Obdobně klesala i koncentrace kovů, například kadmia. Vysoká koncentrace dusičnanů z některých odvodňovacích příkopů způsobila enormní zvýšení jejich koncentrace v jezeře v prvních

letech napouštění. Od té doby koncentrace klesla až na průměr cca 5 mg/l v roce 2018. V některých příkopech se však ještě vyskytla hodnota až 50 mg/l.

Je zřejmé, že kvalita vody z vlastního povodí se poměrně rychle mění. Během 10 až 20 let při tomto vývoji vyhoví limitu pro povrchové vody i sírany a rozpuštěné látky. V dlouhodobější perspektivě pomine i hrozba zasolení jezera.

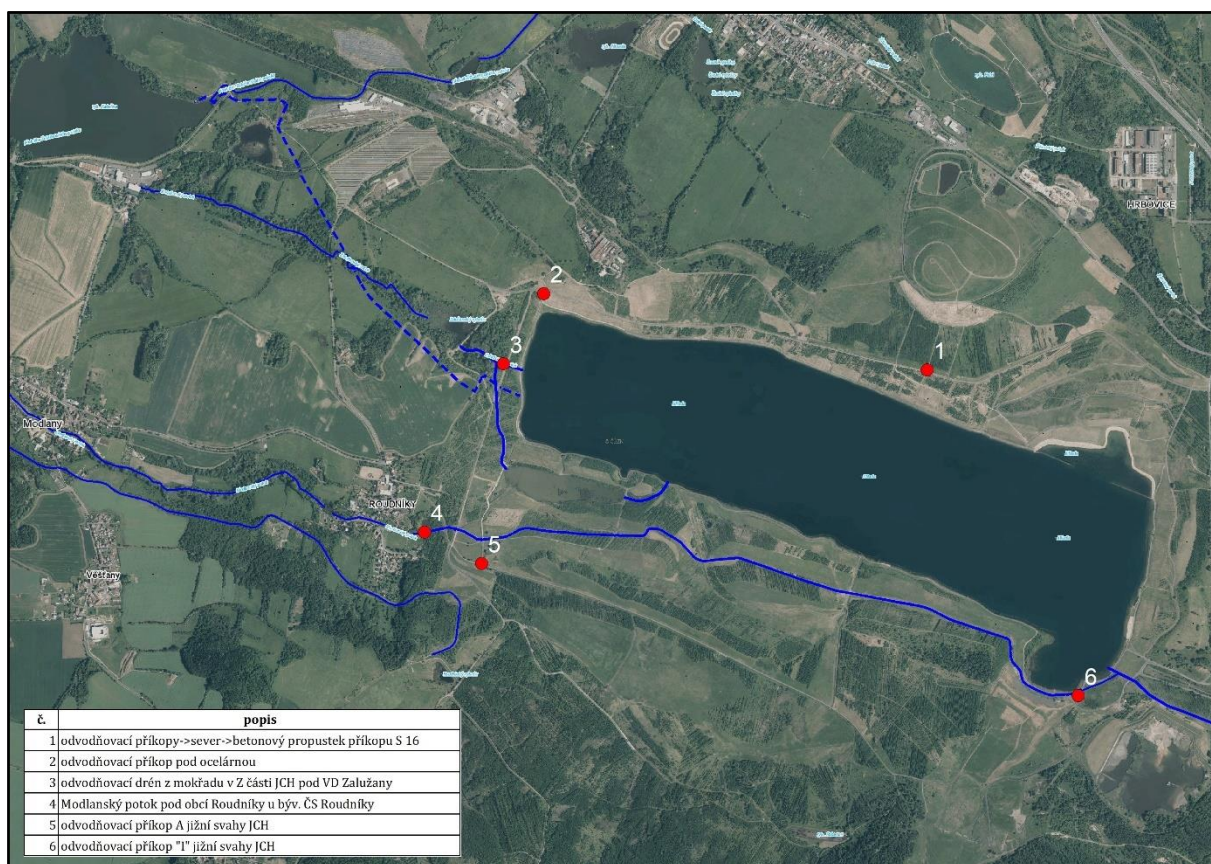
Ne u všech rozpuštěných látek je ovšem trvalý pokles jejich koncentrace ideální z hlediska kvality vody v jezeře. Toto hodnocení se týká především dusičnanů, jejichž vysoká koncentrace na začátku napouštění jezera vyvolala obavy. Následoval ovšem rychlý pokles koncentrace v jezeře a nyní převažuje spíše obava z dalšího poklesu. Určitá minimální koncentrace dusičnanů je žádoucí ze dvou důvodů. V anoxických podmínkách u dna a v sedimentu jsou zdrojem kyslíku, přispívají k lepší mineralizaci organických látek a ke zpomalení uvolňování fosforu do vodního sloupce a tím i procesu vnitřní eutrofizace jezera. Jejich přísun z povodí přispívá také k vyššímu poměru dusíku k fosforu, což omezuje konkurenční schopnost sinic vodního květu ve srovnání s méně problematickými skupinami fytoplanktonu. Pokles koncentrace dusičnanů v odvodňovacích příkopech se nedá zastavit, ale přesto se zaústění příkopů s vyššími koncentracemi dusičnanů bude dát ještě řadu let využít k udržení jejich žádoucí koncentrace v jezeře. V části přítoků je koncentrace dusičnanů velmi nízká. Dobře koreluje s vodivostí, přičemž zvýšené koncentrace se vyskytují až ve vodě s vodivostí vyšší než 200 mS/m.

V posledních 3 letech se příkopový systém jezera Milada zpravidla vzorkuje na následujících 6 odběrných místech (Obrázek 74, Tabulka 21). Odběrná místa č. 1 až 3 reprezentují příkopy, které jsou zaústěny do jezera Milada. Odběrná místa č. 4 až 6 představují příkopy, které zaústěny do převedení Modlanského potoka, který při běžných průtocích obtéká jezero Milada. Na těchto přítocích jsou přepadové objekty a voda z nich do jezera odtéká pouze v případě vyšších průtoků.

Tabulka 21. Vybraná odběrná místa příkopového systému jezera Milada v roce 2018

č.	popis	
1	odvodňovací příkopy->sever->betonový propustek příkopu S 16	
2	odvodňovací příkop pod ocelárnou	
3	odvodňovací drén z mokřadu v Z části JCH pod VD Zalužany	
4	Modlanský potok pod obcí Roudníky u býv. ČS Roudníky	

5	odvodňovací příkop A jižní svahy JCH	
6	odvodňovací příkop "I" jižní svahy JCH	



Obrázek 74. Odběrná místa příkopového systému jezera Milada

Pro ilustraci aktuálního chemismu vod v příkopovém systému jsou v následující tabulce uvedeny průměrné hodnoty za rok 2017 (průměry ze 2 odběrů) na výše uvedených monitorovacích profilech příkopového systému jezera Milada, a jejich srovnání s nařízením vlády.

Tabulka 22. Vybrané ukazatele profilů příkopového systému v roce 2017

(červeným tučným písmem vyznačeny hodnoty překračující limitní hodnoty dle NV)

		příkopy do jezera			příkopy mimo jezero			NEK-RP
		1	2	3	4	5	6	
BSK ₅	mg/l	2,5	1,7	8,6	4,0	1,2	2,1	3,8
pH		7,4	8,3	8,1	7,8	8,2	8,1	5-9
vodivost	mS/m	274,0	109,0	125,5	69,1	178,0	170,5	
KNK-4,5	mmol/l	6,3	7,6	11,7	3,7	9,0	3,6	
ZNK-8,3	mmol/l	0,7	0,0	0,2	0,2	0,0	0,1	
dusitanový dusík	mg/l	0,019	0,005	0,028	0,057	0,004	0,011	
amoniakální d.	mg/l	0,07	0,02	0,55	0,40	0,03	0,03	0,23
dusičnanový d.	mg/l	29,50	0,08	0,18	3,50	4,00	0,18	5,4
celkový dusík	mg/l	29,5	0,4	1,2	4,1	4,2	0,5	6
organický dusík	mg/l	0,8	0,3	0,5	0,3	0,2	0,3	
fosfor celkový	mg/l	0,050	0,015	0,270	0,325	0,030	0,010	0,15
chloridy	mg/l	60,5	38,5	50,5	41,0	18,5	73,0	150
sírany	mg/l	1190,0	190,0	76,5	103,0	605,0	725,0	200
nerozpuštěné l.	mg/l	22,6	17,5	5,9	15,8	3,2	24,0	20
CHSK _{Cr}	mg/l	27,5	27,5	41,5	21,0	11,8	19,0	26
sodík	mg/l	240,0	46,0	51,5	31,5	123,5	63,0	
draslík	mg/l	23,5	6,1	9,2	13,5	14,5	15,0	
železo celkové	mg/l	0,07	0,37	0,51	0,42	0,06	0,27	1
mangan celkový	mg/l	0,06	0,08	1,80	0,23	0,04	0,06	0,3
vápník	mg/l	240,5	162,0	175,5	74,0	176,0	279,5	190
hořčík	mg/l	123,0	31,8	41,6	23,3	99,0	46,9	120

6.6. Hodnocení kvalitativních ukazatelů akumulované vody ve zbytkové jámě v průběhu řízeného zatápění

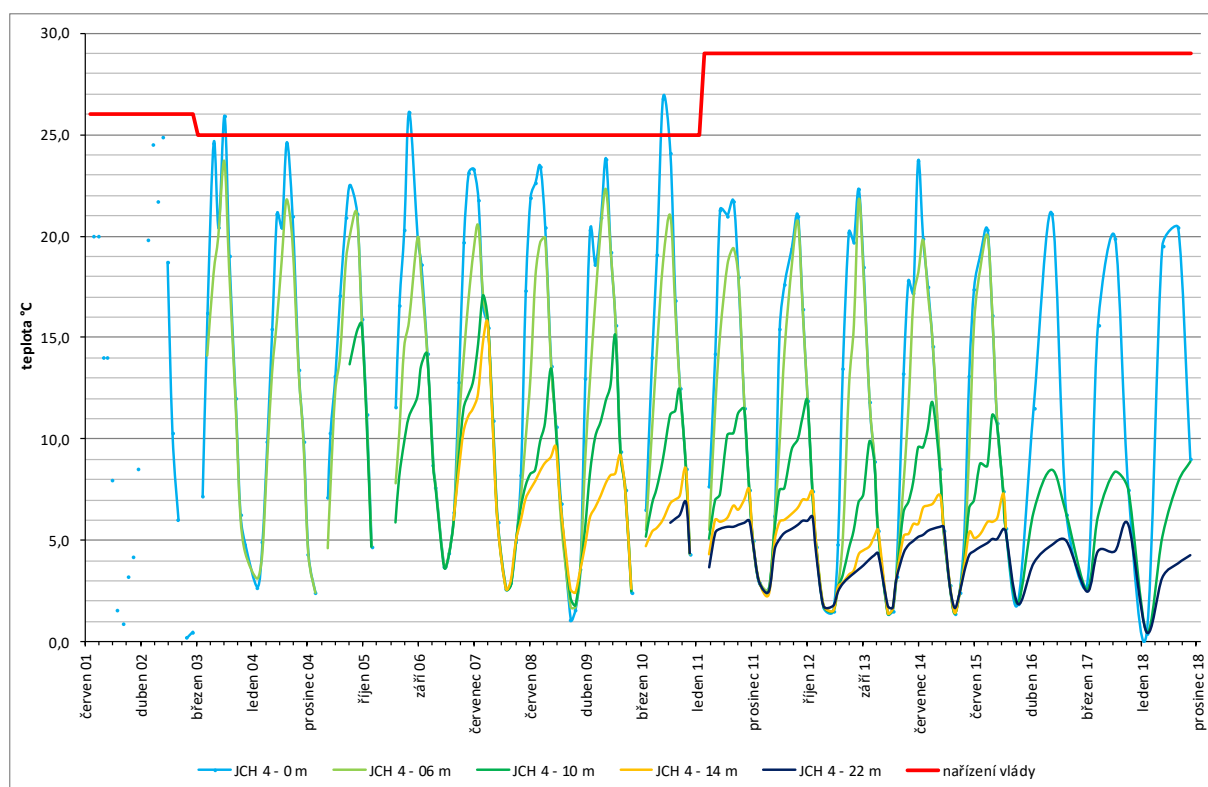
Jezero je dobře promícháváno větrem díky tvaru protaženému ve směru převládajících větrů a poměrně jednoduché morfologii. Důsledkem jsou velmi podobné vlastnosti vody ve všech třech sledovaných vertikálních profilech JCH 3, JCH 4 a JCH 5. Z tohoto důvodu jsou v grafech dokumentujících vývoj jednotlivých ukazatelů pro lepší přehlednost vyneseny pouze hodnoty stanovené v profilu JCH 4. Tento profil je navíc jako

jediný používán pro monitoring jezera i po roce 2015 v souladu s rozhodnutím Krajského úřadu Ústeckého kraje ze dne 15. 10. 2015. V grafech jsou vyneseny minimálně hodnoty ze 3 vzorkovaných hloubek – hladina 0 m (epilimnion), 10 m (metalimnion), a 22 m (hypolimnion), případně ještě 6 m (přechod epilimnia a metalimnia) a 14 m (přechod metalimnia a hypolimnia). Počínaje rokem 2016 byl však vertikální odběr vzorků omezen pouze na 3 hloubky (0, 10 a 22 m). Pro ukazatele, u kterých je důležitá sezónní dynamika v závislosti na ročním období, jsou v grafech zobrazeny veškeré zjištěné hodnoty v podobě spojitých čar. Pro ostatní ukazatele jsou grafy sestaveny na základě vypočtených ročních průměrných hodnot, aby bylo možné lépe ilustrovat dlouhodobé trendy v jejich vývoji. Pro snazší pochopení případných změn ve vývoji jednotlivých ukazatelů jsou do tohoto typu grafu vyneseny rovněž průměrné roční hodnoty na profilech monitorujících přítoky napouštěné vody do jezera a rovněž množství těchto napouštěných vod, které určuje míru ovlivnění z daného zdroje. Z hlediska posouzení vlivu na vlastní jezero je potřeba tyto doprovodné údaje vnímat v kontextu poznámek uvedených v podrobném hodnocení zdrojů napouštěcí vody, tj. v jakém období byl daný zdroj vody skutečně využíván pro napouštění jezera. Po ukončení napouštění v roce 2010 se využívá již jen přelivový vrt a údaje o ostatních zdrojích vody tak jen dokumentují vývoj chemismu v těchto zdrojích vody, aniž by však jakkoli ovlivňovaly kvalitu vody v jezeře. Do všech grafů je rovněž vynesena hodnota normy environmentální kvality podle nařízení vlády, pokud je pro daný ukazatel stanovena. Prakticky u všech ukazatelů se však tato limitní hodnota v čase mění, neboť v hodnoceném období 2001 až 2018 bylo nařízení vlády třikrát novelizováno.

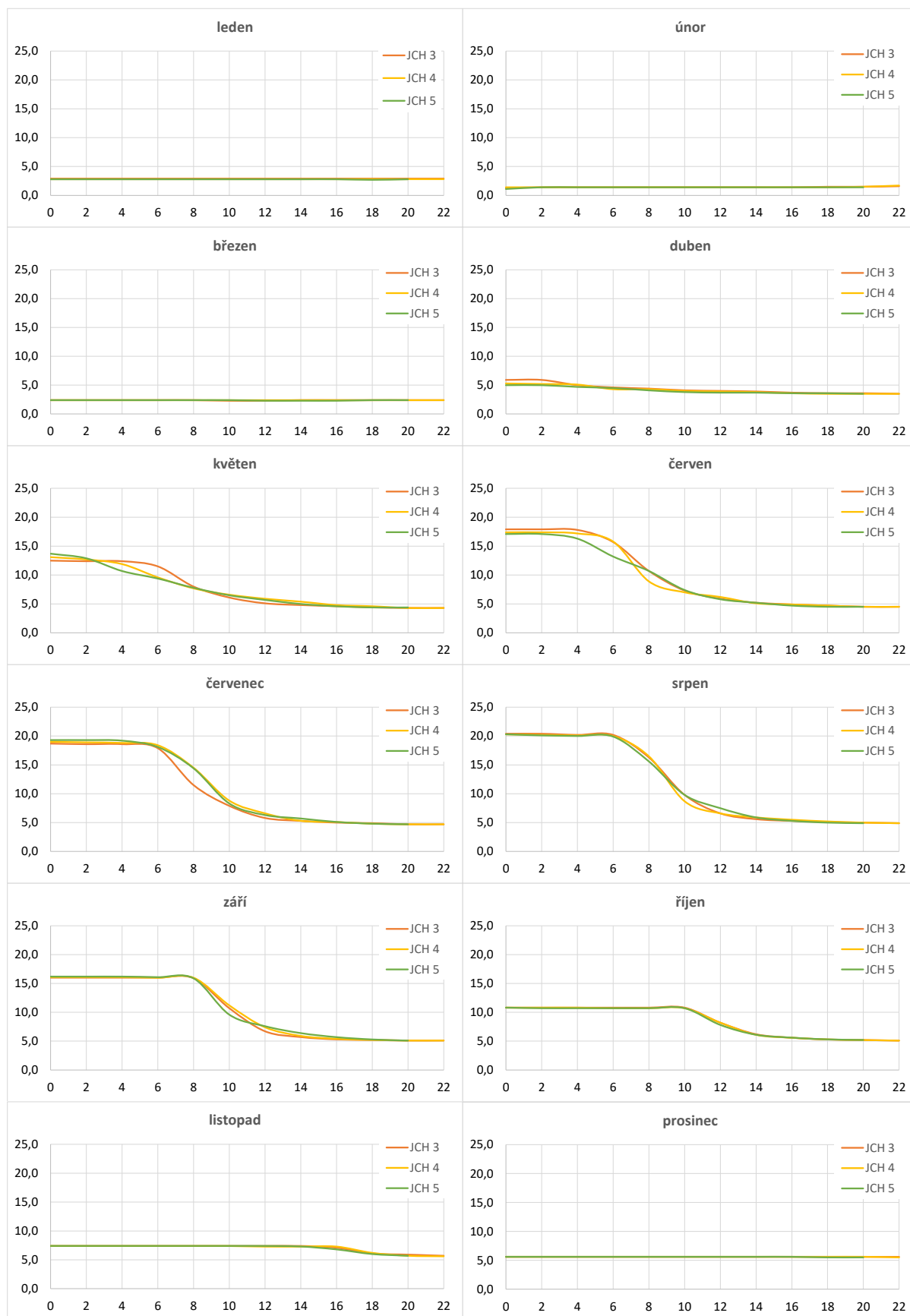
Vedle morfologie, hloubky a velikosti determinuje podmínky v jezerech především **teplota vody**, která je dána hlavně zeměpisnou polohou a nadmořskou výškou. Teplota vody má v podmínkách střední Evropy pravidelný roční průběh modifikovaný částečně průběhem počasí. Teplota vody ovlivňuje rychlost chemických a biologických procesů a také hustotu vody, která ovlivňuje rozsah vodního sloupce promíchávaného větrem.

Obvyklý roční cyklus je takový, že v zimě při zámrazu hladiny je pod ledem teplota blízká 0 °C a do hloubky roste na 4 °C, kdy má voda největší hustotu. Na jaře a na podzim při teplotách 4 – 8 °C je větrem promíchán celý vodní sloupec s vyrovnanou teplotou, jde o tzv. jarní cirkulaci vody. V tomto období má celý vodní objem prakticky shodné vlastnosti a ve všech místech jezera jsou hodnoty fyzikálně chemických ukazatelů shodné. Období jarní cirkulace je logickým začátkem popisu každoročního vývoje ukazatelů, které

mají poměrně pravidelný roční cyklus změn. Na jaře dochází k rychlejšímu ohřevu u hladiny se vznikem hustotního gradientu, který posléze brání promíchávání větrem do větší hloubky a ukončí jarní cirkulaci vody. Přibližně od konce května do začátku září se ustálí letní stratifikace. Horní vrstva (epilimnion) silná 4 – 6 metrů je trvale větrem míchaná (v horní části se pohybuje ve směru větru rychlostí až několik km/h a ve spodní části epilimnia se voda vrací proti směru větru), je v neustálém kontaktu se vzduchem, je homogenní a její teplota se mění v závislosti na počasí. Pod ní leží střední vrstva (metalimnion, také termoklina), v níž s hloubkou rychle klesá teplota vody na 5 – 6 °C. V průběhu léta se pozvolna ohřívá. Metalimnion dosahuje zjara do cca 12 metrů a během léta se jeho dolní hranice posunuje až do cca 15 m. Ve spodní vrstvě klesá teplota už jen velmi pozvolna. V hlubokých jezerech je u dna trvale teplota 4 °C, v mělčích se během roku i u dna pozvolna mírně ohřívá. Vliv postupného růstu hloubky jezera na teplotu u dna byl velmi dobře pozorovatelný v průběhu napouštění jezera Chabařovice. Po napuštění se v jezeře Chabařovice ustálil stav, kdy teplota vody v hloubce 22 m stoupne během roku na nejvýše 4,5 až 6,2 °C na konci listopadu. Vývoj teploty vody ve vybraných hloubkách od zahájení napouštění do současnosti znázorňuje Obrázek 75. Srovnání vývoje teplotních hloubkových profilů v roce 2015 v odběrových místech JCH 3-5 zachycuje Obrázek 76.



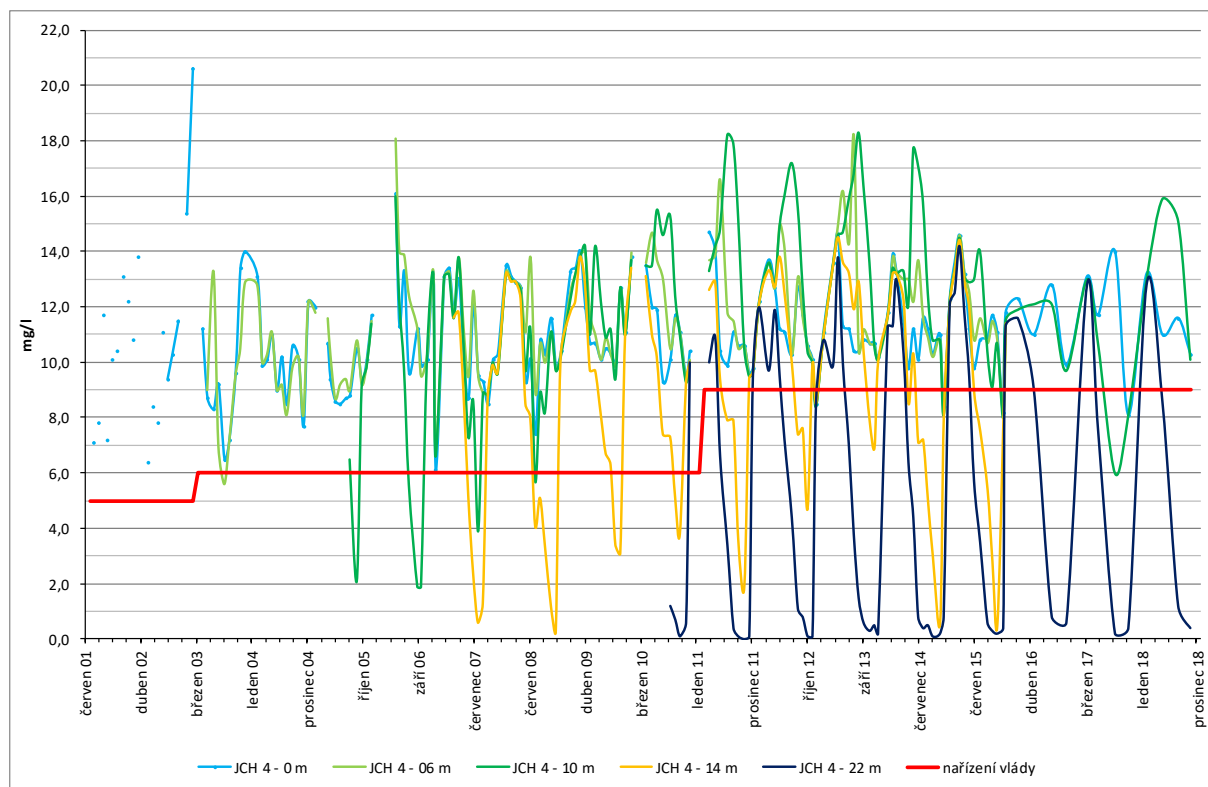
Obrázek 75. Jezero Milada – vývoj teploty vody ve vybraných hloubkách



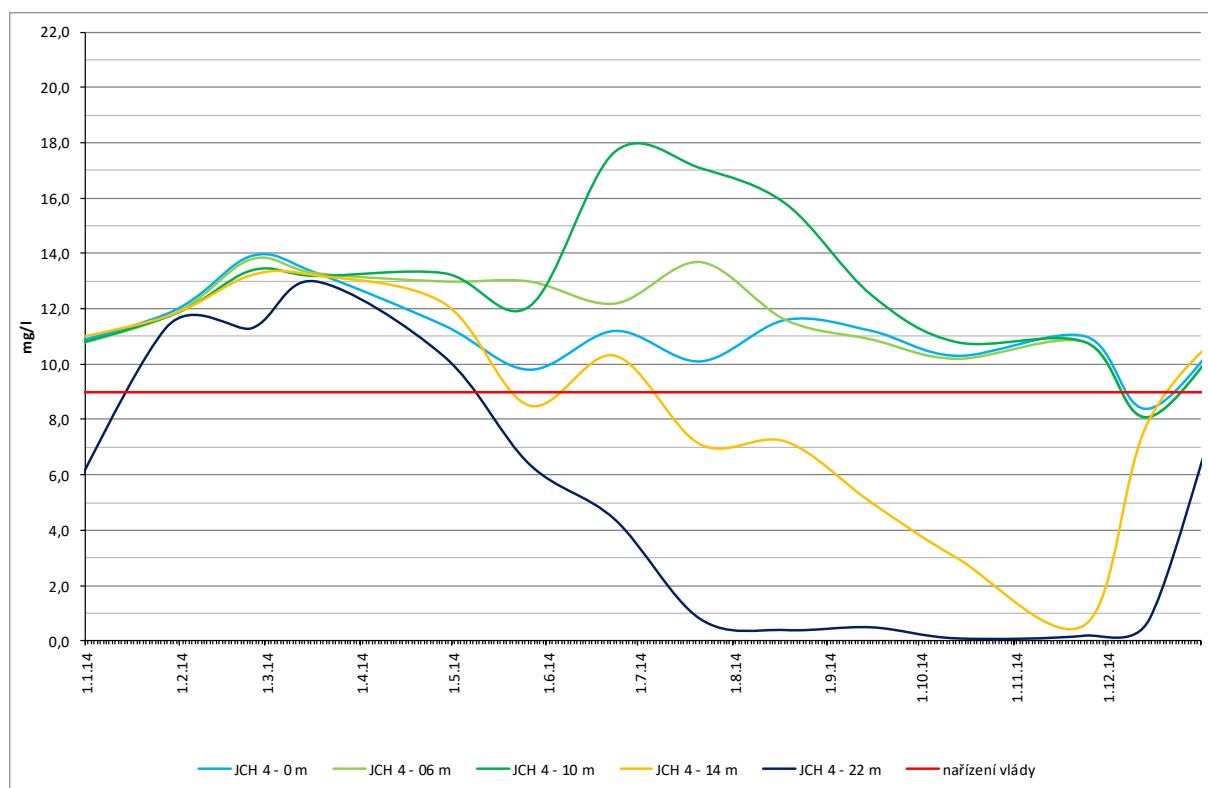
Obrázek 76. Jezero Milada – teplotní hloubkové profily v roce 2015

Rozpuštěný kyslík je další faktor, který podstatně ovlivňuje procesy ve vodě a tím i řadu dalších ukazatelů kvality vody a jehož koncentrace je důležitým ukazatelem kvality vody. Do vody se dostává ze vzduchu a prostřednictvím fotosyntézy vodních rostlin, v jezerech především mikroskopických řas ve fytoplanktonu. Jeho koncentrace klesá v důsledku spotřeby při mineralizaci přítomných organických látek i při oxidaci některých anorganických látek a za určitých okolností může unikat i do ovzduší. Množství kyslíku, které se rozpustí ve vodě je dáno jeho parciálním tlakem ve vzduchu (v daném místě prakticky konstantní), tlakem vzduchu a teplotou vody. S růstem teploty vody se rozpustnost kyslíku snižuje: při 0 °C je to 14,65 mg/l a při 25 °C už jen 8,18 mg/l. Pro eliminaci vlivu teploty při srovnávání koncentrace kyslíku ve vodě v různých místech a v různé době se používá ukazatel nasycení kyslíkem, což je koncentrace vyjádřená v procentech hodnoty koncentrace v rovnováze se vzduchem za dané teploty.

Koncentrace kyslíku v jezeře Chabařovice se pohybovala za dobu dosavadního sledování v širokých mezích od 0 mg/l až po 20,7 mg/l (Obrázek 77) a jeho nasycení od 0 % do 203,6 %. V napuštěném jezeře je každoroční vývoj koncentrace kyslíku v různých hloubkách ustálený. V době jarní cirkulace je v celém objemu vody prakticky shodná koncentrace kyslíku. Se začátkem vývoje teplotní stratifikace nastávají i rozdíly ve vertikálním profilu koncentrace kyslíku, které vrcholí v létě a během podzimu postupně opět vymizí. Názornější je vývoj koncentrace kyslíku v různých hloubkách patrný z průběhu jednoho vybraného roku (Obrázek 76). U hladiny dosahuje koncentrace kyslíku maxima v měsíci březnu až dubnu (14 – 15 mg/l, při nasycení 100 – 110 %). Poté kvůli rostoucí teplotě vody koncentrace rychle klesá, ale nasycení v dalším období vytváří 2 – 3 vrcholy. V hloubce 10 m bývají maximální koncentrace 17 – 19 mg/l dosaženy až v červnu – srpnu. V hlubších vrstvách nastává s rozvojem stratifikace naopak poměrně rychlý pokles koncentrace kyslíku. Na horní hranici hypolimnia (hloubka 14 m) bylo minimum dosahováno v říjnu až listopadu při koncentraci 1 – 5 mg/l a v prosinci již koncentrace vyskočila na 8,5 – 11 mg/l. U dna koncentrace kyslíku klesala již v průběhu září pod 1 mg/l a minimum 0,1 – 0,2 mg/l dosahovala na přelomu listopadu a prosince. Během podzimní cirkulace (v polovině prosince zasáhne celý vodní sloupec) koncentrace kyslíku u dna rychle vzrůstala a vyrovnala se v celém vodním sloupci na 9 – 11 mg/l. Během zimy koncentrace kyslíku u dna zpravidla mírně klesá a následně během jarní cirkulace dosáhne v celém vodním sloupci vyšších hodnot 11 – 14 mg/l.



Obrázek 77. Jezero Milada – vývoj rozpuštěného kyslíku ve vybraných hloubkách



Obrázek 78. Jezero Milada – rozpuštěný kyslík ve vybraných hloubkách v roce 2014

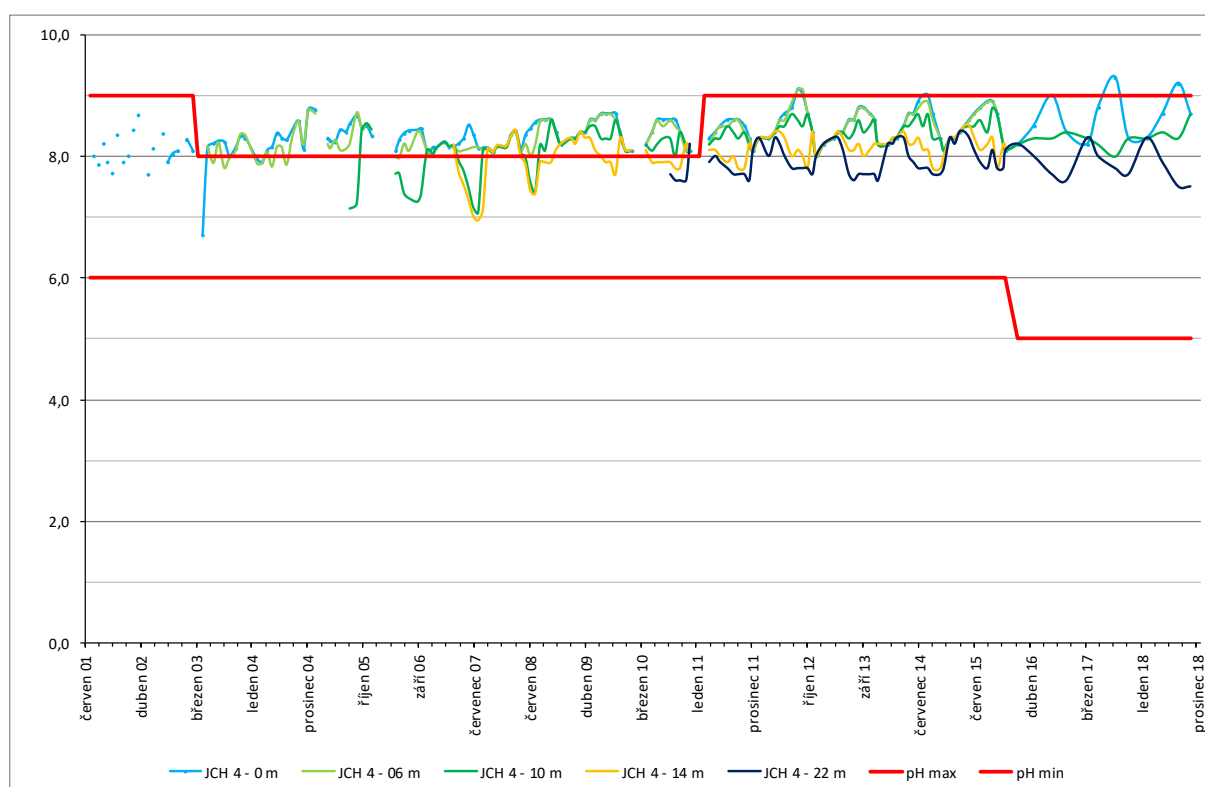
Vznik metalimnetického maxima kyslíku je podmíněn velkou průhledností vody umožňující dostatečně intenzivní fotosyntézu i v metalimniu, kde nedochází v období stratifikace k reaeraci (výměna plynů mezi vodou a ovzduším), takže se zde na rozdíl od epilimnia udržuje větší přesycení. Pokles koncentrace kyslíku v hypolimniu je důsledkem jeho spotřeby na mineralizaci organických látek klesajících z vyšších vrstev vody, především uhynulých jedinců planktonu. Velikost poklesu koncentrace kyslíku koreluje s objemem hypolimnia a s úživností jezera. V hlubokých oligotrofních jezerech probíhá mineralizace malého množství organických látek ve velkém objemu vody a pokles kyslíku je malý. V mělčích jezerech i při poměrně nízké trofii je objem hypolimnia malý a v důsledku toho je malá i zásoba kyslíku, která se vytvoří během jarní cirkulace vody. V průběhu teplého ročního období tak dochází k silnému poklesu koncentrace kyslíku až k jeho vymizení ve velkých hloubkách (anoxie). To je i případ jezera Chabařovice, které má velmi nešťastnou morfologii. Hypolimnion, tzn. vrstvy hlubší než 15 m pod hladinou, má objem pouze 17 % celkového objemu jezera. Proto nutně dochází k deficitům kyslíku v hlubších vrstvách a nelze tomu zabránit ani dalším snížením trofie v důsledku teoreticky možného snížení přísunu fosforu. Reálný cíl může být pouze zabránit zvětšování objemu jezera vystaveného od konce léta anoxickým podmínkám.

Podle rozsahu kolísání koncentrace kyslíku a zejména jeho deficitu po určité období v maximálních hloubkách by se jezero Chabařovice mělo hodnotit jako eutrofní. Podle koncentrace celkového fosforu a chlorofylu *a* (průměry v epilimniu) však vychází jako oligotrofní až mezotrofní, což je určitě adekvátnější.

Nízké až nulové koncentrace kyslíku ve velkých hloubkách jezera mají za následek změny v koncentraci některých dalších rozpuštěných látek, které jsou největší na konci podzimu těsně před dosažením úplné podzimní cirkulace vody. Dochází k nárůstu koncentrace železa, manganu a fosforu (lépe rozpustné při nízké koncentraci rozpuštěného kyslíku), k poklesu koncentrace dusičnanů (poskytují chemicky vázaný kyslík na oxidaci organických sloučenin) a k nárůstu koncentrace amoniaku (vzniká redukcí dusičnanů). Opakovaný deficit kyslíku u dna má za následek také absenci zoobentosu po velkou část roku na všech třech odběrových místech a obecně v největších hloubkách.

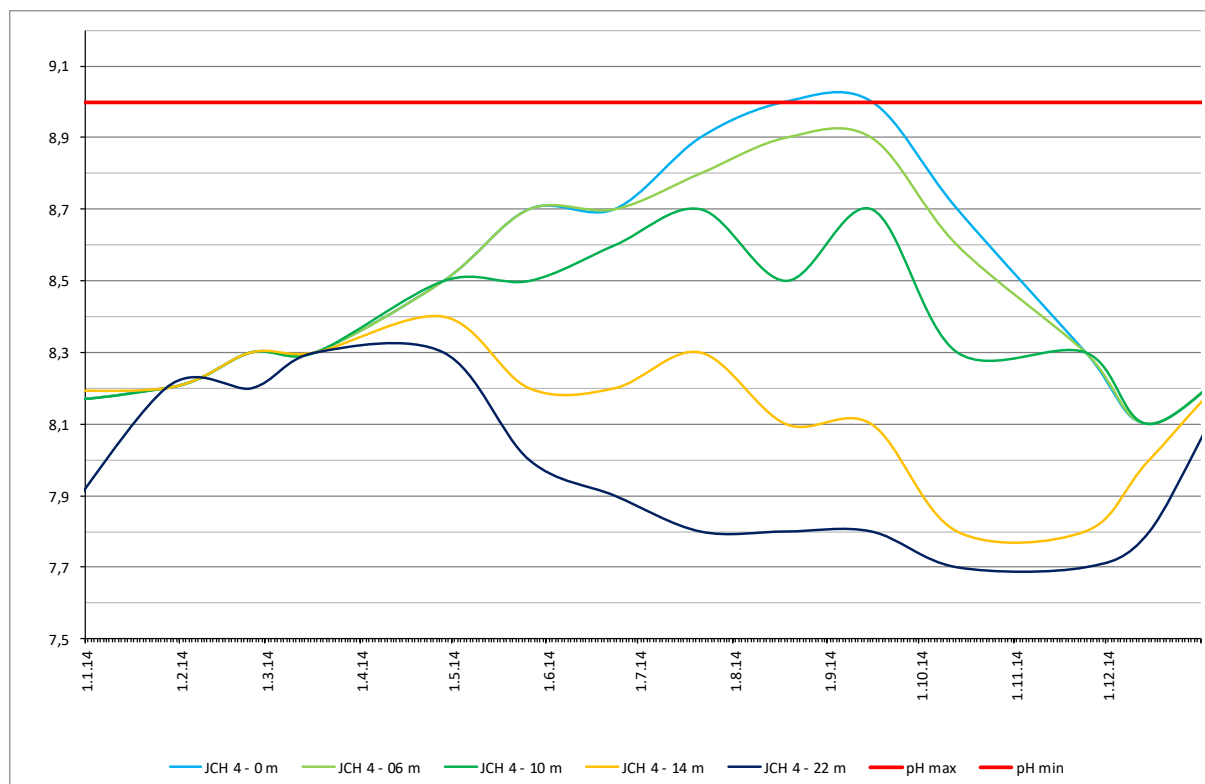
Hodnoty řady dalších fyzikálně chemických ukazatelů i biologické děje ovlivňuje významně také **reakce vody – pH**. Za celou dobu monitoringu se hodnoty pH v jezeře pohybovaly mezi 6,3 až 9,1. Naprostá většina změřených hodnot se pohybovala

v poměrně úzkém rozmezí 7,5 až 8,7 (Obrázek 79). Reakce vody v jezeře je určena poměrem jednotlivých složek uhličitanového systému: oxid uhličitý – hydrogenuhličitan – uhličitan. Posuny v poměru jednotlivých složek vedoucí ke změně pH jsou způsobeny fotosyntetickou aktivitou fytoplanktonu (odčerpávání oxidu uhličitého a případně i hydrogenuhličitanů – pH roste) a mineralizací organických látek a dýcháním vodních organismů (produkce oxidu uhličitého – pH klesá). Vzhledem k poměrně vysoké koncentraci rozpuštěných hydrogenuhličitanů je reakce vody v jezeře poměrně stabilní.



Obrázek 79. Jezero Milada – vývoj pH ve vybraných hloubkách

Přesto dochází v ročním cyklu k poměrně výrazným rozdílům ve vertikálním profilu (viz Obrázek 80). Během jarní cirkulace se pH pohybuje mezi 8,1 – 8,4 v celém vodním sloupci. Poté v epilimniu poměrně rychle stoupne na 8,7 (do června až července) a na této úrovni přetrvá do září až listopadu nebo může ještě dále růst až na 8,8 – 9,1. Téměř stejně vysoké pH je i v horní části metalimnia. U dna pH během celého období stratifikace více méně pravidelně klesá až na 7,6 před nástupem kompletní podzimní cirkulace vody, kdy rychle stoupne na 8,1 – 8,3.



Obrázek 80. Jezero Milada – pH ve vybraných hloubkách v roce 2014

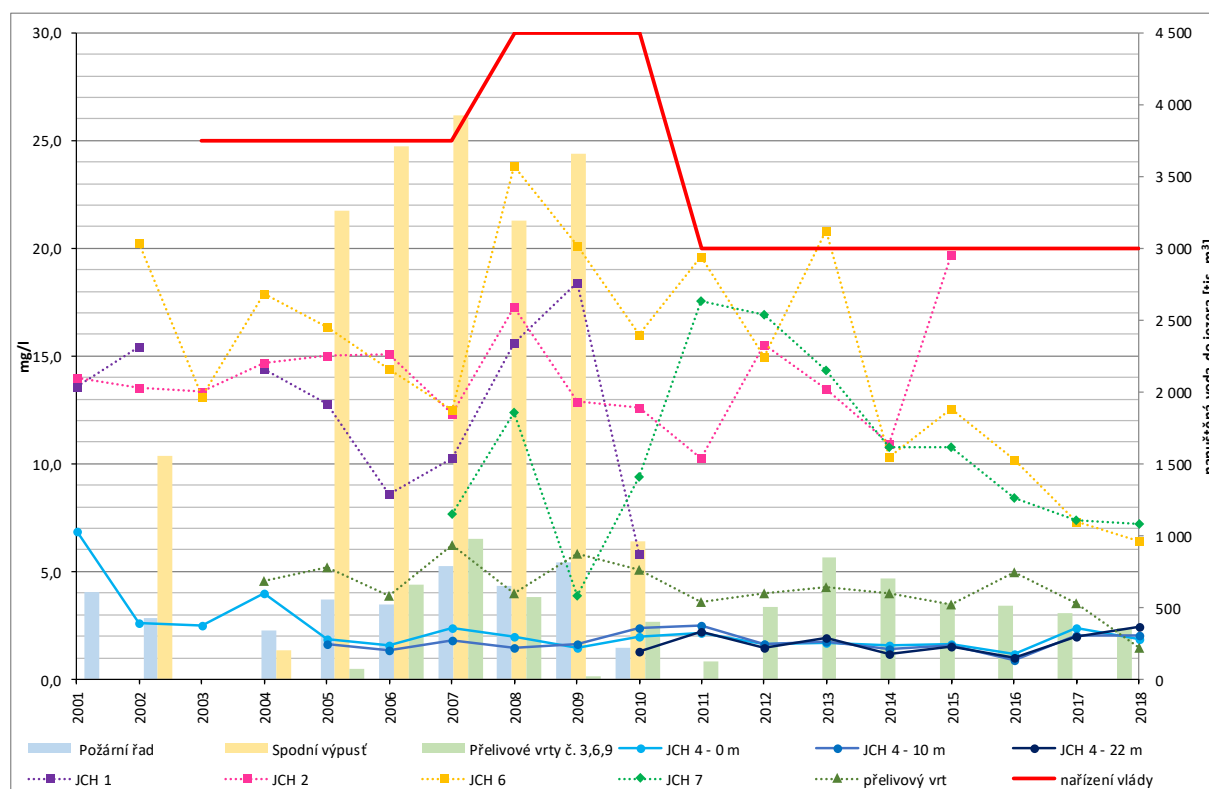
Přestože popsání změny pH v ročním cyklu jsou poměrně malé, způsobují ve vodním sloupci poměrně velké rozdíly v koncentraci hydrogenuhličitanů a následně i v koncentraci rozpuštěných látek, vodivosti a v hustotě vody. To má vliv i na rozsah cirkulace vody v průběhu roku a přispívá v posunu úplné cirkulace vody až na polovinu prosince.

Výše komentované ukazatele mají vliv na řadu dalších fyzikálně chemických ukazatelů. Následující ukazatele již přímý vliv na hodnoty většího počtu dalších ukazatelů nemají nezávisle na tom, zda mají nějaký více méně pravidelný cyklus ročních změn nebo se jejich hodnoty během roku pravidelně nemění.

Průhlednost vody měřená Secchiho deskou koreluje s hloubkou, do které proniká sluneční záření. Ovlivňuje tak částečně prohrátí horních vrstev vody a také sílu epilimnia. Ovlivňuje hloubku vody, ve které ještě probíhá efektivně fotosyntéza a tím i kyslíkový profil a také hloubku, ve které ještě mohou růst makroskopické vodní rostliny. Průhlednost vody je nepřímo úměrná množství částic vznášejících se ve vodě, které rozptylují sluneční záření. Jejich ukazatelem je koncentrace nerozpuštěných látek. V jezeře Chabařovice je prakticky ovlivňována především rozvojem fytoplanktonu a přítokem zakalených vod po deštích či během jarního tání. Určitý vliv může mít i víření

sedimentů při silném větru. Ke zvětšení průhlednosti přispívá hlavně filtrace velkými druhy perlooček a nově i mlžem slávičkou mnohotvárnou. Průhlednost vody nebyla během napouštění v rámci monitoringu kvality vody zabezpečovaného Palivovým kombinátem Ústí, s. p., sledována, avšak k dispozici jsou data z projektů VÚV TGM z let 2002 – 2009. V tomto období se průhlednost zvýšila z cca 350 cm na 650 cm. Pravidelné měření průhlednosti v rámci monitoringu bylo zahájeno až v prosinci 2011. Hodnoty z jednotlivých měření se v tomto období pohybovaly mezi 310 až 1 310 cm. Průběh průhlednosti v profilech JCH 3 – JCH 5 byl velmi podobný. Od roku 2016 se sleduje již jen profil JCH 4. Za roky 2016 – 2017 je průměr průhlednosti 554 cm. To je velmi vysoká hodnota, která indikuje dobrou kvalitu vody a nízkou úživnost jezera.

Průhlednost vody je nepřímo úměrná množství mikroskopických částic, které rozptylují sluneční světlo. Kritériem jejich množství může být koncentrace sušiny **nerozpuštěných látek**. Ta měla od začátku napouštění klesající tendenci (Obrázek 81), což je v dobrém souladu s růstem průhlednosti.



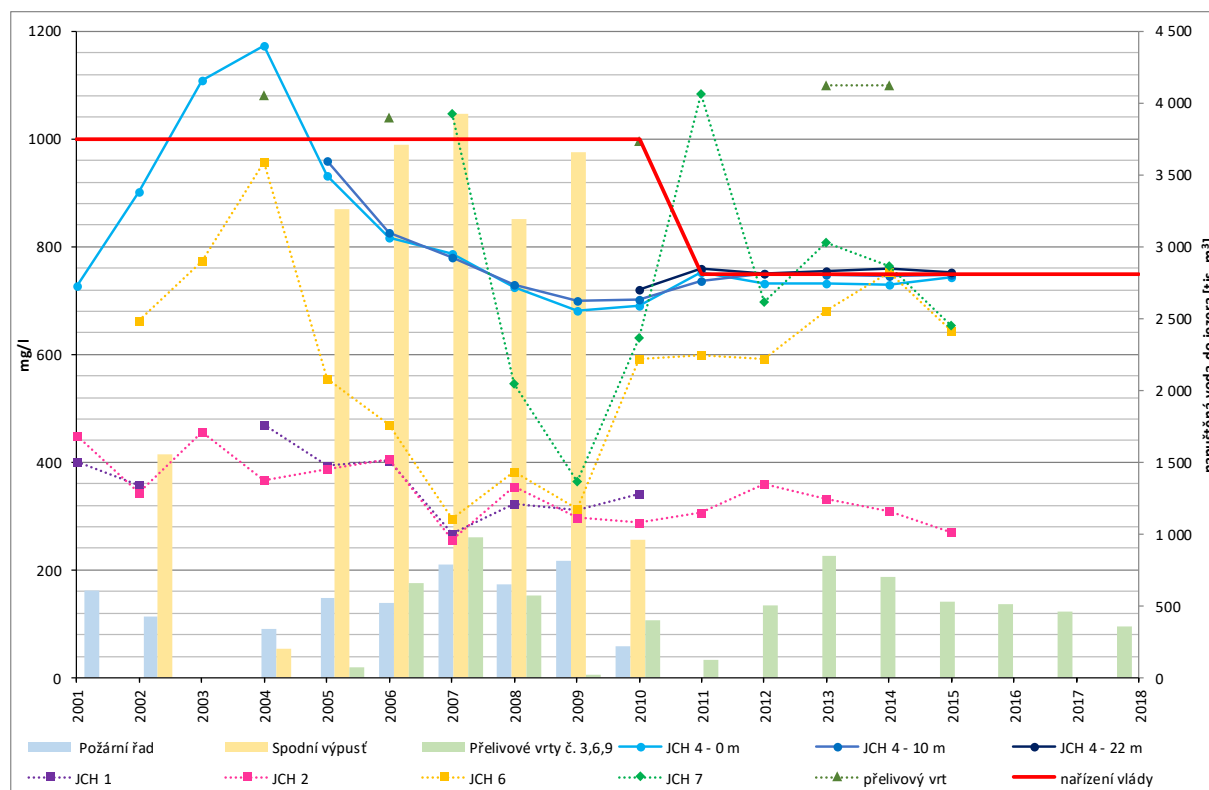
Obrázek 81. Jezero Milada – vývoj nerozpuštěných látek ve vybraných hloubkách a přítocích a objem napuštěné vody z jednotlivých zdrojů

Nerozpuštěné látky se krátce po zahájení napouštění ustálily pod 2,5 mg/l, přestože jejich obsah na zdrojích napouštěcí vody byl několikanásobně vyšší. Relativně nejnižší obsah ze zdrojů napouštění je na přelivovém vrtu. Patrné je významné snížení NL protiutrofizační nádrží v roce 2009, kdy ze Zalužanské nádrže (JCH 6) odtékalo 16 mg/l, ale z protiutrofizační nádrže do jezera (JCH 7) jen 4 mg/l. V dalších letech se jejich obsah v protiutrofizační nádrži zvýšil, ale to bylo napouštění již ukončeno, a navíc v posledních letech jejich obsah i zde významně klesá.

Koncentrace **rozpuštěných látek** tvořených naprosto převážně anorganickými ionty (solemi) je téměř zcela determinována jejich koncentrací v přítocích a ustavením rovnováhy mezi přítokem a odtokem po zprůtočnění jezera. Výjimkou je prakticky jen dále zmíněná dynamika hydrogenuhličitanů, která způsobuje sezónní rozdíly koncentrace rozpuštěných látek ve vertikálním profilu. Koncentrace rozpuštěných látek se během napouštění dost významně měnila (Obrázek 82). Po dobu napouštění jejich obsah v jezeře kopíruje koncentraci v napouštěcí vodě (JCH 6), i když napouštěcí voda obsahovala nižší koncentrace rozpuštěných látek a jezero tak muselo být dotováno i neřízenými zdroji, tj. přítokem vody s vyšším obsahem rozpuštěných látek z příkopového systému jezera. Po napouštění se jejich úroveň stabilizovala. V napuštěném jezeře (2011 až 2015) činila průměrná hodnota 745 mg/l. To by ještě vyhovělo aktuálně platnému limitu dle normy environmentální kvality, který je 750 mg/l. Ještě o něco příznivější byly hodnoty v hladinové vrstvě, kde průměr za stejné období činí 736 mg/l. Na jediném řízeném přítoku vody do jezera po roce 2010, přelivovém vrtu, byla v roce 2014 koncentrace 1 100 mg/l, tehdy beze známek poklesu ve srovnání s rokem 2004. Při přepočtu průměrného ročního objemu vody z přelivového vrtu na objem jezera by se dotace z přelivového vrtu mohla projevit na zvyšování koncentrace rozpuštěných látek v jezeře maximálně v řádu několika miligramů ročně. Od roku 2016 sice nejsou rozpuštěné látky monitorovány, aby mohl být tento vliv potvrzen, avšak potvrzuje ho nárůst vodivosti v posledních 3 letech (viz dále).

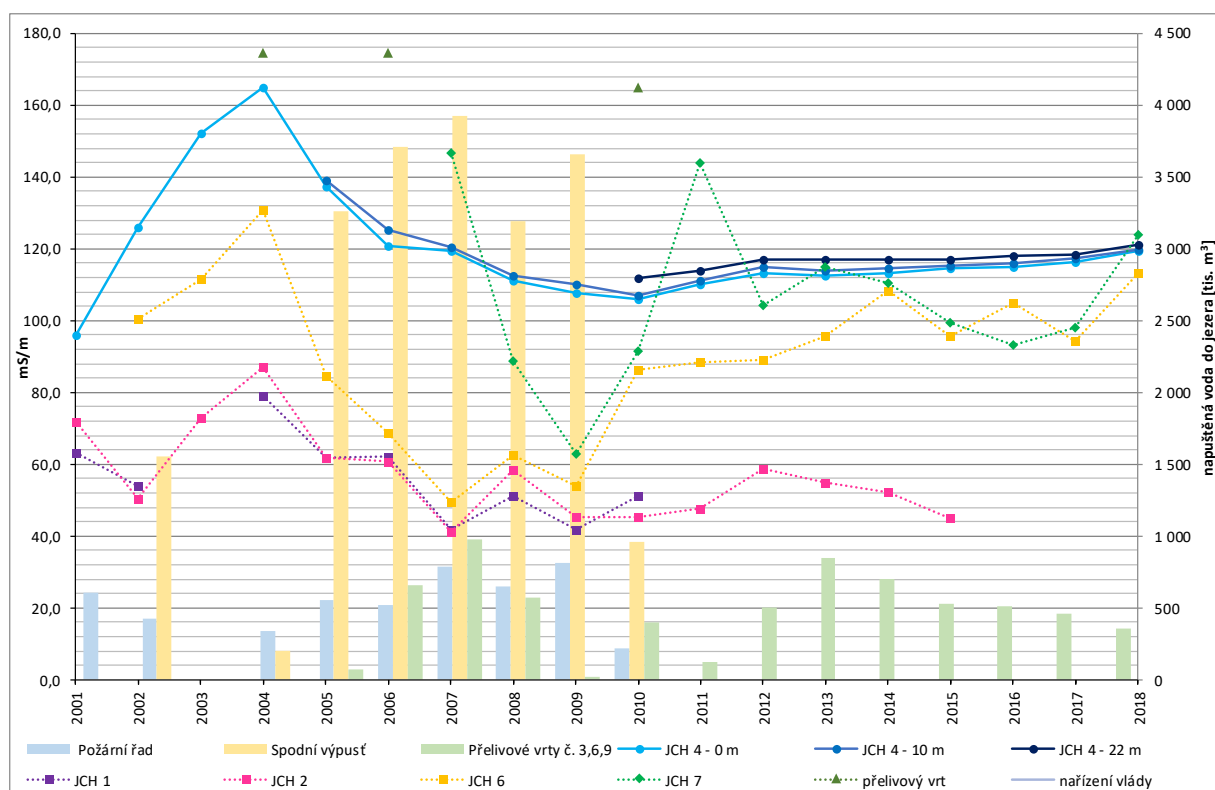
V dlouhodobější perspektivě, pokud by se nevyužíval dostatečně velký přítok z nádrže Kateřina, je proto potřeba počítat s navyšováním obsahu a překročením limitní hodnoty. To by však nemělo být vnímáno jako znečištění vody, ale jako přirozená vlastnost daného povodí. Ani několikanásobné překročení tohoto ukazatele by žádné problémy s kvalitou vody v jezeře nezpůsobilo. Navíc se dá koncentrace kdykoli větším

průtokem vody z nádrže Kateřina opět snížit. Postupně se snižuje koncentrace solí i ve vodě z vlastního povodí, takže problém nebude časem tak naléhavý.



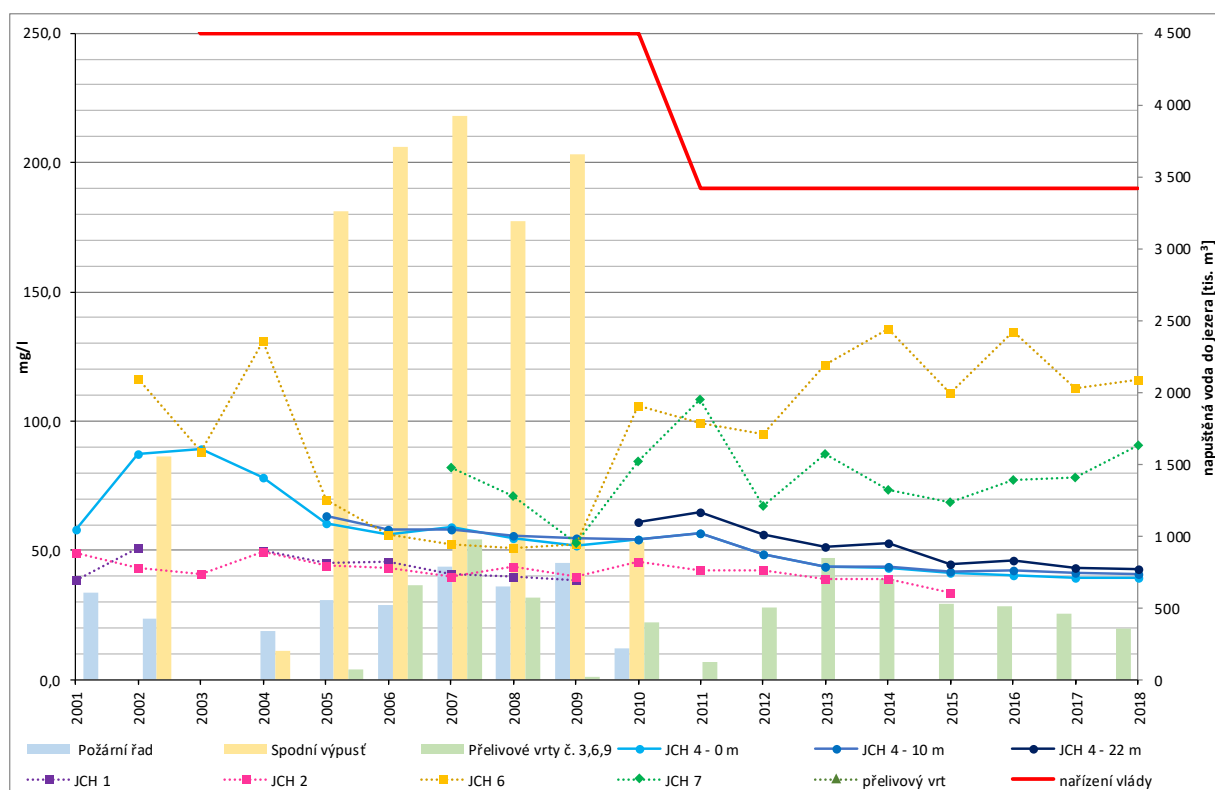
Obrázek 82. Jezero Milada – vývoj rozpuštěných látek ve vybraných hloubkách a přítocích a objem napuštěné vody z jednotlivých zdrojů

Stanovení rozpuštěných látek je z metodických důvodů zatíženo poměrně velkou chybou zvýrazněnou při vyšších koncentracích ještě zaokrouhlením. Pro znázornění různých závislostí a vlivů na rozpuštěné látky je proto vhodný ukazatel **vodivosti** (při 25 °C), který je měřen velmi přesně i v terénu a který s koncentrací rozpuštěných látek velmi dobře koreluje. Její vývoj během napouštění byl podobný jako u rozpuštěných látek (Obrázek 83). V průběhu roku vodivost v epilimniu a metalimniu významně klesá a v hypolimniu naopak vzrůstá. Během jarní a podzimní cirkulace se hodnoty v celém vodním sloupci vyrovnají. Je to způsobeno změnami v koncentraci hydrogenuhličitánů, jak je vysvětleno dále v textu. V období po napuštění jezera je patrný mírný růst vodivosti v celém objemu jezera: 2010 – 108 mS/m, 2018 – 120 mS/m. Je to pokračujícím přítokem vod s vyšší vodivostí (odvodňovací příkopy, přelivový vrt, podpovrchový přítok).

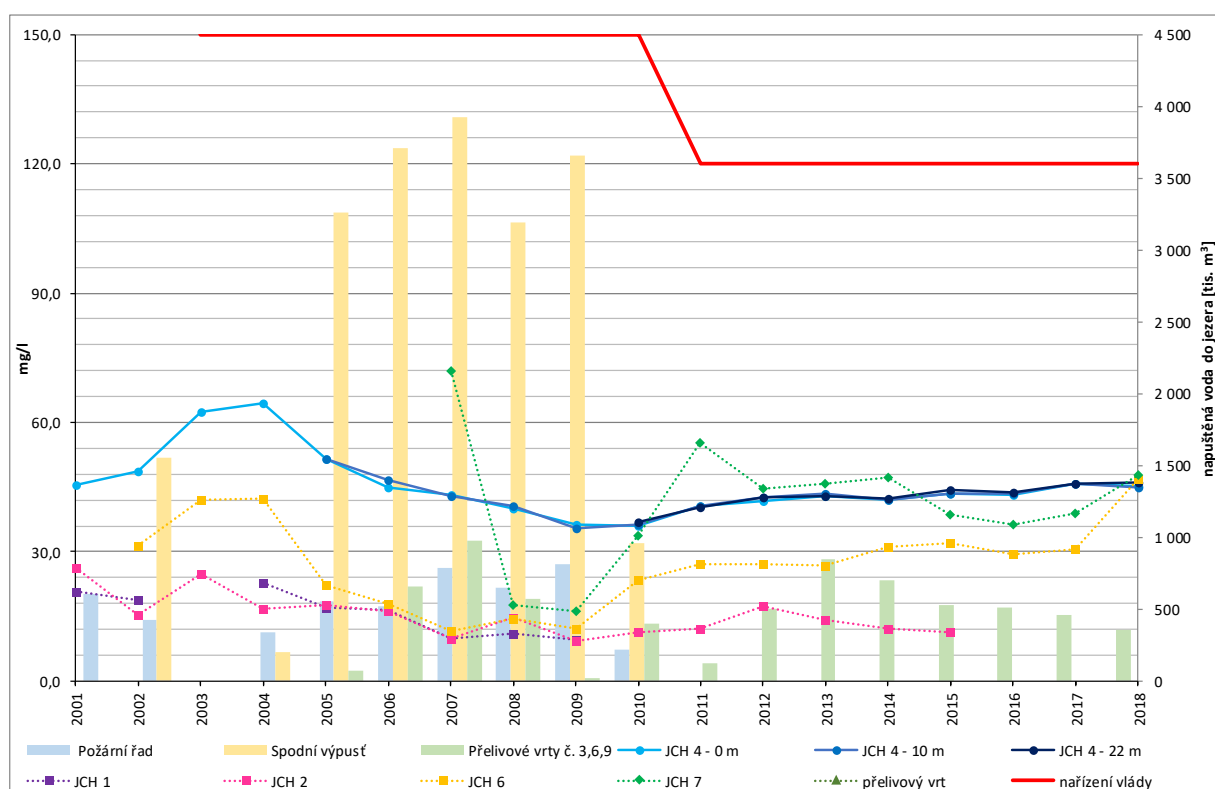


Obrázek 83. Jezero Milada – vývoj vodivosti ve vybraných hloubkách a přítocích a objem napuštěné vody z jednotlivých zdrojů

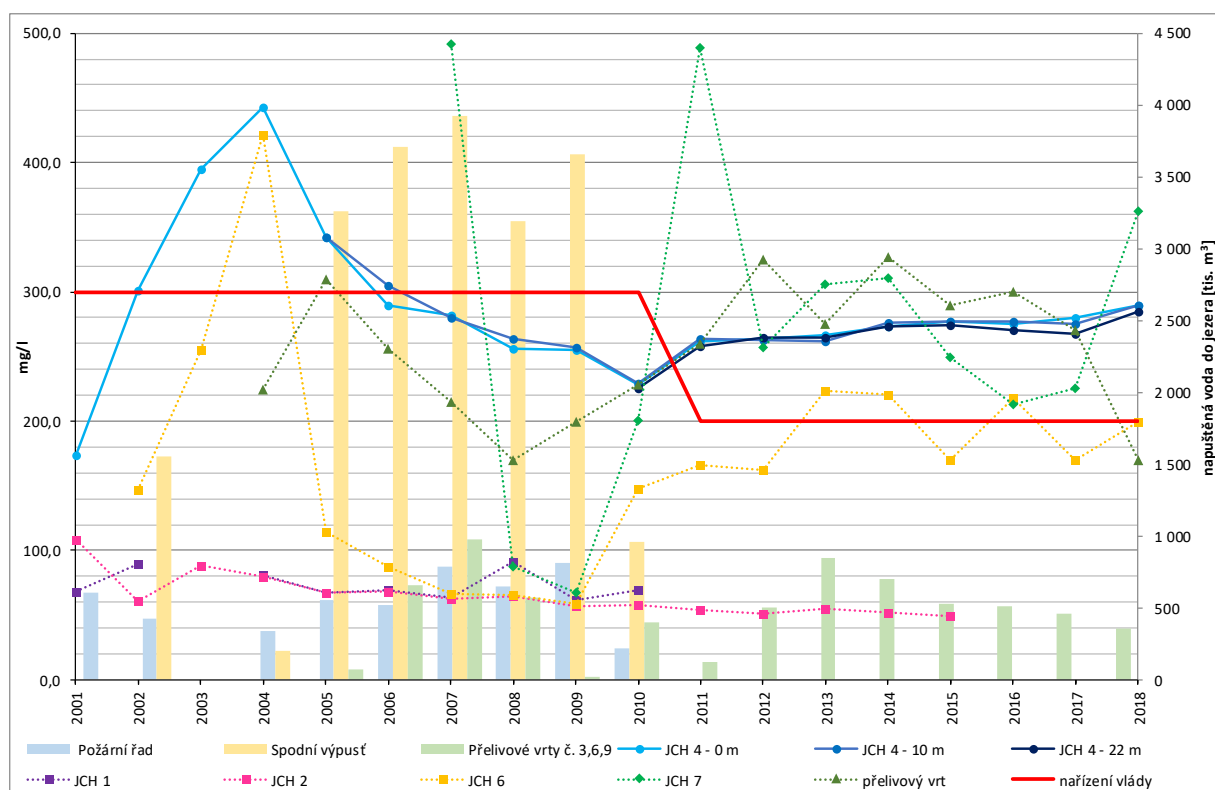
Koncentrace jednotlivých **kationtů a aniontů** se během napouštění i po jeho dokončení vyvíjela podobným způsobem jako koncentrace rozpuštěných látek a vodivosti – viz vápník (Obrázek 84), hořčík (Obrázek 85), sírany (Obrázek 86), sodík (Obrázek 87), a draslík (Obrázek 88). Zajímavý je rozdílný vývoj po napuštění u **vápníku** (zřetelný pokles) a **hořčíku** (mírný růst).



Obrázek 84. Jezero Milada – vývoj vápníku ve vybraných hloubkách a přítocích a objem napuštěné vody z jednotlivých zdrojů

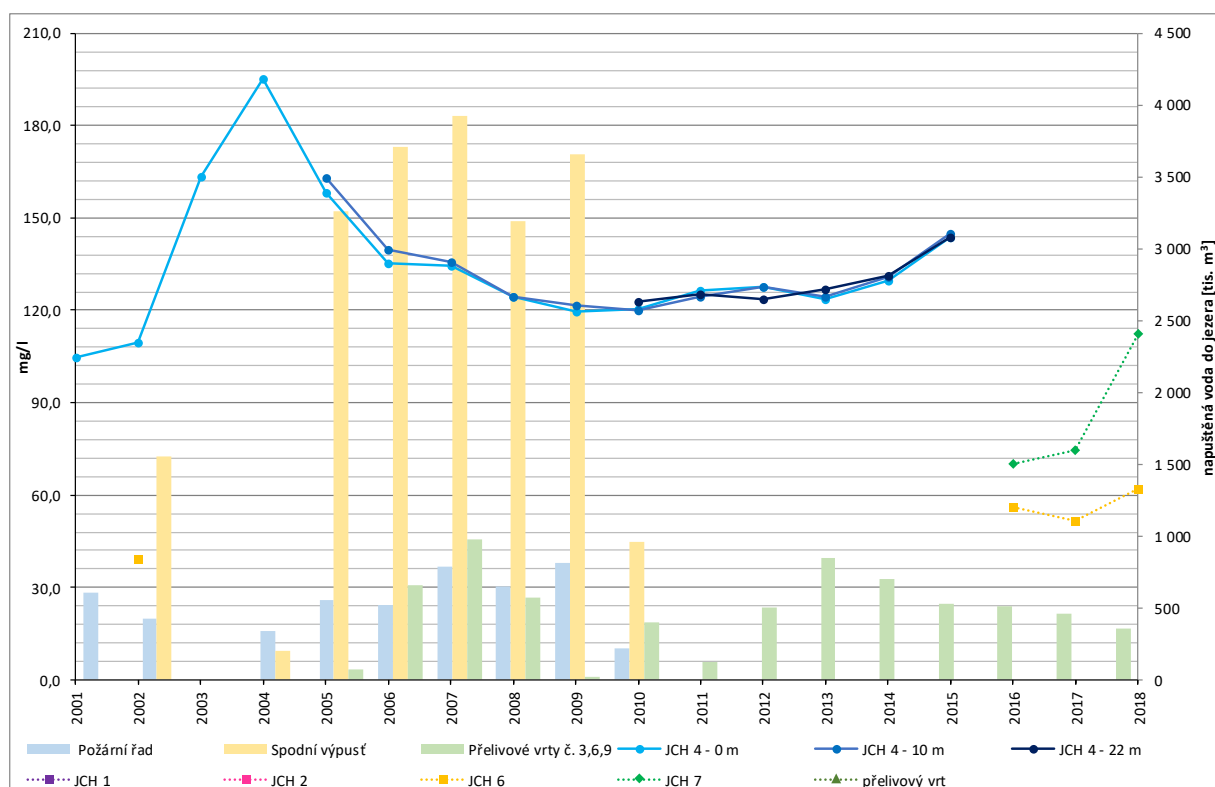


Obrázek 85. Jezero Milada – vývoj hořčíku ve vybraných hloubkách a přítocích a objem napuštěné vody z jednotlivých zdrojů



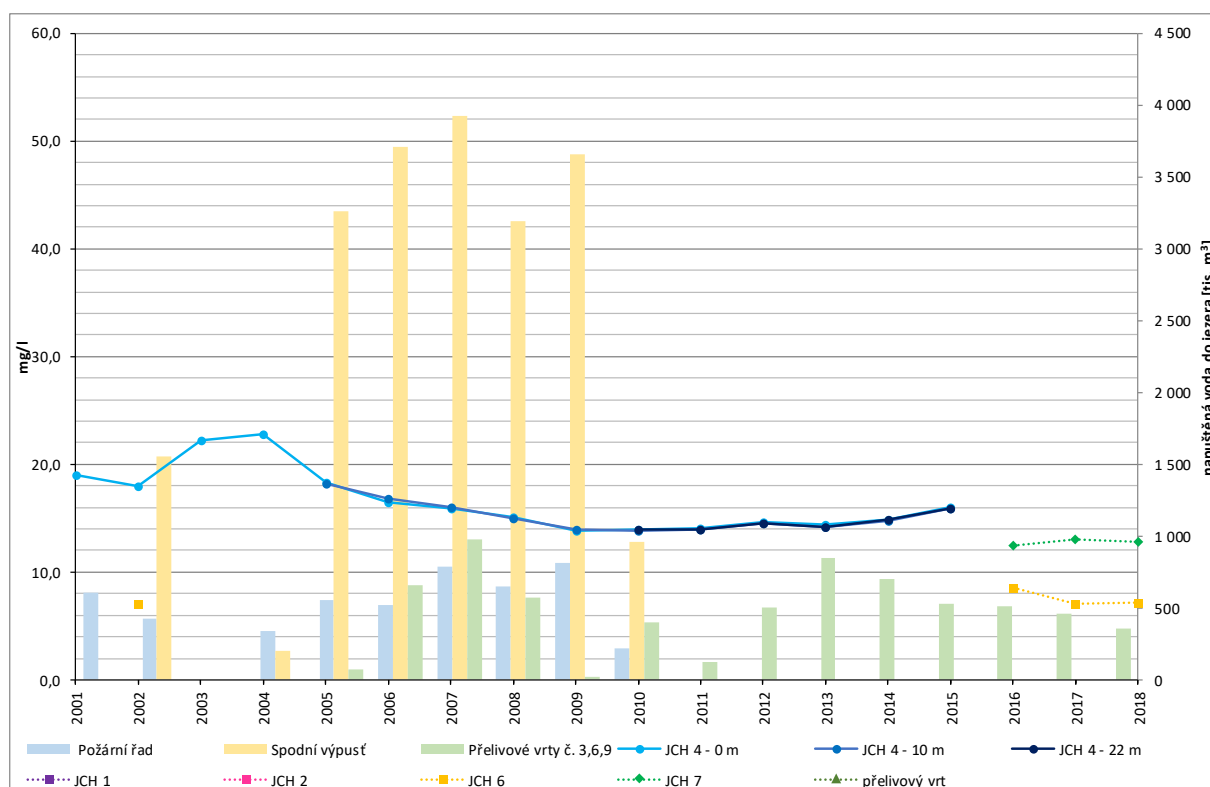
Obrázek 86. Jezero Milada – vývoj síranů ve vybraných hloubkách a přítocích a objem napuštěné vody z jednotlivých zdrojů

Koncentrace **síranů** po napuštění trvale překračuje normu environmentální kvality, která je 200 mg/l. Od roku 2010 (průměr 232,5 mg/l) došlo ke zvýšení průměrné koncentrace síranů v jezeře na 288,3 mg/l v roce 2018. Jde však o překročení, které by mělo být hodnoceno stejně jako rozpuštěné látky, tzn. jako vlastnost povodí, nikoli znečištění. Pro předpokládané účely využití jezera tato skutečnost nemá nepříznivý vliv. Jen by se s ní mělo počítat u betonových konstrukcí ve vodě, protože vůči nim voda při této koncentraci síranů již může být agresivní.



Obrázek 87. Jezero Milada – vývoj sodíku ve vybraných hloubkách a přítocích a objem napuštěné vody z jednotlivých zdrojů

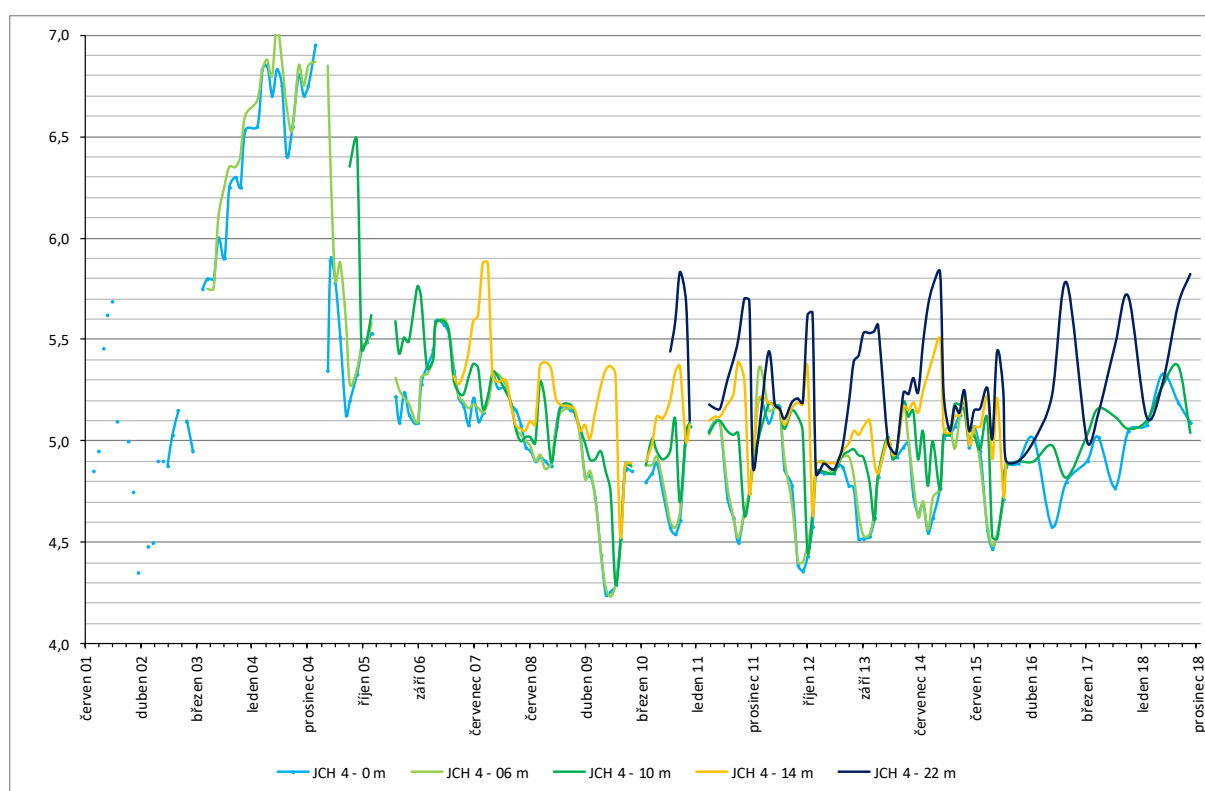
U **sodíku** a **draslíku** je vývoj obdobný rozpuštěným látkám. Po obnovení napouštění v roce 2004 došlo k poklesu jejich koncentrace v důsledku přítoku vody z nádrže Kateřina s nižším obsahem těchto iontů. Od ukončení napouštění jejich koncentrace setrvale stoupá, i když stanovení jejich obsahu již není předmětem monitoringu v posledních třech letech. Zvyšování jejich obsahu má tedy původ v povodí jezera.



Obrázek 88. Jezero Milada – vývoj draslíku ve vybraných hloubkách a přítocích a objem napuštěné vody z jednotlivých zdrojů

Koncentrace **hydrogenuhličitanů** je v jezeře Chabařovice výrazně nadprůměrná ve srovnání s běžnými povrchovými vodami ČR. Zdrojem je především vlastní povodí. Jejich koncentrace se pohybuje kolem 300 mg/l. Tomu odpovídá rovněž poměrně vysoká **alkalita**, z níž se koncentrace hydrogenuhličitanů vypočítává, v průměru cca 5 mmol/l. Hydrogenuhličitanů jsou doprovázeny v závislosti na pH menšími koncentracemi **uhličitanů** (po napuštění průměr cca 3 mg/l) a **oxidu uhličitého** (průměr cca 2 mg/l). Koncentrace hydrogenuhličitanů se v průběhu roku ve vertikálním profilu jezera pravidelně významně mění, což je znázorněno prostřednictvím alkality (Obrázek 89). Na konci jarní cirkulace je alkalita v celém vodním sloupci 4,8 – 5,2 mmol/l. V důsledku odčerpání oxidu uhličitého a části hydrogenuhličitanů fytoplanktonem v procesu fotosyntézy dochází ke srážení části hydrogenuhličitanů za vzniku málo rozpustných uhličitanů, jejichž sraženiny klesají ke dnu nádrže. Během jara a léta postupně v epilimniu a metalimniu koncentrace hydrogenuhličitanů klesá, což se projeví poklesem alkality na 4,5 až 4,2 mmol/l. V hypolimniu pH směrem ke dnu postupně klesá v důsledku mineralizace organických látek, při níž se uvolňuje oxid uhličitý. V těchto podmínkách se část ke dnu klesajících sraženin uhličitanů opět rozpustí za vzniku hydrogenuhličitanů.

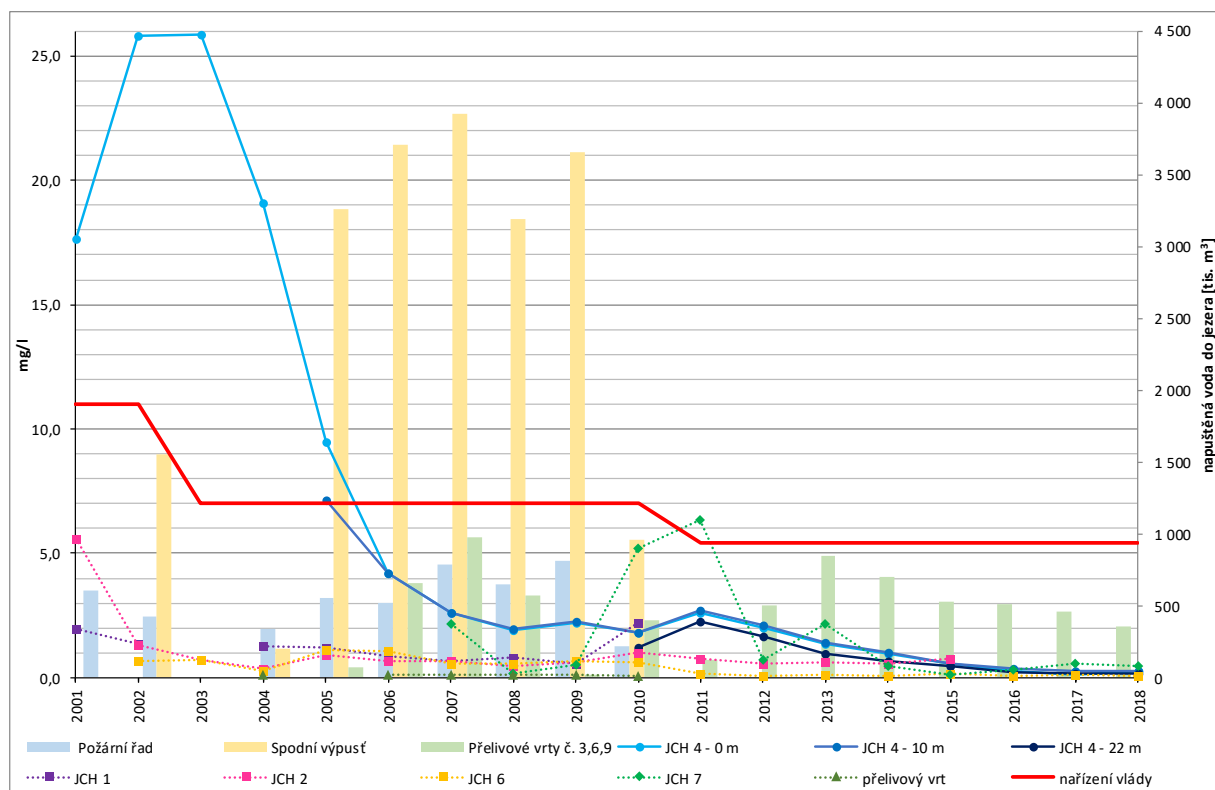
Koncentrace hydrogenuhličitanů u dna tak v průběhu roku postupně narůstá, což se projeví vzrůstem alkality na 5,4 až 5,8 mmol/l. Rozdíl alkality mezi hladinou a dnem naroste do podzimu na 1 až 1,3 mmol/l. To nevypadá jako velký rozdíl, ale v koncentraci uhličitanů je to 60 – 80 mg/l plus koncentrace odpovídajících kationtů. Úměrně tomu se zvýší rozdíl v hustotě vody závislý na její teplotě. Oproti méně mineralizovaným vodám je tak rozdíl hustoty vody mezi hladinou a dnem v jezeře Chabařovice významně větší. To brzdí promíchání vodního sloupce při podzimní cirkulaci a vede k oddálení celkové cirkulace až na polovinu prosince. Tím je poměrně významně ovlivněn chemismus i biologie jezera.



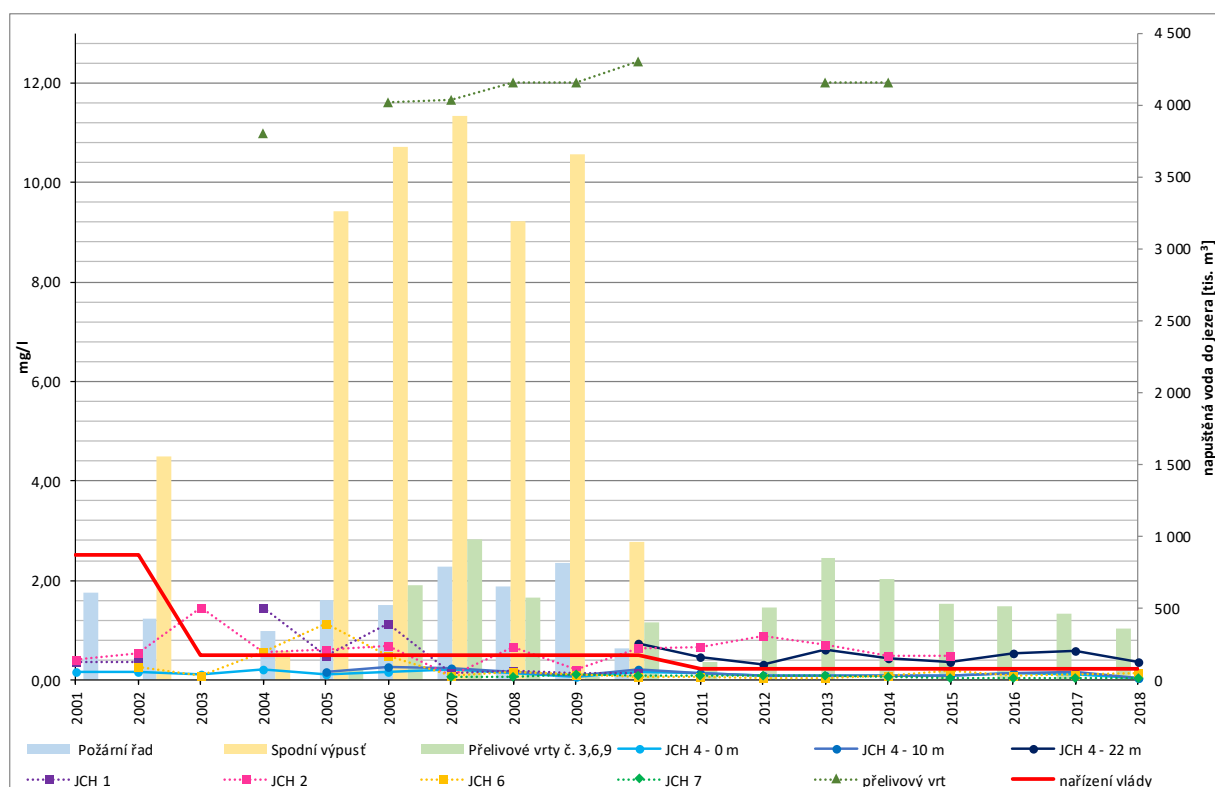
Obrázek 89. Jezero Milada – vývoj alkality ve vybraných hloubkách

Odlišný průběh než celkové rozpuštěné látky měla během napouštění jezera koncentrace **dusičnanového dusíku** (Obrázek 90). Z obrázku je zjevné, že jeho zdrojem nebyla napouštěcí voda, ale především vlastní povodí. Přítok vody s nízkým obsahem vedl ke snížení obsahu v jezerní vodě, a navíc v jezeře dochází k poklesu jeho koncentrace. Totéž se týká i **amoniakálního dusíku** (Obrázek 91), kde nejvýznamnějším vnějším zdrojem je přelivný vrt důlních vod (kolem 12 mg/l) a interním zdrojem dusičnany, které

se na amoniak v procesu denitrifikace přeměňují. Navíc velká část amoniaku uniká do ovzduší při pH, které se vyskytuje v hladinové vrstvě.

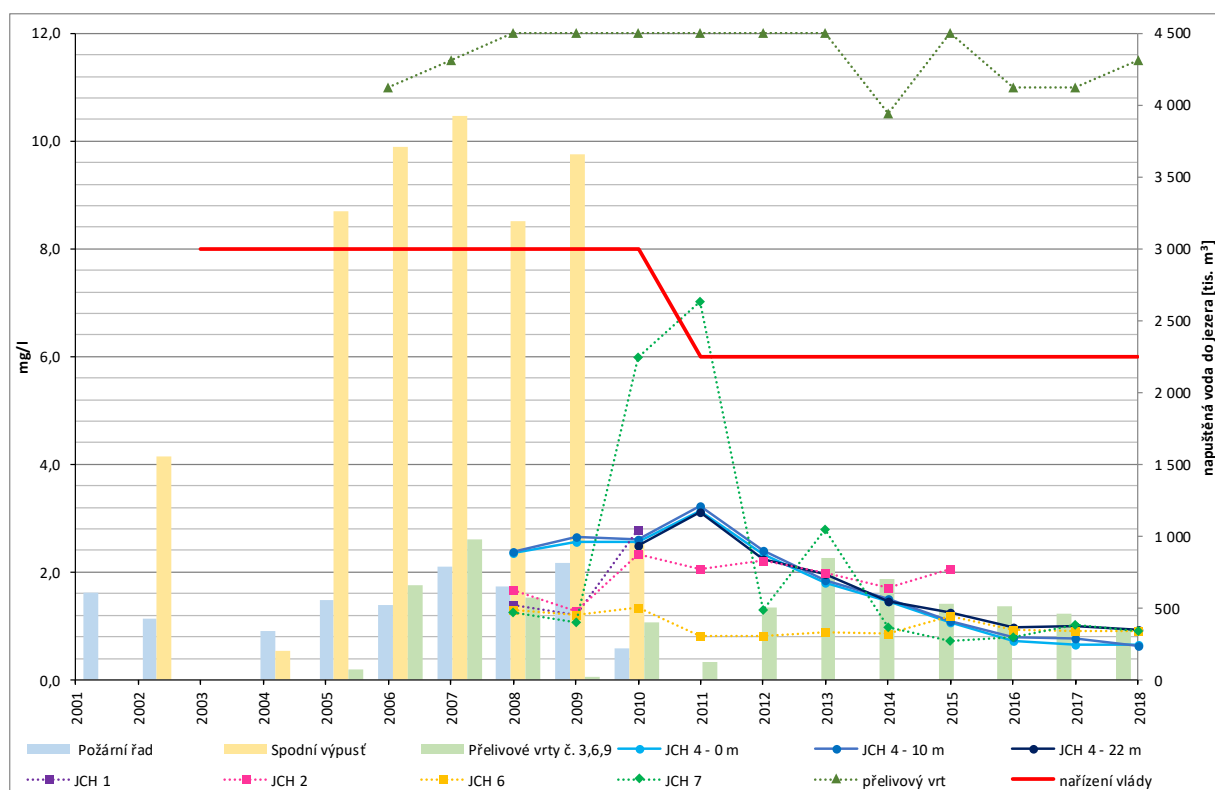


Obrázek 90. Jezero Milada – vývoj dusičnanového dusíku ve vybraných hloubkách a přítocích a objem napuštěné vody z jednotlivých zdrojů



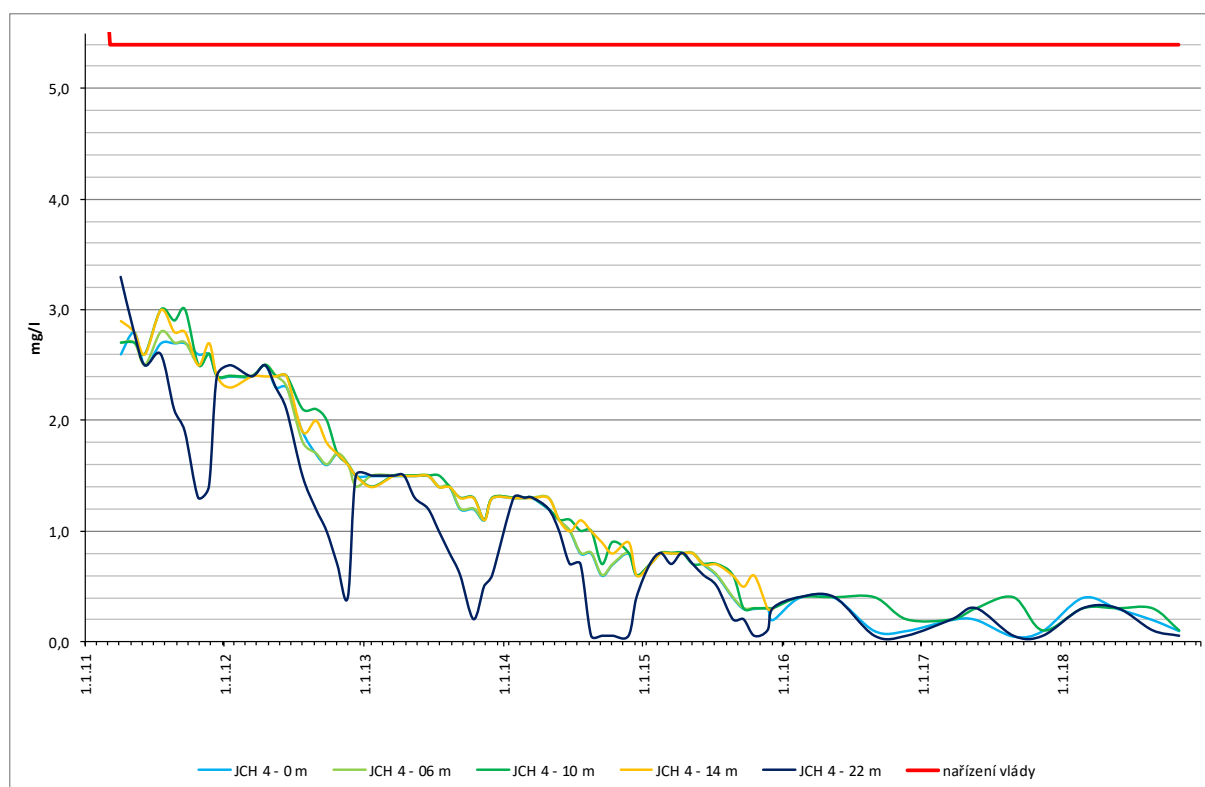
Obrázek 91. Jezero Milada – vývoj amoniakálního dusíku ve vybraných hloubkách a přítocích a objem napuštěné vody z jednotlivých zdrojů

Koncentrace žádné formy dusíku v hladinové vrstvě v současnosti není problematická z hlediska platných limitů pro kvalitu vody. Určitým problémem se stává spíše trvajících pokles koncentrace **celkového dusíku** (Obrázek 92), protože při jeho sníženém poměru k fosforu se zvyšuje pravděpodobnost výskytu vodního květu sinic, které na rozdíl od ostatního fytoplanktonu umí získávat dusík i ze vzduchu (přesněji vázat molekulární dusík rozpuštěný ve vodě).



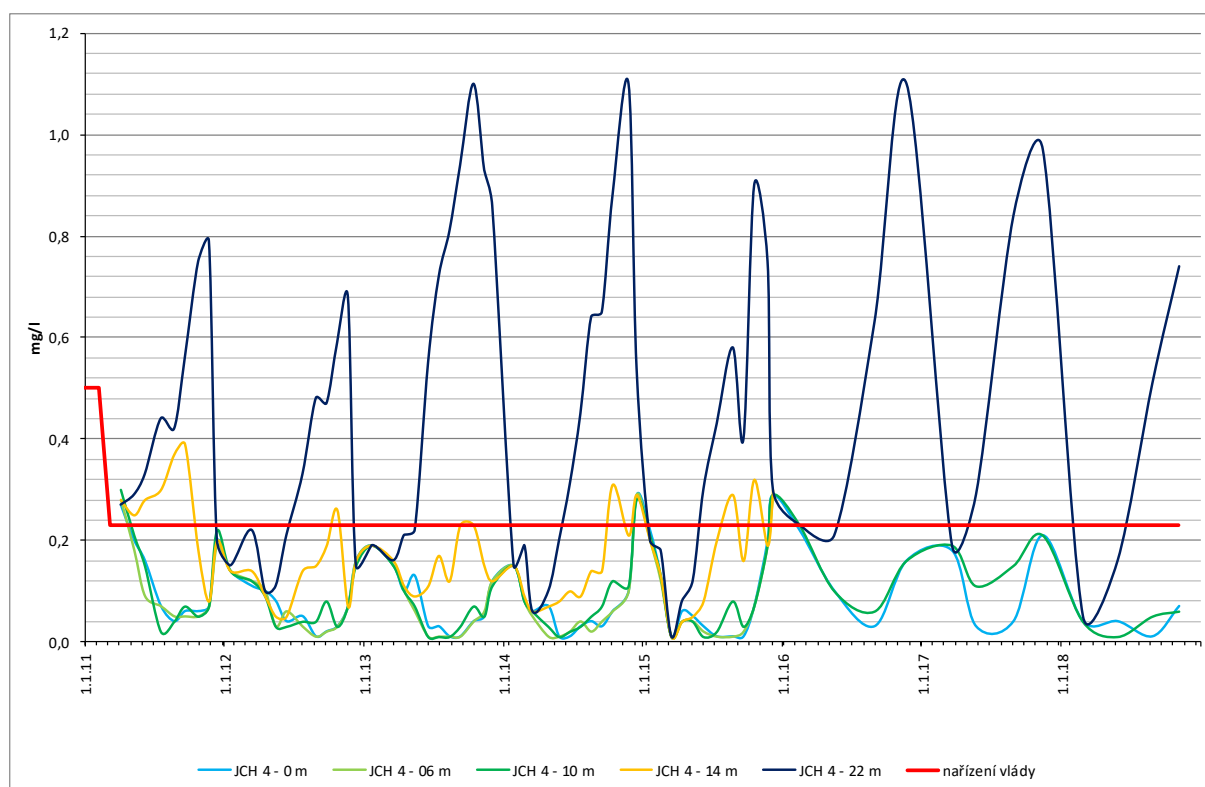
Obrázek 92. Jezero Milada – vývoj celkového dusíku ve vybraných hloubkách a přítocích a objem napuštěné vody z jednotlivých zdrojů

Koncentrace **dusičnanového dusíku** byla na začátku napouštění extrémně vysoká. Rychle však klesla na výrazně podlimitní úroveň. Při podrobnějším pohledu je zřetelné, že jeho koncentrace bývají nejvyšší začátkem roku (přítok vody z jarního tání bohaté na dusičnany) a v průběhu roku klesá (Obrázek 93). Ještě výraznější je pokles u dna, kde dochází při nízkých koncentracích rozpuštěného kyslíku k využití chemicky vázaného kyslíku z dusičnanů na mineralizaci organických látek rozpuštěných ve vodě a zejména v sedimentu.



Obrázek 93. Jezero Milada – vývoj dusičnanového dusíku ve vybraných hloubkách po ukončení napouštění

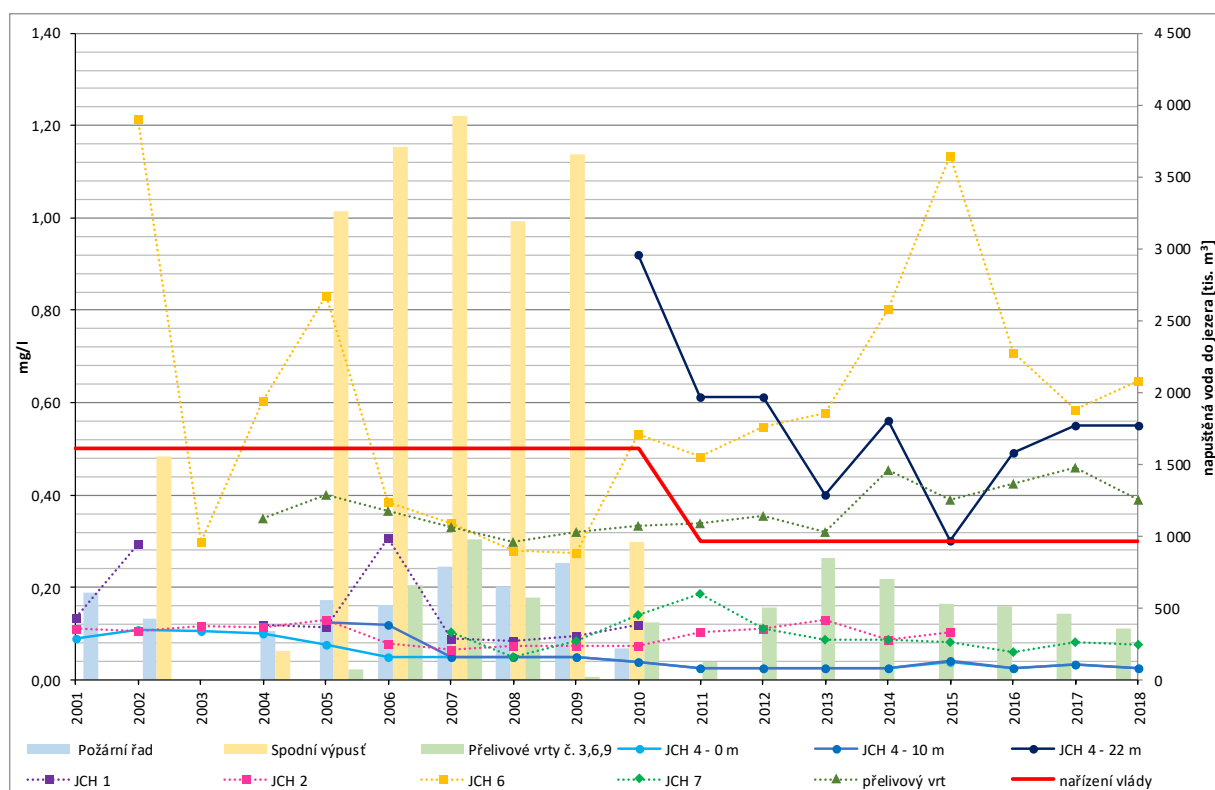
Přímým důsledkem redukce dusičnanů (denitrifikace) je nárůst koncentrace **amoniakálního dusíku** v maximálních hloubkách jezera, který vrcholí bezprostředně před nástupem úplné podzimní cirkulace vody (Obrázek 94). Koncentrace amoniakálního dusíku u dna dosahovala v letech 2011 až 2018 hodnot 0,7 – 1,1 mg/l, což přesahuje výrazně limit pro povrchové vody (0,23 mg/l). U dna je tento ukazatel překračován i v ročních průměrech (0,49 mg/l v posledních třech letech). V hladinové vrstvě je průměrná koncentrace 0,09 mg/l. Během podzimní cirkulace se koncentrace amoniakálního dusíku vyrovná v celém vodním sloupci na úrovni 0,2 – 0,3 mg/l. Během jarního období poklesne v epilimniu a metalimniu na setiny mg/l, zatímco v hypolimniu narůstá až do podzimní cirkulace vody.



Obrázek 94. Jezero Milada – vývoj amoniakálního dusíku ve vybraných hloubkách po ukončení napouštění

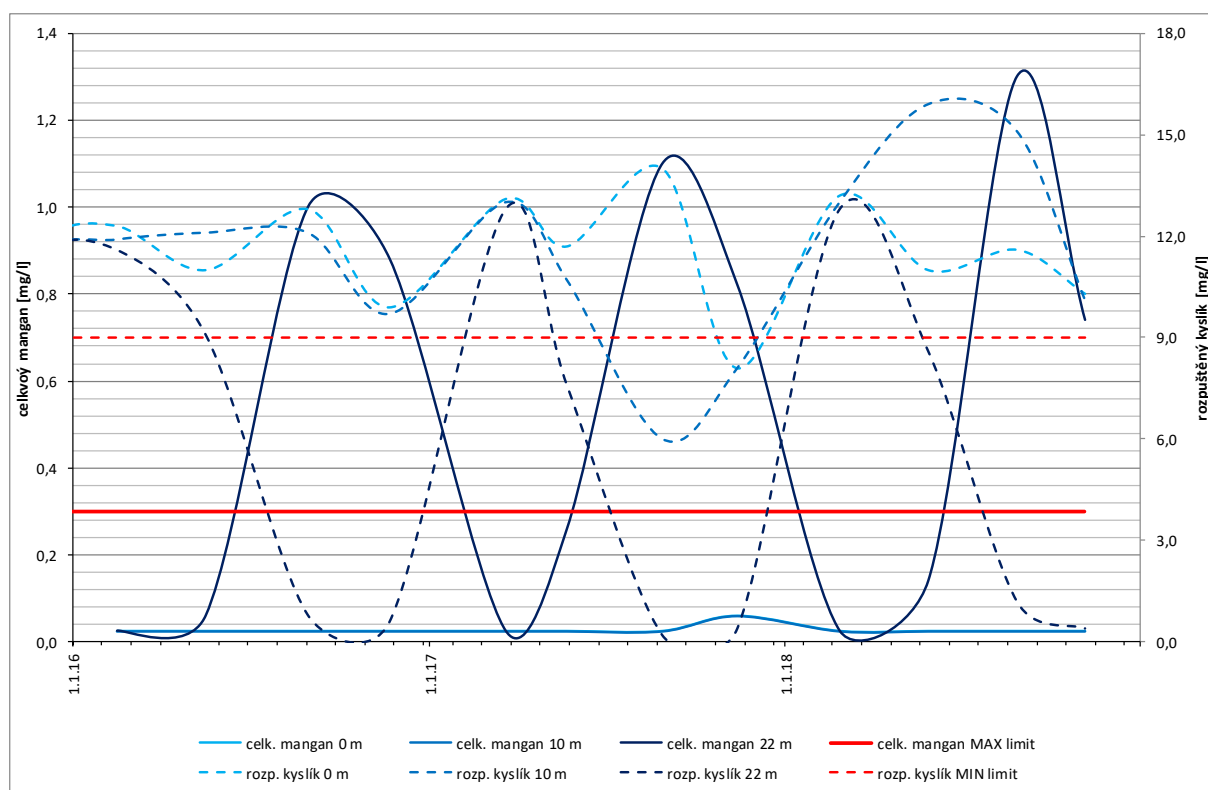
Odlišně od celkových rozpuštěných látek se v napouštěném jezeře vyvíjela rovněž koncentrace **kovů**. Je to dáno tím, že na rozdíl od rozpuštěných látek ve vodě z vlastního povodí nebyly koncentrace kovů vyšší než ve zdrojích pro řízené napouštění, ale spíše nižší. U železa a manganu dokonce několikanásobně. Navíc v jezeře s dobře prokysličenou vodou ve většině vodního sloupce a s poměrně vysokým pH je rozpustnost kovů nízká, takže jejich koncentrace v průběhu napouštění postupně klesala.

Z tohoto schématu vybočuje mírně jen **mangan**. Ten se za anoxických podmínek velmi dobře rozpouští a může dosáhnout vysoké koncentrace. V průběhu napouštění se na přítoku z nádrže Kateřina přes Zalužanskou nádrž (JCH 6) pohybovala koncentrace manganu kolem 0,4 mg/l, a to především díky nižšímu obsahu jen kolem 0,1 mg/l ve vodě přitékající z nádrže Kateřina (JCH 1, JCH 2) (viz Obrázek 95). Po ukončení přívodu vody z nádrže Kateřina jsou zvýšené hodnoty pozorovány jak v protiutrofizační nádrži, tak v Zalužanské nádrži, kde je koncentrace vyšší než u dna jezera Milada. Nicméně po roce 2010 se voda z těchto nádrží do jezera již nedostává. Rovněž ve vodě z přelivového vrtu je zvýšená koncentrace kolem 0,4 mg/l.

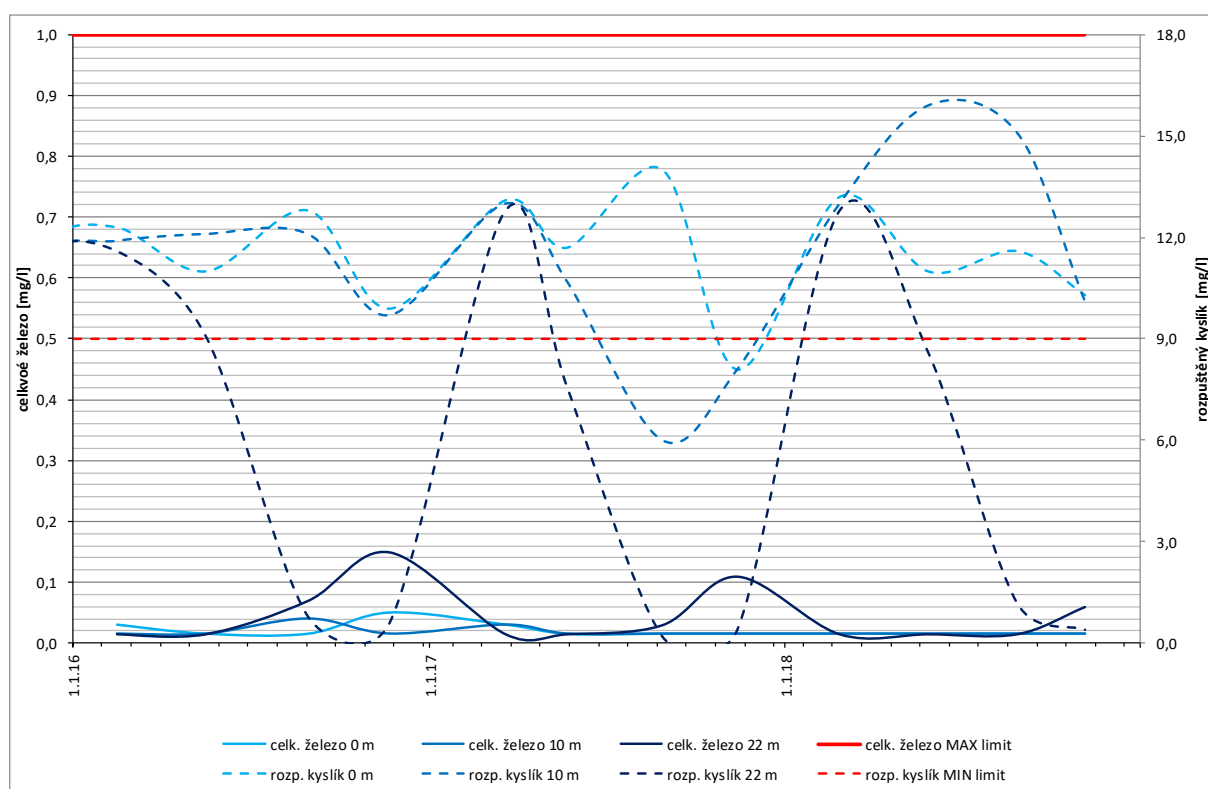


Obrázek 95. Jezero Milada – vývoj celkového manganu ve vybraných hloubkách a přítocích a objem napuštěné vody z jednotlivých zdrojů

V obdobích kyslíkového deficitu bylo u dna jezera stanoveno až 1,3 mg/l. Pokud se počítá prostý průměr z hodnot ve vodním sloupci, pohybuje se koncentrace manganu po napuštění kolem 0,2 mg/l, tj. pod úrovní platné normy environmentální kvality. Pokud by se ovšem počítal vážený průměr podle objemu příslušných vrstev, byl by průměr pro celé jezero pod 0,1 mg/l. Jak je zřetelné z obrázku (Obrázek 96), zvýšené hodnoty se vyskytují jen v největších hloubkách v podzimních vzorcích. I na horní hranici hypolimnia v hloubce 14 m byla koncentrace manganu trvale pod limitem stanovení (tzn. 0,05 mg/l). Také v jarních vzorcích je koncentrace manganu pod limitem stanovení i u dna.

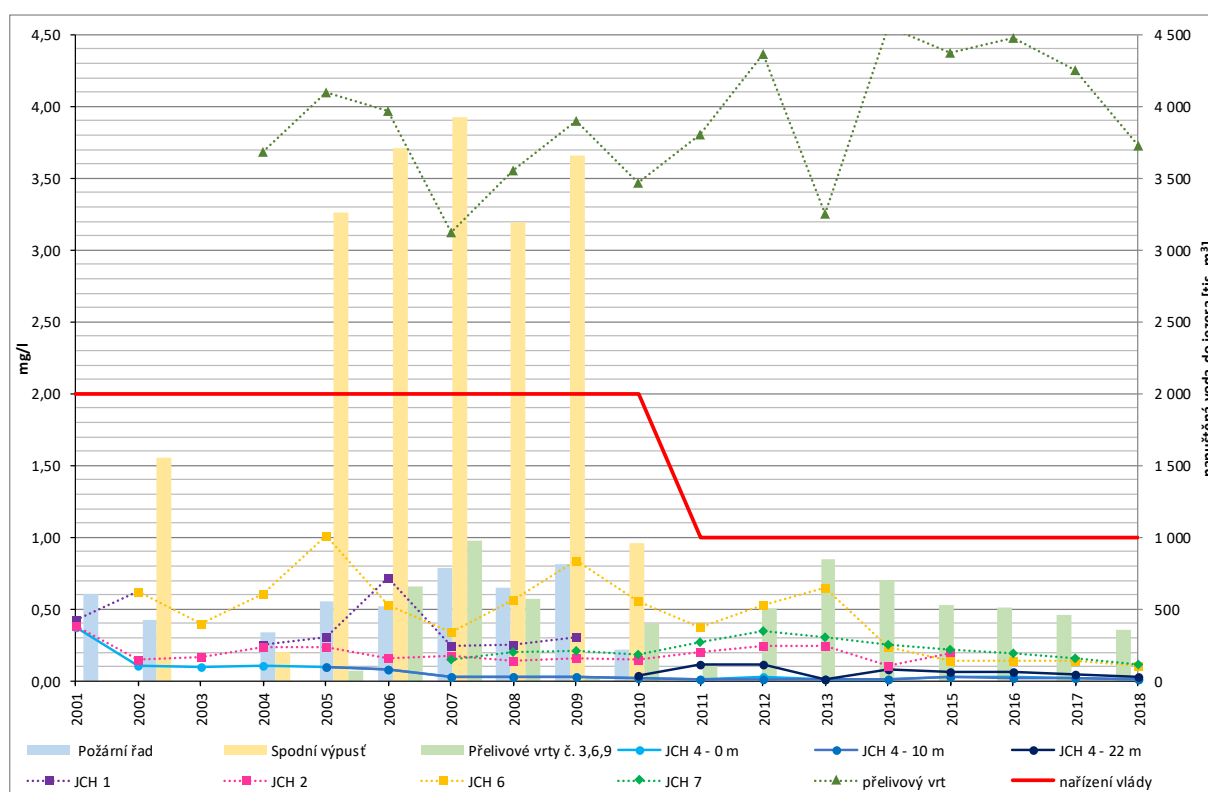


Obrázek 96. Jezero Milada – vývoj celkového manganu ve vybraných hloubkách v závislosti na rozpuštěném kyslíku v období 2016 až 2018



Obrázek 97. Jezero Milada – vývoj celkového železa ve vybraných hloubkách v závislosti na rozpuštěném kyslíku v období 2016 až 2018

Železo se chová poněkud podobně jako mangan a zvýšené hodnoty u dna byly rovněž stanoveny (Obrázek 97). Jeho rozpustnost za anoxických podmínek při vysokém pH však tolik nevzrůstá, takže i v neváženém průměru koncentrací rychle převládla tendence k poklesu a koncentrace v jezeře se prakticky od počátku napouštění pohybuje na současném průměru kolem 0,03 mg/l při normě environmentální kvality 1 mg/l. To vynikne ještě víc při úvaze, že na přítocích vody pro napouštění byly jeho koncentrace desetinásobné (JCH 1), dvacetinásobné (JCH 6), z přelivového vrtu dokonce více než stonásobné, teče z něj voda s koncentrací železa cca 4 mg/l (Obrázek 98). Na rozdíl od manganu je však u železa patrný trend poklesu v Zalužanské nádrži i po ukončení napouštění.

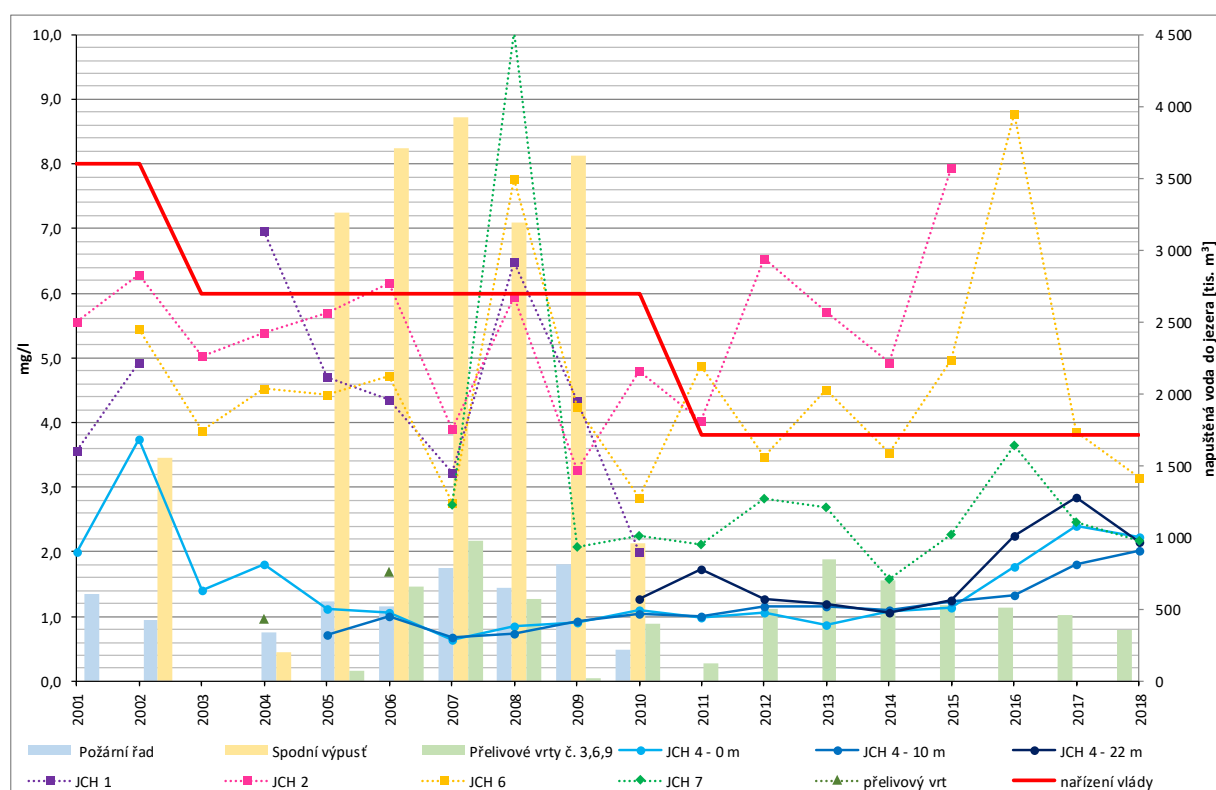


Obrázek 98. Jezero Milada – vývoj celkového železa ve vybraných hloubkách a přítocích a objem napuštěné vody z jednotlivých zdrojů

Koncentrace **organických látek** není přímo závislá na přítoku vody, ale je určena intenzitou produkčních procesů v nádržích. Ukazatelem lehce rozložitelných organických látek, které jsou neustále doplňovány produkcí přítomných vodních organismů a mají přímý vliv na dynamiku koncentrace rozpuštěného kyslíku, je **BSK₅** (Obrázek 99). To bylo

nízké prakticky po celou dobu napouštění jezera a v roce 2015 se ustálilo na hodnotě přibližně 1,2 mg/l, což by byla velmi příznivá hodnota.

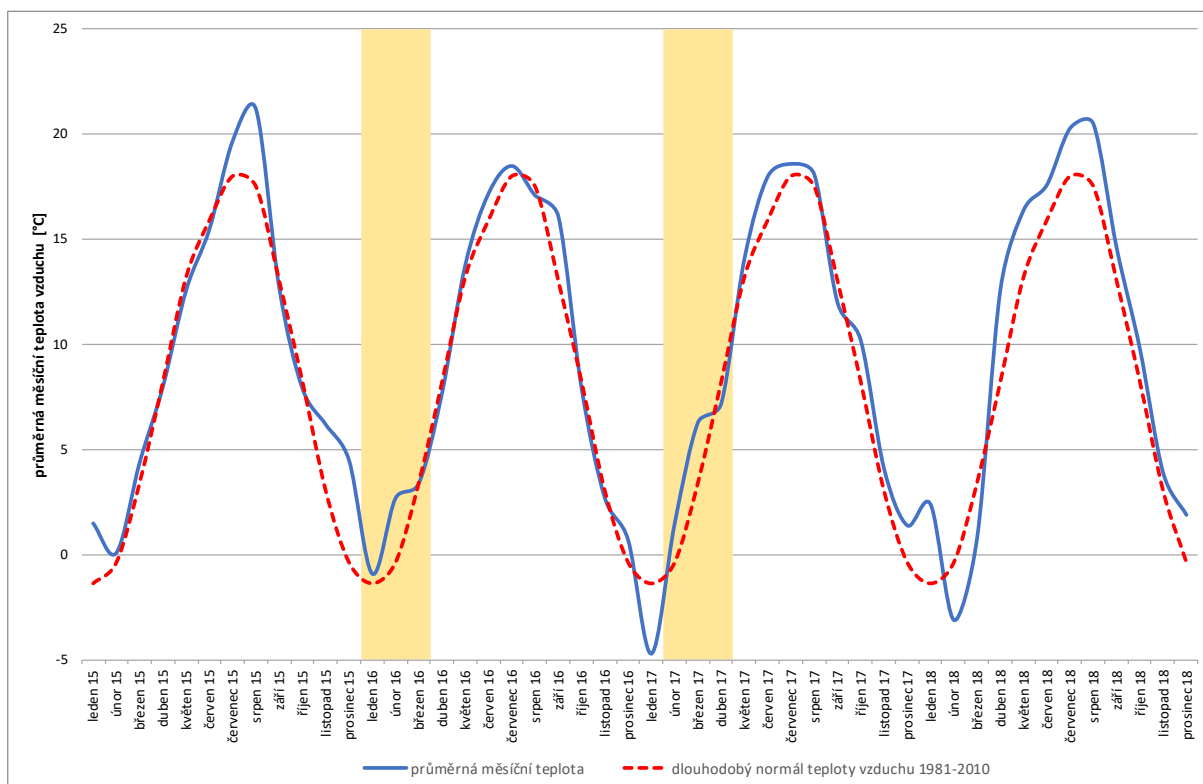
V následujících dvou letech však došlo k významnému zvýšení až na dvojnásobek. Zajímavé je, že stejný trend jako v jezeře Milada byl zaznamenán i v ostatních sledovaných nádržích – protieutrofizační nádrži, nádrži Zalužany i Kateřina, přestože žádná voda z těchto nádrží do jezera nepřitékala. V roce 2018 došlo shodně ve všech nádržích k mírnému poklesu.



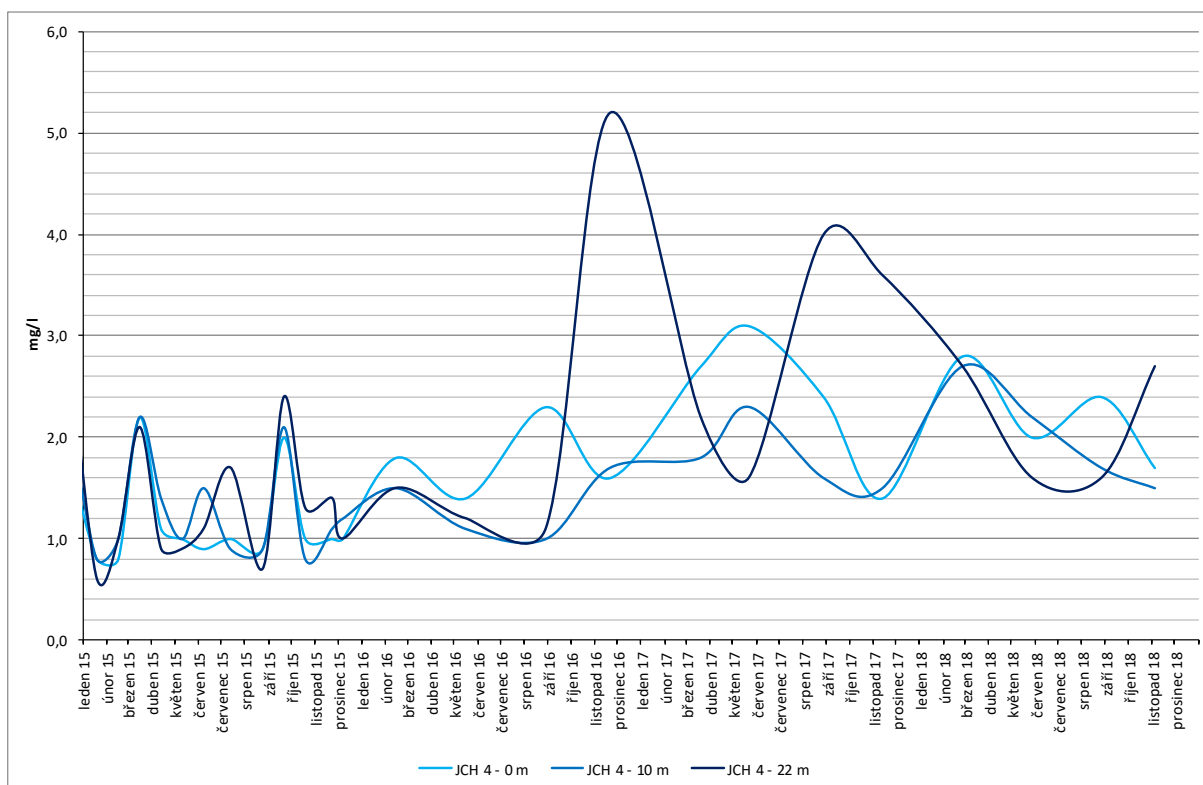
Obrázek 99. Jezero Milada – vývoj BSK₅ ve vybraných hloubkách a přítocích a objem napuštěné vody z jednotlivých zdrojů

Příčinou nárůstu BSK₅ v letech 2016 a 2017 musí být takový fenomén, který mohl ovlivnit podmínky v širším území, nejen v samotném jezeře. Vysvětlení by mohlo spočívat nadnormálně teplých jarních obdobích v obou těchto letech (Obrázek 100). V roce 2016 po nadnormálně teplém přelomu let následoval výrazně teplejší leden a zejména únor, který byl o 3,1 °C teplejší než dlouhodobý normál. Rok 2017 sice začal chladnějším lednem, ale následovaly opět mimořádně teplé měsíce únor a především březen, který byl o 2,9 °C teplejší ve srovnání s normálem. V obou rocích pak byla relativně teplejší i letní období. Z dalšího obrázku (Obrázek 101) je zjevné, že za zvýšenou koncentraci BSK₅ je

zodpovědný především hypolimnion, ve kterém v obou letech vždy v září a říjnu výrazně vzrostl obsah těchto lehce rozložitelných organických látek.

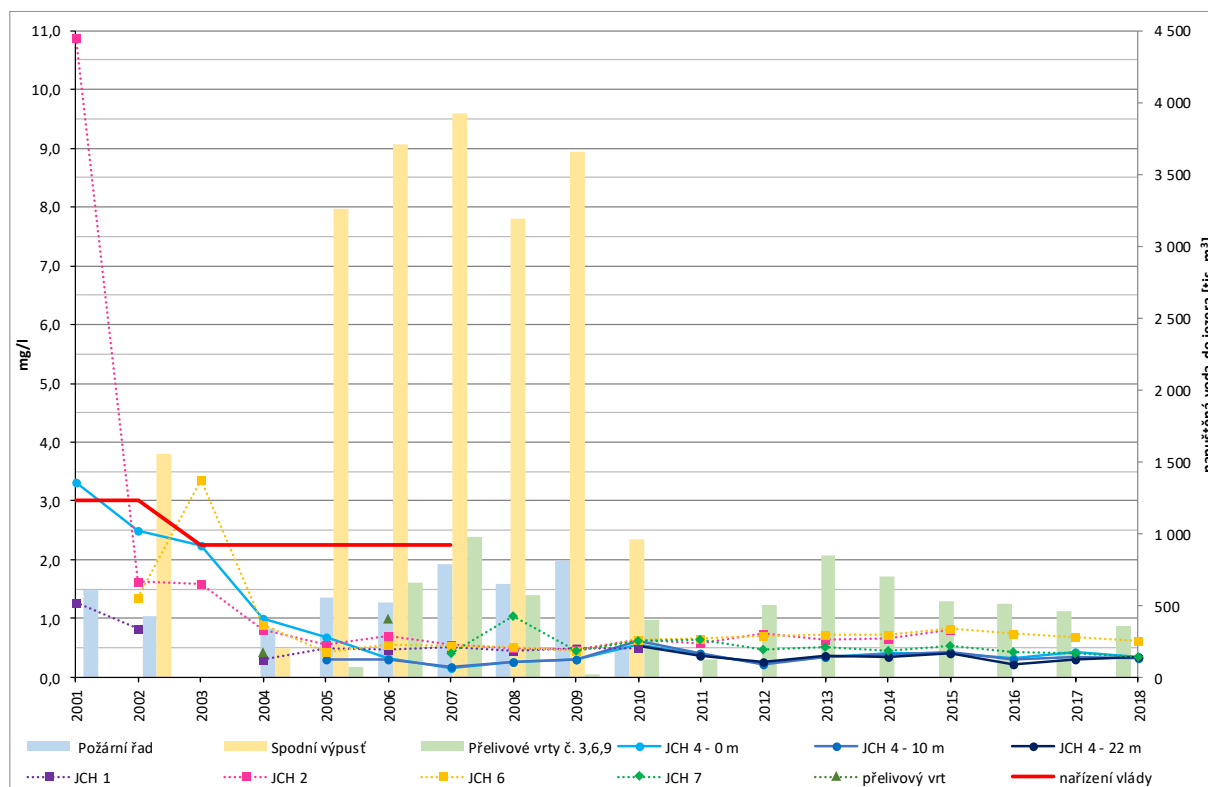


Obrázek 100. Vývoj průměrných měsíčních teplot v ÚK ve srovnání s dlouhodobým normálem



Obrázek 101. Jezero Milada – vývoj BSK₅ ve vybraných hloubkách v období 2015 až 2018

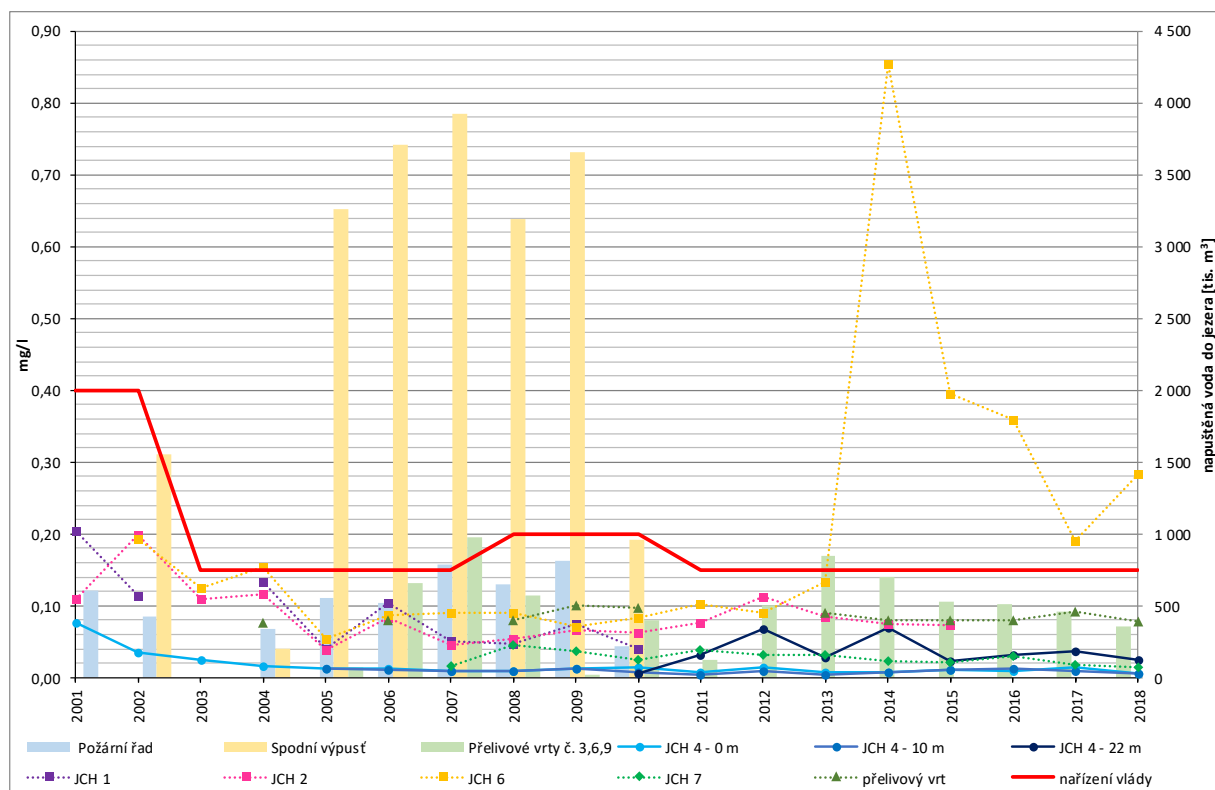
Dalším ukazatelem koncentrace organických látek může být **organický dusík** (Obrázek 102). Z výchozích hodnot na úrovni 3,5 mg/l jeho koncentrace v průběhu napouštění značně poklesla a v posledním období osciluje kolem 0,5 mg/l, což je rovněž příznivé.



Obrázek 102. Jezero Milada – vývoj organického dusíku ve vybraných hloubkách a přítocích a objem napuštěné vody z jednotlivých zdrojů

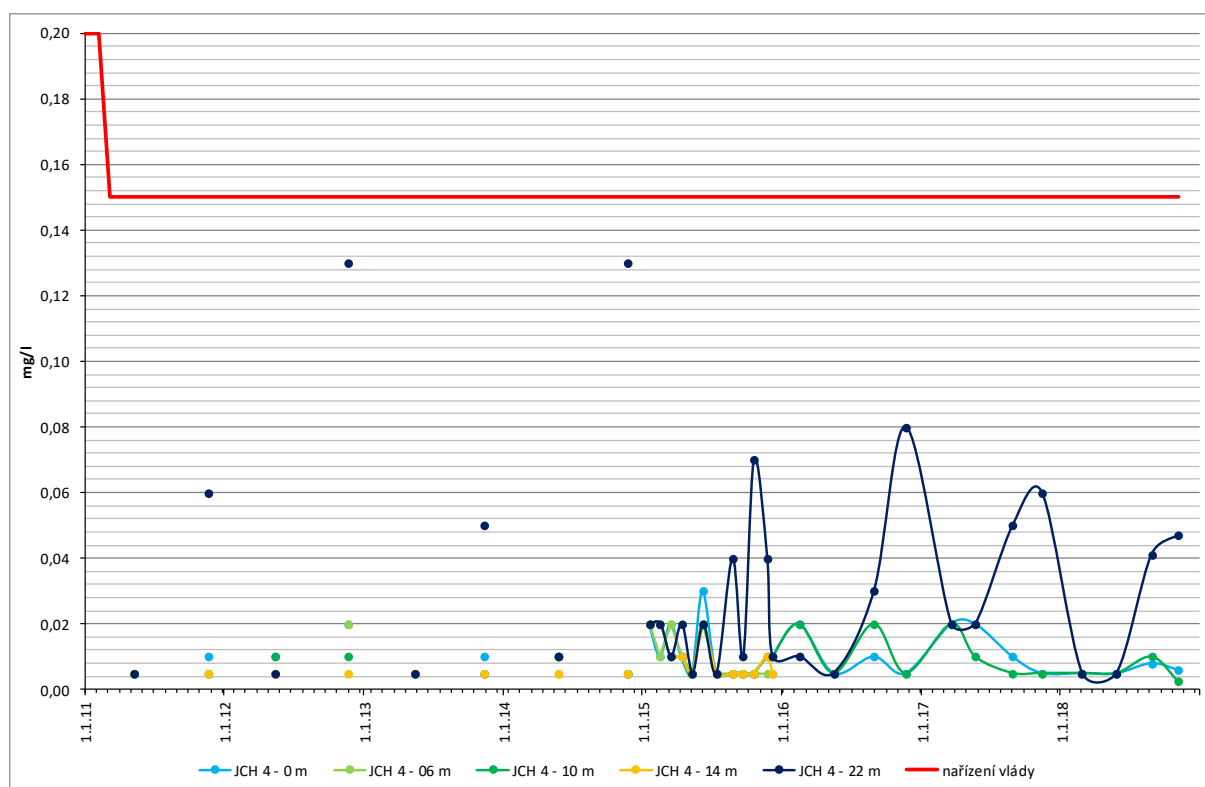
Limitující prvek sladkovodních ekosystémů je skoro vždy fosfor. **Celkový fosfor** se používá jako kritérium úživnosti nádrží. Jeho koncentrace jsou ve srovnání s hlavními ionty rozpuštěnými ve vodě nízké, ale metabolismus vod ovlivňují zásadním způsobem. Pro rekreační nádrže je žádoucí oligotrofní stav, který odpovídá koncentraci celkového fosforu pod 0,015 mg/l. Přestože se v řízených přítocích pohybovala koncentrace celkového fosforu na úrovni 0,1 mg/l, v jezeře už během prvních let jeho koncentrace klesla pod 0,02 mg/l (Obrázek 103). Zbytek fosforu, který přitekla do jezera, je uložen v sedimentu. Po napuštění se koncentrace pohybuje na úrovni 0,02 mg/l při použití prostého průměru celého vodního sloupce. Ve skutečnosti je tento průměr ovlivněn jednotlivými vysokými hodnotami u dna, které se objevují koncem roku při deficitu

kyslíku u dna. Za těchto okolností se fosfor uvolňuje ze sedimentu podobně jako mangan, přičemž nejvyšší koncentrace jsou těsně nade dnem a směrem nahoru rychle klesají.



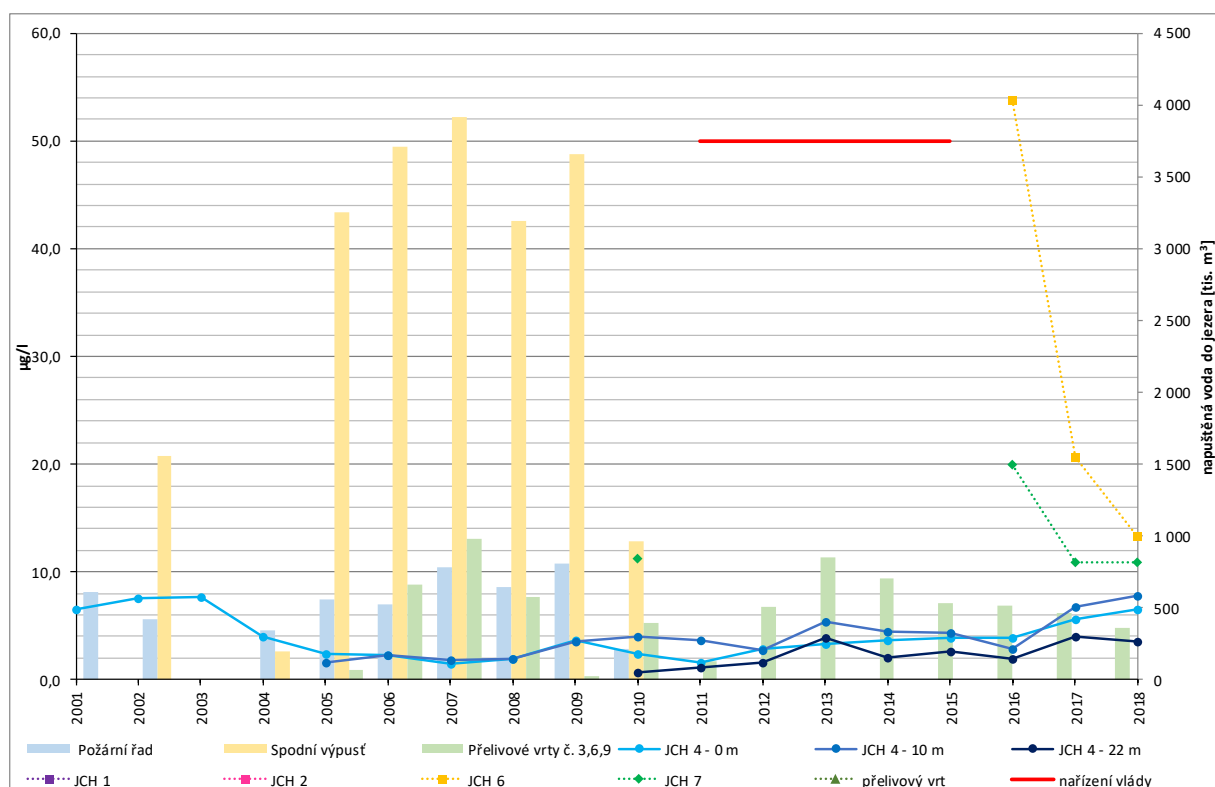
Obrázek 103. Jezero Milada – vývoj celkového fosforu ve vybraných hloubkách a přítocích a objem napuštěné vody z jednotlivých zdrojů

Pro dílčí vrstvy vody vychází za období roků 2011 – 2018 v epilimniu a metalimniu (hloubka 0 – 14 m) průměr celkového fosforu 0,010 mg/l s maximy 0,030 mg/l. V hypolimniu vychází průměr 0,030 mg/l, avšak s maximy až 0,130 mg/l. Vyšší koncentrace fosforu na hladině má nejspíše původ v prašném spadu. V posledních letech se bohužel celkový fosfor stanovuje jen 4 krát ročně, takže není možné detailněji postihnout dynamiku tohoto důležitého ukazatele kvality vody.

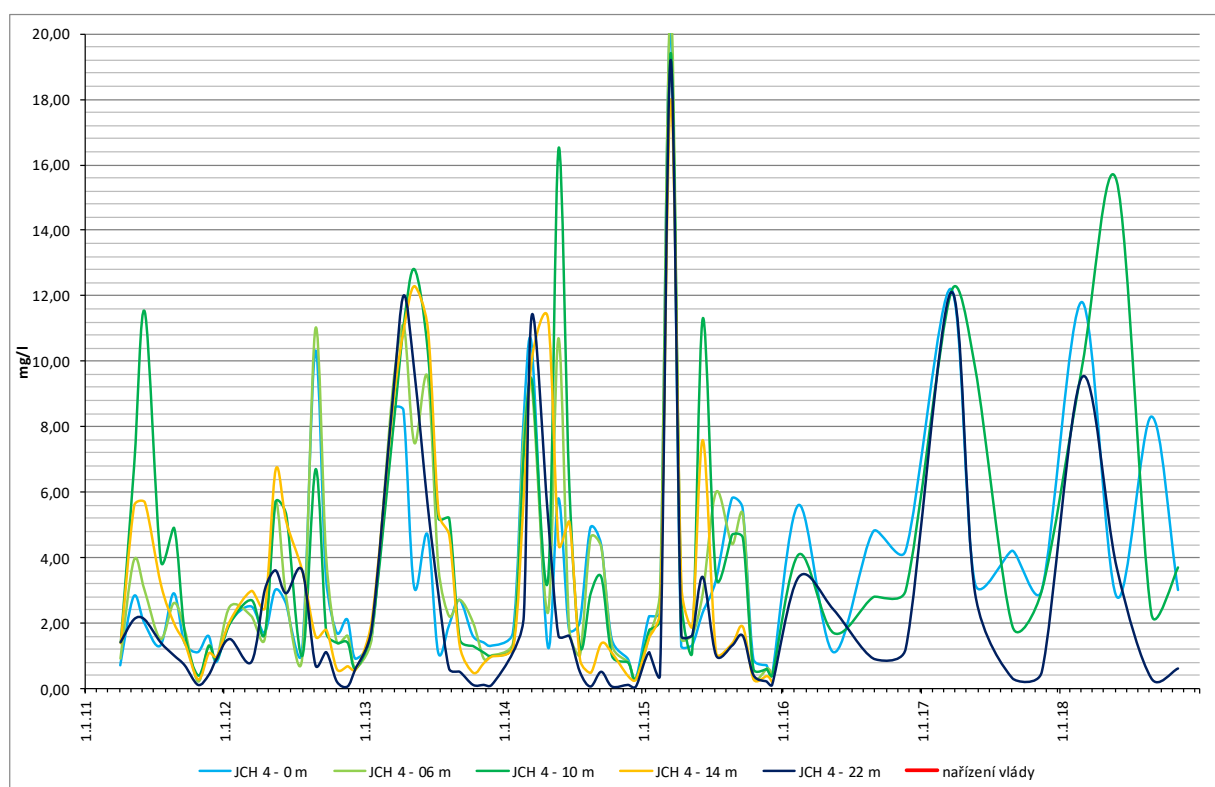


Obrázek 104. Jezero Milada – vývoj celkového fosforu ve vybraných hloubkách v období 2011 až 2018

Robustním kritériem úživnosti jezer je koncentrace **chlorofylu *a*** v epilimniu. Do roku 2005 koncentrace chlorofylu rychle klesala a po roce 2010 velmi zvolna narůstala na průměr cca 5,9 $\mu\text{g/l}$ v roce 2018 (Obrázek 105), což naznačuje v posledních letech jistou eutrofizaci. Nejvyšší jednotlivé hodnoty v napuštěném jezeře dosáhly až 14 $\mu\text{g/l}$. Z průběhu vertikálních profilů v období 2011 až 2018 je patrné, že maxima se vyskytují skoro vždy až v metalimniu. To je z hlediska rekreačního využití jezera příznivé. Na dalším grafu (Obrázek 106) je vynesena průběh koncentrace chlorofylu *a* u hladiny, v hloubce 6, 10 a 14 m, a u dna. Průběh není jednoduše popsitelný. Maxima meziročně kolísají a stejně tak se mění relace mezi jednotlivými hloubkami.



Obrázek 105. Jezero Milada – vývoj chlorofylu *a* ve vybraných hloubkách a přítocích a objem napuštěné vody z jednotlivých zdrojů



Obrázek 106. Jezero Milada – vývoj chlorofylu *a* ve vybraných hloubkách v období 2011 až 2018

S trofií jezer koreluje i biomasa **zooplanktonu**. Ta však byla sledována jen do roku 2009. Za období 2009 – 2013 jsou k dispozici počty jedinců jednotlivých druhů. Pro posouzení vývoje byly druhy rozděleny na 4 skupiny: vířníci, klanonožci, malé perloočky a velké perloočky. Celkový počet jedinců je velmi nízký (průměrně 28,6 kusů/l). To dobře odpovídá nízké úživnosti jezera. Mimořádně nízká je hustota vířníků (1,8 kusu/l) s tendencí mírného růstu a zejména malých perlooček (0,2 kusu/l). Významnější je počet velkých perlooček (7,5 kusu/l) s tendencí mírného poklesu. V počtech dominují klanonožci s průměrem 18,7 kusů/l a tendencí mírného nárůstu. Při vyjádření počtů jednotlivých skupin v % jsou zřetelnější tendence změn. V tomto období vzrostl podíl vířníků cca o 5 %, klanonožců o cca 10 % a naopak poklesl podíl velkých perlooček o cca 15 %. To je dost nepříznivý vývoj, protože množství fytoplanktonu svou filtrační činností limitují především velké perloočky. Uvedená tendence nepochybně souvisí s rostoucí biomasou kaprovitých ryb v jezeře v posledních letech. Na velké perloočky tyto ryby vyvíjejí největší vyžírací tlak, ostatní skupiny mu odolávají snáze a při úbytku velkých perlooček je nahrazují.

V posledních letech je pravidelně konstatována přítomnost sinic vodního květu (*Aphanizomenon*, *Anabaena*), i když zatím v mizivé koncentraci, hluboko pod úrovní pro zákaz koupání a spíše ze vzorků síťového planktonu než ze samotných fytoplanktonních vzorků. To zatím není znepokojující, protože uvedené druhy sinic je možno najít ve všech vodách. K jejich namnožení by mohlo dojít při zvýšení koncentrace fosforu (ze dna nebo z povodí) a při dalším očekávaném poklesu koncentrace dusíku.

Novou skutečností pro ekosystém jezera je objevení se larev mlže slávičky mnohotvárné (*Dreissena polymorpha*) v zooplanktonu (2012) a také přisedlých jedinců v bentických vzorcích (2013). Slávičky intenzivní filtrací zvyšují průhlednost vody a nádrže oligotrofizují. Přestože jde o druh v Ústeckém kraji nepůvodní, z hlediska kvality vody jde o jev spíše příznivý. Negativní by byl její výskyt v místech pro koupání, protože se koupající o ostré lastury zraňují.

Na jezeře Milada je od zahájení napouštění prováděna řízená **biomanipulace rybí obsádky**. Ta je každoročně vyhodnocována na základě komplexního průzkumu rybí obsádky, kterou provádí Hydrobiologický ústav Biologického centra AV ČR, v. v. i. Ten byl naposledy proveden v roce 2017 s následujícími zjištěními.

V roce 2017 byl v jezeře Milada zjištěn výskyt osmi druhů ryb. Nejvýznamnějšími druhy rybího společenstva byli plotice, okoun a perlín z pohledu početnosti, a perlín, plotice

a okoun z pohledu biomasy. Dohromady pak tato trojice druhů tvořila více jak 95 % celkové početnosti a 92 % celkové biomasy. Pravděpodobně v důsledku propadu starších věkových kategorií a nástupu nových ročníků se obsádka jezera Milada opětovně posunula směrem k tzv. kaprovité fázi, kdy došlo k zvýšení celkového relativního zastoupení kaprovitých ryb, které aktuálně s více jak 64 % početnosti a dokonce více jak 77 % biomasy jednoznačně dominují rybí obsádce jezera. Celková biomasa a početnost ryb starších 0+ byla odhadnuta na 21 kg/ha a 331 ks/ha. Opětovně bylo potvrzeno rozmnožování všech tří v minulosti vysazovaných druhů dravců – štiky, sumce a candáta, přičemž candát zaznamenal recentně největší podíl v rámci všech výhradně dravých druhů ryb v jezeře. Dlouhodobě se však celková prosperita candáta jeví spíše jako nízká a i do budoucna lze očekávat, že síla jednotlivých ročníků candáta bude výrazně rozkolísaná v závislosti na panujících podmínkách prostředí. Aktuálně nejzásadnějším problémem jezera Chabařovice je hrozba zvratu obsádky jezera v kaprovitou fázi. Ačkoliv vzhledem k relativně nízké početnosti a biomase ryb v jezeře není zatím bezprostřední důvod pro okamžité přímé ohrožení kvality vody v jezeře, bez dalšího sledování a adekvátních opatření hrozí pokračující nežádoucí vývoj s možnými negativními dopady na kvalitu vody v jezeře a celý ekosystém.

Má to určitě vztah k růstu NL, BSK₅ a chlorofylu, zhoršení velikostní struktury zooplanktonu.

V roce 2018 došlo k **odlovu nežádoucích druhů ryb z Protieutrofizační nádrže** a k výsadbě dravých druhů. Jako zvláště pozitivní lze zejména spatřovat odstranění kapra obecného a karasa stříbřitého. V množství a velikostech, ve kterých byl kapr přítomen, představoval zásadní prvek zvyšující svou rýcí aktivitou ve dně zákal vody v nádrži, jakož i rozvoj podvodních makrofyt. Karas stříbřitý je pak druhem s obrovským potenciálem k přemnožení, neboť je schopen se rozmnožovat i bez přítomnosti samců vlastního druhu v populaci. Ačkoliv u nádrže velikosti protieutrofizační nádrže není možné zajistit její absolutní slovení, výrazná celková redukce rybí obsádky, spolu s odstraněním zvláště nežádoucích druhů ryb a vysazením dravých druhů ryb, by měla mít jednoznačně pozitivní dopad na zlepšení kvality vody v této nádrži. Pro trvalejší udržení tohoto stavu je ale zcela nezbytné zajistit, aby nedocházelo k nežádoucímu vysazování ryb. Případ kapra je bohužel evidentním případem takovýchto aktivit.

Výsledky **mikrobiologických analýz** (tj. stanovení tzv. indikátorů fekálního znečištění) mají trvale nízkou úroveň a potvrzují, že nedocházelo ke kontaminaci vody v jezeře přímo z antropogenních zdrojů. Je nadále možné konstatovat, že rekreační

využívání vodní plochy v letních měsících nemá vliv na mikrobiální znečištění ve sledovaných profilech jakosti.

6.7. Celkové vyhodnocení hydrické rekultivace zbytkové jámy z pohledu dosažené kvality vod v jezeře, použitých zdrojů vody a dlouhodobého výhledu

6.7.1. Rekapitulace základních procesů ovlivňujících kvalitu vody v jezeře

Tabulka 23. Vývoj vybraných ukazatelů hladinové vody jezera Milada na profilu JCH 4

(zelenou barvou jsou podbarveny konečné hodnoty ukazatelů s trendem zlepšení, fialovou barvou pak hodnoty ukazatelů s trendem zhoršení, červeným tučným písmem vyznačeny hodnoty překračující limitní hodnoty dle NV)

		2001	2015	2018	NV
pH		8,0	8,5	8,7	5-9
rozp. kyslík	mg/l	9,1	11,6	11,5	min. 9
KNK-4,5	mmol/l	5,3	4,9	5,2	
ZNK-8,3	mmol/l	0,08	0,01	0,01	
BSK ₅	mg/l	2,0	1,1	2,2	3,8
CHSK _{Cr}	mg/l	23,3	16,6	17,8	26
vodivost	mS/m	95,8	114,6	119,3	
rozpuštěné látky	mg/l	726,7	742,5		750
sodík	mg/l	104,8	143,6		
draslík	mg/l	19,0	16,0		
vápník	mg/l	58,3	41,5	39,5	190
hořčík	mg/l	45,4	43,5	45,2	120
chloridy	mg/l	37,0	60,5	64,8	150
sírany	mg/l	174,2	277,5	290,0	200
HCO ₃	mg/l	321,8	285,8		
nerozpuštěné látky	mg/l	6,9	1,6	1,9	20
dusitanový dusík	mg/l	0,302	0,012	0,003	
amoniakální dusík	mg/l	0,16	0,09	0,04	0,23
dusičnanový dusík	mg/l	17,7	0,6	0,3	5,4
celkový dusík	mg/l		1,1	0,7	6
organický dusík	mg/l	3,3	0,4	0,4	
fosfor celkový	mg/l	0,08	0,01	0,01	0,15
železo celkové	mg/l	0,38	0,03	0,02	1
mangan celkový	mg/l	0,09	0,04	0,03	0,3
kadmium	mg/l	0,17	0,03		0,08
chrom	mg/l	1,0	0,5		18
olovo	mg/l	1,3	0,3		14
rtuť	mg/l	0,17	0,03		0,07
měď	mg/l		3,6		14

nikl	mg/l		2,7		34
zinek	mg/l		5		92
arsen	mg/l		0,5		11
hliník	mg/l		25		1000
chlorofyl - a	mg/l	6,5	3,9	6,5	

Jezero má po napuštění výbornou kvalitu vody. Některé náznaky eutrofizace se zatím nejeví jako reálný problém. Stejně tak zhoršení některých ukazatelů u dna jezera, které souvisí s poklesem koncentrace kyslíku a vrcholí na podzim, není z hlediska dalšího využití jezera problém. U převážné části ukazatelů kvality vody došlo od roku 2001, kdy bylo zahájeno napouštění jezera Milada, k jejich výraznému zlepšení (zelené pozadí) a ukazatele splňují normu environmentální kvality. Negativní trendy (červené pozadí) se týkají ukazatelů charakterizující obsah iontů ve vodě, zejména pak síranů, které překračují stanovený přípustný limit (červený tučný text).

V současné době se v jezeře projevují v každoročním cyklu procesy, které začaly být patrné po vzniku stabilní stratifikace v letním období od roku 2006. Vývoj se každoročně opakuje s určitou variabilitou, která je ovlivněna především průběhem počasí v daném roce. Počasí ovlivňuje výskyt a dobu trvání ledové pokrývky, dobu míchání vodního sloupce, délku období s promíchaným vodním sloupcem, začátek stratifikace a nástup podzimního promíchání vodního sloupce a také vývoj teploty v horní větrem míchané homogenní vrstvě vody (epilimnion). Další významný faktor je proměnlivost v přítoku vody z vlastního povodí, která přináší živiny do jezera (fosfor, dusičnanový dusík). Více vody přitéká v první polovině roku (jarní tání, jarní deště). O průběhu přítoku rozhoduje vývoj teplot a srážek zejména v zimním a jarním období, což bylo velmi zřetelné například v roce 2013.

Koncem zimy (po roztátí ledu) začíná vývoj v jezeře s dokonale promíchanou vodou s prakticky stejnou kvalitou od hladiny do dna i v největších hloubkách. Koncentrace kyslíku je blízka 100 % díky dosycení kontaktem se vzduchem a díky malé intenzitě biologických procesů ve studené vodě (teplota cca 2 – 7 °C). V dobře prokysličené vodě s relativně vysokým pH jsou nízké koncentrace železa, manganu i fosforu kvůli jejich menší rozpustnosti v těchto podmínkách. Kvůli nedostatku světla v zimě bývá pod ledem nízká koncentrace fytoplanktonu a v důsledku toho i zooplanktonu.

Na jaře s nástupem stratifikace vodního sloupce dochází k rychlému zvýšení množství fytoplanktonu, který se ovšem později postupně koncentruje v hlubších vrstvách vody kolem 5 – 10 (15) m v tzv. metalimnetickém maximu. Maximum rozvoje fytoplanktonu v metalimniu nastává před výrazným nárůstem teploty vody koncem léta v této vrstvě. Pomalé prohrátí metalimnia vysvětluje příčinu takového vývoje fytoplanktonu spíše než zvýšená trofie vody. Zvýšená koncentrace fosforu se totiž v tomto období nevyskytuje. Růst fytoplanktonu není příliš závislý na teplotě vody. Roste rychle i ve studené vodě. Naproti tomu růst a aktivita zooplanktonu je nízkou teplotou velmi utlumena. V dříve prohrátém epilimniu rychle roste filtrační aktivita zooplanktonu konzumujícího fytoplankton a proto v něm časně jarní maximum fytoplanktonu rychle končí a nedosahuje takové výše jako v metalimniu. V metalimniu vysoká koncentrace chlorofylu přetrvává déle a dosahuje větší výše díky podstatně pomalejšímu růstu filtrační aktivity zooplanktonu. V metalimniu vzniká přesycení kyslíku a to postupně až do léta narůstá. Nasycení rozpuštěného kyslíku obvykle indikuje svou výší a kolísáním trofii nádrže (oligotrofie cca 90 – 110 %, eutrofie < 50 % - > 150 %). To ale v jezeře Milada striktně neplatí. V horní permanentně míchané vrstvě se udržuje koncentrace kyslíku blízka 100 %. V hlubších vrstvách (hypolimnion) koncentrace kyslíku začíná klesat kvůli spotřebě na oxidaci organické hmoty klesající z vyšších vrstev, protože kyslík není doplňován ani kontaktem se vzduchem ani fotosyntézou fytoplanktonu. Deficit kyslíku narůstá směrem ke dnu a v průběhu roku. Vrcholí až bezprostředně před úplným podzimním promícháním vodního sloupce, které v jezeře Milada obvykle nastává až těsně před polovinou prosince. Když koncentrace kyslíku ve vrstvách u dna poklesne pod cca 1 mg/l, začne se ze dna intenzivně uvolňovat mangan a méně intenzivně i železo a fosfor. Jejich koncentrace, které bývají ve vyšších vrstvách pod limitem stanovitelnosti, mají ve vrstvě s deficitem kyslíku nade dnem zřetelný gradient narůstající ke dnu. Ve vrstvách s deficitem rozpuštěného kyslíku dochází také k odštěpení chemicky vázaného kyslíku z dusičnanů za vzniku amoniaku, jehož koncentrace směrem ke dnu rovněž narůstají. Fosfor uvolněný v podmínkách anoxie ze sedimentu by mohl ve vodním sloupci podpořit růst fytoplanktonu a eutrofizovat jezero (vnitřní eutrofizace). Zatím k tomu nedochází, protože vrstva se zvýšenými koncentracemi fosforu se zamíchá do celého vodního sloupce až během prosince, kdy rozvoji fytoplanktonu brání nedostatek světla. Protože vrstva se zvýšenou koncentrací fosforu se jen velmi málo podílí na objemu nádrže, koncentrace fosforu po promíchání vody klesá v celém vodním sloupci pod detekční limit.

Následně dochází ke srážení a sedimentaci fosforu z vodního sloupce, což podporuje dobré prokysličení nastávající během zimy. Na jaře je vliv přísunu fosforu ze dna již potlačen.

Voda v jezeře Chabařovice má vysokou koncentraci různých forem uhličitánů a tedy i vysokou alkalitu. To umožňuje existenci výrazného ročního cyklu ve vertikálním gradientu uhličitánů, který ovlivňuje přes změny v hustotě vody i proces míchání vodního sloupce a přispívá k udržení oligotrofie jezera. Fytoplankton při fotosyntéze využívá nejprve volně rozpuštěný oxid uhličitý, který je však přítomen pouze při pH nižším než 8,3. Některé druhy fytoplanktonu dokážou využít i oxid uhličitý z hydrogenuhličitánů, které se přitom mění na nerozpustné uhličitany klesající ke dnu. Koncentrace hydrogenuhličitánů v horní vrstvě vody postupně klesá. Sraženiny uhličitánů klesají od hladiny ke dnu, kde zčásti reagují s volným oxidem uhličitým pocházejícím z mineralizace organických látek za vzniku hydrogenuhličitánů, takže zde jejich koncentrace během teplého ročního období narůstá. V původně homogenním vodním sloupci na konci zimy tak vzniká gradient koncentrace hydrogenuhličitánů rostoucí od hladiny ke dnu a ten se postupně v průběhu roku zvyrazňuje. Směrem ke dnu tak roste rovněž alkalita, ale i celková koncentrace rozpuštěných látek a s ní související vodivost. Jednotlivé formy oxidu uhličitého svým poměrem určují pH vody. Z původně konstantního pH v celém vodním sloupci na konci zimy tak postupně vzniká stav, kdy v hladinové vrstvě pH roste a směrem ke dnu klesá. Gradient hydrogenuhličitánů má za následek také růst hustoty vody od hladiny ke dnu, což zvyšuje stabilitu stratifikace vodního sloupce (přičítá se k vyšší hustotě vody u dna podmíněné její nízkou teplotou) a zpomaluje promíchávání vody vlivem větru. Stabilní stratifikace zamezuje zamíchání rozpuštěného fosforu u dna do vodního sloupce a podporuje tak udržení oligotrofie jezera. Spolu s hydrogenuhličitany se sráží a klesá ke dnu i fosfor z horních vrstev vody. To je další mechanismus podporující nízkou trofii jezera.

Další podobný roční cyklus existuje i u dusičnanů. Dusičnany se do jezera dostávají z vlastního povodí z rekultivovaných výsypek především v jarním období. V průběhu roku se v jezeře spotřebovávají částečně na růst řas ve vodním sloupci a makrovegetace u břehů a jejich koncentrace během roku mírně klesá. U dna v podmínkách deficitu rozpuštěného kyslíku se z dusičnanů uvolňuje chemicky vázaný kyslík a slouží k oxidaci přítomných organických látek. Koncentrace dusičnanů v této vrstvě tudíž klesá rychleji a souběžně vzniká jejich redukce amoniak. Po zimním promíchání a přítoku vody z povodí

se na jaře vyšší koncentrace dusičnanů opět obnoví. Výchozí jarní koncentrace dusičnanů je ovlivněna množstvím srážek a je tedy poněkud variabilní. V dlouhodobé perspektivě má tendenci poklesu na hodnoty blízké nule.

Další roční cyklus je vyvolán jarním třením ryb, růstem individuální hmotnosti plůdku a jeho následnou mortalitou. Vylíhlý plůdek se zpočátku živí nejdrobnějšími druhy zooplanktonu (vířníci). Během 1 – 2 týdnů pak i většími druhy a po cca 1 měsíci preferuje velké perloočky a některé druhy i zoobentos. Protože rybičky rychle rostou, narůstá rychle i jejich celková biomasa a spotřeba potravy a tím i jejich vliv na zooplankton, zejména na velké účinné filtrátory fytoplanktonu. Biomasa letošního plůdku v nádržích obvykle překračuje koncem léta celkovou biomasu starších ryb a má navíc relativně vyšší spotřebu potravy na jednotku hmotnosti. Skutečně dosažená hmotnost je však negativně ovlivňována mortalitou plůdku, na čemž se nejvíc podílejí přítomné dravé ryby. V eutrofnějších nádržích dochází v letním období ke snížení biomasy velkých perlooček a k jejímu nahrazení menšími, méně efektivně filtrujícími druhy zooplanktonu – drobnými perloočkami, buchankami a vířníky. Výsledkem bývá letní pík fytoplanktonu, často sinic vodního květu. V podmínkách jezera Milada takto zřetelný letní vývoj zatím nenastává kvůli poklesu koncentrace fosforu ve vodním sloupci během jarního a letního období.

Přibližně v období od května do srpna narůstá výrazně i biomasa vodních makrofyt v mělké příbřežní zóně, což má také značný vliv na kvalitu vody a koloběh živin. V podmínkách velké vodní nádrže s epilimniem silně míchaným větrem ovšem nevzniká stabilní prostředí litorálu s vodou odlišné kvality od pelagiálu. Celkově jsou podmínky na jezeře Milada v litorální zóně dosud nedostatečně odsledované.

Po ukončení napouštění z nádrže Kateřina je jediným zdrojem řízeného napouštění **přelivový vrt stařinových vod**. Z pohledu přínosu celkového fosforu přítok těchto vod do jezera v množství až 60 l/s celoročně je dlouhodobě akceptovatelný. Není ho nutné snižovat čerpáním důlních vod. Při uvažovaném maximálním přítoku by to představovalo ročně přínos cca 0,006 mg/l celkového fosforu. To není zanedbatelné vzhledem ke koncentraci fosforu v jezeře. Reálný průměrný přítok za poslední roky je však méně než třetinový, a tedy i přínos fosforu jen max. 0,002 mg/l. Navíc možná jen malá část celkového fosforu může být využitelná fytoplanktonem. Bylo by účelné v přelivovém vrtu pravidelně stanovovat i fosforečnanový fosfor, což přibližně odpovídá využitelnému podílu. Dále je na místě zvážit, jaký podíl fosforu z přelivového vrtu zůstane delší dobu ve vodním sloupci. V přelivovém vrtu je poměrně vysoká koncentrace železa,

které se po přítoku do jezera v prokysličené vodě s relativně vysokým pH rychle sráží. Spolu se železem se sráží i část fosforu.

Další problematický ukazatel je amoniakální dusík na úrovni 12 mg/l, který téměř o 2 řády překračuje normu environmentální kvality. 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 mnoho, protože to odpovídá normě environmentální kvality (0,23 mg/l). Ve skutečnosti bude přísun ještě podstatně 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 odvětrání amoniaku podporuje. Průměrné koncentrace amoniakálního dusíku v horních 10 m za období 2009 až 2018 spíše zvolna klesají a pohybují se na úrovni pouze 0,04 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. Naopak z hlediska udržení dostatečně vysokého poměru dusíku k fosforu jako prevenci rozvoje sinic vodního květu je tento přísun žádoucí, protože ve všech ostatních zdrojích vody pro jezero koncentrace dusíku klesá.

Problémem pro kvalitu vody není ani vysoká koncentrace železa (cca 4 mg/l) a manganu (cca 0,35 mg/l). Oba kovy se v dobře prokysličené vodě rychle srážejí a jejich koncentrace v epilimniu a metalimniu se udržuje na úrovni 0,02 až 0,03 mg/l, tzn. hluboko pod limitem pro povrchové vody. Jako estetický problém mohou být vnímány rezavé sraženiny okolo přítoku do jezera. Toto se ovšem týká jen zcela zanedbatelné části břehové linie.

Určitým problémem je vysoká koncentrace rozpuštěných látek (cca 1 000 mg/l). V současnosti se dá odhadnout přínos přelivového vrtu k růstu koncentrace rozpuštěných látek v jezeře na cca 5 mg/l za rok. V případě významného zvýšení jejich koncentrace v jezeře by se roční růst zpomaloval. Pokud by se to stalo problémem, je možno snížit koncentraci rozpuštěných látek přítokem z nádrže Kateřina, kde je jejich koncentrace v současnosti jen cca 300 mg/l. Časem klesne koncentrace rozpuštěných látek i v odvodňovacích příkopech a problém samovolně během snad už 10 – 20 let pomine.

Je tedy zřejmé, že žádný ukazatel kvality vody v přelivovém vrtu není nebezpečím pro kvalitu vody v jezeře. Není tudíž nutno omezovat přítok vody z přelivového vrtu snižováním hladiny stařinových vod pomocí čerpání na ČS důlních vod Kateřina.

6.7.2. Zajištění dlouhodobě udržitelné kvality vody v jezeře

Opakovaně bylo konstatováno, že jediným reálným rizikem pro kvalitu vody v jezeře Milada je eutrofizace a její projevy, jako je malá průhlednost vody, nadměrné zarůstání makrovegetací a vláknitými řasami, vysoké koncentrace sinic vodního květu, rozkolísaný kyslíkový režim. Potvrzují to přesvědčivě údaje získané dlouhodobým podrobným monitoringem kvality vody v jezeře i v přítocích do jezera. Voda nemá extrémní chemismus (kyselá, velmi vysoká koncentrace solí), nemá vysoké koncentrace kovů ani dalších cizorodých látek, ukazatele mikrobiálního znečištění jsou hluboko pod limitními hodnotami.

Naproti tomu potenciál pro nastartování eutrofizace existuje. Během napouštění se v sedimentu jezera vytvořila zásoba fosforu jako limitující živiny, která by mohla jeho koncentraci ve vodním sloupci zvýšit skoro řádově z cca 0,01 na 0,1 mg/l, tzn. výchozí koncentraci v nádrži Kateřina. Stejná koncentrace v nádrži Kateřina i v přelivovém vrtu důlních vod přetrvává. V Modlanském potoce se v posledních letech pohybuje koncentrace celkového fosforu na úrovni 0,45 mg/l. K tomu je třeba počítat s dalšími nepodchycenými zdroji jako je prach, ptačí trus a budoucí rekreace u jezera. Dá se očekávat i růst koncentrace v přítocích z vlastního povodí. V dlouhodobém horizontu bude nutně docházet k růstu zásob fosforu v sedimentu a nakonec je nutno počítat i s růstem trofie a potřebou chemického ošetření sedimentu směřující k imobilizaci přítomného fosforu. Cílem by mělo být tento stav co nejvíce oddálit. Během napouštění se jezero s přísunem fosforu velmi dobře vyrovnávalo. Totéž platí po omezení přítoku z nádrže Kateřina po napuštění jezera.

Je vhodné také připomenout, že se pro udržení nízké trofie vody udělala významná opatření již v minulosti. Patří k nim volba hlavního zdroje napouštění z nádrže Kateřina místo rovněž uvažované řeky Bíliny. To přispělo k poněkud nižší koncentraci fosforu v přítoku do jezera a díky pomalejšímu napouštění i k rychlejší oligotrofizaci jezera již během jeho řízeného zatápění. Dalším významným opatřením bylo vybudování protieutrofizační nádrže, která zadržuje cca dvě třetiny fosforu z protékající vody, přičemž existuje prostor pro zvýšení účinnosti. Klíčovým opatřením bylo převedení

Modlanského potoka, jehož koryto odvádí vodu mimo jezero místo původně uvažovaného zaústění přímo do jezera. Nové koryto navíc umožňuje vést mimo jezero i část vody z vlastního povodí. Významný je rovněž monitoring rybí obsádky a úprava jejího složení s cílem omezit vyžírací tlak na zooplankton a zvýšit podíl velkých perlooček účinně filtrujících vodu.

V následujícím období bude základem preventivní úsilí o co nejmenší přísun fosforu jako limitující minerální živiny do jezera ze všech zdrojů z okolí: svedení co nejvíce přítoků ze svahů lomu mimo jezero do odtoku z jezera, omezení přítoku z Modlanského potoka do jezera, minimalizace přítoku z Kateřiny, omezení přítoku z přelivového vrtu, omezení prašnosti v okolí jezera, zamezení odtoku splaškových vod z rekreace na březích do jezera, zákaz vnaďení při lovu ryb v jezeře, omezení výskytu vodního ptactva (zejména racků).

Výše uvedené podmínky není třeba brát absolutně a mohou být realizovány i se značným časovým odstupem, s respektováním poměru ekonomických nákladů k věcným přínosům a s přihlédnutím k přínosům jednotlivých zdrojů vody pro kvalitu vody v jezeře. Stávající podmínky jezera jsou totiž velmi dobré a kvalita vody rovněž. Přítok z nádrže Kateřina na úrovni cca 20 l/s může být žádoucí kvůli zamezení přílišného nárůstu koncentrace rozpuštěných látek. Přítok z přelivového vrtu důlních vod je dlouhodobě akceptovatelný z hlediska přísunu fosforu, železa i manganu. Je naopak přínosem z hlediska udržení dostatečně vysoké koncentrace dusíku v jezeře.

Je možné poměrně dlouhou dobu preferovat doplňování vody v jezeře z přítoků z vlastního povodí (odvodňovacích příkopů) před přítokem z nádrže Kateřina, protože proces zasolování jezera je i v takovém případě velmi pomalý. Převládá skutečnost, že v odvodňovacích příkopech je přibližně pětikrát menší koncentrace fosforu než v nádrži Kateřina, že neobsahují vůbec sinice vodního květu a ještě dlouhou dobu budou zdrojem dusíku umožňujícím podpořit jeho žádoucí koncentraci v jezeře. Je tedy možné obnovit zaústění do jezera i některých příkopů v mezidobí svedených do umělého koryta Modlanského potoka.

Pozitivní je výskyt mlže slávičky mnohotvárné, která se dostala do jezera nezáměrně. Populace slávičky se dá podpořit pevnými podklady ve vodním sloupci, částečně využije i přítomné vodní rostliny. Je však nežádoucí na dně v místech koupání, kde by měl být jen jemný písek, který jí jako podklad nevyhovuje.

Je potřebné snížit výskyt kaprovitých ryb vysazováním dravců. Bylo by užitečné lépe doložit vztah mezi rybí obsádkou v jezeře a složením zooplanktonu a fytoplanktonu.

7. HODNOCENÍ VÝVOJE KVALITY VOD V JEZEŘE BARBORA (BÝVALÝ HNĚDOUHELNÝ LOM BARBORA) OD POČÁTKU KONTINUÁLNÍHO SLEDOVÁNÍ ZATOPENÉHO LOMU V ROCE 1994 DO SOUČASNOSTI

7.1. Historické souvislosti

Začátky dobývání hnědého uhlí v oblasti Bílinska a Teplicka sahají až do poloviny 18. století, ale skutečný rozvoj průmyslové těžby začal až ve druhé polovině 19. století v souvislosti s výstavbou železničního spojení a možnostmi odbytu uhlí i do vzdálenějších míst. Kromě hlubinných dolů se těžilo i povrchovým způsobem. Po druhé světové válce zde bylo v provozu 10 hlubinných dolů a 12 menších povrchových lomů. Do národního podniku, později závodu Dukla patřily malolomy Liebig, Svornost (ČSM), Otakar, Barbora a vlastní Dukla (dříve Karel). Pro všechny provozní dukelské úseky byla tehdy typická malostrojová technika tvořená výhradně lžícovými rýpadly [2].

Přímo v prostoru dnešních nádrží Otakar a Barbora a jejich nejbližším okolí se těžilo na hlubinných dolech Alžběta I, II a III, Boží Požehnání, Karel Josef, Otakar I a II, Emilie, Heribert a další [3]. Těžba probíhala většinou od 19. století do první poloviny 20. století. Samotné vodní nádrže jsou však pozůstatkem až povrchové těžby uhlí – lomů Otakar a Barbora. Lom Otakar těžil od roku 1926 dolové pole severozápadně od Košťan. Po roce 1960 byla veškerá skrývka deponována do vyuhleného prostoru, čímž se částečně obnovoval původní terén. Skrývka byla zastavena v roce 1965 a douhlování skončilo v roce 1967. Lom Barbora, který byl založen v roce 1957 jako rozšíření sousedního lomu Otakar [2], těžil hlubinně přerubanou uhelnou sloj mezi Košťany, Kamenným Pahorkem a Oldřichovem [4]. Dolové pole lomu Barbora bylo mezi obcemi Oldřichov a Košťany se západním ohraničením hlubinným dolem Barbora, na jihu výchozem sloje a ochranným pilířem obce Oldřichov, na severu lom navazoval na dolové pole lomu Otakar (Obrázek 107). Právě propojení obou malolomů dovolilo odtěžit uhlí v uceleném dolovém poli v délce až 1 000 m. Mocnost uhelné sloje dosahovala 12 až 16 m a byla uložena pod 25 až 45 m vrstvou nadloží. Roční objemy skrývky činily zhruba 3 mil. m³, uhlí kolem 0,5 mil. t. Největší roční těžby 578 tis. t uhlí bylo dosaženo v roce 1966 [2]. Nejhlubší část lomu byla v západní části, kde se dostala až na úroveň 192,5 m n. m. Těžba v lomu Barbora byla ukončena v roce 1973.



Obrázek 107. Lom Barbora kolem roku 1965



Obrázek 108. Lom Barbora kolem roku 1975

Na dně lomu širokém 50 – 100 m zůstaly zbytky bazální části uhelné sloje. Severovýchodní část lomu je zasypána vnitřní výsypkou, tvořenou převážně zcela rozloženými jíly, z menší části zahliněnými šterky. Po zastavení čerpání důlních vod a skončení těžebních prací docházelo k postupnému zatápění dna lomu (Obrázek 108). Vzestup hladiny postupně zhoršoval stabilní podmínky skrývkových svahů a vnitřní výsypky a vedl k sesuvům.



Foto: Ing. Stanislav Štýs, DrSc.

K rekultivaci prostoru Otakar – Barbora bylo přistoupeno v roce 1981 [5]. Nejprve byla stabilizována vodní hladina Barbory vybudováním přepadu do nedalekého potoka Bouřlivec. Vznikly dvě vodní plochy o výměře 73 ha – oba bývalé doly s nestejnou výškou vodní hladiny jsou propojeny systémem přepadových zařízení. V další fázi bylo provedeno ozelenění břehů a vnitřní výsypky, později 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 předána MNV Oldřichov, práce na lesnické rekultivaci pokračovaly do roku 1994, kdy byla plocha předána OÚ Jeníkov [6].

Začátkem 90. let bylo tvrdě opevněno přítokové koryto z potoka Bouřlivec 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 Bouřlivec do Otakaru v nové trase po svazích lomu a zneprůtočnila začátek regulárního přítokového koryta. Následně nebyl přítok z Bouřlivec obnoven.

V letech 2003 – 2005 byla provedena sanace severních svahů Barbory, které byly postiženy zátrhy a sesuvy. Sanace zahrnovala území předělu Otakar – Barbora, západních svahů pod košťanským hřbitovem a jižních svahů pod košťanským hřbitovem. Sanace byla prováděna budováním zatěžovacích lavic a terénními úpravami svahů. Rovněž bylo upravováno převodní koryto Otakar – Barbora, na jehož počátku byl vybudován brod pro

propojení košťanské a barborské části lokality. Finální rekultivační práce pak zahrnovaly aplikaci hydroosevu na upravených svazích a jamkovou výsadbu stromů a keřů.

7.2. Současná vodohospodářská situace

Vodní nádrž Otakar má vodní hladinu v nadmořské výšce 259 m n. m., rozlohu 8,5 ha a maximální hloubku 13 m. Vodní nádrž Barbora s vodní hladinou v nadmořské výšce 250 m n. m. má rozlohu asi 63 ha, maximální hloubku 60 m a průměrnou hloubku asi 23 m. Objem nádrže je přibližně 11,5 miliónu m³. Obě nádrže jsou v současnosti odkázány pouze na přítoky z vlastního povodí. Nádrž Otakar je průtočná do nádrže Barbora, ze které voda odtéká do Bouřlivce.



Obrázek 109. Vodní nádrž Otakar



Obrázek 110. Brod přes odtokové koryto z vodní nádrže Otakar



Obrázek 111. Vodní nádrž Barbora (severní část)



Obrázek 112. Vodní nádrže Otakar a Barbora

Nádrž Barbora i její blízké okolí je intenzivně využíváno k řadě rekreačních aktivit, zejména k potápění, jachtingu a koupání. Je součástí rybářského revíru „441 003 BÍLINA 4 15 Nová Barbora“ na němž hospodaří MO ČRS Duchcov.

7.3. Historie sledování

Kvalita vody na počátku samovolné akumulace byla ovlivněna kontaktem s uhelnou slojí, která tvořila část dna nádrže, neboť nebyla úplně vytěžena. Přestože o počáteční kvalitě nejsou dostupné údaje, podle charakteristiky S. Štýse šlo o běžnou rezavou důlní vodu. Kvalita vody se však přirozenými procesy rychle zlepšila natolik, že se Barbora již v 80. letech stala atraktivní nádrží.

Dobrá kvalita vody v polovině 80. let vedla k zájmu podniku Státní rybářství, odštěpný závod Lahovice vybudovat na odtoku rybí sádky. Pro potřebu tohoto záměru byla v letech 1985 až 1988 sledována kvalita vody v odtoku z Barbory a v potoce Bouřlivec, který měl být zdrojem pro zvýšený odběr vody. Byl sledován i vertikální profil v nádrži do hloubky 40 m v měsíčních intervalech od října 1987 do září 1988. Hodnocení prováděl R. Faina z Výzkumného ústavu rybářského a hydrobiologického ve Vodňanech,

odběry a analýzy laboratoř současného Povodí Ohře, s. p. Byla zjištěna velmi dobrá kvalita vody a celoročně prokysličená voda až do dna. Od záměru vybudovat sádky bylo nakonec upuštěno z důvodu předpokládané silné eutrofizace nádrže zvýšeným průtokem vody bohaté živinami. Odběr na sádky by se totiž pohyboval na úrovni několika set l/s nebo až několika m³/s a koncentrace fosforu v Bouřlivci se tehdy pohybovala i nad 1 mg/l.

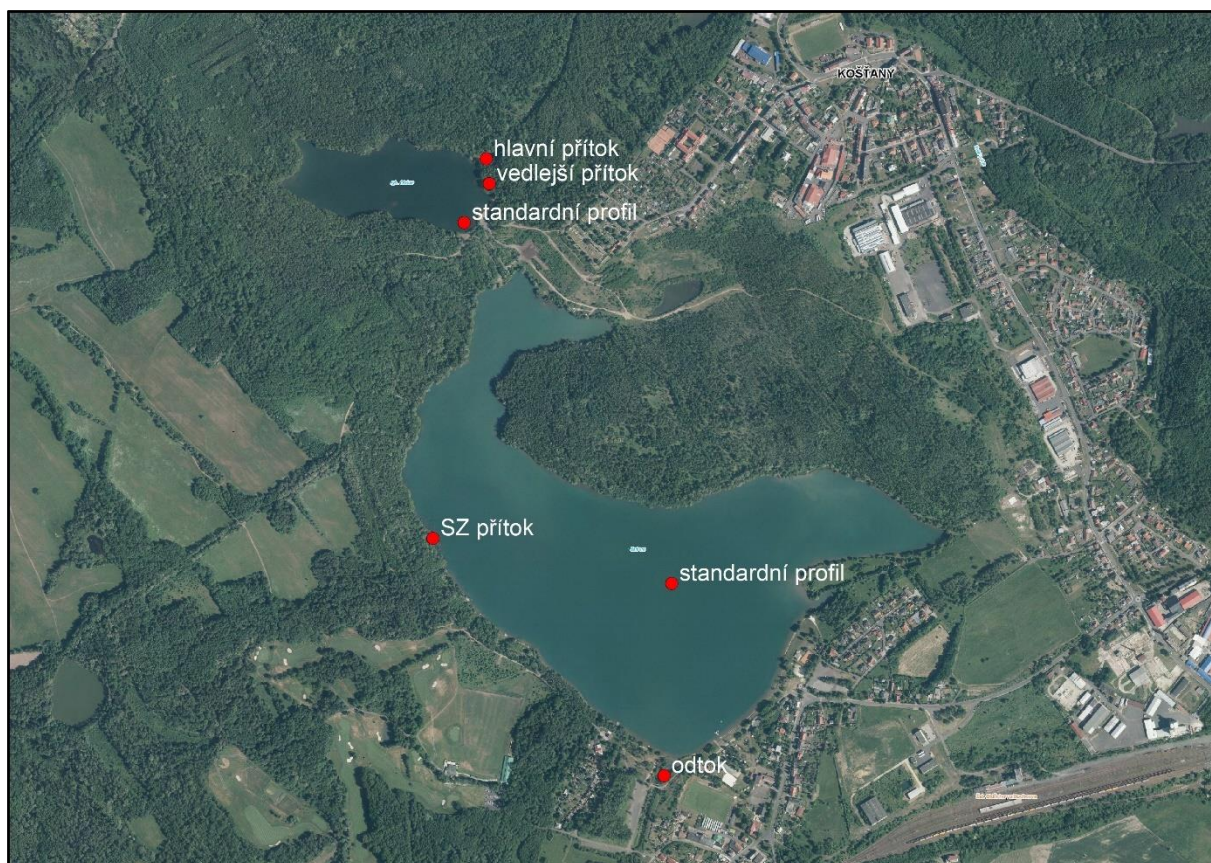
Další vzorkování proběhlo v letech 1993–1994 v rámci výzkumného projektu zaměřeného na zahlazení důsledků povrchové těžby uhlí řešeného Českým geologickým ústavem. Jeho výchozím předpokladem bylo, že nádrže ve zbytkových jamách mají být mělké a průtočné v zájmu zachování dobré kvality vody. Někteří řešitelé také požadovali striktní oddělení důlních a povrchových vod, což je technicky obtížné a nákladné a vede rovněž ke vzniku mělkých vodních nádrží. Ve studii Fainy a Přikryla z VÚRH Vodňany bylo dokumentováno i na příkladu jednorázově odebraných vzorků z Otakaru a Barbory, že hlavním rizikem zbytkových jam je eutrofizace a že je vhodné naopak budovat ve zbytkových jamách hluboké nádrže s minimálním průtokem. Studie formulovala určité zásady pro zatápění zbytkových jam a navrhla i další sledování problematiky.

Od roku 1996 do současnosti je prováděno úsporné sledování kvality vody a planktonu obou nádrží pro potřeby Severočeských dolů, a. s., které zabezpečuje R-Princip Most, s. r. o., ve spolupráci s Povodím Ohře, s. p., a ENKI, o. p. s., Třeboň. Odebírány jsou vzorky vody, zooplanktonu a fytoplanktonu od hladiny do hloubky 50 m. Až do dna je proměřován terénní sondou profil teploty, pH, kyslíku, vodivosti, oxidačně redukčního potenciálu a nověji i zákalu, chlorofylu a počtů buněk sinic. Odběry jsou prováděny dvakrát ročně po vytvoření stabilní letní stratifikace na přelomu května a června a na vrcholu stratifikace na přelomu srpna a září. Souběžně se měří průhlednost vody. O výsledcích jsou zpracovávány roční hodnotící zprávy pro potřeby Severočeských dolů, a. s.

Kvalita vody z hlediska vhodnosti ke koupání je od roku 2004 také sledována Krajskou hygienickou stanicí Ústeckého kraje se sídlem v Ústí nad Labem [7]. Barbora byla před několika lety vymezena jako samostatný útvar stojaté vody. Z tohoto důvodu se na ní provádí v tříletých intervalech jednoletá sledování pro doložení ekologického stavu jezera, jak ukládá Rámcová směrnice o vodní politice EU.

7.4. Metodika sledování

Klíčový pro sledování Barbory je vertikální profil na nejhlubším místě jezera ležícím na spojnici mezi pontonem u potápěčské základny a protilehlým břehem (přibližně severním směrem). Tento profil je sledován od poloviny 80. let do současnosti. Terénními sondami je zde proměřováno od hladiny ke dnu několik ukazatelů, v 5 – 10 m intervalech odebírány vzorky vody na chemický rozbor, měřena průhlednost a odebírány vzorky planktonu. Další trvale sledovaný bod je odtok z Barbory, kde existuje ještě o 2 roky delší časová řada, ale odebírají se v něm jen vzorky vody na chemický rozbor. V polovině 90. let byl monitoring doplněn o nádrž Otakar, přes kterou byl do Barbory sveden přítok z potoka Bouřlivce, a která určitým způsobem ovlivňuje protékající vodu. Na začátku sledování v roce 1996 byly po dvakrát provedeny odběry z lodi obdobně jako na Barboře na nejhlubším místě v jihozápadní části nádrže. V dalším období se již odběry omezily na odtok z Otakaru, přítok z Bouřlivce (hlavní přítok) a o něco později přítok ze svahu od Košťan (vedlejší přítok). Přítok z Bouřlivce byl omezený již kolem roku 2000 a po záplavách v roce 2002 byl zcela přerušen (průtok většinou maximálně 0,3 l/s). 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.



Obrázek 113. Odběrná místa na jezeře Barbora

Součástí chemického rozboru jsou základní ukazatele charakterizující děje ve vodě a podmínky pro ně. Zahrnuje iontové složení vody a vodivost (souhrnný ukazatel koncentrace všech iontů), pH (reakce vody, zásadně ovlivňuje reakce řady látek i podmínky pro živé organismy), minerální živiny a jejich dílčí sloučeniny (dusík, fosfor, křemík) a ukazatele aktivity živých organismů (organické látky, chlorofyl, nerozpuštěné látky). Doplnují je železo a mangan, které indikují i chování většiny ostatních kovů. Tento komplex fyzikálně chemických ukazatelů umožňuje spolu s údaji z terénní sondy a biologickými údaji dost přesně charakterizovat aktuální stav obou nádrží i jejich dlouhodobý vývoj.

Chemické rozboru postupně prováděly laboratoře následujících institucí:

1985 – 1988 Povodí Ohře

1995 – 1998 VÚRH Vodňany

1997 ENVI Třeboň

1997 – 2005 VaK Č. Budějovice

2005 – 2012 ENKI Třeboň

Zooplankton je odebírán planktonními sítěmi s oky 80 µm velkými. Od poloviny 90. let je standardně odebírán z Barbory semikvantitativní vzorek protažením horních 10 m vody, který umožňuje vedle určení druhového složení a podílu jednotlivých druhů relativně přesně stanovit i biomasu zooplanktonu. Výsledky analýzy zooplanktonu ze sledování provedeného v 80. letech nejsou k dispozici. Vzorky fytoplanktonu byly zpočátku odebírány z jednotlivých hloubek kvantitativně souběžně se vzorky vody, nikoli však při všech odběrech. Od minulého desetiletí jsou standardně odebírány protažením horních 10 m vodního sloupce planktonkou s oky 20 µm velkými.

Z Otakaru jsou odebírány vzorky zooplanktonu vrhací sítí se stejnou velikostí ok od břehu. Vzorky fytoplanktonu jsou odebírány ze břehu vrhací sítí s oky 20 µm velkými. V 90. letech byly odebírány rovněž kvantitativní vzorky, ale jen u hladiny.

Nepravidelně jsou zaznamenávány i další organismy pozorované na obou nádržích. Jde zejména o výskyt vodní makrovegetace, ryb, vodních ptáků a makrozoobentosu. V případě makrozoobentosu jde především o mlže slávičku mnohotvárnou, kde výskyt přisedlých jedinců je doplněn sledováním přítomnosti jejich pelagických larev ve vzorcích zooplanktonu. Jednorázově byl odebrán i vzorek zoobentosu z několika hloubek v Barboře a pro stanovení saprobity v 90. letech i vzorky zoobentosu z přítoku do Otakaru, odtokového koryta z Otakaru a odtokového příkopu z Barbory.

7.5. Hodnocení kvalitativních ukazatelů akumulované vody v jezeře a jeho přítocích v průběhu dlouhodobého kontinuálního sledování

7.5.1. Základní charakteristika zdrojů napouštěcí vody a přítoků

Jezera Barbora a Otakar leží v povodí č. 1-14-01-060 o rozloze 17,44 km², které je celé díky odtoku z Barbory odvodňováno vodním tokem Bouřlivec. Nicméně z hlediska přítoků srážkových vod do samotných jezer je rozloha podpovodí obou jezer po odečtení plochy jezer asi 2,6 km². Svou roli sehrávají v bilanci jezer pravděpodobně i podpovrchové přítoky podzemních vod, neboť zbytkové jámy obou bývalých lomů nebylo v tomto směru žádným způsobem sanovány.

Zbytková jáma lomu Barbora byla zaplavena bez řízeného přívodu jakéhokoli externího zdroje vody. Ve zbytkové jámě se tak akumulovaly důlní vody, které v době aktivní těžby, byly z jámy odčerpávány. Po ukončení čerpání jejich hladina spontánně

stoupala a vznikající akumulace důlních vod na dně lomu byla dotována i přítoky povrchových vod z vlastního povodí. O chemickém složení jezera z počátku akumulace nejsou k dispozici žádné informace. Nejstarší data pocházejí z roku 1988 (Tabulka 24), kdy však už jezerní voda vykazovala poměrně dobrou kvalitu či vykazovala tendence zlepšování, viz dále.

Do roku 2000 byl jediným významnějším povrchovým přítokem jezera Otakar koryto z vodního toku Bouřlivec. Kvalita tohoto přítoku byla monitorována už od roku 1985, a tak jsou k dispozici historická data o chemickém složení těchto vod (Tabulka 24). Poté, co přítok z Bouřlivce prakticky ustal, se pravidelně sleduje pouze přítok ze svahu pod Košťany. Na jezeře Barbora se sleduje přítok vody z Otakaru (resp. odtok z Otakaru) a od roku 2006 pak významnější přítok ze severozápadních svahů. Přibližně od roku 2002 jsou tedy obě jezera dotována pouze přítoky vod z jejich podpovodí.

Tabulka 24. Vybrané historické ukazatele kvality vody (roční průměrné hodnoty)

(červeným tučným písmem vyznačeny hodnoty překračující limitní hodnoty dle NV)

ukazatel	jednotka	nařízení vlády č. 25/1975 Sb.		přítok z Bouřlivce rok 1985	jezero Barbora, 10 m rok 1988	odtok z jezera Barbora rok 1985
		hodnoty platné ve vodárenských tocích	hodnoty platné v ostatních povrchových vodách			
kyslík	mg/l			10,8	12,3	11,2
pH		6,0 - 8,5	5,0 - 9,0	7,3	8,0	7,6
alkalita	mmol/l			1,7	2,4	2,8
tvrdost c.	mmol/l			2,4	5,1	5,5
BSK5	mg/l	max. 4	max. 8	2,3	1,0	1,4
CHSK-Mn	mg/l	max. 8	max. 20	3,3	2,9	2,4
CHSK-Cr	mg/l			12		10
NH ₄ -N	mg/l	max. 0,5	max. 3	0,604	0,287	0,271
NO ₃ -N	mg/l	max. 15	max. 50	13,14	9,88	13,32
NO ₂ -N	mg/l			0,066	0,013	0,033
P-PO ₄	mg/l			0,2	0,01	0,02
Ca	mg/l	max. 250	max. 300	57	109	121
Mg	mg/l	max. 125	max. 200	25	56	59
Cl	mg/l	max. 200	max. 400	16	16	17
SO ₄	mg/l	max. 200	max. 300	205	435	465
Fe	mg/l	max. 0,5	max. 1,5	0,1	0,02	0,1

Mn	mg/l	max. 0,2	max. 0,5	0,01	0,09	0,04
NL	mg/l			7	0,4	5
RL	mg/l	max. 500	max. 1 000	426	837	896
vodivost	μS/cm			539	969	1024
Cu	μg/l	max. 50	max. 100	3,3	1,5	4,0
Zn	μg/l	max. 50	max. 100	67	17	53
Ni	μg/l	max. 50	max. 100	2	3	2
Cr	μg/l	max. 100	max. 500	3	1	2
Pb	μg/l	max. 50	max. 500	<5	<5	<5
Cd	μg/l	max. 10	max. 300	<1	<1	<1
Hg	μg/l	max. 0,1	max. 5	<0,2	<0,2	<0,2

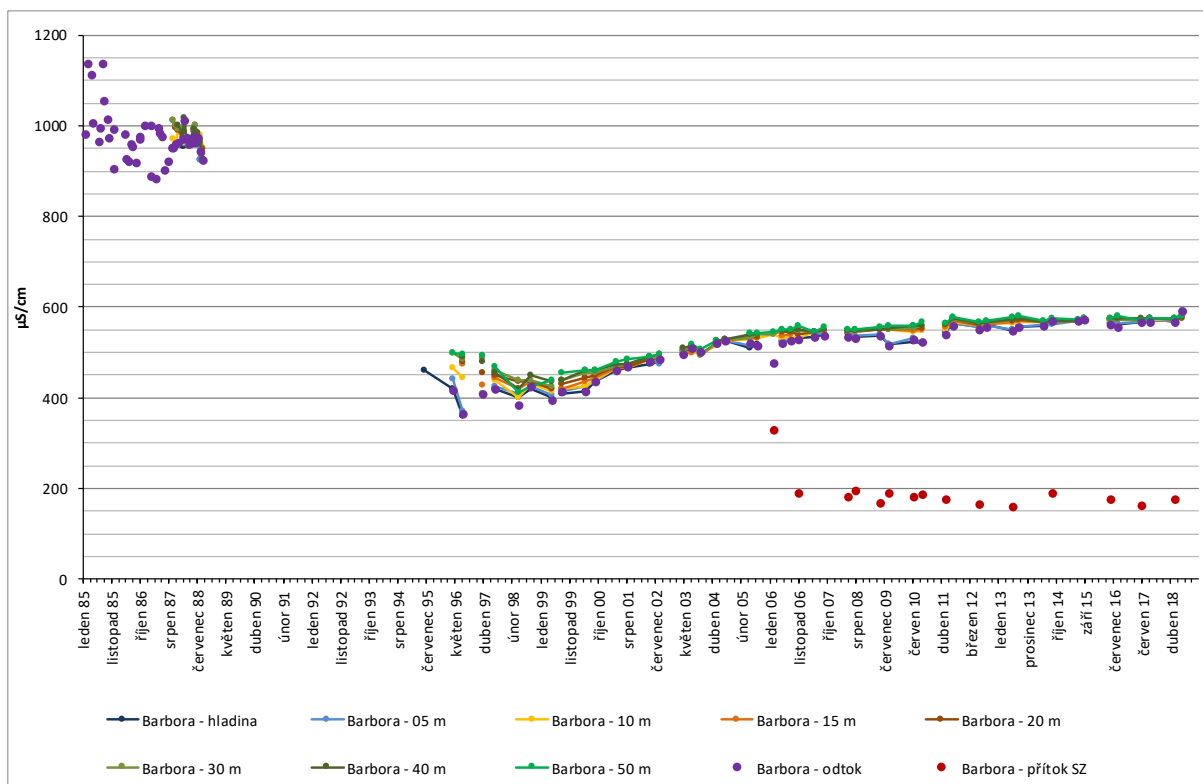
7.5.2. Hodnocení dlouhodobého vývoje ukazatelů kvality vody

Vývoj sledovaných ukazatelů kvality vody je dokumentován v jednotlivých grafech, odděleně pro obě jezera, neboť v grafech jsou pro možnost okamžitého porovnání zobrazeny nejen hodnoty jezerní vody (u Barbory zonační odběr), ale i dostupné hodnoty přítoků a u Barbory i odtoku. Grafy jsou pak pro snazší vzájemné srovnání sestaveny pro celé sledované období od roku 1985 do roku 2018, i když u některých odběrných míst nejsou datové řady kompletní. Pokud není uvedeno jinak, hodnocení jednotlivých ukazatelů vychází ze stanovených hodnot vzorků odebraných z hloubky 10 m. Jsou stabilnější a vystihují kvalitu vody ve vodním sloupci lépe než vzorky hladinové, které jsou častěji ovlivněny některými více méně náhodnými vlivy, jako je déšť, spad prachových částic, nižší koncentrace fytoplanktonu a zooplanktonu, rozpouštění ledu při odběrech v zimě ap. V Otakararu jsou hodnoceny hladinové vzorky u odtoku do Barbory.

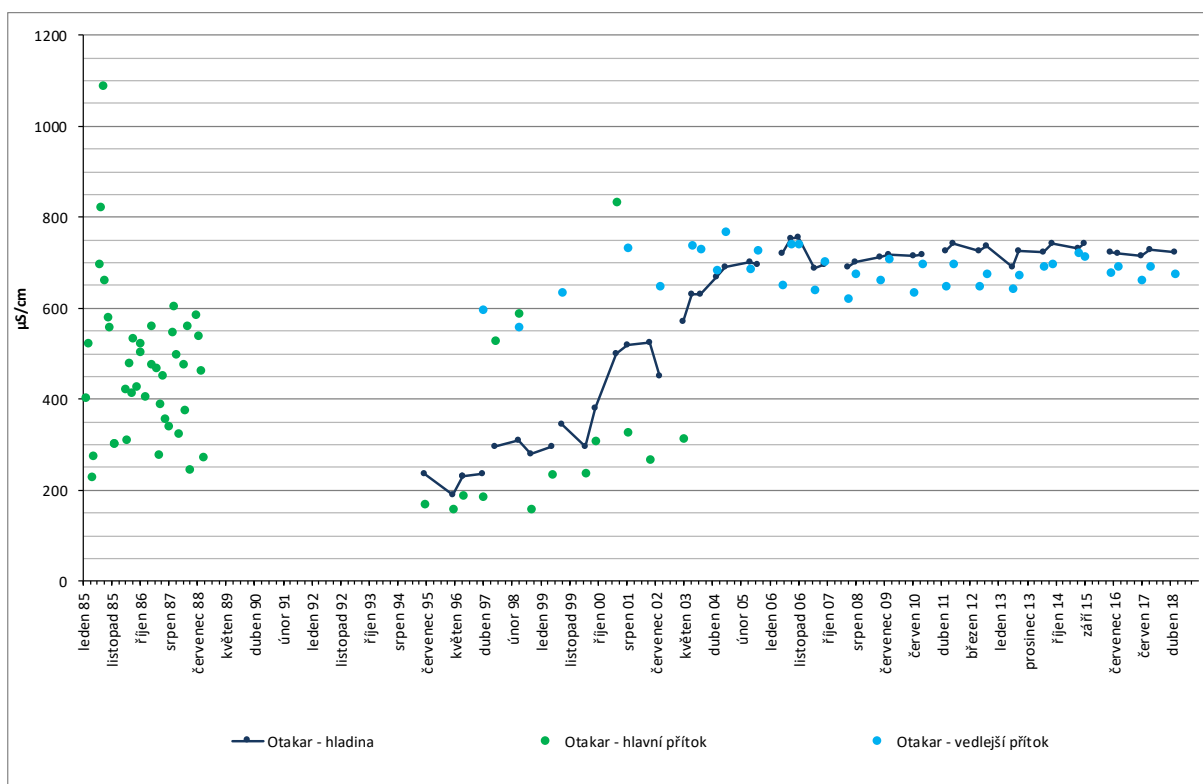
Přestože zbytková jáma lomu Barbora byla neřízeně zaplavena koncem 70. let převážně důlními vodami, měla již ve sledovaném období let 1985–1988 vodu vyhovující ve většině ukazatelů kritériím pro vodárenské toky (Tabulka 24). Pouze u rozpuštěných látek a síranů významný počet vzorků nevyhověl ani limitu pro ostatní povrchové vody. Z dalších ukazatelů ještě u chemické spotřeby kyslíku dichromanovou metodou (CHSK-Cr), dusičnanového a dusitanového dusíku, veškerého železa, veškerého manganu a zinku jednotlivé hodnoty překračovaly limit pro vodárenské toky, avšak zpravidla jen mírně. Případné zvýšené hodnoty se vyskytovaly převážně na začátku sledování. V průběhu let 1985–1988 měla voda v odtoku z Barbory u naprosté většiny ukazatelů výraznou tendenci ke zlepšení. V případě souběžně sledovaného potoka Bouřlivce docházelo v řadě ukazatelů k mnohem významnějšímu překročení limitů.

V průběhu sledování se v důsledku změn převažujících zdrojů vody a změn ve velikosti přítoku z Bouřlivce významně měnilo iontové složení vody v obou nádržích. To lze souhrnně hodnotit prostřednictvím **vodivosti** (souhrnný ukazatel koncentrace iontů, dobře koreluje s rozpuštěnými látkami) a **alkality** (vystihuje převážně koncentraci hydrogenuhličitanů).

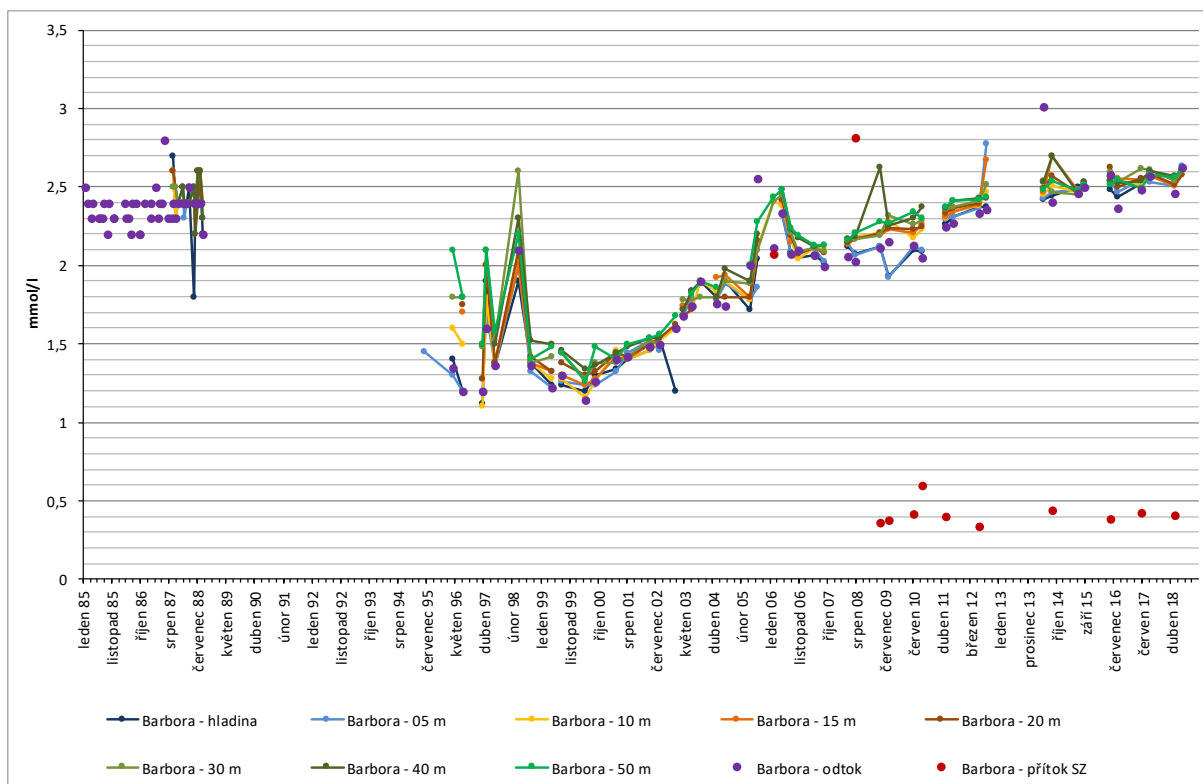
Vývoj **vodivosti** byl poněkud odlišný v obou nádržích (viz Obrázek 114 a Obrázek 115). V Barboře byla v 80. letech zjištěna poměrně vysoká vodivost (cca 1100 $\mu\text{S}/\text{cm}$) charakteristická pro důlní vody. Ta do poloviny 90. let poklesla skoro na polovinu v důsledku nařazení vodou z Bouřlivce, kdy po opevnění koryta přítoku do Otakaru byly udržovány poměrně vysoké průtoky na úrovni kolem 100 l/s. Po jejich omezení ve 2. polovině 90. let se trend změnil a vodivost začala opět pomalu narůstat a v současnosti se blíží k 600 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Dnes se nedá odhadnout, na jaké úrovni se v budoucnu stabilizuje. Pravděpodobně však nedosáhne hodnot jako v 80. letech. V Otakaru byla v polovině 90. let zjištěna podstatně nižší vodivost (cca 250 $\mu\text{S}/\text{cm}$), protože v něm docházelo k intenzivnějšímu propláchnutí vodou z Bouřlivce, kde se vodivost pohybovala pod 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Po omezení přítoku z Bouřlivce převládl přítok ze svahu od Košťan a také neevidované přítoky z výsypky nad nádrží, které mají vyšší vodivost. Vodivost v Otakaru proto začala rychle růst, překročila hodnoty v Barboře a již v roce 2005 dosáhla 700 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Poté se růst vodivosti výrazně zpomalil. V současnosti dosahuje cca 730 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a je zřejmě blízká rovnovážné hodnotě. Z výše uvedeného je zřejmé, jak výrazně může základní chemismus jezer ve zbytkových jamách ovlivňovat přítok z vnějšího zdroje a změny jeho intenzity.



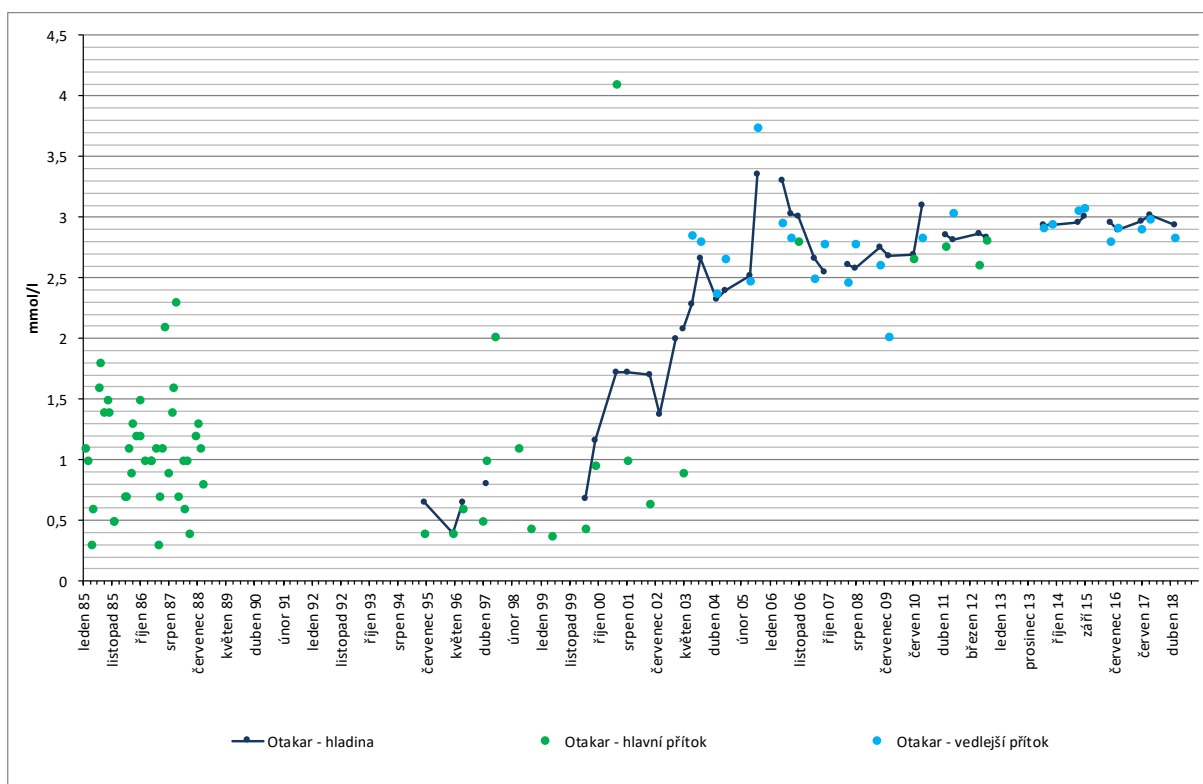
Obrázek 114. Jezero Barbora – vývoj vodivosti ve vybraných hloubkách a přítocích



Obrázek 115. Jezero Otakar – vývoj vodivosti v jezeře a přítocích



Obrázek 116. Jezero Barbora – vývoj alkality ve vybraných hloubkách a přítocích

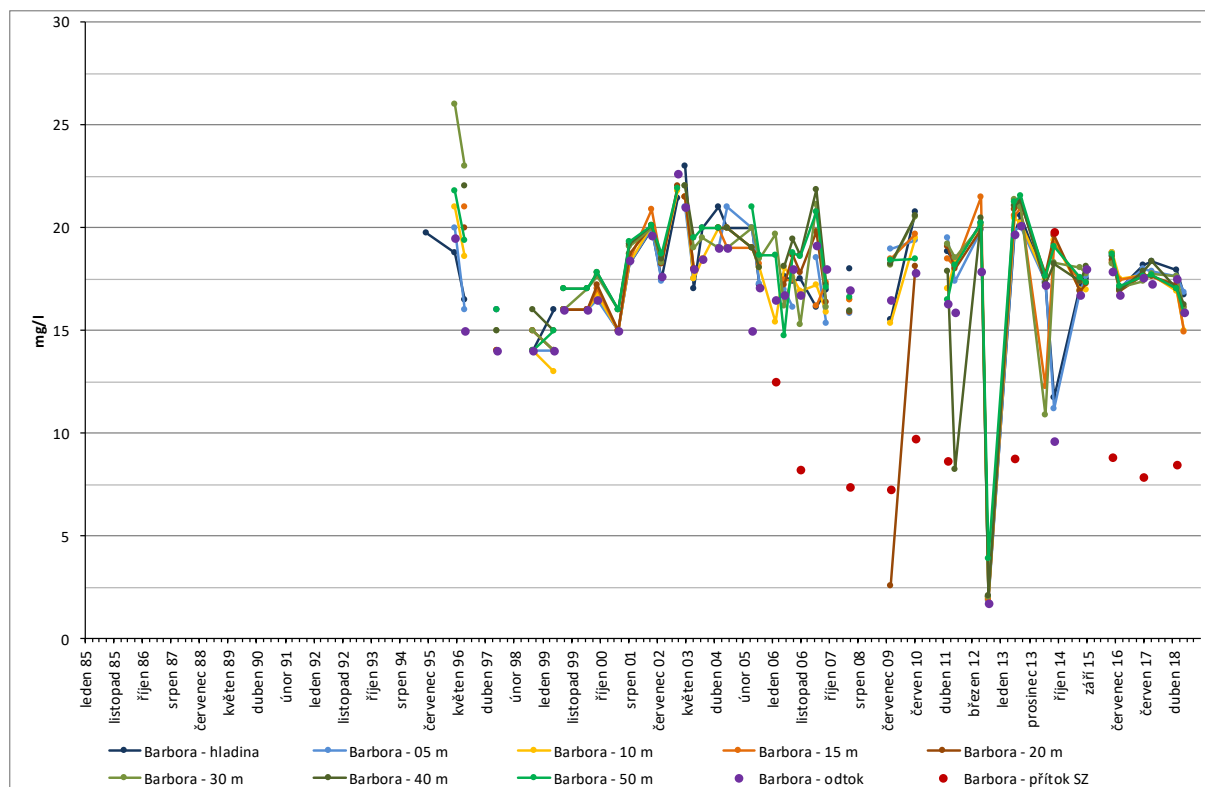


Obrázek 117. Jezero Otakar – vývoj alkality v jezeře a přítocích

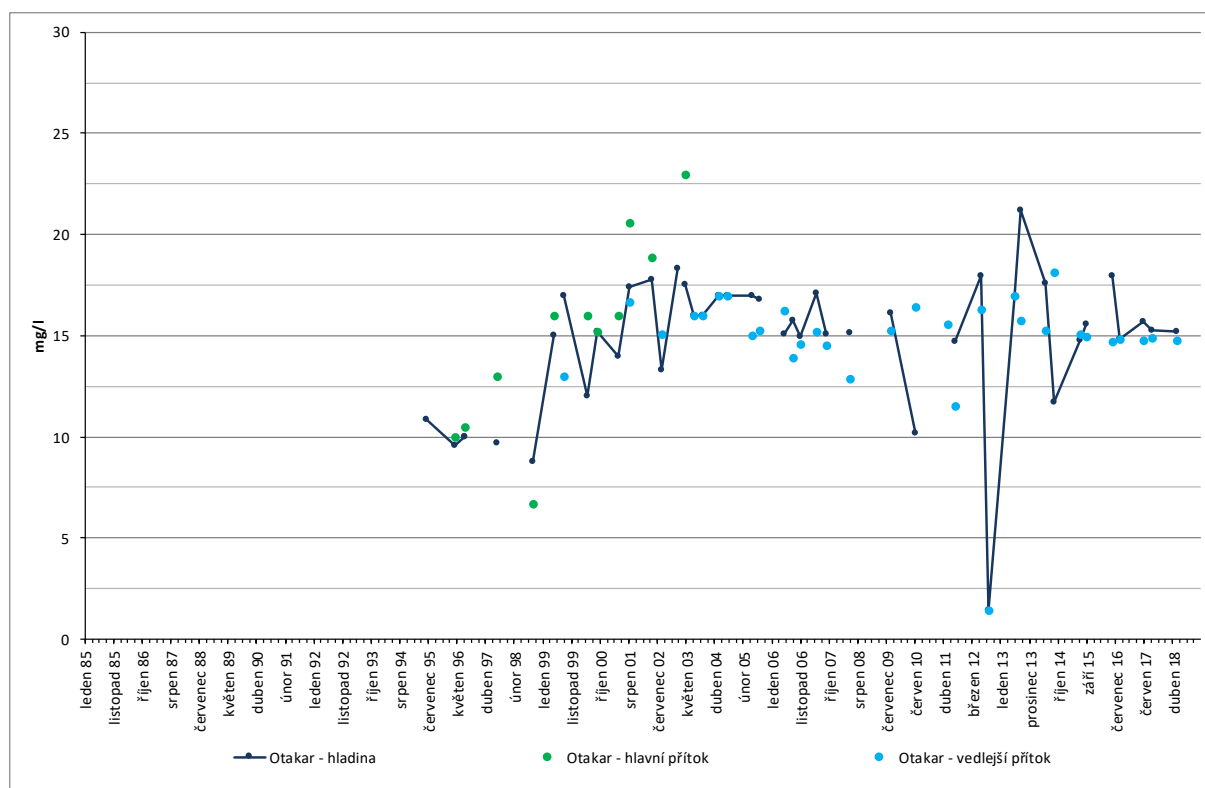
Vývoj **alkalility** byl podobný, avšak s určitým posunem (viz Obrázek 116 a Obrázek 117). V Barboře alkalita z celkem běžné úrovně povrchových vod cca 2,5 mmol/l klesala až do roku 2000 na cca 1,2 mmol/l a poté začala stoupat s určitým zpomalením po roce 2005. V současnosti se opět pohybuje na úrovni 2,5 mmol/l. V Otakaru v polovině 90. let byla zjištěna alkalita jen cca 0,5 mmol/l, což je prakticky shodné s alkalitou v Bouřlivci. Od té doby ovšem začala stoupat a růst se zpomalil až po roce 2005. V současnosti se pohybuje kolem 2,9 mmol/l, což odpovídá alkalitě v přítoku od Košťan. To je do budoucna zřejmě stabilní úroveň. 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 promíchání v chladném ročním období (například jezero Chabařovice). Současná úroveň alkality v obou nádržích stabilizuje pH a není zdrojem hustotního gradientu.

Vývoj jednotlivých iontů dokumentuje následující série grafů (Obrázek 118 až Obrázek 129).

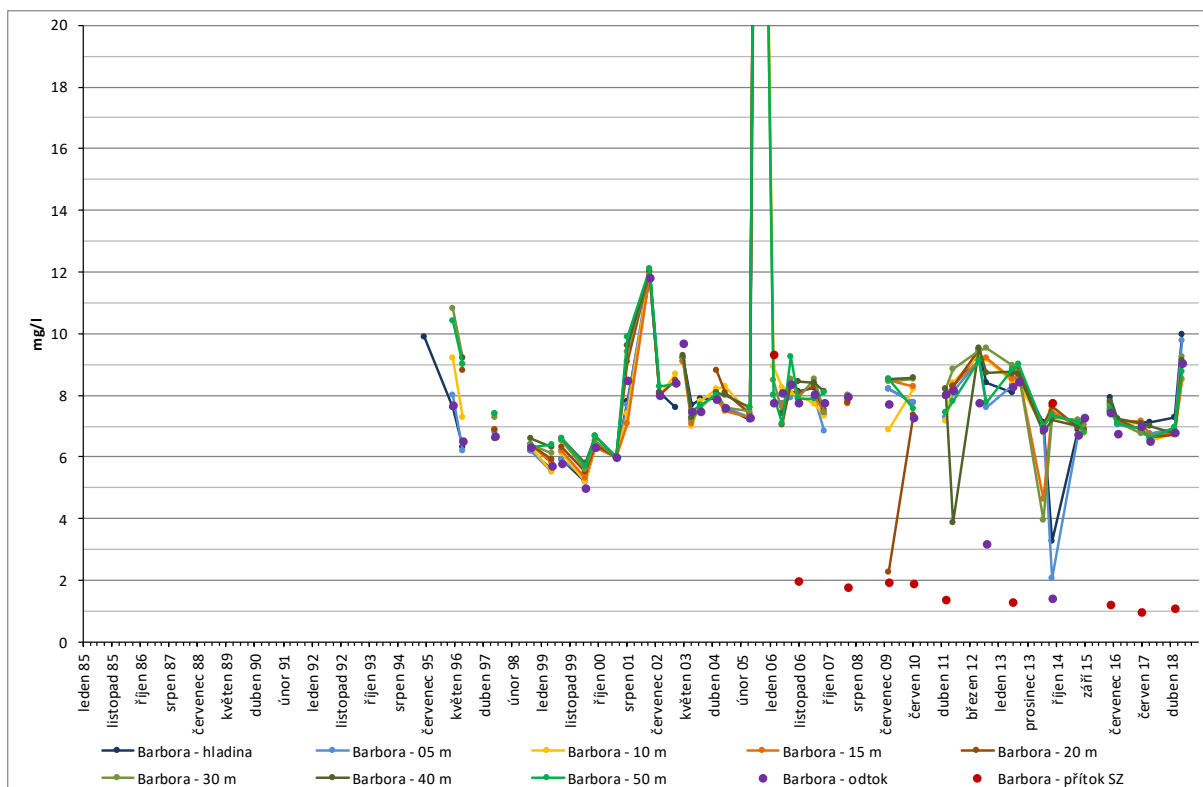
V případě **sodíku** je ve vývoji patrný nepatrný vzestup koncentrací mezi lety 1999 až 2002, kdy došlo ke změně vodohospodářské bilance jezer z titulu významného omezení přítoku vody z Bouřlivce. Po roce 2002 se koncentrace ustálila v rozmezí 15 až 20 mg/l, resp. na Otakaru spíše na úrovni kolem 15 mg/l. Zatímco na Otakaru tato úroveň odpovídá sledovanému přítoku, na Barboře se koncentrace sodíku v monitorovaném SZ přítoku pohybuje kolem 8 až 10 mg/l. To by naznačovalo, že sledovaný přítok ze SZ (voda drénovaná převážně z lučních ploch) představuje spíše minoritní dotaci vody z hlediska celkové bilance jezera Barbora a existují vydatnější přítoky charakteru důlních vod, které obsahují sodík na podobné úrovni jako samotné jezero. Obsah sodíku není příliš ovlivňován procesy v jezeře, které by jeho koncentraci mohly významněji ovlivňovat. Velice podobná situace je totiž i u ostatních iontů. Koncentrace **draslíku** se v obou jezerech pohybuje na úrovni 8 až 9 mg/l. U Otakaru obsah draslíku koresponduje s přítokem, avšak u Barbory má sledovaný SZ přítok několikanásobně nižší obsah draslíku. U **vápníku** a **hořčíku** jsou na Barboře k dispozici i údaje z druhé poloviny 80. let. Patrný je pokles obsahů obou iontů zhruba na polovinu původních hodnot, tedy na úroveň, která byla v Bouřlivci. Po jeho omezení v roce 2002 je zřejmá vyšší rozkolísanost naměřených hodnot a koncentrace vykazují mírně rostoucí trend. U Otakaru se obsahy obou iontů vyrovnávají na úrovni, jakou má sledovaný přítok. U Barbory je však na sledovaném SZ přítoku obsah iontů významně nižší, jako u předchozí dvojice iontů.



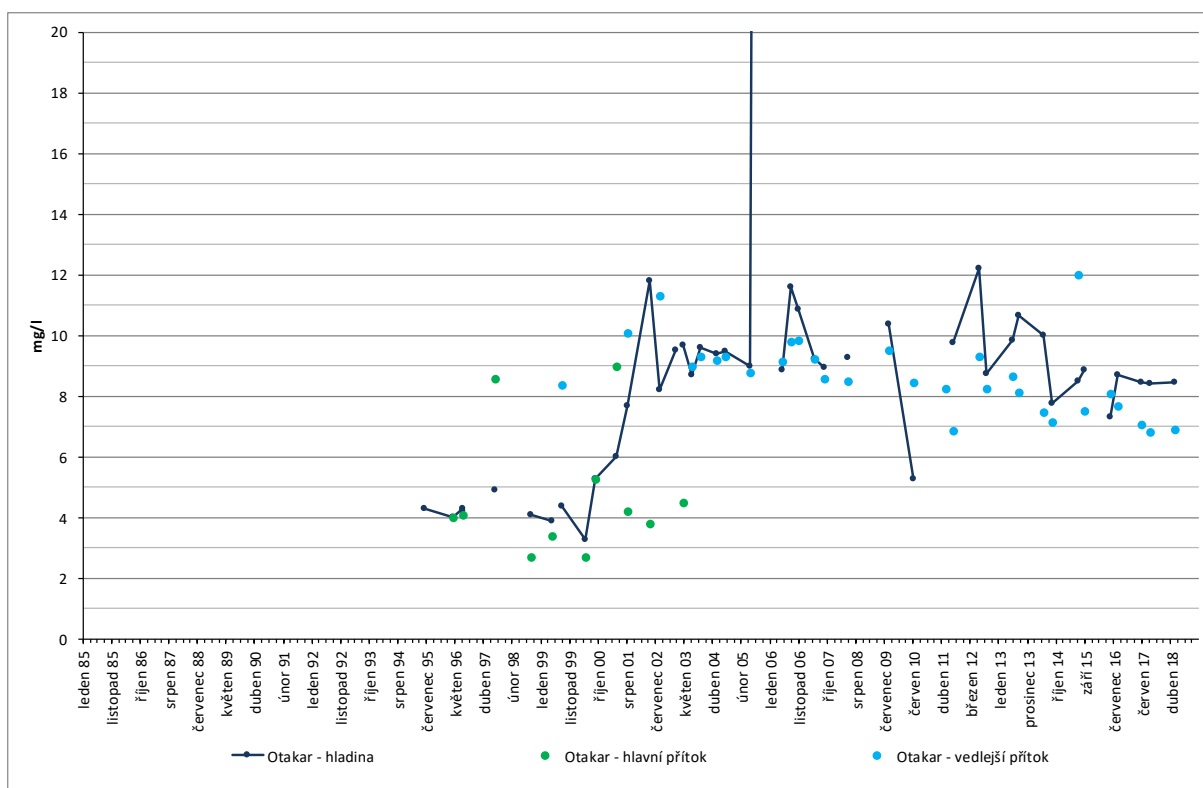
Obrázek 118. Jezero Barbora – vývoj sodíku ve vybraných hloubkách a přítocích



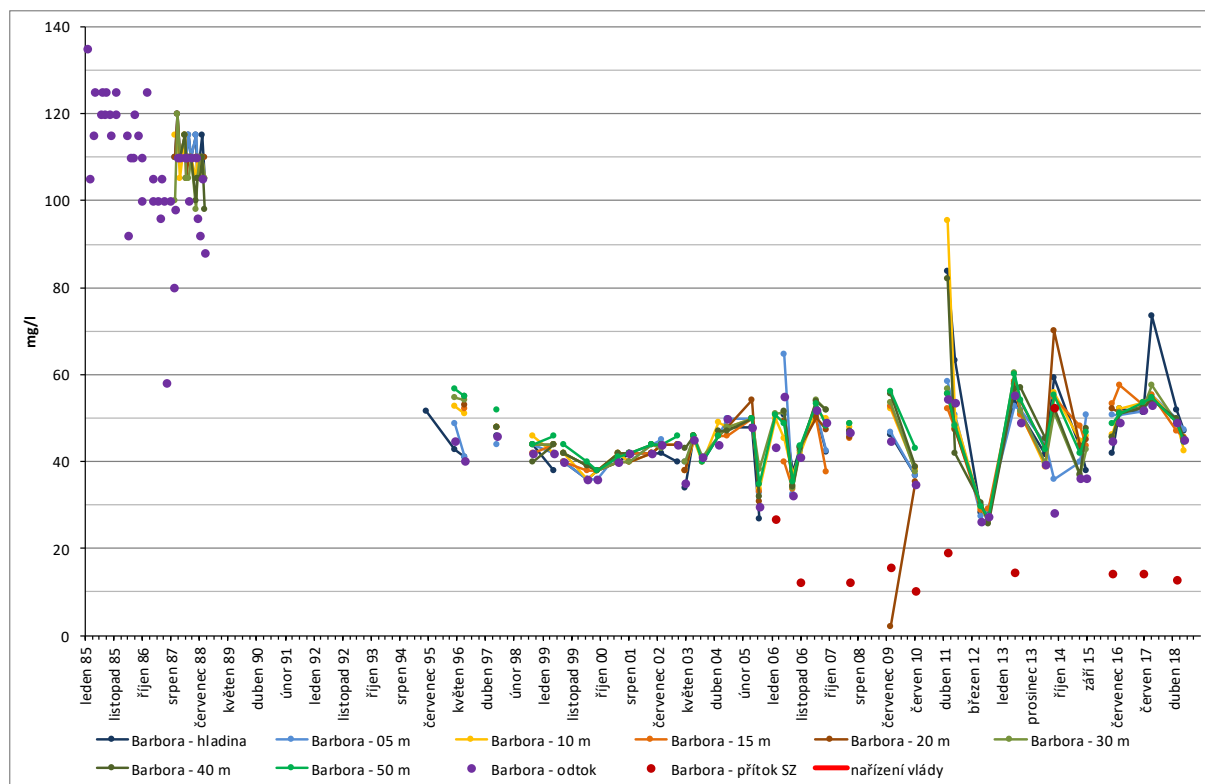
Obrázek 119. Jezero Otakar – vývoj sodíku v jezeře a přítocích



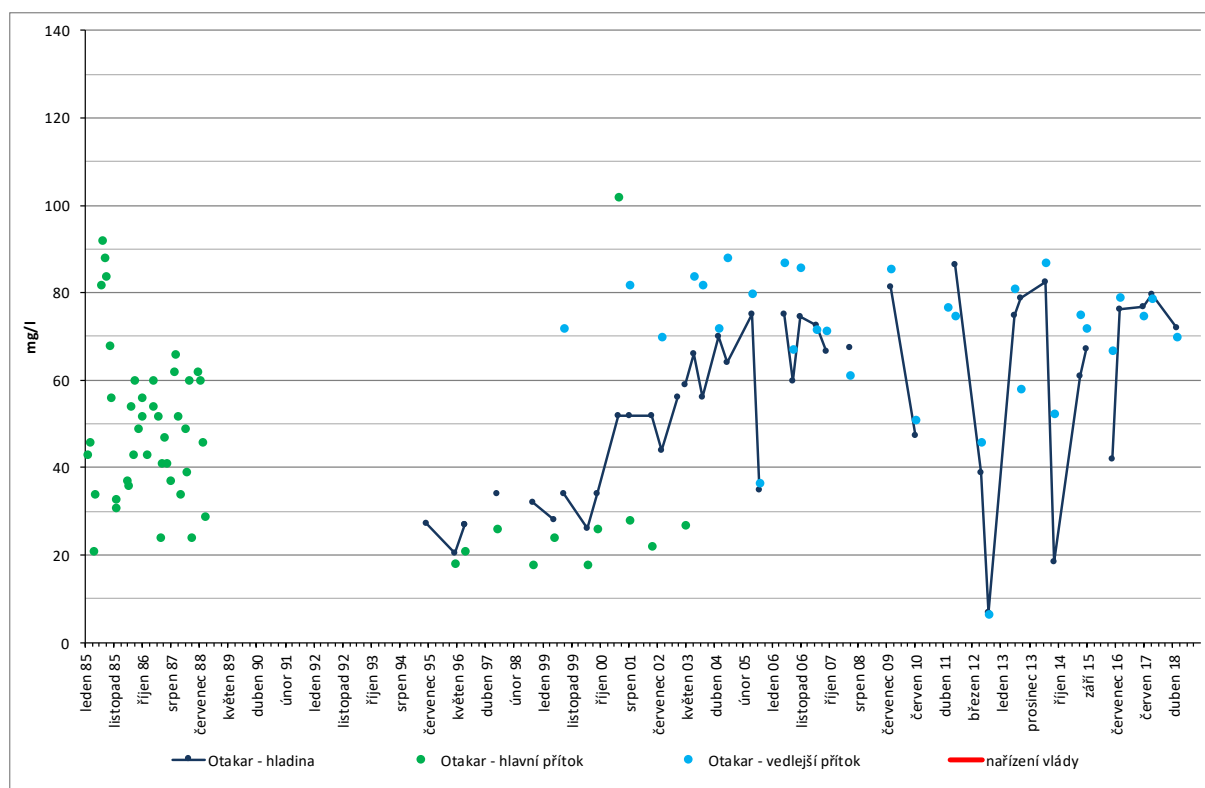
Obrázek 120. Jezero Barbora – vývoj draslíku ve vybraných hloubkách a přítocích



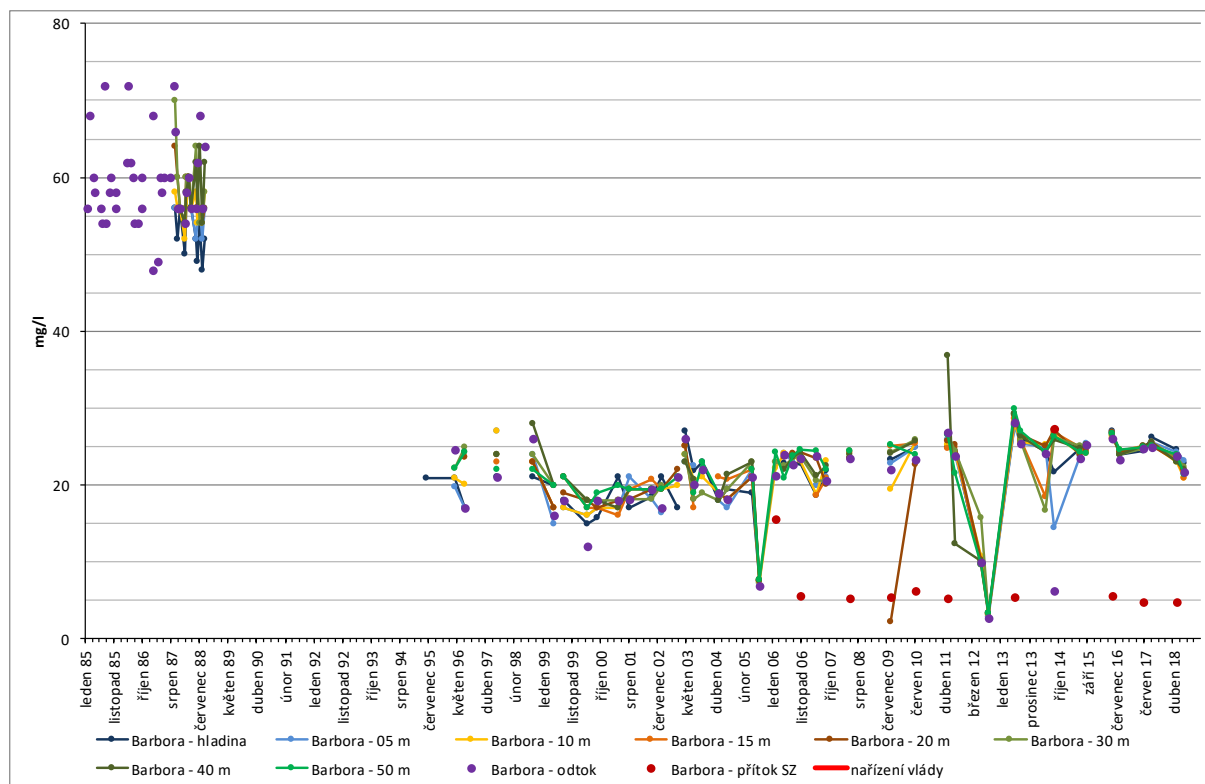
Obrázek 121. Jezero Otakar – vývoj draslíku v jezeře a přítocích



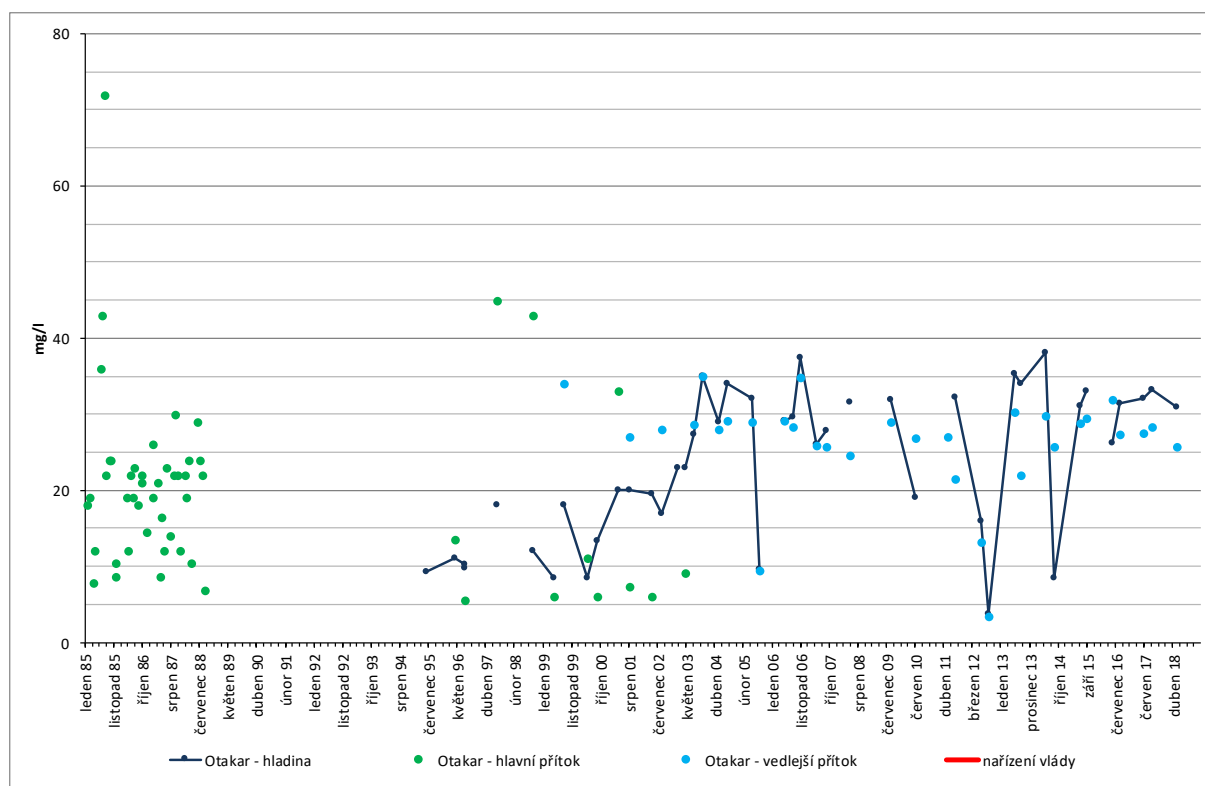
Obrázek 122. Jezero Barbora – vývoj vápníku ve vybraných hloubkách a přítocích



Obrázek 123. Jezero Otakar – vývoj vápníku v jezeře a přítocích



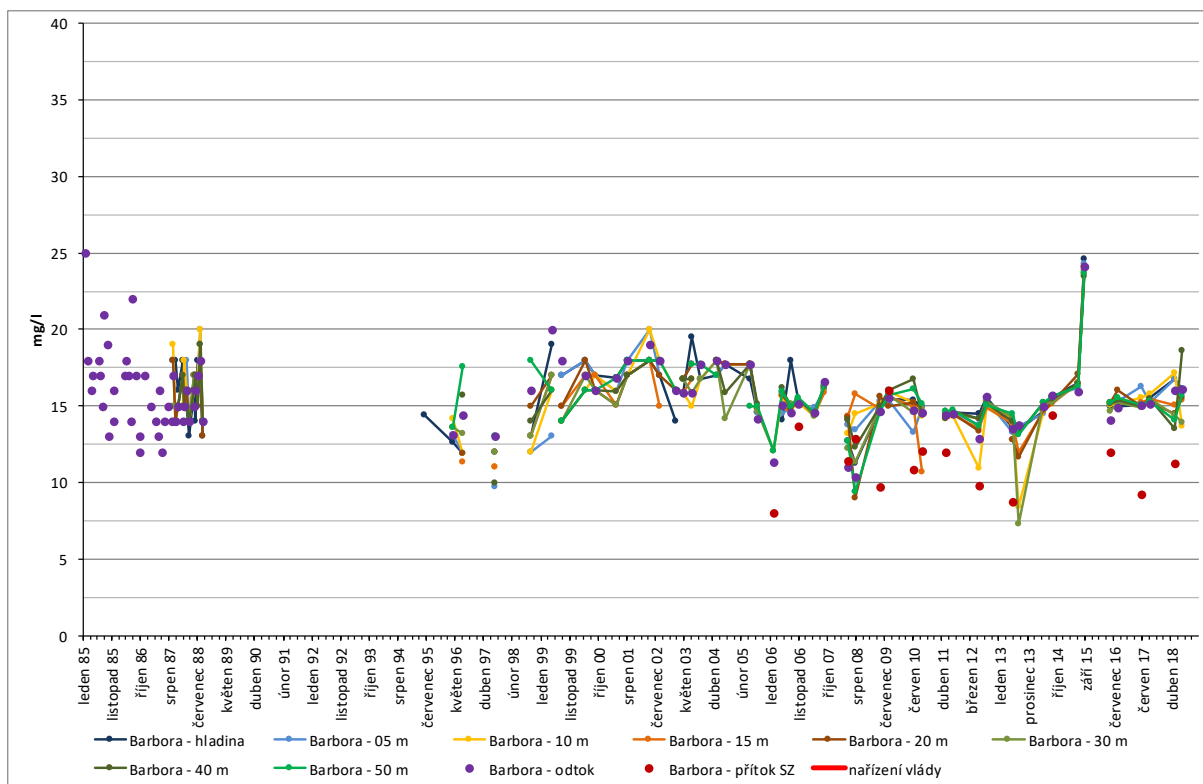
Obrázek 124. Jezero Barbora – vývoj hořčíku ve vybraných hloubkách a přítocích



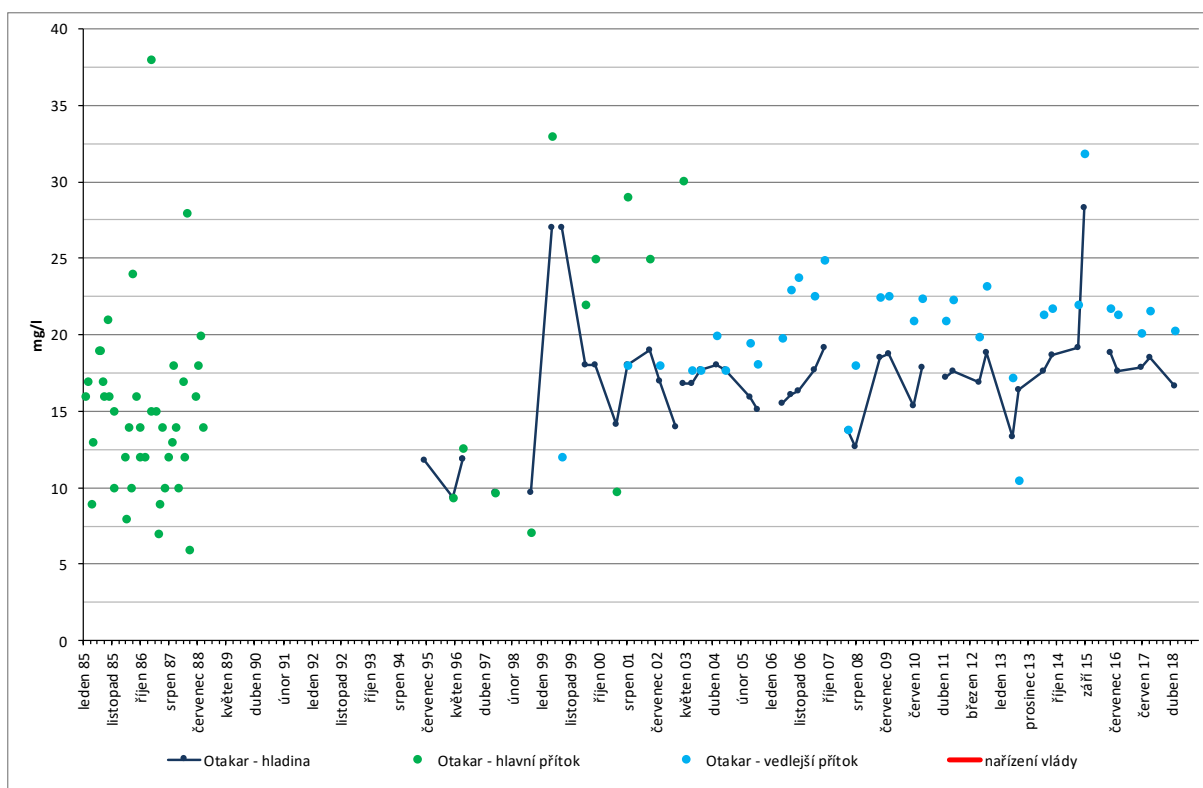
Obrázek 125. Jezero Otakar – vývoj hořčíku v jezeře a přítocích

Trochu odlišná situace je u **chloridů**. Na obou jezerech se jejich koncentrace pohybuje na úrovni kolem 15 mg/l. Přitom na Barboře se jedná o koncentraci, která byla zjištěna už ve druhé polovina 80. let. To dokládá prakticky setrvalý stav, který je v zásadě i ve shodě s úrovní chloridů ve sledovaných přítocích.

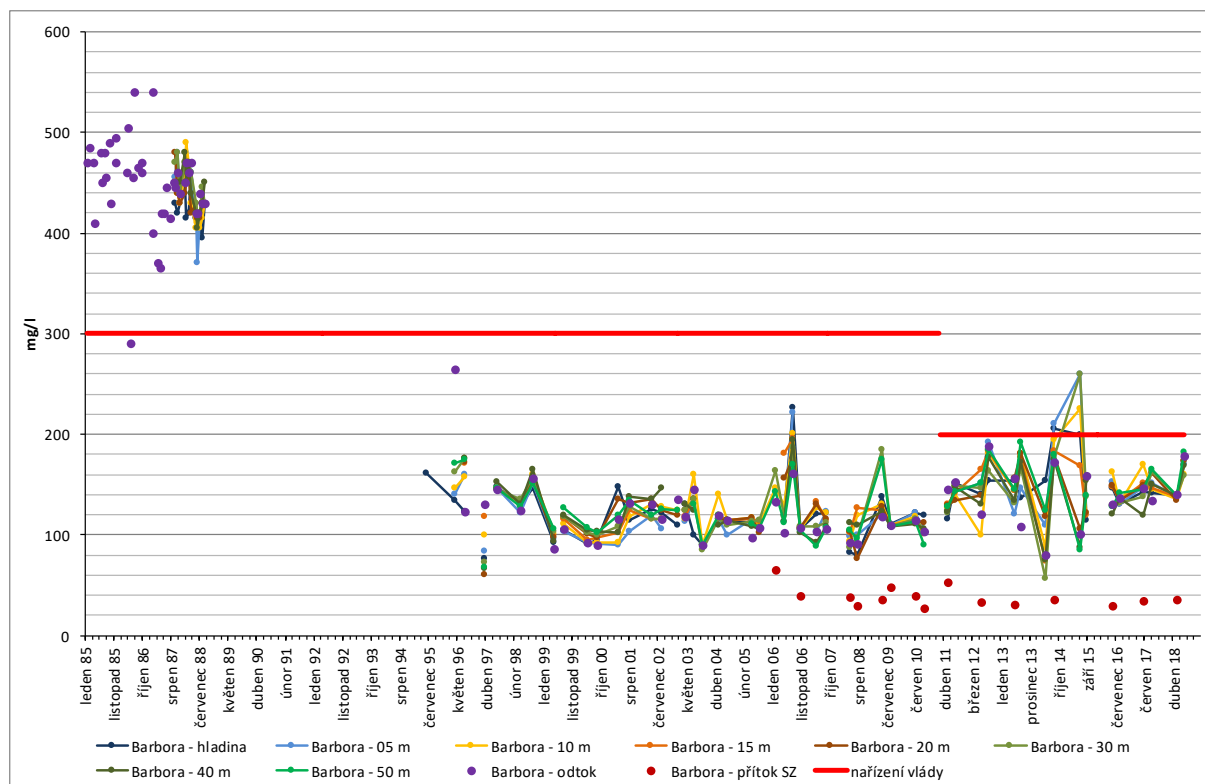
Obsah **síranů** byl na počátku sledování ve druhé polovině 80. let na úrovni asi 450 mg/l v Barboře, ale i v Bouřlivci se hodnoty pohybovaly na vyšší úrovni, kolem 200 mg/l. O 10 let později již byly pozorovány koncentrace nižší. Na Barboře to bylo kolem 120 mg/l, na Otakaru kolem 60 mg/l stejně jako na přítoku z Bouřlivce. Na Otakaru se koncentrace po omezení přítoku z Bouřlivce zvýšily poměrně rychle na úroveň cca 150 mg/l, která byla naměřena i na nově sledovaném vedlejším přítoku. Z dalšího vývoje je viditelná silná závislost koncentrace síranů v Otakaru na jejich koncentraci v tomto sledovaném přítoku, který evidentně reprezentuje chemismus dominantního přítoku, což prokázaly i obsahy předchozích iontů. V současné době se obsah síranů na odtoku z Otakaru pohybuje mezi 200 až 250 mg/l. Na Barboře vykazovaly koncentrace síranů od poloviny 90. let nepatrný pokles na úroveň 100 mg/l a poměrně dlouho se pak udržovaly mezi 100 až 150 mg/l. V posledních několika letech je však patrný jejich pozvolný nárůst až k vyšší hodnotě tohoto rozmezí. Obsah síranů v SZ přítoku je výrazně nižší, což opět potvrzuje domněnku, že se nejedná o dominantní zdroj přítoku do Barbory. Tím bude voda s vyšším obsahem síranů, jejímž původem by mohla být spíše výsypka, která tvoří severní břeh jezera, a ze které mohou být drénovány vody s vyšším obsahem síranů.



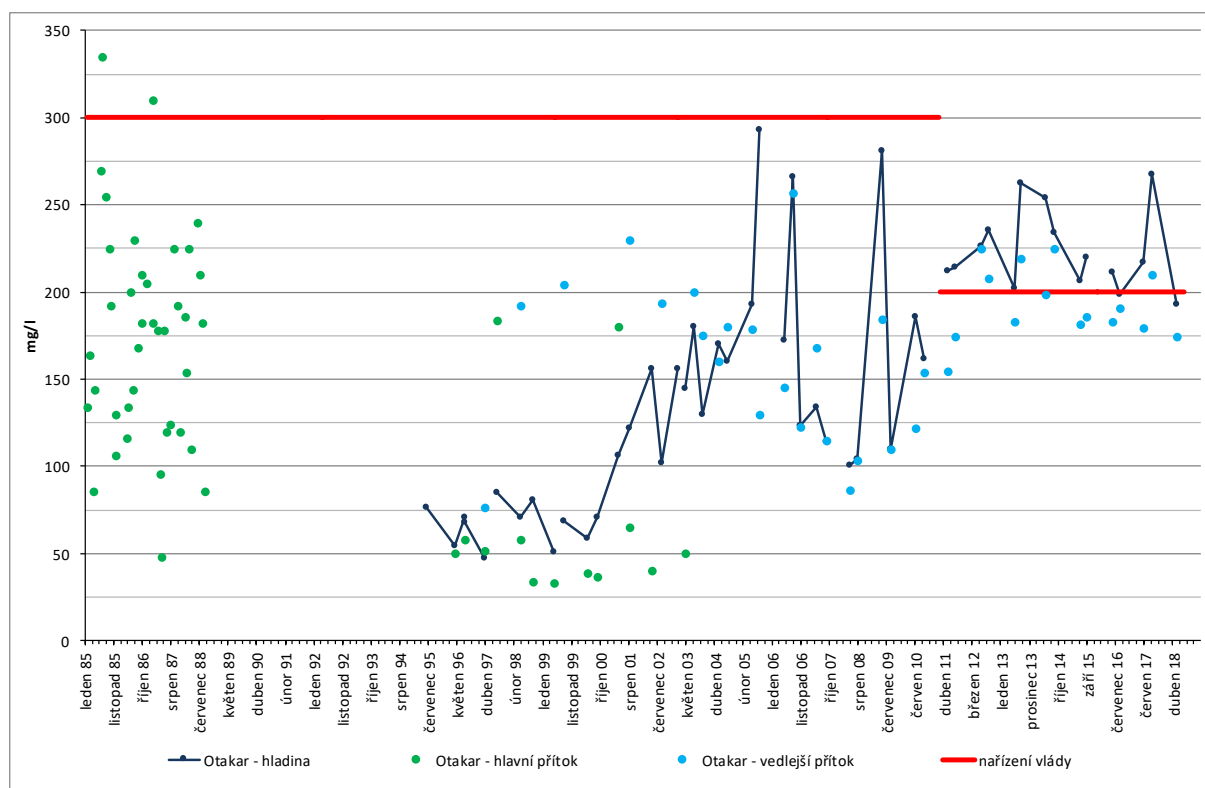
Obrázek 126. Jezero Barbora – vývoj chloridů ve vybraných hloubkách a přítocích



Obrázek 127. Jezero Otakar – vývoj chloridů v jezeře a přítocích

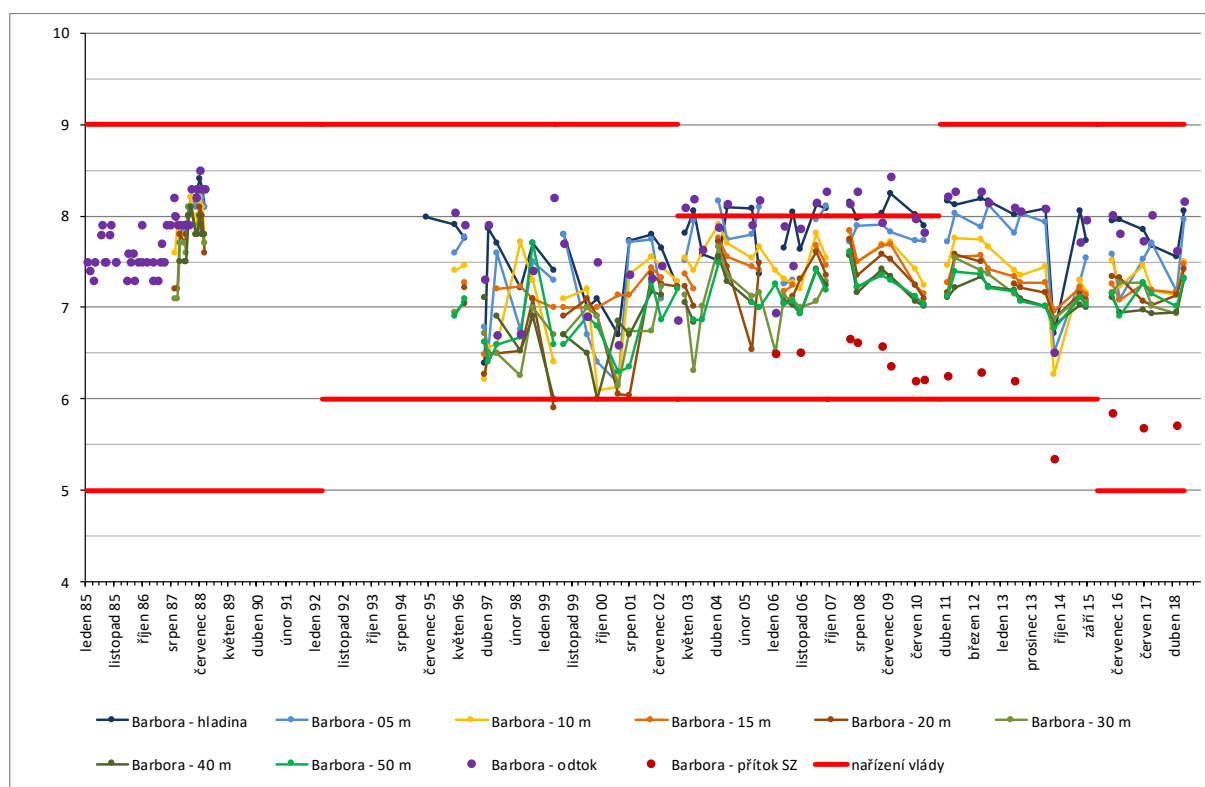


Obrázek 128. Jezero Barbora – vývoj síranů ve vybraných hloubkách a přítocích

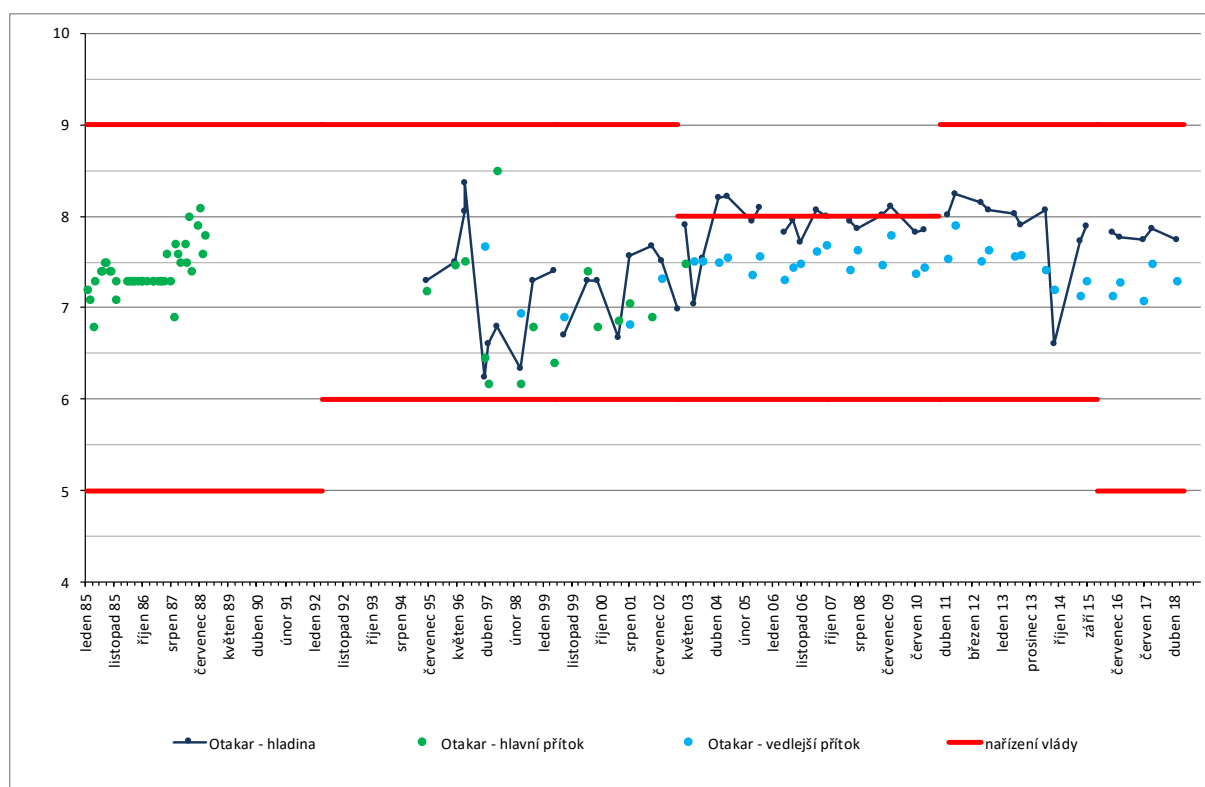


Obrázek 129. Jezero Otakar – vývoj síranů v jezeře a přítocích

Reakce vody (pH) se během cirkulace vyrovná v celém vodním sloupci. Velmi brzy se však začne vytvářet gradient od hladiny ke dnu. U hladiny bývá pH zvýšeno asimilační činností fytoplanktonu (spotřeba oxidu uhličitého) a u dna klesá v důsledku mineralizace organických látek klesajících sem z horních vrstev vody (produkce oxidu uhličitého). Tento stav je zřetelný z grafu (Obrázek 130). Oproti úrovni v 80. letech došlo v Barboře v polovině 90. let k mírnému poklesu. Hodnoty pod 6,5 mohou být důsledkem přítoku z Bouřlivce, ale mohou být také zatíženy chybou v důsledku změn během transportu. V současnosti se pohybují kolem 7,5, což je hodnota běžná ve stojatých vodách s nízkou trofí. V Otakaru byl v polovině 90. let pozorován značný rozptýl hodnot pH (Obrázek 131), avšak s vysokým podílem nízkých hodnot kolem 6,5. Až do roku 2005 je vidět zřetelný trend růstu a poté stabilizace na úrovni cca pH 8. Lze konstatovat, že hodnoty pH v obou nádržích jsou příznivé. Nebyly zjištěny extrémně nízké hodnoty časté v důlních vodách, které jsou spojeny s vysokými koncentracemi kovů. Na druhé straně nebyly pozorovány ani hodnoty výrazně překračující pH 8, které by byly důsledkem vysoké intenzity fotosyntézy a indikovaly by zvýšenou trofii vody.



Obrázek 130. Jezero Barboř – vývoj pH ve vybraných hloubkách a přítocích

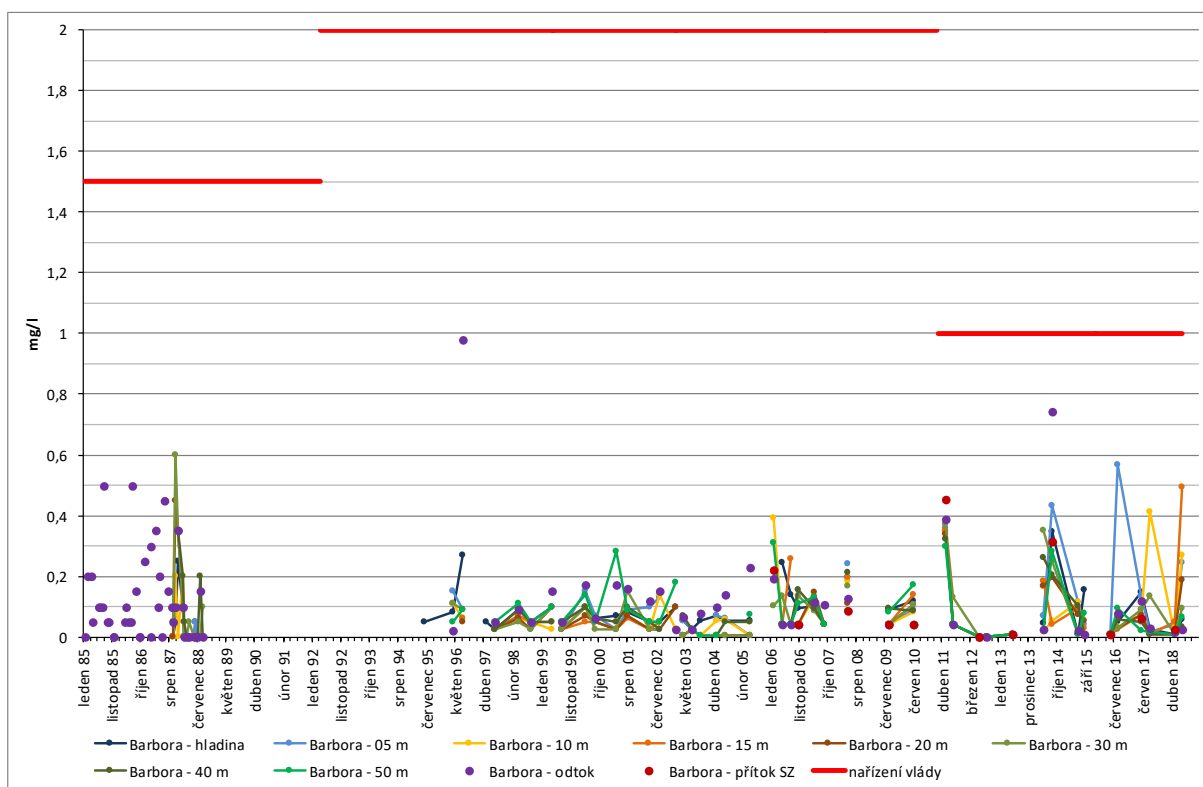


Obrázek 131. Jezero Otakar – vývoj pH v jezeře a přítocích

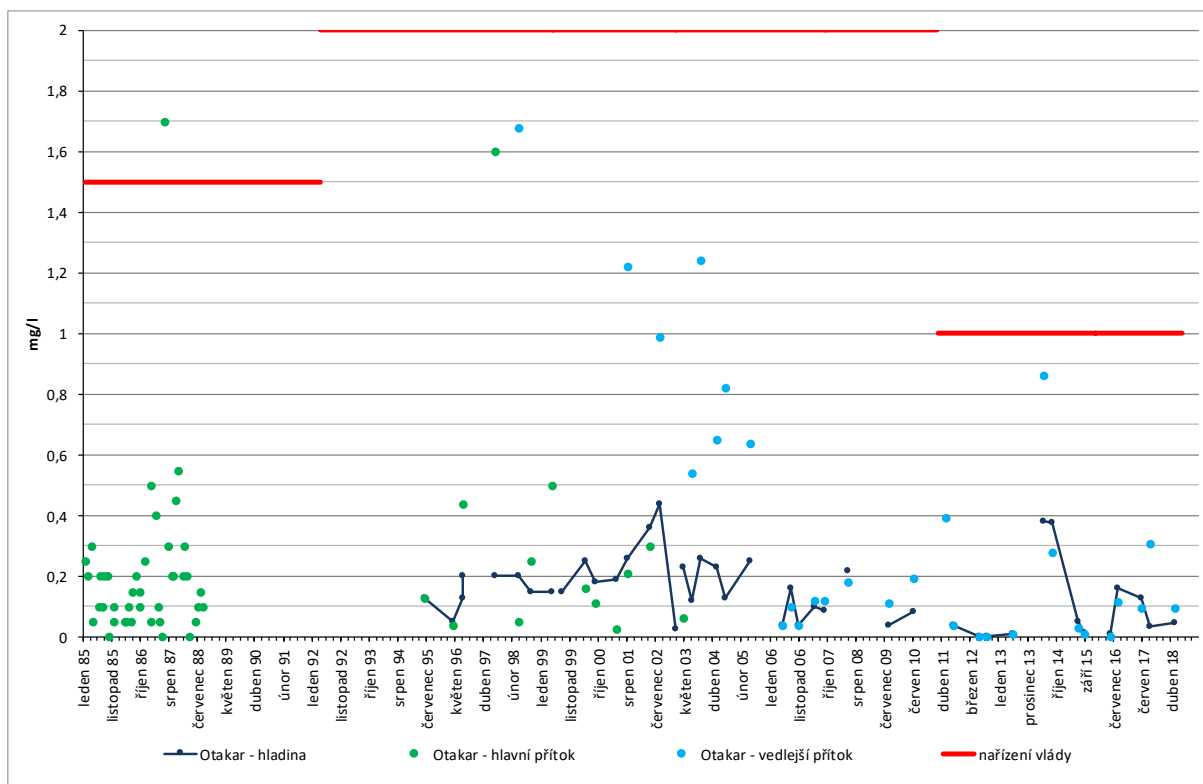
Koncentrace **železa** byly ve druhé polovině 80. let na přítoku z Bouřlivce na úrovni 0,1 až 0,2 mg/l. V tomto rozsahu se v dlouhodobém průměru pohybují po celou dobu sledování jak v Barboře, tak v Otakaru. Přítok do Otakaru sice vykazuje i vyšší hodnoty (ve sledovaném období významně klesající), avšak v jezerní vodě Otakaru se to neprojevuje. Dobré prokysličení vody a relativně vysoké pH v hladinových vzorcích neumožňují udržení vyšší koncentrace železa. Sledovaný přítok do Barbory vykazuje obdobně nízké hodnoty. Dostává-li se do jezera Barbora železo ve vyšší koncentraci z jiného přítoku, který se nesleduje (např. i podpovrchově), pak je jeho koncentrace v jezerní vodě účinně snižována procesem popsáním výše. Koncentrace železa je tak spolehlivě pod stanoveným limitem dle nařízení vlády.

Koncentrace **manganu** jsou na tom velmi podobně, pokud hodnotíme jezero Barbora. Pohybují se na úrovni do 0,01 mg/l. Na jezeře Otakar byly v letech 2000 až 2006 zaznamenávány i hodnoty řádově vyšší, což koresponduje s koncentrací manganu ve sledovaném přítoku. Nicméně od roku 2007 se obsah manganu pohybuje opět na úrovni 0,01 mg/l, přestože koncentrace v přítoku jsou měřeny koncentrace kolem 0,5 mg/l. Příležitostné odběry z hladiny v letech 1996, 2011 a 2012 na největší hloubce doložily, že v jezeře Otakar existuje gradient vodivosti vzrůstající od 4 – 5 m hloubky ke dnu, jehož

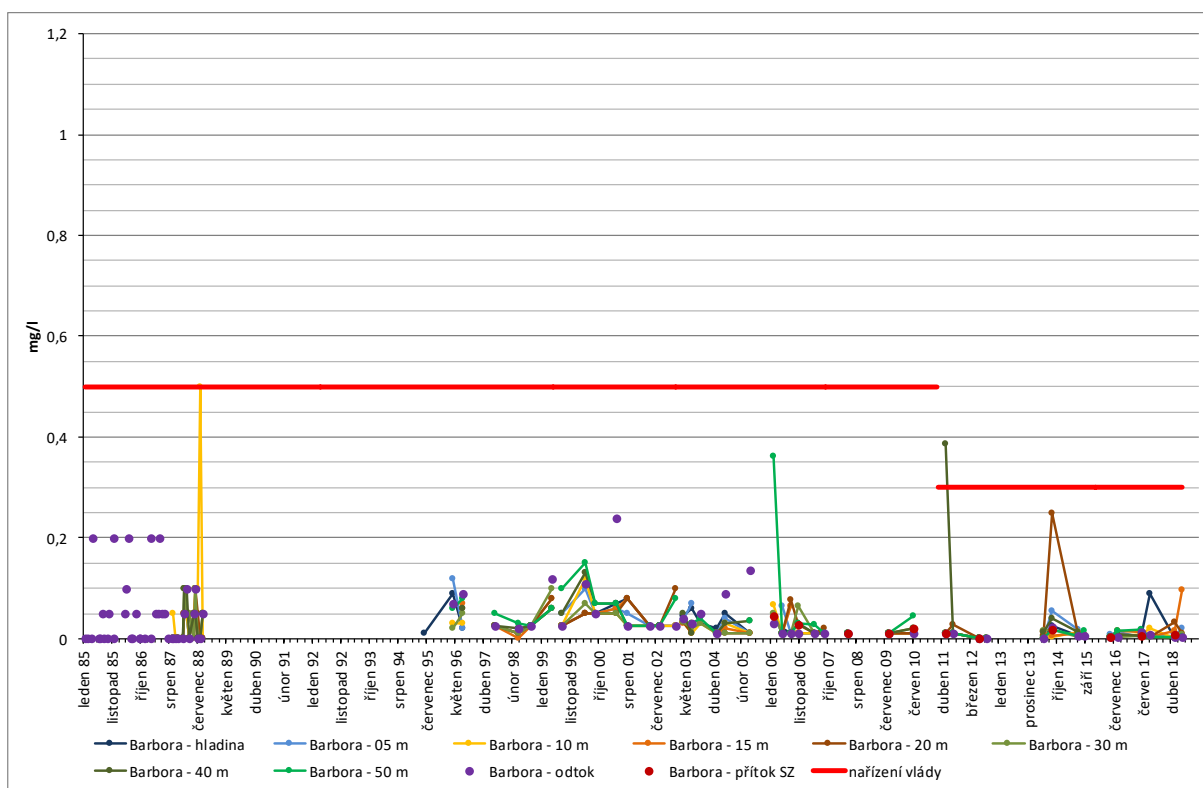
rozpětí je však ve sledovaném období proměnlivé. Za situací, kdy u dna byly nízké koncentrace kyslíku, byly zjišťovány i vysoké koncentrace manganu. V hladinové vrstvě byly nejvyšší koncentrace zjištěny v chladném ročním období (prosinec, únor, začátek května), kdy docházelo k částečnému promíchání vodního sloupce a jeho obohacení manganem ode dna. Vyšší hodnoty v hladinových vzorcích tak nesouvisí s vysokou koncentrací v málo vydatném vedlejším přítoku, ale spíše s uvolňováním manganu za sedimentu při snížené koncentraci kyslíku a jeho poměrně pomalým srážením v prokysličené hladinové vrstvě.



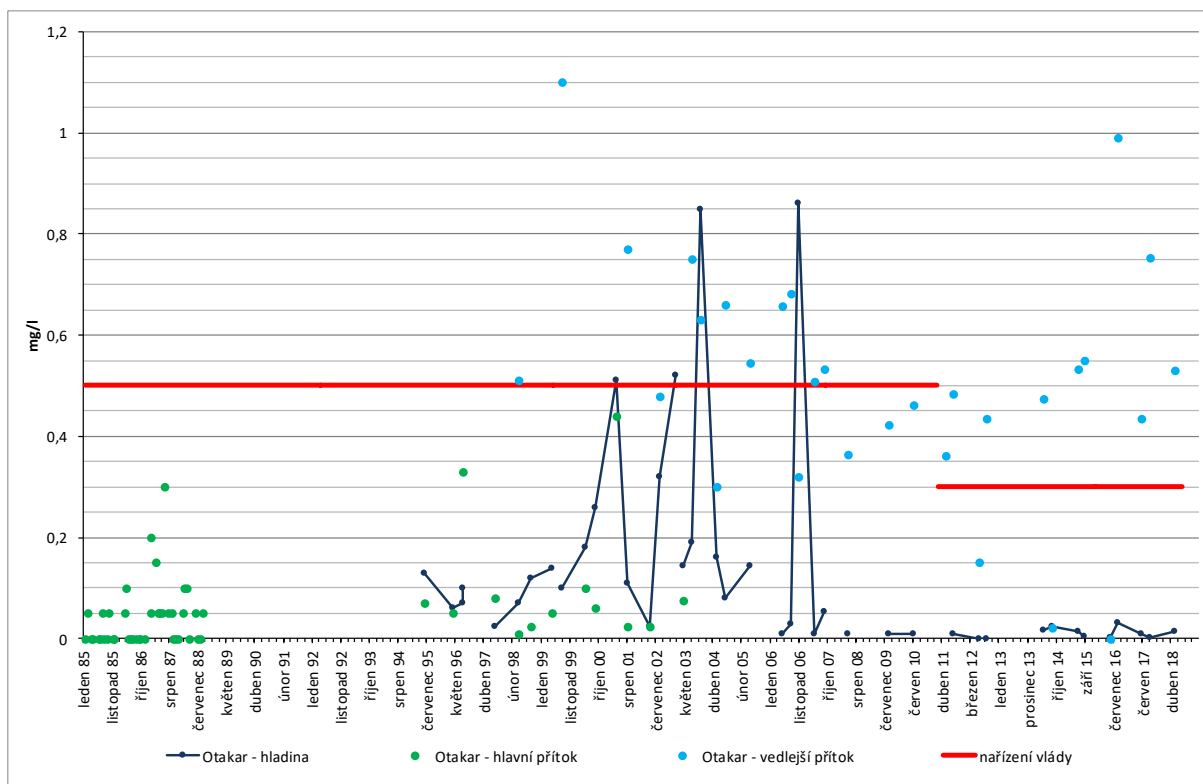
Obrázek 132. Jezero Barbora – vývoj celkového železa ve vybraných hloubkách a přítocích



Obrázek 133. Jezero Otakar – vývoj celkového železa v jezeře a přítocích

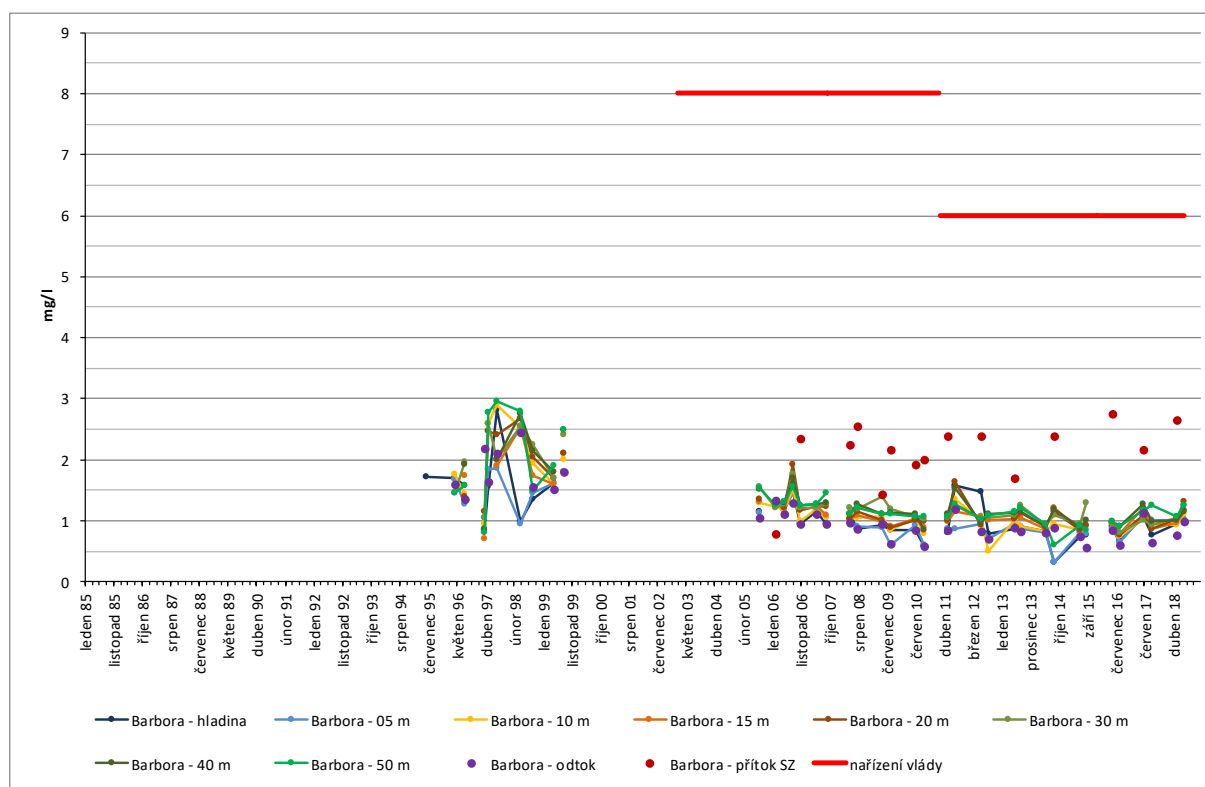


Obrázek 134. Jezero Barbora – vývoj celkového manganu ve vybraných hloubkách a přítocích

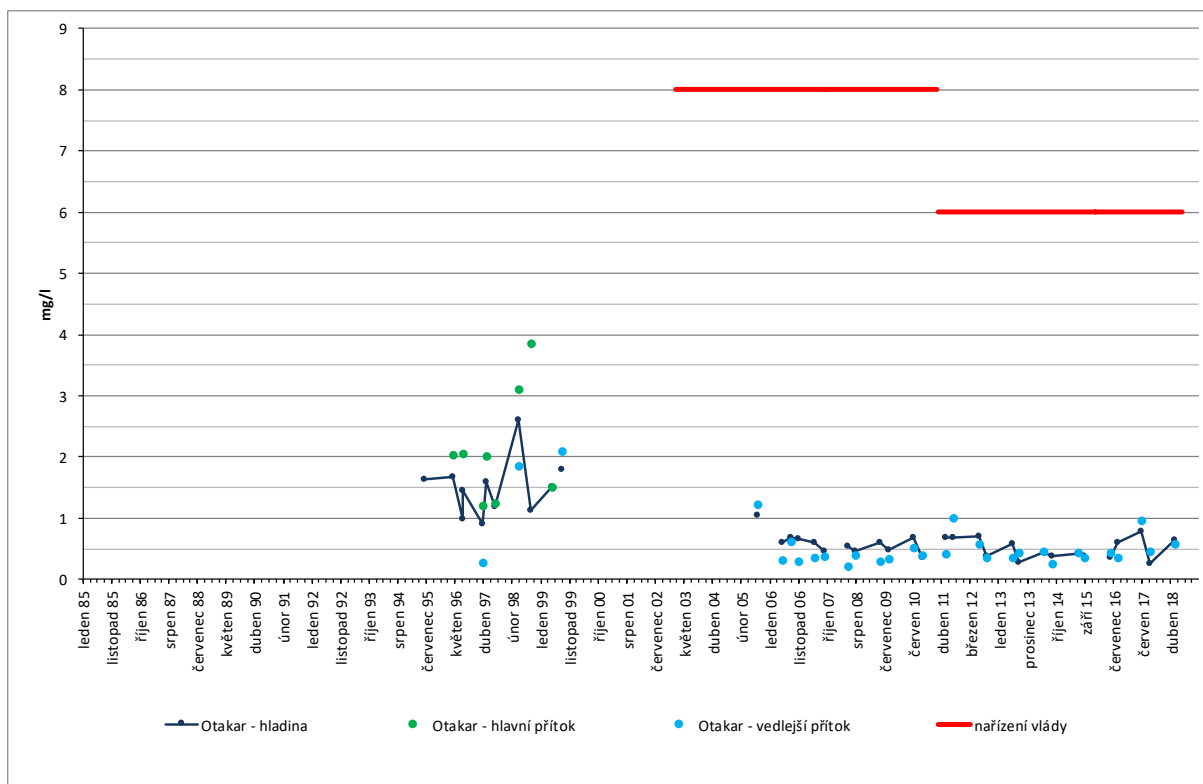


Obrázek 135. Jezero Otakar – vývoj celkového manganu v jezeře a přítocích

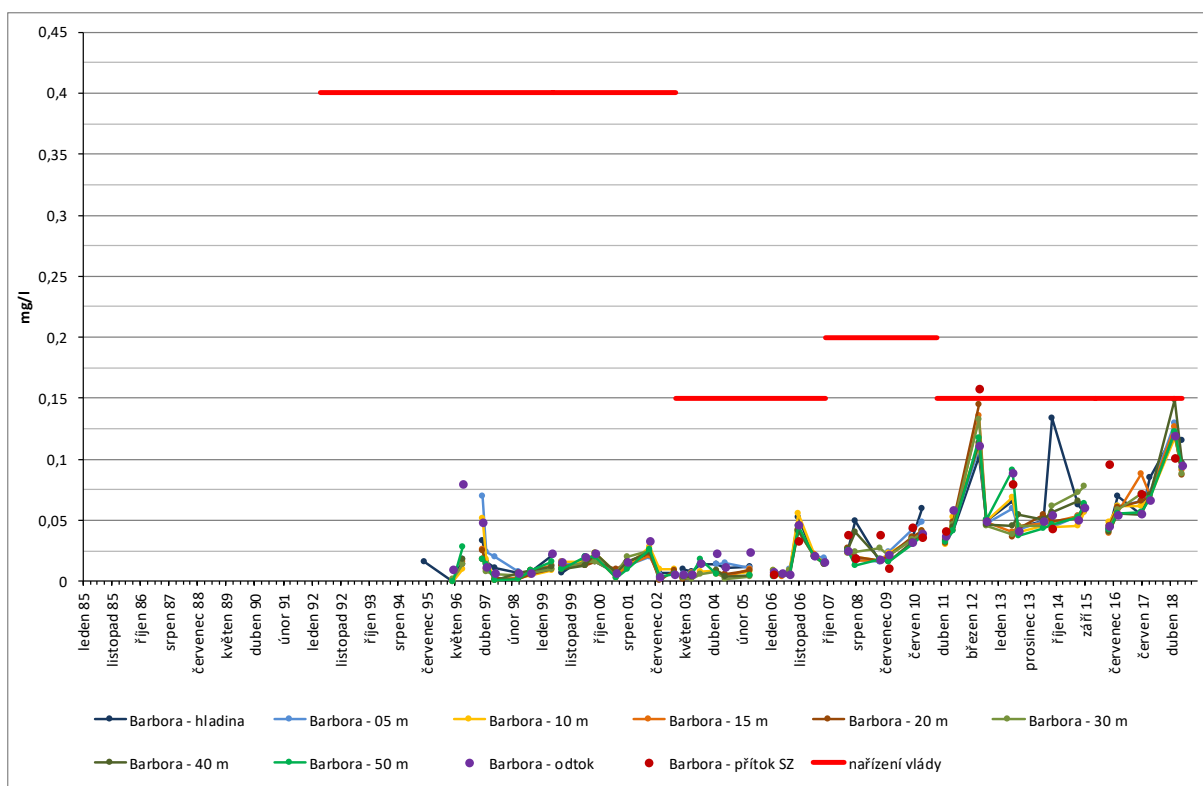
Od poloviny 90. let v obou nádržích poklesla významně koncentrace **celkového dusíku** (viz Obrázek 136 a Obrázek 137). Je to především důsledek poklesu koncentrace dusičnanového dusíku. Koncentrace dusičnanů v Barboře je vyšší zřejmě v důsledku jejich vyšší koncentrace v přítocích z vlastního povodí, jak je možno pozorovat ve vzorcích z přítoku SZ, kde se jejich koncentrace pohybuje mezi 1,5 až 2 mg/l. Pokles jedné z klíčových minerálních živin je příznivý jev. Má však i určité nežádoucí důsledky, protože ve stejné míře neklesá koncentrace fosforu (Obrázek 138 a Obrázek 139). Výsledkem je klesající poměr celkového dusíku k celkovému fosforu (Obrázek 140). Ten byl vždy poměrně nízký v Otakaru, v posledních letech výrazně poklesl i v Barboře. Tento vývoj směřuje k podmínkám, kdy jsou v konkurenční výhodě sinice proti jiným skupinám fytoplanktonu. Je empiricky zjištěno, že při poměru celkového dusíku k celkovému fosforu nižším než 30:1 se pravidelně vyskytují sinice vodního květu. Jde ovšem o vývoj v ČR a zřejmě i ve většině Evropy obecný v důsledku snahy o snížení koncentrace dusičnanového dusíku v tocích (nitratová směrnice).



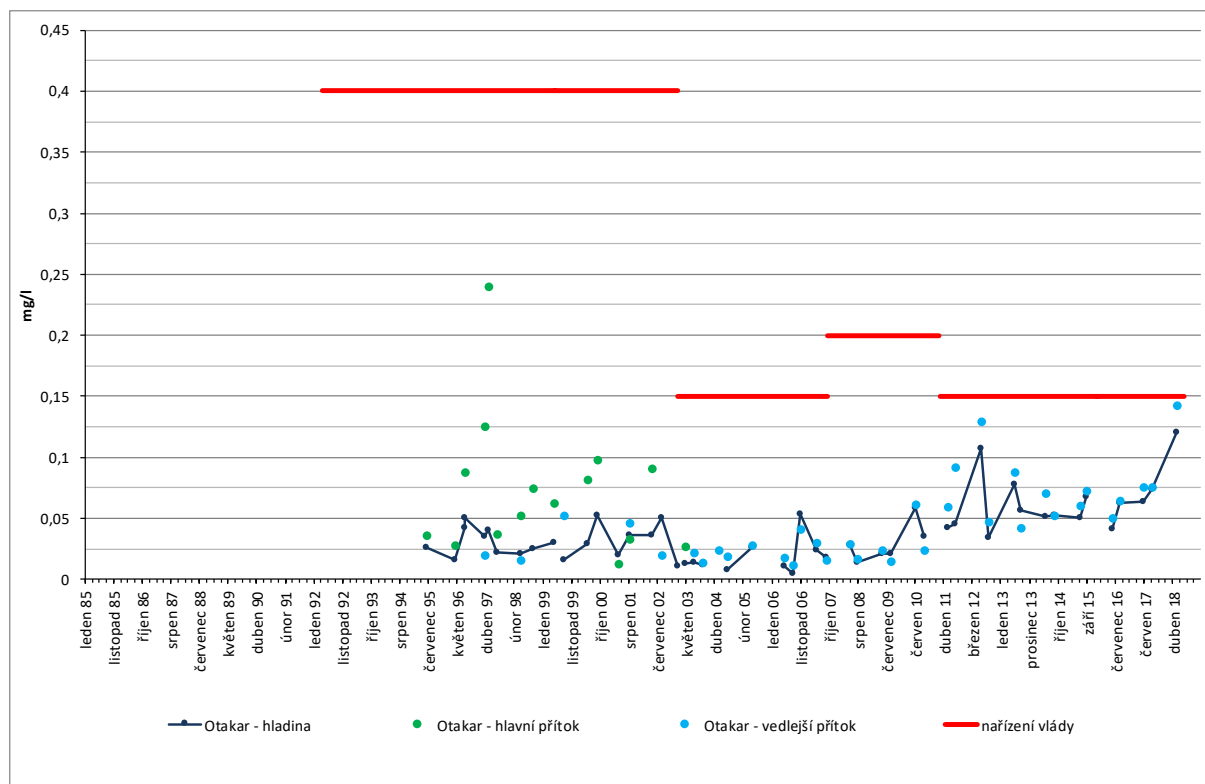
Obrázek 136. Jezero Barbora – vývoj celkového dusíku ve vybraných hloubkách a přítocích



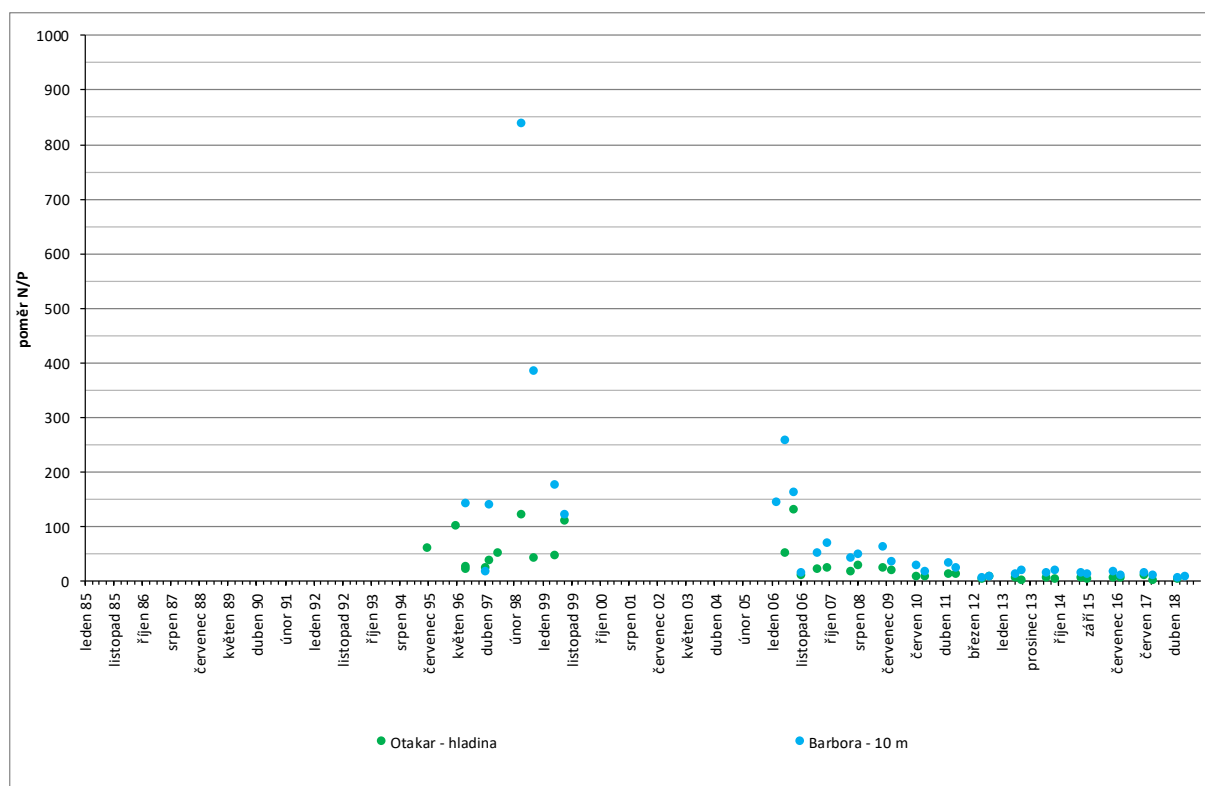
Obrázek 137. Jezero Otakar – vývoj celkového dusíku v jezeře a přítocích



Obrázek 138. Jezero Barbora – vývoj celkového fosforu ve vybraných hloubkách a přítocích



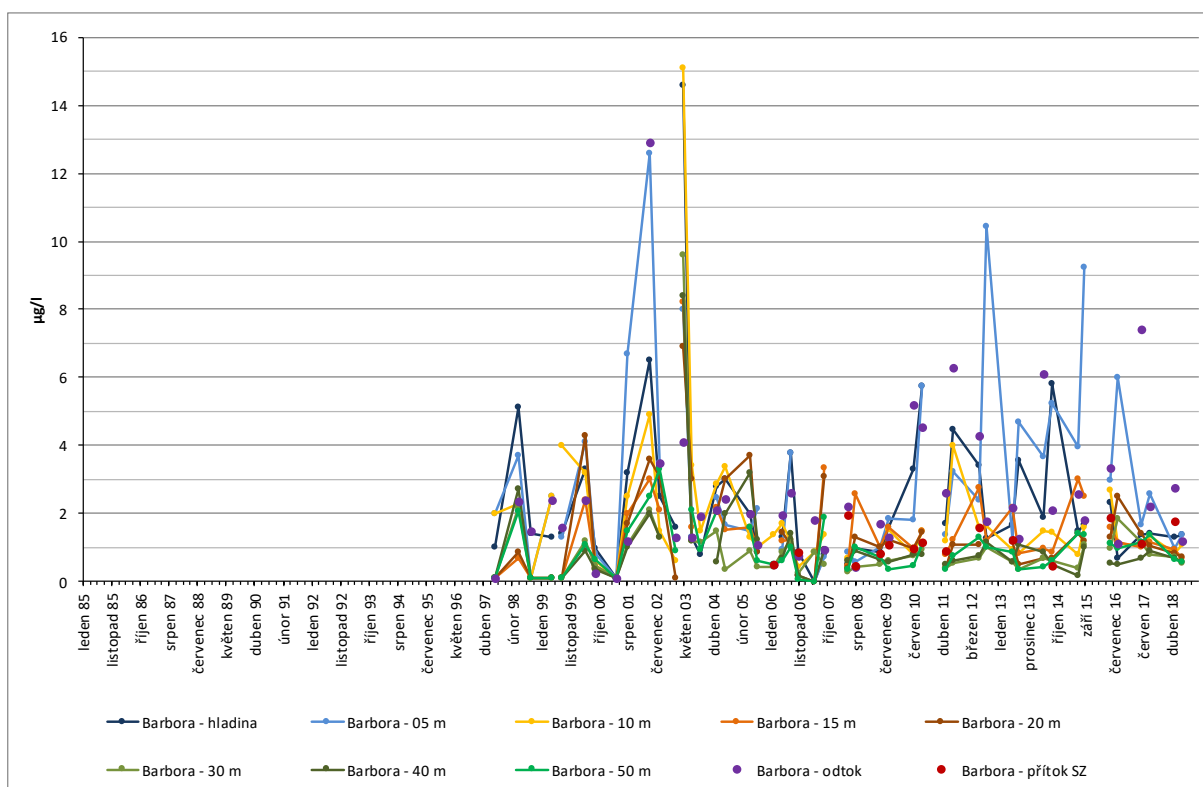
Obrázek 139. Jezero Otakar – vývoj celkového fosforu v jezeře a přítocích



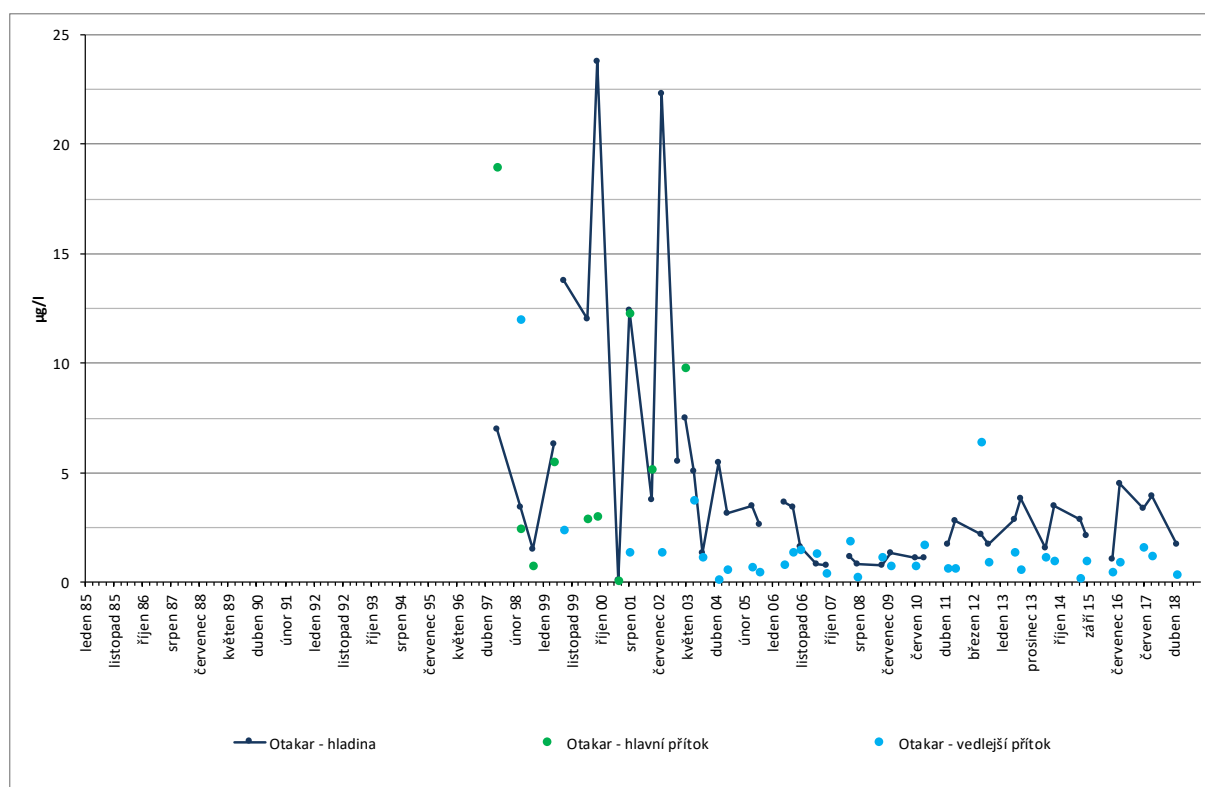
Obrázek 140. Vývoj poměru N/P na jezerech Barbora a Otakar

Důsledky snižujícího se poměru dusíku a fosforu jsou patrné v obou sledovaných nádržích. V Otakaru je výskyt sinic vodního květu za celé období sledování poměrně pravidelný a od roku 2005 prakticky nepřetržitý, v některých termínech sinice dominovaly. V Barboře se sinice v 90. letech vyskytovaly spíše výjimečně. V následujícím desetiletí se stával výskyt pravidelnější, ale ve velmi nízkých koncentracích. Podle vzorků zooplanktonu jde o jednotlivé buňky na litr vody, zatímco za nebezpečný se výskyt považuje až v koncentracích více než milionkrát vyšších.

Výskyt sinic v obou nádržích je stále spíše rizikem než reálným problémem. To je důsledkem nízké trofie obou nádrží projevující se velmi nízkou koncentrací **chlorofylu** (ukazatel množství fytoplanktonu, Obrázek 141 a Obrázek 142). Za těchto okolností nemohou být sinicové vodní květy masové a jsou téměř nepozorovatelné. Orgány hygienické kontroly považují Barboru stále za nádrž bez sinic, protože koncentrace sinic jsou pod úrovní citlivosti jimi používaných metod.



Obrázek 141. Jezero Barbora – vývoj chlorofylu *a* ve vybraných hloubkách a přítocích



Obrázek 142. Jezero Otakar – vývoj chlorofylu *a* v jezeře a přítocích

V Barboře byla koncentrace chlorofylu v hloubce 10 m prakticky trvale pod 5 µg/l, což se považuje za optimum pro koupací vody, a po roce 2005 skoro stále pod 2 µg/l. V hloubce kolem 10 m však bývá oproti zbytku vodního sloupce v Barboře koncentrace chlorofylu obvykle zvýšená. To znamená, že hygienou sledované hladinové vzorky jsou ještě příznivější. V Otakaru se do roku 2002 koncentrace chlorofylu pohybovala až do 25 µg/l, tzn. občas nevyhověl hygienickému požadavku, aby koncentrace nepřekračovala 15 µg/l. Potom však koncentrace rychle klesla a již řadu let se udržuje pod 3 µg/l. To je celkem objektivní doklad pronikavé oligotrofizace této nádrže poté, co se zastavil přítok z Bouřlivce.

Poněkud rozporně vycházejí výsledky stanovení biomasy zooplanktonu. Zde ovšem chybí údaje před rokem 2002. Před rokem 2002 bývala biomasa zooplanktonu v Otakaru řádově větší než v Barboře, ale byla tvořena mnohem menšími jedinci zooplanktonu. To svědčilo o hustější obsádce ryb v Otakaru. Po přerušení přítoku z Bouřlivce biomasa zooplanktonu v Otakaru poklesla na úroveň Barbory se zachováním předchozí velikostní struktury. V Barboře se naopak od roku 2007 začaly vyskytovat dříve neobvykle vysoké biomasy zooplanktonu 1,5 – 3,3 g/m³, zatímco v minulosti zpravidla nepřekračovaly 0,5 g/m³. To by svědčilo o poměrně výrazné eutrofizaci Barbory. Je však

možné i alternativní vysvětlení. Pokud se zhoršila reprodukční úspěšnost ryb v Barboře, vyskytuje se v centrální části nádrže (v pelagiálu) menší množství rybího plůdku ve stáří do 1 roku, který v nádržích vytváří největší tlak na zooplankton. Za těchto okolností přítomné druhy zooplanktonu mohou dorůst větší velikosti a vytvořit větší aktuální biomasu, aniž by se zvětšila produkce zooplanktonu. Skutečně při vyšších biomasách v zooplanktonu převažují velcí, a tedy i pomalu rostoucí jedinci perlooček *Daphnia longispina* a *Diaphanosoma brachyurum*.

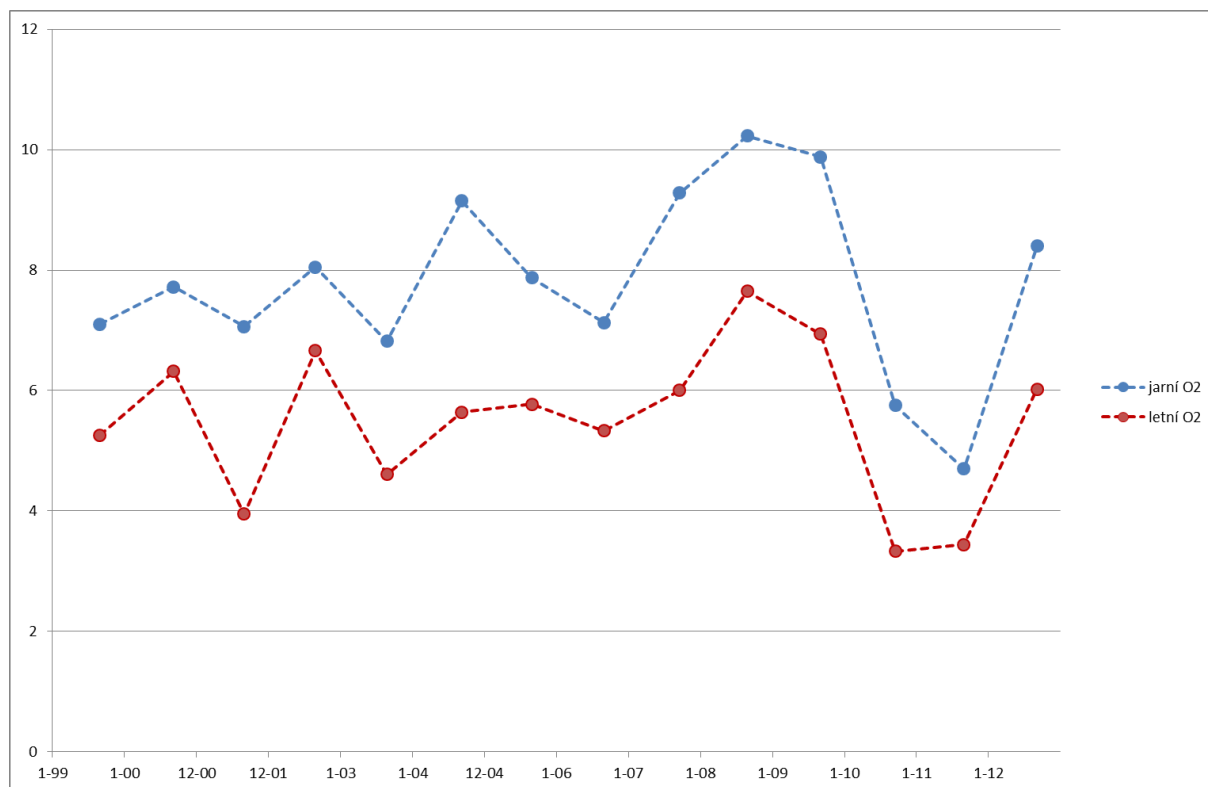
Druhové složení zooplanktonu nádrže Barbora není příliš bohaté, což je ovšem typické pro pelagiál oligotrofních nádrží, k nimž má Barbora blízko. Za téměř 20 let sledování bylo nalezeno 49 druhů zooplanktonu, z toho 31 druhů vírníků, 5 druhů klanonožců a 13 druhů perlooček. Trvalou složkou zooplanktonu zjišťovanou prakticky ve všech vzorcích jsou vírníci *Kellicottia longispina* a *Keratella cochlearis*, vývojová stadia buchaneč a vznášivek a vznášivky *Eudiaptomus gracilis*. Významnou složkou zjišťovanou ve většině vzorků jsou vírníci rodu *Polyarthra*, buchanka *Thermocyclops oithonoides* a perloočky rodu *Daphnia* (*D. galeata* a *D. longispina*). V hypolimniu jsou pravidelně nalézáni chladnomilní vírníci *Filinia terminalis*, *Synchaeta lakowitziana* a příležitostně i *Keratella hiemalis* a také buchanka *Cyclops* sp. Během uplynulých 20 let nedošlo k významným kvalitativním změnám ve složení zooplanktonu. Změny jsou spíše kvantitativní. U některých druhů existuje tendence častějšího výskytu nebo dosahování větší hustoty: vírníci rodu *Collotheca* a *Gastropus stylifer*, perloočky *Daphnia longispina* a *Diaphanosoma brachyurum*. V budoucnu je účelné vzorkovat i zooplankton z rostlinných porostů a druhy obývající dno. Dá se tam očekávat poměrně velké množství dalších druhů.

V Otakararu bylo nalezeno celkem 80 druhů zooplanktonu, z toho 48 druhů vírníků, 11 druhů klanonožců a 21 druhů perlooček. I to je relativně nízký počet a je to dáno absencí souvislých porostů makrovegetace. Zvýšení počtu druhů oproti Barboře je dáno do značné míry bentickými druhy, které se vyskytují i ve vodním sloupci u břehu díky vlnobití a také větším počtem vírníků podmíněným větším vyžíracím tlakem ryb v Otakararu. Trvalou složkou zooplanktonu jsou vírníci *Kellicottia longispina* a *Keratella cochlearis* a vývojová stadia buchaneč a vznášivek. Významnou složkou zjišťovanou ve většině vzorků jsou dále vírníci *Keratella quadrata* a rod *Polyarthra*, vznášivka *Eudiaptomus gracilis*, buchanka *Thermocyclops oithonoides* a perloočka *Bosmina longirostris*. V případě Otakararu dost zřetelně postupně přibývalo pravidelně nalézáných druhů: od roku 1999 parazitické buchanky rodu *Ergasilus* a perloočka *Ceriodaphnia*

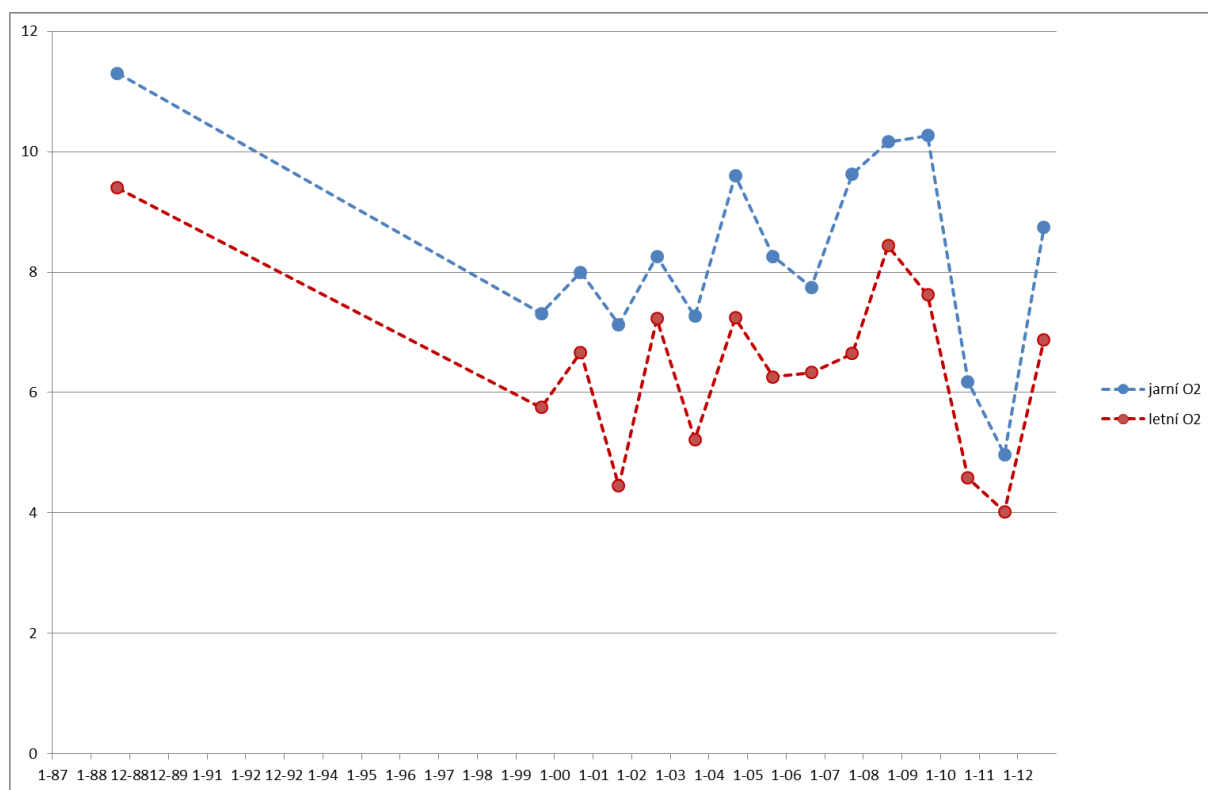
pulchella, od roku 2002 vířníci *Euchlanis* sp. a *Pompholyx sulcata* a buchanka *Mesocyclops leuckartii*, později vířníci *Bdelloidea* g.sp., *Ploima* g.sp., *Testudinella patina* a *Trichotria pocillum*, perloočky *Daphnia longispina*, *Disparalona rostrata* a *Scapholeberis mucronata*. Některé druhy zpočátku přítomné naopak přestaly být postupně nalézány: vířník *Ploesoma hudsoni*, buchanka *Cyclops vicinus* a perloočky *Daphnia cucullata* a *Daphnia galeata*. Vymizelé druhy by mohly být důsledkem poklesu trofie nádrže Otakar.

Již v roce 1994 byl v odtoku z Barbory zaznamenán masový výskyt mlže slávička mnohotvárná (*Dreissena polymorpha*) spolu s drobným plžem *Potamopyrgus antipodarum*. Plovoucí, tzv. veligerové larvy slávičky jsou ve vzorcích zooplanktonu z Barbory nalézány od roku 1997. Jejich hustota se pohybuje v desítkách až stovkách jedinců na metr krychlový, nejvíc ve vzorku z 28. 5. 2007 – 5 400 kusů/m³. V Otakaru byly zaznamenány dospělé slávičky až po roce 2000 a jejich larvy v planktonu od roku 2005 v počtu desítky až stovky na metr krychlový. Mezi další nepůvodní druhy nalezené v Barboře patří rak pruhovaný (*Orconectes limosus*). V Otakaru byla v jarních vzorcích v roce 2003 nalezena nepůvodní perloočka *Daphnia ambigua*.

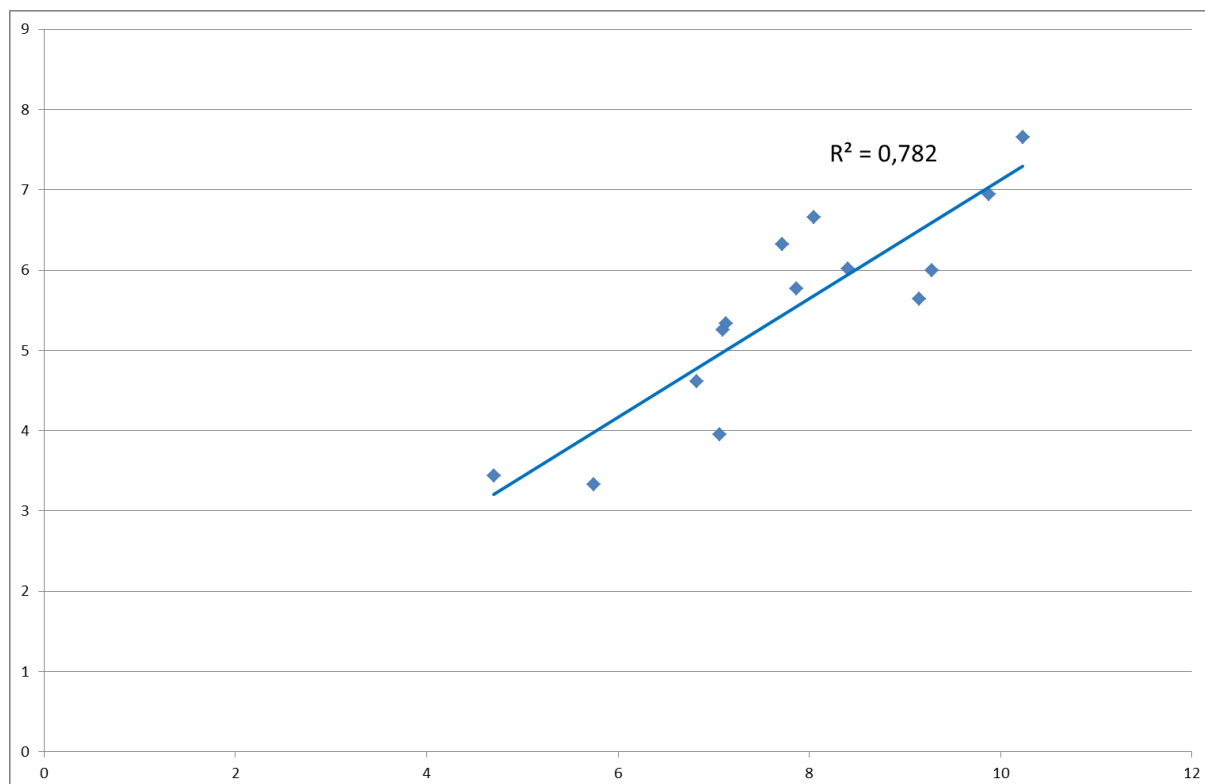
Dosud komentované ukazatele neukazují jasný trend změny trofie Barbory nebo jsou poněkud nejednoznačné. Pokud by docházelo k eutrofizaci, měla by se zvyšovat produkce organické hmoty a v důsledku toho klesat koncentrace kyslíku u dna až ke vzniku dočasné a postupně i trvalé anaerobní zóny u dna. Letní hodnoty v letech 2010 a 2011, kdy koncentrace kyslíku v hloubce 50 m poklesla až ke 3 mg/l, vyvolávaly dojem, že tento proces skutečně a dost rychle probíhá. V následujícím roce ovšem koncentrace kyslíku u dna koncem léta vzrostla na průměrných 6 mg/l. Analýza tohoto vývoje ukázala silnou závislost letní koncentrace kyslíku v hloubce 50 m na jarní koncentraci (Obrázek 143), tzn. na průběhu chladného ročního období a rychlosti jarního zvýšení teploty. Pro hloubku 40 m jsou k dispozici i údaje z roku 1988 (Obrázek 144). V tomto případě je korelace ještě těsnější a je vidět, že vztah se od 80. let nemění.



Obrázek 143. Jezero Barbora – koncentrace kyslíku v hloubce 50 m



Obrázek 144. Jezero Barbora – koncentrace kyslíku v hloubce 40 m



Obrázek 145. Závislost letní koncentrace kyslíku na jarní koncentraci v hloubce 50 m (mg/l)

To je silný argument, že v celém sledovaném období nedochází ke znatelné eutrofizaci nádrže Barbora. Z dalšího grafu (Obrázek 145) lze také zjistit dost překvapivou skutečnost, že čím vyšší je jarní koncentrace kyslíku u dna, tím větší je úbytek koncem léta a naopak. Je zde tedy nějaký další mechanismus, který brání vzniku anaerobie u dna a tím i nastartování vnitřní eutrofizace. K úplnému vyčerpání kyslíku by podle tohoto vztahu nastalo teprve kdyby jarní koncentrace kyslíku v hloubce 50 m nestoupala nad 1 mg/l. To je v současné době velmi nepravděpodobná situace.

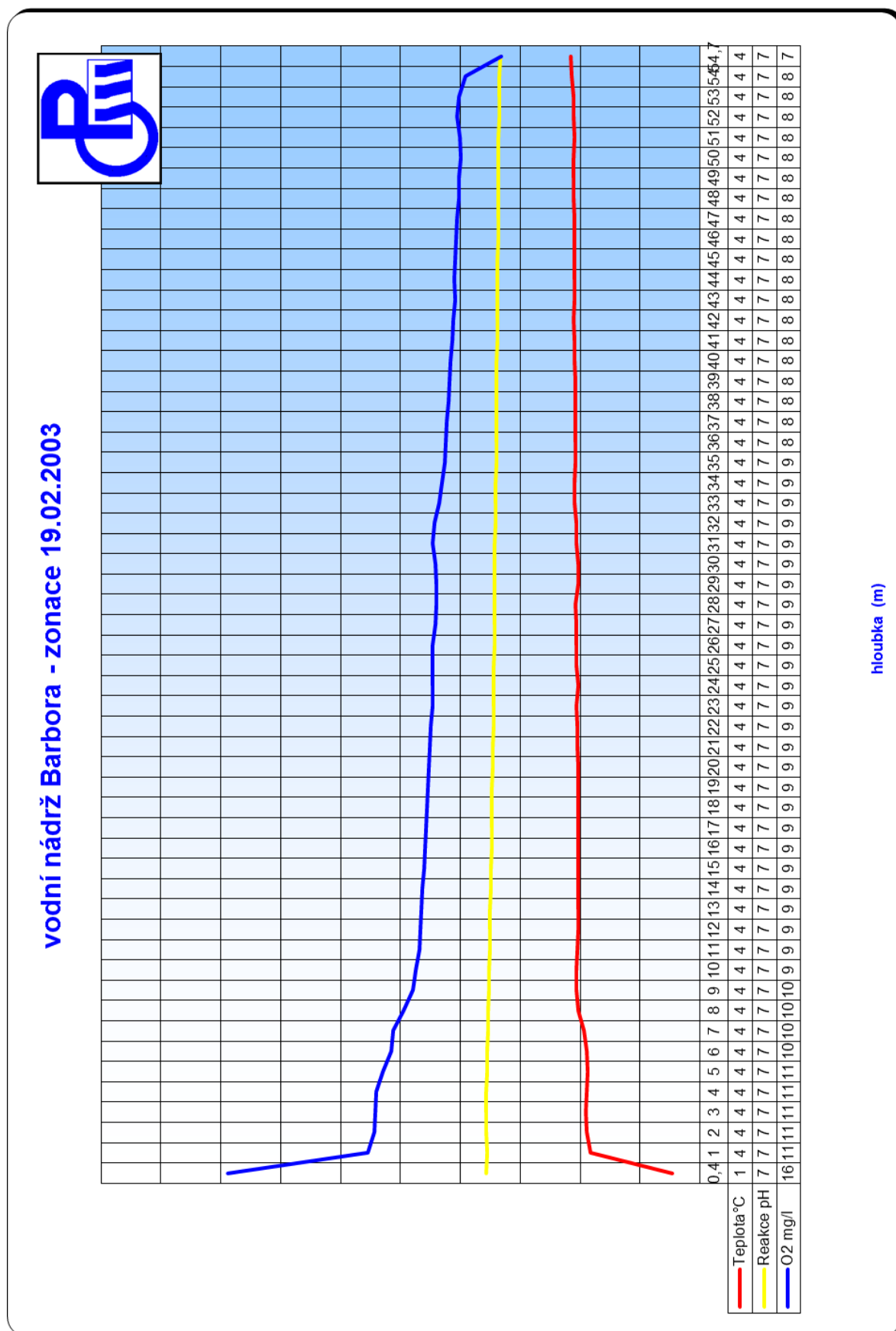
Analýza úbytku kyslíku u dna může odpovědět ještě na jednu otázku. Po jarní cirkulaci je teplota vody u dna blízká 4 °C, ale reálně o něco vyšší (4,2 – 5,0 °C). Během letního období ještě o několik desetin °C stoupne. To může být způsobeno přítokem teplejších důlních vod nebo přenosem tepla z vyšších vrstev turbulentními pohyby vody. V prvním případě by se růstem teploty zvětšoval úbytek kyslíku (voda v hlubších geologických vrstvách je bez kyslíku), v druhém případě by se měl s růstem teploty úbytek kyslíku zmenšovat, protože výše ležící vrstvy mají vyšší koncentraci kyslíku. Z provedené analýzy dat je však zřejmé, že čím větší je letní přírůstek teploty v hloubce 50 m, tím menší je letní pokles koncentrace kyslíku. Závislost není příliš těsná, ale rozhodně nejde

o opačný vztah. Z toho lze odvodit, že přítok důlní vody u dna Barbory je naprosto zanedbatelný a tyto vody tudíž významně neovlivňují ani chemismus vody v jezeře.

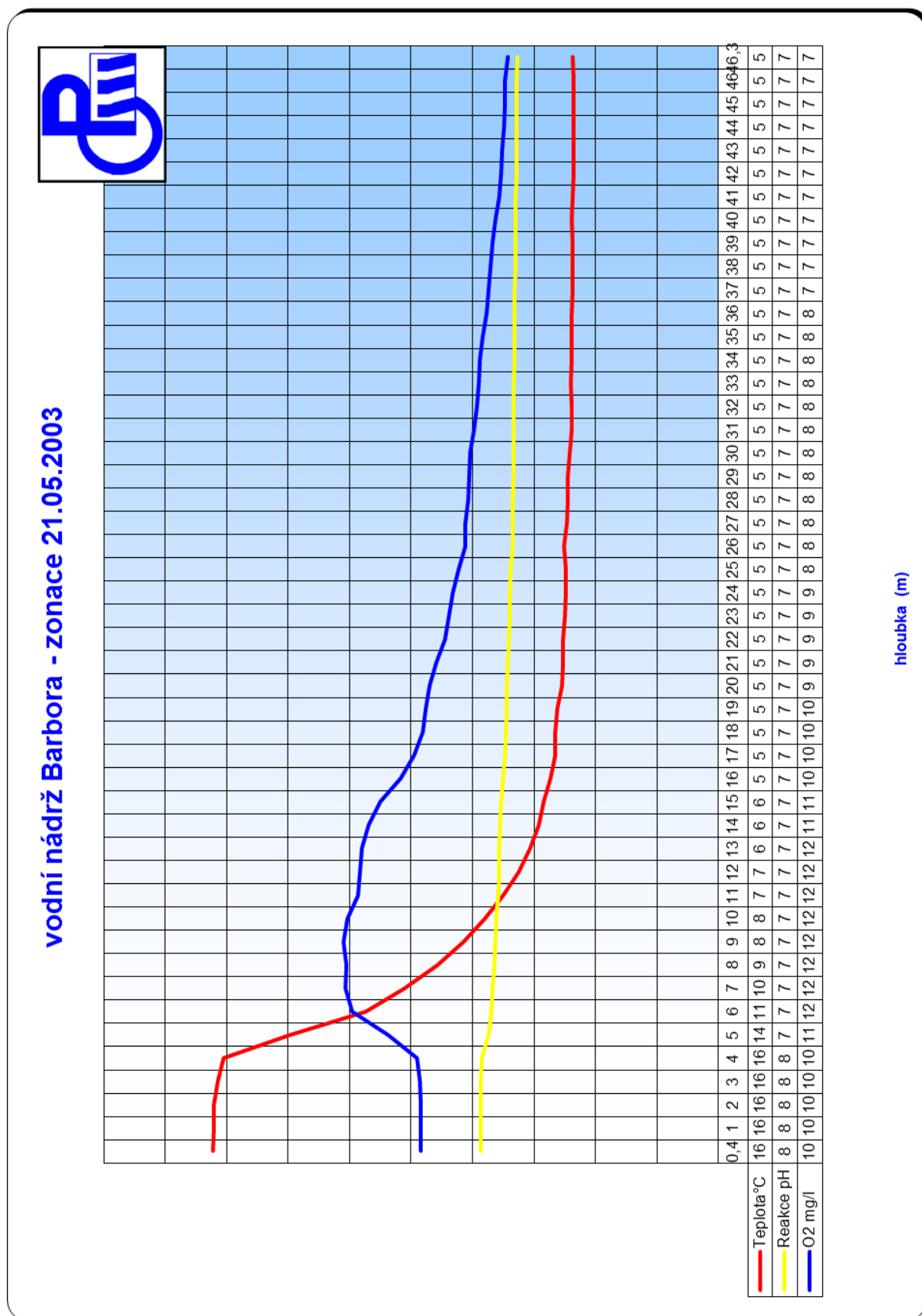
Dobrym ukazatelem úživnosti nádrží je průhlednost vody. Čím vyšší je trofie nádrže, tím menší je průhlednost vody a naopak. V případě Barbory se průhlednost pohybuje kolem 4 m bez statisticky významného trendu změn. Z toho se dá opět dovodit, že se od poloviny 90. let nemění ani trofie. Ani v případě Otakaru není statisticky významný trend změny, i když korelační koeficient je poněkud vyšší. Je to způsobeno velkým rozptylem hodnot. Zvýšení průhlednosti od roku 2008 je však zřejmě reálné.

Problém eutrofizace je nejspíš komplikovanější, než bylo zatím pojednáno. Podél břehů narostl les, větve stromů zasahují daleko nad vodu a jsou trvalým zdrojem organického opadu. Kolem břehu přibývá porostů vodních rostlin. To jsou procesy a projevy eutrofizace. Naproti tomu pelagiál se díky zmenšenému přítoku a přísunu živin neutrofizuje nebo dokonce mírně oligotrofizuje.

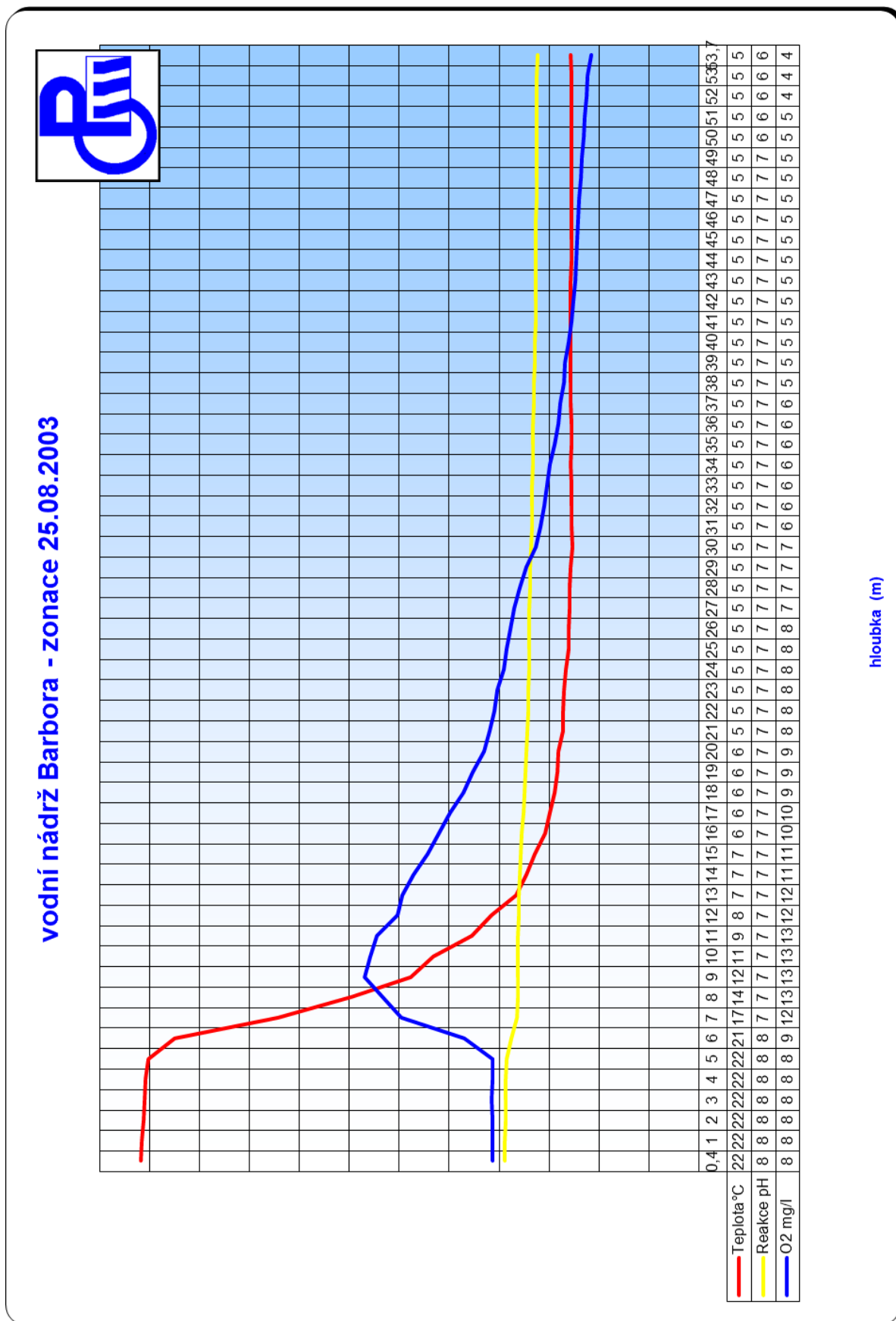
Vývoj **stratifikace**, který je obecně popsán v Kapitole 4.1, lze na jezeře Barbora ilustrovat následující sérií grafů (Obrázek 146 až Obrázek 148). První graf zachycuje jezero Barbora v období tzv. *zimní stratifikace*, kdy teplota vody bezprostředně pod hladinou rychle stoupá z teploty kolem 0 °C na 4 °C, která je pak neměnná v celém vodním sloupci. Stejně vyrovnaný vertikální průběh má i reakce vody. Koncentrace rozpuštěného kyslíku v zimním období, kdy není ovlivňována produkcí či spotřebou živých organismů, je přímo úměrná teplotě vody. Proto mírný pokles s mírným nárůstem teploty v hladinové vrstvě a následuje opět prakticky homogenní rozložení v celém vodním sloupci. Po *jarní cirkulaci* se na konci května a počátku června začíná na Barboře vyvíjet tzv. *letní stratifikace*. Její počátek je zachycen na druhém grafu a v plně vyvinutém stavu pak na třetím grafu. Je patrné postupné prohřívání povrchové vrstvy vody, kdy během několika týdnů vytvoří asi 5 m silný epilimnion s teplotou vody 22 °C. Teplota v pod ním ležícím metalimnionu pak v průběhu asi 10 m skokově klesá na teplotu 5 °C. V důsledku vyšší teploty vody epilimnionu, která snižuje rozpustnost kyslíku ve vodě, je jeho koncentrace v této povrchové vrstvě pouze 8 mg/l. Koncentrace kyslíku v níže položené vrstvě vody je pak zvyšována především probíhající fotosyntézou, která je však podmíněna průhledností vody, a tak s přibývajícím hloubkou koncentrace rozpuštěného kyslíku opět klesá. S postupným ochlazováním povrchové vody se mění i její hustota, což vede k *podzimní cirkulaci* jezerní vody.



Obrázek 146. Příklad stratifikace vody v Barboře v zimním období



Obrázek 147. Příklad stratifikace vody v Barboře v jarním období



7.6. Celkové vyhodnocení hydrické rekultivace zbytkové jámy z pohledu dosažené kvality vod v jezeře a dlouhodobého výhledu

Výsledky sledování nádrže Barbora od druhé poloviny 80. let do současnosti ukazují na podivuhodně stabilní prostředí. I když došlo k poměrně nezvyklému vývoji v iontovém složení vody, zachovává se trvale nízká trofie nádrže bez průkazných známek eutrofizace. U menší nádrže Otakar jsou změny v chemismu větší, protože změny v přítocích do této nádrže jsou relativně významnější. Ukazují názorněji, jak se dá manipulací s průtokem vody měnit prostředí nádrže ve zbytkové jámě.

Tabulka 25. Vybrané ukazatele kvality vody v roce 2018

ukazatel	jednotka	Nařízení vlády č. 401/2015 Sb.		Barbora 10 m	Barbora odtok	Otakar
		tabulka 1a, přípustné znečištění	tabulka 1c, NEK			
pH		5-9		7,318	7,897	7,749
alkalita KNK4.5	mmol/l			2,549	2,544	2,932
CHSK-Cr	mg/l	26		21,3	18,4	9,8
NH ₄ -N	mg/l	0,23		0,038	0,038	0,051
NO ₃ -N	mg/l	5,4		0,543	0,462	0,150
NO ₂ -N	mg/l			0,003	0,007	0,003
TN	mg/l	6		1,021	0,875	0,636
PO ₄ -P	mg/l			0,012	0,009	0,010
TP	mg/l	0,15		0,105	0,108	0,120
Na	mg/l			15,9	16,7	15,2
K	mg/l			7,6	7,9	8,5
Ca	mg/l	190		45,7	46,9	72,0
Mg	mg/l	120		22,0	22,7	31,0
Cl	mg/l	150		15,41	16,10	16,65
SO ₄	mg/l	200		147,7	159,7	193,2
vodivost ₂₅	μS/cm			574	580	723
NL	mg/l	20		0,95	7,00	3,30
Fe	mg/l		1	0,271	0,019	0,046
Mn	mg/l		0,3	0,005	0,003	0,013
Al	mg/l		1	0,012	0,022	0,046
Zn	mg/l		0,092	0,023	0,018	0,015
chlorofyl	μg/l			0,95	1,96	1,76

Nádrž Barbora slouží i jako praktická ukázka pro veřejnost i odborníky různých oborů, jak kvalitní může být voda ve zbytkových jamách po těžbě uhlí. To vytváří nesporně lepší image pro hornictví a rekultivaci vytěžených lomů.

Barbora a Otakar jsou i po dlouhé době sledování stále zdrojem řady nových poznatků, které jsou vcelku v souladu s hydrobiologickou teorií. Ovšem teprve jejich přímé pozorování umožní uvědomit si jejich význam a možnost aplikace i na dalších zatopených zbytkových jamách nebo při projektování a realizaci jezer, která teprve v budoucnu budou ve vytěžených lomech vznikat.

Barbora je samostatný útvar stojaté vody. Sledování, která jsou prováděna pro stanovení jejího chemického a ekologického stavu, přináší cenné informace, které přispívají k dokonalejšímu poznání tohoto jezera. Z hlediska hydrobiologického je však nutno na dosavadní systematické sledování jezera pohlížet jako na krátkodobé, které neumožňuje učinit zcela jasné závěry o dlouhodobém vývoji jezera v horizontu několika staletí, po které zde nepochybně bude existovat. Je proto žádoucí i nadále pokračovat v úsporném sledování obou nádrží, vyhodnocovat získaná data a poznatky předávat odborné veřejnosti.

8. VYHODNOCENÍ DOSAVADNÍCH POZNATKŮ ZE ZATÁPĚNÍ ZBYTKOVÝCH JAM HNĚDOUHELNÝCH LOMŮ V ÚSTECKÉM KRAJI

8.1. Zhodnocení kvalitativních ukazatelů vodních toků, se kterými je uvažováno jako se zdroji povrchové vody pro napouštění budoucích jezer stávajících hnědouhelných lomů (10 profilů)

Základní hodnocení vychází z dat ročního monitoringu, který pro Ústecký kraj provedla společnost BIOANALYTIKA CZ, s. r. o., v průběhu roku 2017 [9]. Doplnkově jsou hodnoceny rovněž údaje shromážděné ve studii společnosti SWECO HYDROPROJEKT, a. s., zpracované rovněž pro Ústecký kraj [8].

8.1.1. Profil č. 1 – PPV



Obrázek 149. Lokalizace odběrného místa hydrochemického monitoringu PV-1

Tento profil je uvažován jako hlavní zdroj napouštění jámy Libouš. Z hlediska kvality vody v toku jde o profil s nejlepšími parametry, kde skoro všechny stanovené hodnoty sledovaných ukazatelů vyhoví normám environmentální kvality. Jedinou výjimkou jsou nízké koncentrace rozpuštěného kyslíku od července do listopadu (pokles

až na 3,01 mg/l, když požadováno je více než 9 mg/l). Tyto hodnoty jsou ovšem dost podezřelé, protože obdobná změna nebyla zaznamenána u dalších ukazatelů, které by s poklesem koncentrace kyslíku mohly souviset. Nezávisle na tom nejde o ukazatel, který by jakkoli zpochybňoval využití tohoto zdroje nebo vyžadoval nějaká opatření na zlepšení hodnot. Kyslíkový režim v jezeře bude na přítoku zcela nezávislý a vzhledem k očekávané oligotrofii jezera i bezproblémový.

Tabulka 26. Vyhodnocení hydrochemického monitoringu v profilu PV-1

PV-1 Přivaděč Ohře - Bílina		roční průměr	roční min.	roční max.	Přípustné znečištění		NEK	
					Roční prům.	Max	NEK-NPK	NEK-RP
Intest. enterokoky	KTJ/100 ml	25	0	100		2000		
E. coli	KTJ/100 ml	17	0	38		2500		
Termotol. koliform. bakt.	KTJ/100 ml	27	4	56		4000		
pH		7,6	6,8	8,3	5 - 9			
Acidita celková (ZNK-8,3)	mmol/l	0,15	0,04	0,38				
Acidita zjevná (ZNK-4,5)	mmol/l	0	0	0				
Alkalita celková (KNK-4,5)	mmol/l	0,9	0,5	1,6				
Alkalita zjevná (KNK-8,3)	mmol/l	0	0	0				
Konduktivita	mS/m	14	12	19				
CHSK-Cr	mg/l	8	2	12	26			
Chloridy	mg/l	8,9	5,9	11,0	150			
Sířany	mg/l	46,1	21,0	111,0	200			
BSK-5	mg/l	1	1	3	3,8			
Rozpuštěné látky sušené (105°C)	mg/l	112	79	169	750			
Rozp. látky žíhané (550°C)	mg/l	63	13	89	470			
Nerozpuštěné látky sušené (105°C)	mg/l	9	5	16	20			
Dusík dusičnanový (N-NO ₃)	mg/l	0,56	0,50	1,05	5,4			
Dusík amoniakální (N-NH ₄)	mg/l	0,04	0,04	0,04	0,23			
Dusík dusitanový (N-NO ₂)	mg/l	0,015	0,015	0,015				
Dusík celkový (N-celk.)	mg/l	0,68	0,50	1,29	6			
Fosfor celkový (P-celk.)	mg/l	0,020	0,020	0,020	0,15			
Suma uhlovodíků C10 - C40	mg/l	0,03	0,03	0,03				0,1
Celk. organicky váz. uhlík (TOC)	mg/l	5,3	4,3	6,2	10			
Rozpuštěný kyslík	mg/l	7,69	3,01	11,60	>9			
Teplota	°C	9,8	3,6	16,0		29		
Fosfor fosforečnanový	mg/l	0,04	0,04	0,04				
Stříbro (Ag)	mg/l	0,002	0,002	0,005				0,0035
Hliník (Al)	mg/l	0,37	0,20	0,84				1
Arzen (As)	mg/l	0,003	0,003	0,003				0,011
Bór (B)	mg/l	0,03	0,03	0,03				0,3
Baryum (Ba)	mg/l	0,031	0,026	0,034				0,18
Beryllium (Be)	mg/l	0,00033	0,00025	0,00055				0,0005

Kadmium (Cd)	µg/l	0,25	0,25	0,25			≤0,45	
Kobalt (Co)	mg/l	0,001	0,001	0,001				0,003
Chró­m celk. (Cr)	mg/l	0,001	0,001	0,001				0,018
Měď (Cu)	mg/l	0,005	0,005	0,005				0,014
Železo celk. (Fe)	mg/l	0,19	0,08	0,46				1
Mangan (Mn)	mg/l	0,04	0,02	0,12				0,3
Molybden (Mo)	mg/l	0,001	0,001	0,002				0,018
Nikl (Ni)	µg/l	1,6	1,0	3,5			34	
Olovo (Pb)	µg/l	5	5	5			14	
Cín (Sn)	mg/l	0,016	0,013	0,025				0,025
Vanad (V)	mg/l	0,001	0,001	0,001				0,018
Zinek (Zn)	mg/l	0,0054	0,0026	0,0087				0,092
Rtuť	µg/l	0,05125	0,035	0,1			0,07	
Antimon	mg/l	0,002	0,002	0,002				0,25
Selen	mg/l	0,001	0,001	0,003				0,002
Vápník	mg/l	15,9	11,8	22,6	190			
Hořčík	mg/l	4,33	3,97	5,86	120			
Draslík	mg/l	1,43	1,14	1,92				
Sodík	mg/l	4,82	3,49	5,91				
Benzo/b/fluoranthén	µg/l	0,001	0,001	0,001			0,17	
Benzo/k/fluoranthén	µg/l	0,001	0,001	0,001			0,17	
Benzo/a/pyren	µg/l	0,001	0,001	0,001			0,27	
Benzo/ghi/perylen	µg/l	0,003	0,003	0,003			0,0082	
Indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/l	0,003	0,003	0,003				
Fluoranthén	µg/l	0,003	0,003	0,003				
PAU - suma	µg/l	0,01	0,01	0,01				
PCB - suma kongenerů	ng/l	4,3	0,5	7,0				7
PCB kongener 28	ng/l	3,5	2,5	4,0				
PCB kongener 52	ng/l	2,5	2,5	2,5				
PCB kongener 101	ng/l	2,0	2,0	2,0				
PCB kongener 118	ng/l	3,5	2,5	4,0				
PCB kongener 153	ng/l	3,8	2,5	4,5				
PCB kongener 138	ng/l	2,7	2,5	3,0				
PCB kongener 180	ng/l	5,5	2,5	7,0				

Pozn.: pro účely výpočtu průměrné hodnoty byly hodnoty uváděné pod mezí stanovitelnosti (uváděné se znaménkem "<") uvažovány jako polovina hodnoty příslušné meze stanovitelnosti

Tento zdroj vody velmi dobře vyhovuje napouštění jámy Libouš a zabezpečí dobrou kvalitu vody v ní už od začátku napouštění. Sledování však zřejmě proběhlo v podmínkách menšího průtoku. Bylo by vhodné ověřit, že při zvýšení průtoku potřebném pro napouštění se některé ukazatele nezhorší (například koncentrace nerozpuštěných látek).

Ve studii Hydroprojektu je hodnocen menší rozsah ukazatelů převzatých z monitoringu Povodí Ohře s.p. pro profil Rašovice, který je zdrojem vody pro PPV, bohužel jen za rok 2010. Většina ukazatelů profilu Rašovice (BSK5, CHSK-Cr, celkový fosfor, dusičnanový a amoniakální dusík, nerozpuštěné látky, chloridy, sírany) má vyšší hodnoty než byly zjištěny ve sledovaném profilu PPV, zpravidla dvojnásobné. V případě termotolerantních koliformních bakterií byla úroveň v profilu Rašovice dokonce přibližně pětsetkrát vyšší. Pouze koncentrace kyslíku byla přímo v Ohři příznivější. Rozdíl je způsoben zřejmě větším podílem vody z krušnohorských potoků. Naznačuje to, že při zvýšení podílu vody z Ohře se ukazatele v PPV poněkud zhorší. Většina ukazatelů vyhovuje limitům pro povrchové vody. Nerozpuštěné látky v profilu Rašovice dosáhly limitu pro povrchové vody (20 mg/l). To ukazuje na vhodnost vybudovat sedimentační nádrž i na tomto zdroji vody pro napouštění jezera. Bakteriální znečištění v profilu Rašovice mnohonásobně přesáhlo požadavky na kvalitu povrchové vody. To ale z hlediska napouštění jezera není problém, taková koncentrace se v jezeře neudrží.

8.1.2. Profil č. 2 – Hačka



Obrázek 150. Lokalizace odběrného místa hydrochemického monitoringu PV-2

Hačka je vedle potoků Lužničky, Lideňského a Hutné a vedle přítoku z vlastního povodí zbytkové jámy uvažovaná jako doplňkový zdroj napouštěcí vody jezera Libouš. Její podíl by činil přibližně 5 %. Kvalita vody v tomto profilu je poměrně špatná, roční průměry u 8 ukazatelů překračují normy environmentální kvality. U několika dalších ukazatelů vybočují jednotlivé hodnoty. Kvalita vody je navíc kolísavá, hodnoty jednotlivých ukazatelů se pohybují i ve více než řádovém rozpětí.

Průměrné koncentrace chloridů 211 mg/l (limit pro povrchové vody 150 mg/l) a síranů 402 mg/l (limit 200 mg/l) významně nezhorší kvalitu vody v jezeře a jsou akceptovatelné. Totéž se týká rozpuštěných látek sušených (průměr 1049 mg/l proti limitu 750 mg/l) a žíhaných (průměr 878 mg/l proti limitu 470 mg/l). Vysoké koncentrace dusičnanového (průměr 7,3 mg/l proti limitu 5,4 mg/l) a celkového dusíku (průměr 8,7 mg/l proti limitu 6 mg/l) není z hlediska napouštění problém. Zvýšení koncentrace minerálních forem dusíku v jezeře přispěje k větší odolnosti jezera proti masovému rozvoji sinic vodního květu, když v hlavním zdroji napouštění jsou

koncentrace dusíku velmi nízké. Nízké koncentrace rozpuštěného kyslíku zejména v měsících srpen až listopad jsou i v tomto profilu podezřelé a nezdůvodněné, ale pro napouštění jezera nejsou problematické. Roční průměr, ale jen ze 4 hodnot, ještě překročil limit pro povrchové vody u sumy uhlovodíků $C_{10} - C_{40}$ (průměr 0,144 mg/l proti limitu 0,1 mg/l). Přitom ve třech odběrech byl ukazatel pod mezí stanovitelnosti a ve čtrtém odběru byla zaznamenána zvýšená hodnota. Z hlediska napouštění jezera je to ale akceptovatelné, i když by bylo žádoucí eliminovat zdroj tohoto znečištění, pokud by se ho podařilo identifikovat. Blízko limitu pro povrchové vody je ještě koncentrace rtuti (průměr ze 4 hodnot 0,062 µg/l proti limitu 0,07 µg/l), což je z hlediska napouštění jezera rovněž akceptovatelné. Opět byl ukazatel ve třech odběrech pod mezí stanovitelnosti a v jediném odběru byla naměřena zvýšená hodnota.

Tabulka 27. Vyhodnocení hydrochemického monitoringu v profilu PV-2

PV-2 Hačka		roční průměr	roční min.	roční max.	Přípustné znečištění		NEK	
					Roční prům.	Max	NEK-NPK	NEK-RP
Intest. enterokoky	KTJ/100 ml	122	6	580		2000		
E. coli	KTJ/100 ml	139	20	480		2500		
Termotol. koliform. bakt.	KTJ/100 ml	166	56	500		4000		
pH		7,8	7,4	8,3	5 - 9			
Acidita celková (ZNK-8,3)	mmol/l	0,3	0,0	0,8				
Acidita zjevná (ZNK-4,5)	mmol/l	0	0	0				
Alkalita celková (KNK-4,5)	mmol/l	2,4	0,9	5,3				
Alkalita zjevná (KNK-8,3)	mmol/l	0	0	0				
Konduktivita	mS/m	137	23	431				
CHSK-Cr	mg/l	14	2	24	26			
Chloridy	mg/l	211	18	1640	150			
Sírany	mg/l	402	34	1620	200			
BSK-5	mg/l	2	1	4	3,8			
Rozpuštěné látky sušené (105°C)	mg/l	1049	169	2940	750			
Rozp. látky žíhané (550°C)	mg/l	878	101	2470	470			
Nerozpuštěné látky sušené (105°C)	mg/l	17	6	68	20			
Dusík dusičnanový (N-NO ₃)	mg/l	7,32	0,50	22,30	5,4			
Dusík amoniakální (N-NH ₄)	mg/l	0,123	0,040	0,364	0,23			
Dusík dusitanový (N-NO ₂)	mg/l	0,081	0,015	0,416				
Dusík celkový (N-celk.)	mg/l	8,66	0,50	31,90	6			
Fosfor celkový (P-celk.)	mg/l	0,095	0,020	0,180	0,15			
Suma uhlovodíků C ₁₀ - C ₄₀	mg/l	0,14	0,03	0,50				0,1
Celk. organicky váz. uhlík (TOC)	mg/l	5,72	3,93	8,04	10			
Rozpuštěný kyslík	mg/l	7,47	3,10	11,90	>9			
Teplota	°C	10,1	2,1	16,8		29		

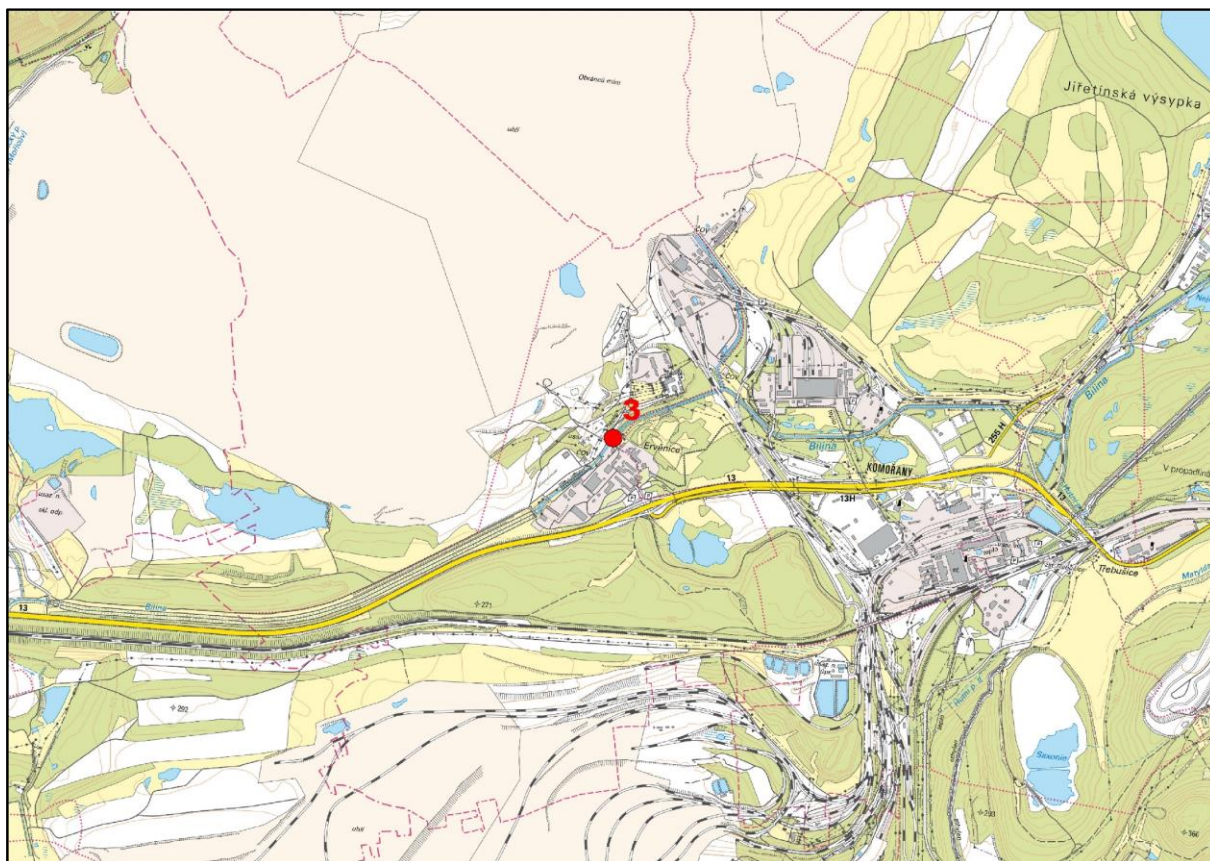
Fosfor fosforečnanový	mg/l	0,0766	0,04	0,158				
Stříbro (Ag)	mg/l	0,002	0,002	0,005				0,0035
Hliník (Al)	mg/l	0,30	0,03	0,85				1
Arzen (As)	mg/l	0,003	0,003	0,003				0,011
Bór (B)	mg/l	0,12	0,03	0,33				0,3
Baryum (Ba)	mg/l	0,038	0,024	0,050				0,18
Beryllium (Be)	mg/l	0,00025	0,00025	0,00025				0,0005
Kadmium (Cd)	µg/l	0,25	0,25	0,25			1,5	
Kobalt (Co)	mg/l	0,001	0,001	0,001				0,003
Chrómk celk. (Cr)	mg/l	0,001	0,001	0,001				0,018
Měď (Cu)	mg/l	0,005	0,005	0,005				0,014
Železo celk. (Fe)	mg/l	0,33	0,08	1,31				1
Mangan (Mn)	mg/l	0,08	0,03	0,19				0,3
Molybden (Mo)	mg/l	0,002	0,001	0,003				0,018
Nikl (Ni)	µg/l	2,1	1,0	3,2			34	
Olovo (Pb)	µg/l	5	5	5			14	
Cín (Sn)	mg/l	0,016	0,013	0,025				0,025
Vanad (V)	mg/l	0,001	0,001	0,001				0,018
Zinek (Zn)	mg/l	0,024	0,004	0,060				0,092
Rtuť	µg/l	0,062	0,035	0,1			0,07	
Antimon	mg/l	0,002	0,002	0,002				0,25
Selen	mg/l	0,002	0,001	0,004				0,002
Vápník	mg/l	98,7	23,0	306,0	190			
Hořčík	mg/l	36,5	6,2	130,0	120			
Draslík	mg/l	9,7	2,7	23,9				
Sodík	mg/l	167	11	841				
Benzo/b/fluoranthén	µg/l	0,002	0,001	0,006			0,17	
Benzo/k/fluoranthén	µg/l	0,002	0,001	0,003			0,17	
Benzo/a/pyren	µg/l	0,002	0,001	0,004			0,27	
Benzo/ghi/perylene	µg/l	0,003	0,003	0,005			0,0082	
Indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/l	0,003	0,003	0,003				
Fluoranthén	µg/l	0,009	0,003	0,022				
PAU - suma	µg/l	0,01	0,01	0,04				
PCB - suma kongenerů	ng/l	4,3	0,5	7,0				7
PCB kongener 28	ng/l	3,5	2,5	4,0				
PCB kongener 52	ng/l	2,5	2,5	2,5				
PCB kongener 101	ng/l	2,0	2,0	2,0				
PCB kongener 118	ng/l	3,5	2,5	4,0				
PCB kongener 153	ng/l	3,8	2,5	4,5				
PCB kongener 138	ng/l	2,7	2,5	3,0				
PCB kongener 180	ng/l	5,5	2,5	7,0				

Pozn.: pro účely výpočtu průměrné hodnoty byly hodnoty uváděné pod mezí stanovitelnosti (uváděné se znaménkem "<") uvažovány jako polovina hodnoty příslušné meze stanovitelnosti

Celkově je tedy možno konstatovat, že i přes překročení limitů pro povrchové vody u 8 ukazatelů je tento profil pro napouštění jezera akceptovatelný. Vhodné by bylo vedení přítoku do jezera přes sedimentační nádrž, která by zabezpečila alespoň půlhodinové zdržení vody a pokles koncentrace nerozpuštěných látek, s navazujícím mělčím mokřadem prorostlým makrovegetací. Řada ukazatelů může být před začátkem napouštění zlepšena eliminací některých bodových zdrojů znečištění nebo efektivnějším čištěním odpadních vod. Pokud by přesto voda v tomto profilu zůstala neuspokojivá, jeho nevyužití by jen nevýznamně prodloužilo dobu napouštění. Vydatnost tohoto zdroje zřejmě není stabilní. Bylo by vhodné vyhodnotit výskyt nepříznivých hodnot jednotlivých ukazatelů vůči aktuálnímu průtoku. Koncentrace rtuti jsou i u některých dalších profilů blízké limitu nebo nadlimitní, přičemž většina hodnot je pod limitem stanovení a jen jednotlivé hodnoty jsou vysoké. Obdobný náhodný výskyt jednotlivých vysokých hodnot koncentrace rtuti byl zaznamenán i monitoringem již napouštěných jezer. Výskyt rtuti a pohyb jejích jednotlivých forem by si zasloužil komplexní studii v rámci celého Podkrušnohoří s cílem posoudit, jak případně situaci zlepšit útlum těžby uhlí a jeho spalování.

Ve studii Hydroprojektu jsou hodnoceny roční průměry vybraných ukazatelů sledovaných v rámci monitoringu podnikem Povodí Ohře s.p. a to v 7 letech v období 2008 – 2016. Vzorky však byly odebírány v profilu Nezabylice, kde pod plánovaným odběrem do jezera jsou ještě další 3 zdroje znečištění. Významné kolísání hodnot se projevuje i v ročních průměrech. Úroveň některých ukazatelů je v datech Povodí Ohře s.p. poněkud horší (BSK5, CHSK-Cr, celkový fosfor, amoniakální dusík a nerozpuštěné látky). Koncentrace termotolerantních koliformních bakterií je přibližně stonásobná. Jiné ukazatele jsou naopak lepší (rozpuštěný kyslík, dusičnanový dusík a chloridy). Úroveň ostatních ukazatelů je srovnatelná. Za nejvýznamnější rozdíl je možno považovat koncentraci celkového fosforu, která je přibližně trojnásobná ve srovnání se současným sledováním profilu PV-2 a nejvíce by nepříznivě ovlivňovala kvalitu vody v jezeře. I z hodnocení dat Povodí Ohře s.p. vyplývá potřeba vodu z Hačky vést přes usazovací nádrž a následně mělké mokřady zarostlé makrovegetací a účelnost řešit znečištění vody u jeho zdrojů.

8.1.3. Profil č. 3 – Bílina pod MVE na Ervěnickém koridoru



Obrázek 151. Lokalizace odběrného místa hydrochemického monitoringu PV-3

Tento profil je uvažován jako hlavní zdroj (cca 2/3) napouštění lomu ČSA. Kvalita vody je poměrně dobrá, jen 3 ukazatele mírně překračují limit pro povrchové vody. Průměrná koncentrace nerozpuštěných látek 21,4 mg/l (limit 20 mg/l) v jezeře rychle poklesne na zlomek této koncentrace. Přesto je účelné na přítoku do jezera vybudovat sedimentační nádrž, která zabezpečí alespoň půlhodinové zdržení vody, což by zadrželo skoro 2/3 nerozpuštěných látek. Další snížení nerozpuštěných látek a na ně vázaných kovů, fosforu a dalších látek by mohl zabezpečit následný mělký mokřad (do 40 cm hloubky) prorostlý makrovegetací. Koncentrace dusičnanového (průměr 5,44 mg/l proti limitu 5,4 mg/l) a celkového dusíku (průměr 6,15 mg/l proti limitu 6 mg/l) pro jezero nejsou problém a není třeba je řešit. V jezeře dojde samovolně k poklesu, přičemž vyšší koncentrace dusíku přispívá k omezení rozvoje sinic vodního květu a je tedy žádoucí. Dusičnany navíc umožní mineralizaci organických látek v případných anaerobních depresích na dně jezera. I když nepřekračuje limit pro povrchové vody, z hlediska trofie budoucího jezera je příliš vysoká koncentrace celkového fosforu (průměr 0,13 mg/l proti

limitu 0,15 mg/l), z toho zhruba čtvrtina je vázaná na nerozpuštěné látky. Snížení v řece by se mohlo dosáhnout srážením fosforu v ČOV nad profilem. Za úvahu stojí i možnost ovlivnění koncentrace fosforu vhodným managementem v nádrži Újezd (například úprava rybí obsádky a zvýšení průhlednosti vody).

Tabulka 28. Vyhodnocení hydrochemického monitoringu v profilu PV-3

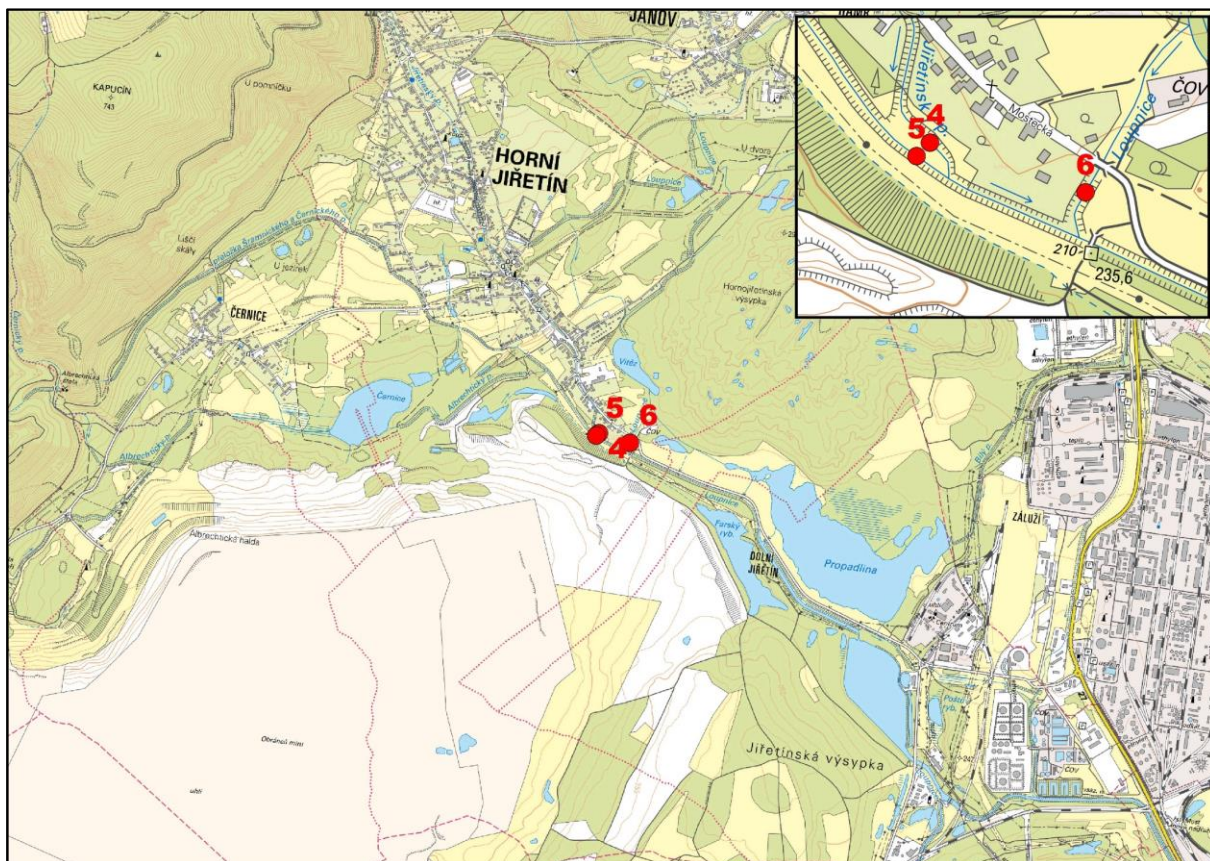
PV-3 Bílina		roční průměr	roční min.	roční max.	Přípustné znečištění		NEK	
					Roční prům.	Max	NEK -NPK	NEK-RP
Intest. enterokoky	KTJ/100 ml	63	8	164		2000		
E. coli	KTJ/100 ml	70	0	420		2500		
Termotol. koliform. bakt.	KTJ/100 ml	133	0	640		4000		
pH		7,8	7,0	8,6	5 - 9			
Acidita celková (ZNK-8,3)	mmol/l	0,15	0,00	0,28				
Acidita zjevná (ZNK-4,5)	mmol/l	0	0	0				
Alkalita celková (KNK-4,5)	mmol/l	1,4	1,2	1,7				
Alkalita zjevná (KNK-8,3)	mmol/l	0	0	1				
Konduktivita	mS/m	42	25	80				
CHSK-Cr	mg/l	19	2	49	26			
Chloridy	mg/l	25,3	21,9	28,7	150			
Sířany	mg/l	97	41	145	200			
BSK-5	mg/l	3	1	10	3,8			
Rozpuštěné látky sušené (105°C)	mg/l	275	183	381	750			
Rozp. látky žíhané (550°C)	mg/l	201	131	291	470			
Nerozpuštěné látky sušené (105°C)	mg/l	21	8	50	20			
Dusík dusičnanový (N-NO ₃)	mg/l	5,44	0,50	10,00	5,4			
Dusík amoniakální (N-NH ₄)	mg/l	0,201	0,040	0,502	0,23			
Dusík dusitanový (N-NO ₂)	mg/l	0,071	0,015	0,194				
Dusík celkový (N-celk.)	mg/l	6,15	1,80	10,40	6			
Fosfor celkový (P-celk.)	mg/l	0,130	0,020	0,213	0,15			
Suma uhlovodíků C10 - C40	mg/l	0,03	0,03	0,03				0,1
Celk. organicky váz. uhlík (TOC)	mg/l	6,48	5,43	7,57	10			
Rozpuštěný kyslík	mg/l	7,14	3,08	11,60	>9			
Teplota	°C	13,6	2,6	20,9		29		
Fosfor fosforečnanový	mg/l	0,105	0,040	0,184				
Stříbro (Ag)	mg/l	0,002	0,002	0,005				0,0035
Hliník (Al)	mg/l	0,21	0,10	0,30				1
Arzen (As)	mg/l	0,003	0,003	0,003				0,011
Bór (B)	mg/l	0,03	0,03	0,03				0,3
Baryum (Ba)	mg/l	0,027	0,019	0,044				0,18
Beryllium (Be)	mg/l	0,00025	0,00025	0,00025				0,0005
Kadmium (Cd)	μg/l	0,25	0,25	0,25			0,6	
Kobalt (Co)	mg/l	0,001	0,001	0,001				0,003

Chróm celk. (Cr)	mg/l	0,001375	0,001	0,0025				0,018
Měď (Cu)	mg/l	0,005	0,005	0,005				0,014
Železo celk. (Fe)	mg/l	0,68	0,34	1,68				1
Mangan (Mn)	mg/l	0,180	0,049	0,930				0,3
Molybden (Mo)	mg/l	0,001	0,001	0,002				0,018
Nikl (Ni)	µg/l	1,9	1,0	3,1			34	
Olovo (Pb)	µg/l	5	5	5			14	
Cín (Sn)	mg/l	0,016	0,013	0,025				0,025
Vanad (V)	mg/l	0,001275	0,001	0,0021				0,018
Zinek (Zn)	mg/l	0,0048	0,0025	0,0075				0,092
Rtuť	µg/l	0,05125	0,035	0,1			0,07	
Antimon	mg/l	0,002	0,002	0,002				0,25
Selen	mg/l	0,001	0,001	0,003				0,002
Vápník	mg/l	26,6	18,8	35,1	190			
Hořčík	mg/l	13,1	5,6	21,6	120			
Draslík	mg/l	6,73	4,52	10,10				
Sodík	mg/l	29,0	17,2	45,1				
Benzo/b/fluoranthén	µg/l	0,001	0,001	0,001			0,17	
Benzo/k/fluoranthén	µg/l	0,001	0,001	0,001			0,17	
Benzo/a/pyren	µg/l	0,001	0,001	0,001			0,27	
Benzo/ghi/perylene	µg/l	0,003	0,003	0,003			0,0082	
Indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/l	0,003	0,003	0,003				
Fluoranthén	µg/l	0,003	0,003	0,003				
PAU - suma	µg/l	0,01	0,01	0,01				
PCB - suma kongenerů	ng/l	4,3	0,5	7,0				7
PCB kongener 28	ng/l	3,5	2,5	4,0				
PCB kongener 52	ng/l	2,5	2,5	2,5				
PCB kongener 101	ng/l	2,0	2,0	2,0				
PCB kongener 118	ng/l	3,5	2,5	4,0				
PCB kongener 153	ng/l	3,8	2,5	4,5				
PCB kongener 138	ng/l	2,7	2,5	3,0				
PCB kongener 180	ng/l	5,5	2,5	7,0				

Pozn.: pro účely výpočtu průměrné hodnoty byly hodnoty uváděné pod mezí stanovitelnosti (uváděné se znaménkem "<") uvažovány jako polovina hodnoty příslušné meze stanovitelnosti

Ve studii Hydroprojektu je podle ročních průměrů za období 2008 až 2018 hodnocen prakticky shodný profil sledovaný podnikem Povodí Ohře, s.p. Výsledky jsou velmi podobné. Jediný významnější rozdíl je cca 20 krát vyšší koncentrace termotolerantních koliformních bakterií, což ale z hlediska požadavků na kvalitu vody pro napouštění jezera není důležité.

8.1.4. Profil č. 4 – Jiřetínský potok



Obrázek 152. Lokalizace odběrného místa hydrochemického monitoringu PV-4 až PV-6

Jde o jeden z doplňkových zdrojů napouštění lomu ČSA. Všechny ukazatele kvality vody v tomto profilu splňují limity pro povrchovou vodu. Plně vyhovuje potřebám napouštění lomu, žádný ukazatel není třeba upravovat.

Tabulka 29. Vyhodnocení hydrochemického monitoringu v profilu PV-4

PV-4 Jiřetínský potok		roční průměr	roční min.	roční max.	Přípustné znečištění		NEK	
					Roční prům.	Max	NEK -NPK	NEK-RP
Intest. enterokoky	KTJ/100 ml	84	8	240		2000		
E. coli	KTJ/100 ml	150	0	600		2500		
Termotol. koliform. bakt.	KTJ/100 ml	192	36	600		4000		
pH		7,7	7,3	8,1	5 - 9			
Acidita celková (ZNK-8,3)	mmol/l	0,20	0,04	0,38				
Acidita zjevná (ZNK-4,5)	mmol/l	0	0	0				
Alkalita celková (KNK-4,5)	mmol/l	1,0	0,7	1,6				
Alkalita zjevná (KNK-8,3)	mmol/l	0	0	0				
Konduktivita	mS/m	33	20	52				
CHSK-Cr	mg/l	9	5	19	26			

Chloridy	mg/l	47	24	127	150			
Sírany	mg/l	70,8	19,1	214,0	200			
BSK-5	mg/l	2	1	4	3,8			
Rozpuštěné látky sušené (105°C)	mg/l	225	155	345	750			
Rozp. látky žíhané (550°C)	mg/l	160	41	260	470			
Nerozpuštěné látky sušené (105°C)	mg/l	8	1	16	20			
Dusík dusičnanový (N-NO3)	mg/l	2,46	1,94	3,79	5,4			
Dusík amoniakální (N-NH4)	mg/l	0,121	0,040	0,482	0,23			
Dusík dusitanový (N-NO2)	mg/l	0,0595	0,015	0,28				
Dusík celkový (N-celk.)	mg/l	2,9	2,4	5,3	6			
Fosfor celkový (P-celk.)	mg/l	0,098	0,020	0,274	0,15			
Suma uhlovodíků C10 - C40	mg/l	0,03	0,03	0,03				0,1
Celk. organicky váz. uhlík (TOC)	mg/l	4,42	3,36	7,14	10			
Rozpuštěný kyslík	mg/l	10,02	8,10	11,70	>9			
Teplota	°C	13,3	3,5	22,5		29		
Fosfor fosforečnanový	mg/l	0,0865	0,04	0,26				
Stříbro (Ag)	mg/l	0,002	0,002	0,005				0,0035
Hliník (Al)	mg/l	0,30	0,14	0,69				1
Arzen (As)	mg/l	0,003	0,003	0,006				0,011
Bór (B)	mg/l	0,04	0,03	0,07				0,3
Baryum (Ba)	mg/l	0,035	0,028	0,043				0,18
Beryllium (Be)	mg/l	0,00025	0,00025	0,00025				0,0005
Kadmium (Cd)	µg/l	0,34	0,25	0,61			0,6	
Kobalt (Co)	mg/l	0,001	0,001	0,001				0,003
Chrómov celk. (Cr)	mg/l	0,001625	0,001	0,0035				0,018
Měď (Cu)	mg/l	0,008	0,005	0,016				0,014
Železo celk. (Fe)	mg/l	0,227333	0,072	0,65				1
Mangan (Mn)	mg/l	0,026556	0,011	0,052				0,3
Molybden (Mo)	mg/l	0,001	0,001	0,003				0,018
Nikl (Ni)	µg/l	1,4	1,0	2,7			34	
Olovo (Pb)	µg/l	5	5	5			14	
Cín (Sn)	mg/l	0,016	0,013	0,025				0,025
Vanad (V)	mg/l	0,00	0,00	0,00				0,018
Zinek (Zn)	mg/l	0,031	0,008	0,094				0,092
Rtuť	µg/l	0,05125	0,035	0,1			0,07	
Antimon	mg/l	0,002	0,002	0,002				0,25
Selen	mg/l	0,001	0,001	0,003				0,002
Vápník	mg/l	24,8	15,2	39,2	190			
Hořčík	mg/l	5,92	4,56	8,47	120			
Draslík	mg/l	3,58	1,86	6,59				
Sodík	mg/l	26,8	13,2	70,1				
Benzo/b/fluoranthén	µg/l	0,003	0,001	0,007			0,17	
Benzo/k/fluoranthén	µg/l	0,001	0,001	0,001			0,17	
Benzo/a/pyren	µg/l	0,002	0,001	0,003			0,27	

Benzo/ghi/perylene	µg/l	0,003	0,003	0,003			0,0082	
Indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/l	0,003	0,003	0,003				
Fluoranthen	µg/l	0,013	0,003	0,017				
PAU - suma	µg/l	0,02	0,01	0,03				
PCB - suma kongenerů	ng/l	4,3	0,5	7,0				7
PCB kongener 28	ng/l	3,5	2,5	4,0				
PCB kongener 52	ng/l	2,5	2,5	2,5				
PCB kongener 101	ng/l	2,0	2,0	2,0				
PCB kongener 118	ng/l	3,5	2,5	4,0				
PCB kongener 153	ng/l	3,8	2,5	4,5				
PCB kongener 138	ng/l	2,7	2,5	3,0				
PCB kongener 180	ng/l	5,5	2,5	7,0				

Pozn.: pro účely výpočtu průměrné hodnoty byly hodnoty uváděné pod mezí stanovitelnosti (uváděné se znaménkem "<") uvažovány jako polovina hodnoty příslušné meze stanovitelnosti

8.1.5. Profil č. 5 – přeložka Šramnického a Černického potoka

Jde o jeden z doplňkových zdrojů napouštění lomu ČSA. Všechny ukazatele kvality vody mimo měď v tomto profilu splňují limity pro povrchovou vodu. U mědi byly 3 hodnoty pod limitem stanovení a jedna hodnota vysoká, takže průměr 0,104 mg/l překračuje limit 0,014 mg/l. Má smysl ověřit, zda znečištění mědi je systematické, nebo šlo jen o náhodný výkyv. Zvláštní je, že ve stejném termínu byla zvýšená koncentrace mědi i v profilu č. 4 a vysoká v profilu č. 6. To naznačuje nějaký jiný plošný zdroj než samotné potoky. Z hlediska napouštění jezera se nejedná o problém. Profil vyhovuje potřebám napouštění lomu, žádný ukazatel není třeba upravovat.

Tabulka 30. Vyhodnocení hydrochemického monitoringu v profilu PV-5

PV-5 Přeložka Šramnického a Černického potoka		roční průměr	roční min.	roční max.	Přípustné znečištění		NEK	
					Roční prům.	Max	NEK -NPK	NEK-RP
Intest. enterokoky	KTJ/100 ml	49	2	215		2000		
E. coli	KTJ/100 ml	169	0	800		2500		
Termotol. koliform. bakt.	KTJ/100 ml	215	64	800		4000		
pH		7,7	7,4	8,2	5 - 9			
Acidita celková (ZNK-8,3)	mmol/l	0,18	0,04	0,38				
Acidita zjevná (ZNK-4,5)	mmol/l	0	0	0				
Alkalita celková (KNK-4,5)	mmol/l	0,9	0,4	2,0				
Alkalita zjevná (KNK-8,3)	mmol/l	0	0	0				
Konduktivita	mS/m	21	14	32				
CHSK-Cr	mg/l	11	7	20	26			
Chloridy	mg/l	20,0	8,9	35,8	150			
Sířany	mg/l	79	32	279	200			

BSK-5	mg/l	1	1	2	3,8			
Rozpuštěné látky sušené (105°C)	mg/l	160	116	198	750			
Rozp. látky žíhané (550°C)	mg/l	111	40	141	470			
Nerozpuštěné látky sušené (105°C)	mg/l	10	3	20	20			
Dusík dusičnanový (N-NO3)	mg/l	1,87	1,17	2,41	5,4			
Dusík amoniakální (N-NH4)	mg/l	0,0505	0,04	0,101	0,23			
Dusík dusitanový (N-NO2)	mg/l	0,0183	0,015	0,048				
Dusík celkový (N-celk.)	mg/l	2,13	1,41	2,66	6			
Fosfor celkový (P-celk.)	mg/l	0,023	0,020	0,049	0,15			
Suma uhlovodíků C10 - C40	mg/l	0,03	0,03	0,03				0,1
Celk. organicky váz. uhlík (TOC)	mg/l	4,35	3,10	5,99	10			
Rozpuštěný kyslík	mg/l	10,07	8,52	11,60	>9			
Teplota	°C	13,2	2,5	21,8		29		
Fosfor fosforečnanový	mg/l	0,04	0,04	0,04				
Stříbro (Ag)	mg/l	0,002	0,002	0,005				0,0035
Hliník (Al)	mg/l	0,14	0,10	0,24				1
Arzen (As)	mg/l	0,003	0,003	0,003				0,011
Bór (B)	mg/l	0,03	0,03	0,03				0,3
Baryum (Ba)	mg/l	0,020	0,018	0,021				0,18
Beryllium (Be)	mg/l	0,00025	0,00025	0,00025				0,0005
Kadmium (Cd)	µg/l	0,3425	0,25	0,62			0,45	
Kobalt (Co)	mg/l	0,001	0,001	0,001				0,003
Chrómový celk. (Cr)	mg/l	0,001	0,001	0,001				0,018
Měď (Cu)	mg/l	0,1	0,0	0,4				0,014
Železo celk. (Fe)	mg/l	0,342222	0,17	0,55				1
Mangan (Mn)	mg/l	0,0499	0,001	0,12				0,3
Molybden (Mo)	mg/l	0,001	0,001	0,001				0,018
Nikl (Ni)	µg/l	1,0	1,0	1,0			34	
Olovo (Pb)	µg/l	5	5	5			14	
Cín (Sn)	mg/l	0,016	0,013	0,025				0,025
Vanad (V)	mg/l	0,00	0,00	0,01				0,018
Zinek (Zn)	mg/l	0,05	0,00	0,17				0,092
Rtuť	µg/l	0,05125	0,035	0,1			0,07	
Antimon	mg/l	0,002	0,002	0,002				0,25
Selen	mg/l	0,001	0,001	0,003				0,002
Vápník	mg/l	17,2	11,8	21,2	190			
Hořčík	mg/l	5,07	3,74	6,11	120			
Draslík	mg/l	1,75	0,23	2,98				
Sodík	mg/l	12,6	8,3	19,0				
Benzo/b/fluoranthén	µg/l	0,002	0,001	0,003			0,17	
Benzo/k/fluoranthén	µg/l	0,001	0,001	0,001			0,17	
Benzo/a/pyren	µg/l	0,001	0,001	0,001			0,27	
Benzo/ghi/perylen	µg/l	0,003	0,003	0,003			0,0082	
Indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/l	0,003	0,003	0,003				

Fluoranthén	µg/l	0,003	0,003	0,003				
PAU - suma	µg/l	0,01	0,01	0,01				
PCB - suma kongenerů	ng/l	4,3	0,5	7,0				7
PCB kongener 28	ng/l	3,5	2,5	4,0				
PCB kongener 52	ng/l	2,5	2,5	2,5				
PCB kongener 101	ng/l	2,0	2,0	2,0				
PCB kongener 118	ng/l	3,5	2,5	4,0				
PCB kongener 153	ng/l	3,8	2,5	4,5				
PCB kongener 138	ng/l	2,7	2,5	3,0				
PCB kongener 180	ng/l	5,5	2,5	7,0				

Pozn.: pro účely výpočtu průměrné hodnoty byly hodnoty uváděné pod mezí stanovitelnosti (uváděné se znaménkem "<") uvažovány jako polovina hodnoty příslušné meze stanovitelnosti

8.1.6. Profil č. 6 – Loupnice

Jde o jeden z doplňkových zdrojů napouštění lomu ČSA. Tento profil má zřetelně horší kvalitu vody než předchozí dva, 5 ukazatelů nevyhovělo limitům pro povrchové vody. Významná je především koncentrace nerozpuštěných látek (průměr 21,4 mg/l proti limitu 20 mg/l) a koncentrace celkového fosforu (průměr 0,32 mg/l proti limitu 0,15 mg/l). Dvojnásobné překročení limitu u amoniakálního dusíku (průměr 0,47 mg/l proti limitu 0,23 mg/l) ani mírné překročení limitu u zinku (průměr 0,10 mg/l proti limitu 0,092 mg/l) není pro napouštění jezera problémem. Řádové překročení limitu u mědi (průměr 0,171 mg/l proti limitu 0,014 mg/l) bylo způsobeno jedinou vysokou hodnotou (0,67 mg/l) ve stejném termínu jako u předchozího profilu, zatímco zbylé hodnoty jsou pod mezí stanovitelnosti. Z hlediska jezera, vzhledem k podílu vody z tohoto přítoku a vzhledem k vysrážení mědi při očekávaném mírně alkalickém pH a dobrém prokysličení vody, ani tato vysoká hodnota není problém. Poměrně vysoké je také BSK₅ (průměr 4 mg/l proti limitu 3,8 mg/l).

Tabulka 31. Vyhodnocení hydrochemického monitoringu v profilu PV-6

PV-6 Loupnice		roční průměr	roční min.	roční max.	Přípustné znečištění		NEK	
					Roční prům	Max	NEK -NPK	NEK-RP
Intest. enterokoky	KTJ/100 ml	67	0	440		2000		
E. coli	KTJ/100 ml	123	0	1000		2500		
Termotol. koliform. bakt.	KTJ/100 ml	186	28	1000		4000		
pH		7,8	7,3	9,0	5 - 9			
Acidita celková (ZNK-8,3)	mmol/l	0,18	0,10	0,29				
Acidita zjevná (ZNK-4,5)	mmol/l	0	0	0				
Alkalita celková (KNK-4,5)	mmol/l	1,3	0,8	1,8				

Alkalita zjevná (KNK-8,3)	mmol/l	0	0	0				
Konduktivita	mS/m	25	21	43				
CHSK-Cr	mg/l	19	6	50	26			
Chloridy	mg/l	18,3	12,5	31,3	150			
Sířany	mg/l	52,6	38,9	69,8	200			
BSK-5	mg/l	4	1	8	3,8			
Rozpuštěné látky sušené (105°C)	mg/l	185	147	275	750			
Rozp. látky žíhané (550°C)	mg/l	131	73	186	470			
Nerozpuštěné látky sušené (105°C)	mg/l	21	7	63	20			
Dusík dusičnanový (N-NO3)	mg/l	2,30	0,50	6,66	5,4			
Dusík amoniakální (N-NH4)	mg/l	0,47	0,04	3,13	0,23			
Dusík dusitanový (N-NO2)	mg/l	0,0704	0,015	0,251				
Dusík celkový (N-celk.)	mg/l	3,36	1,41	11,40	6			
Fosfor celkový (P-celk.)	mg/l	0,322	0,020	1,480	0,15			
Suma uhlovodíků C10 - C40	mg/l	0,03	0,03	0,03				0,1
Celk. organický váz. uhlík (TOC)	mg/l	5,93	3,61	13,70	10			
Rozpuštěný kyslík	mg/l	9,35	5,41	12,00	>9			
Teplota	°C	13,8	2,8	21,4		29		
Fosfor fosforečnanový	mg/l	0,2629	0,04	1,21				
Stříbro (Ag)	mg/l	0,002	0,002	0,005				0,0035
Hliník (Al)	mg/l	0,26	0,11	0,58				1
Arzen (As)	mg/l	0,003	0,003	0,003				0,011
Bór (B)	mg/l	0,03	0,03	0,03				0,3
Baryum (Ba)	mg/l	0,017	0,015	0,020				0,18
Beryllium (Be)	mg/l	0,00032	0,00025	0,00051				0,0005
Kadmium (Cd)	µg/l	0,25	0,25	0,25			0,6	
Kobalt (Co)	mg/l	0,001	0,001	0,001				0,003
Chróom celk. (Cr)	mg/l	0,001	0,001	0,001				0,018
Měď (Cu)	mg/l	0,17	0,01	0,67				0,014
Železo celk. (Fe)	mg/l	0,55	0,28	1,04				1
Mangan (Mn)	mg/l	0,12	0,08	0,27				0,3
Molybden (Mo)	mg/l	0,001	0,001	0,002				0,018
Nikl (Ni)	µg/l	1,0	1,0	1,0			34	
Olovo (Pb)	µg/l	5	5	5			14	
Cín (Sn)	mg/l	0,016	0,013	0,025				0,025
Vanad (V)	mg/l	0,001	0,001	0,001				0,018
Zinek (Zn)	mg/l	0,10	0,01	0,36				0,092
Rtuť	µg/l	0,0645	0,035	0,1			0,07	
Antimon	mg/l	0,002	0,002	0,002				0,25
Selen	mg/l	0,001	0,001	0,003				0,002
Vápník	mg/l	23,8	15,7	62,3	190			
Hořčík	mg/l	7,37	5,39	9,44	120			
Draslík	mg/l	3,99	2,64	8,04				
Sodík	mg/l	17,0	11,9	26,7				

Benzo/b/fluoranthén	µg/l	0,001	0,001	0,001			0,17	
Benzo/k/fluoranthén	µg/l	0,001	0,001	0,001			0,17	
Benzo/a/pyren	µg/l	0,001	0,001	0,001			0,27	
Benzo/ghi/perylen	µg/l	0,003	0,003	0,003			0,0082	
Indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/l	0,003	0,003	0,003				
Fluoranthén	µg/l	0,003	0,003	0,003				
PAU - suma	µg/l	0,01	0,01	0,01				
PCB - suma kongenerů	ng/l	4,3	0,5	7,0				7
PCB kongener 28	ng/l	3,5	2,5	4,0				
PCB kongener 52	ng/l	2,5	2,5	2,5				
PCB kongener 101	ng/l	2,0	2,0	2,0				
PCB kongener 118	ng/l	3,5	2,5	4,0				
PCB kongener 153	ng/l	3,8	2,5	4,5				
PCB kongener 138	ng/l	2,7	2,5	3,0				
PCB kongener 180	ng/l	5,5	2,5	7,0				

Pozn.: pro účely výpočtu průměrné hodnoty byly hodnoty uváděné pod mezí stanovitelnosti (uváděné se znaménkem "<") uvažovány jako polovina hodnoty příslušné meze stanovitelnosti

Voda z tohoto profilu je použitelná pro napouštění jezera. Pokud bude použit v jakékoli kombinaci s předchozími dvěma profily, lze doporučit vedení přítoku přes sedimentační nádrž s alespoň půlhodinovým zdržením vody a následný průtok mělkým mokřadem prorostlým vodní makrovegetací optimálně s několikadenním zdržením vody.

Pro tento profil jsou ve studii Hydroprojektu údaje pouze pro 6 ukazatelů za období 2008 – 2018, zpravidla však ne pro všechny roky. Výsledky jsou srovnatelné se současným sledováním profilu PV-6, u některých ukazatelů (CHSK-Cr, celkový fosfor a amoniakální dusík) mírně lepší.

8.1.7. Profil č. 7 – Bílina ř. km 50,6 (nad městem Most)



Obrázek 153. Lokalizace odběrného místa hydrochemického monitoringu PV-7

Tento profil nevyhověl u 7 ukazatelů limitům pro povrchové vody a je tak o poznání horší než Bílina v profilu č. 3. Z hlediska využití pro napouštění jezer ve zbytkových jamách se ovšem nejedná o významný problém. Mírné překročení síranů (průměr 228 mg/l proti limitu 200 mg/l) a rozpuštěných látek žíhaných (průměr 487 mg/l proti limitu 470 mg/l) ani výraznější překročení amoniakálního dusíku (průměr 0,38 mg/l proti limitu 0,23 mg/l) a nízká koncentrace kyslíku (průměr 6,41 mg/l proti limitu >9 mg/l) nejsou problematické. Významnější je vzhledem k velikosti předpokládaného odběru vody překročení limitu pro vanad (průměr 0,027 mg/l proti limitu 0,018 mg/l) a rtuť (maximum 0,133 µg/l proti NPK 0,07 µg/l). Snížení jejich koncentrace by mělo být řešeno u zdrojů jejich znečištění. Problémem při napouštění by mohla být i poměrně vysoká koncentrace celkového fosforu, byť překračuje limit pro povrchové vody jen nepatrně (průměr 0,16 mg/l proti limitu 0,15 mg/l).

Tabulka 32. Vyhodnocení hydrochemického monitoringu v profilu PV-7

PV-7 Bílina		roční průměr	roční min.	roční max.	Přípustné znečištění		NEK	
					Roční prům	Max	NEK -NPK	NEK-RP
Intest. enterokoky	KTJ/100 ml	53	12	116		2000		
E. coli	KTJ/100 ml	101	4	440		2500		
Termotol. koliform. bakt.	KTJ/100 ml	230	36	560		4000		
pH		7,7	7,2	8,0	5 - 9			
Acidita celková (ZNK-8,3)	mmol/l	0,27	0,04	0,43				
Acidita zjevná (ZNK-4,5)	mmol/l	0	0	0				
Alkalita celková (KNK-4,5)	mmol/l	2,2	1,7	3,1				
Alkalita zjevná (KNK-8,3)	mmol/l	0	0	0				
Konduktivita	mS/m	87	52	130				
CHSK-Cr	mg/l	21	10	33	26			
Chloridy	mg/l	85,3	27,8	139,0	150			
Síraný	mg/l	228	153	421	200			
BSK-5	mg/l	2	1	4	3,8			
Rozpuštěné látky sušené (105°C)	mg/l	593	361	918	750			
Rozp. látky žíhané (550°C)	mg/l	487	254	806	470			
Nerozpuštěné látky sušené (105°C)	mg/l	14	1	35	20			
Dusík dusičnanový (N-NO ₃)	mg/l	4,36	3,59	4,97	5,4			
Dusík amoniakální (N-NH ₄)	mg/l	0,383	0,175	0,768	0,23			
Dusík dusitanový (N-NO ₂)	mg/l	0,215	0,119	0,368				
Dusík celkový (N-celk.)	mg/l	5,32	4,49	5,87	6			
Fosfor celkový (P-celk.)	mg/l	0,161	0,110	0,224	0,15			
Suma uhlovodíků C10 - C40	mg/l	0,03	0,03	0,03				0,1
Celk. organický váz. uhlík (TOC)	mg/l	6,7	5,3	8,1	10			
Rozpuštěný kyslík	mg/l	6,41	2,80	11,00	>9			
Teplota	°C	15,6	4,4	21,7		29		
Fosfor fosforečnanový	mg/l	0,13	0,04	0,17				
Stříbro (Ag)	mg/l	0,002	0,002	0,005				0,0035
Hliník (Al)	mg/l	0,23	0,07	0,43				1
Arzen (As)	mg/l	0,003	0,003	0,006				0,011
Bór (B)	mg/l	0,09	0,06	0,15				0,3
Baryum (Ba)	mg/l	0,088	0,023	0,270				0,18
Beryllium (Be)	mg/l	0,00025	0,00025	0,00025				0,0005
Kadmium (Cd)	µg/l	0,25	0,25	0,25			0,9	
Kobalt (Co)	mg/l	0,001	0,001	0,001				0,003
Chrómový (Cr)	mg/l	0,001	0,001	0,001				0,018
Měď (Cu)	mg/l	0,005	0,005	0,005				0,014
Železo celk. (Fe)	mg/l	0,61	0,25	1,19				1
Mangan (Mn)	mg/l	0,17	0,09	0,23				0,3
Molybden (Mo)	mg/l	0,007	0,001	0,020				0,018
Nikl (Ni)	µg/l	2,9	1,0	4,5			34	
Olovo (Pb)	µg/l	5	5	5			14	

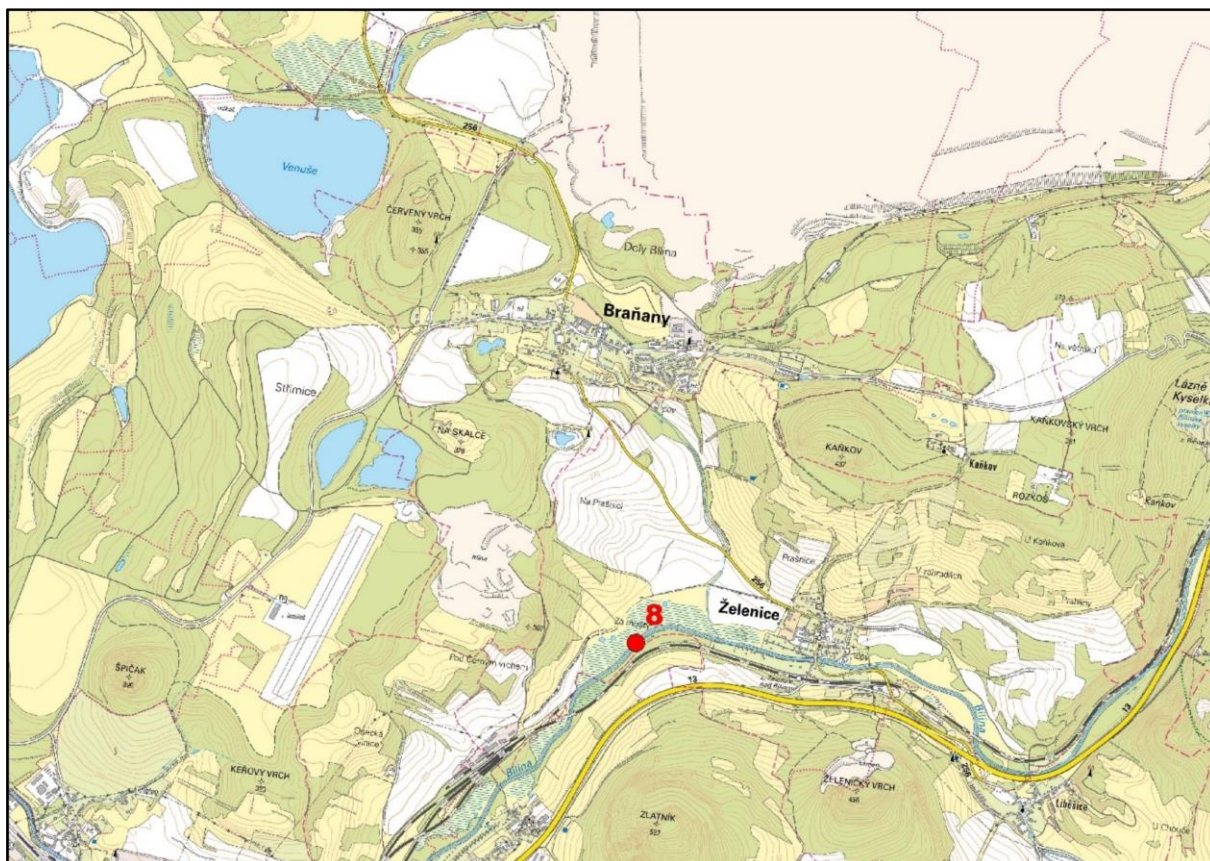
Cín (Sn)	mg/l	0,016	0,013	0,025				0,025
Vanad (V)	mg/l	0,0266	0,0029	0,0550				0,018
Zinek (Zn)	mg/l	0,016	0,010	0,027				0,092
Rtuť	µg/l	0,091	0,035	0,133			0,07	
Antimon	mg/l	0,002	0,002	0,002				0,25
Selen	mg/l	0,002	0,001	0,003				0,002
Vápník	mg/l	51,0	33,6	99,6	190			
Hořčík	mg/l	15,6	11,1	21,6	120			
Draslík	mg/l	9,44	5,75	14,40				
Sodík	mg/l	103,3	50,4	151,0				
Benzo/b/fluoranthén	µg/l	0,001	0,001	0,001			0,17	
Benzo/k/fluoranthén	µg/l	0,001	0,001	0,001			0,17	
Benzo/a/pyren	µg/l	0,001	0,001	0,001			0,27	
Benzo/ghi/perylen	µg/l	0,003	0,003	0,003			0,0082	
Indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/l	0,003	0,003	0,003				
Fluoranthén	µg/l	0,004	0,003	0,010				
PAU - suma	µg/l	0,01	0,01	0,01				
PCB - suma kongenerů	ng/l	4,3	0,5	7,0				7
PCB kongener 28	ng/l	3,5	2,5	4,0				
PCB kongener 52	ng/l	2,5	2,5	2,5				
PCB kongener 101	ng/l	2,0	2,0	2,0				
PCB kongener 118	ng/l	3,5	2,5	4,0				
PCB kongener 153	ng/l	3,8	2,5	4,5				
PCB kongener 138	ng/l	2,7	2,5	3,0				
PCB kongener 180	ng/l	5,5	2,5	7,0				

Pozn.: pro účely výpočtu průměrné hodnoty byly hodnoty uváděné pod mezí stanovitelnosti (uváděné se znaménkem "<") uvažovány jako polovina hodnoty příslušné meze stanovitelnosti

Voda z tohoto profilu je perspektivně použitelná pro napouštění zbytkových jam. Mělo by však být vynaloženo úsilí na určité snížení koncentrací vanadu, rtuti a celkového fosforu.

Shodný profil (Bílina Záluží) je ve studii Hydroprojektu hodnocen z ročních průměrů podle monitoringu podnikem Povodí Ohře s. p. za období 2008 – 2018. Výsledky jsou dobře srovnatelné se současným sledováním profilu PV-7. Pouze úroveň BSK₅ je ve starších datech poněkud vyšší a koncentrace amoniakálního dusíku přibližně čtyřnásobná a koncentrace termotolerantních koliformních bakterií je cca 130 krát vyšší. Z hlediska požadavků na kvalitu vody pro napouštění jezer není mezi daty významný rozdíl.

8.1.8. Profil č. 8 – Bílina ř. km 42,2 (nad obcí Želenice)



Obrázek 154. Lokalizace odběrného místa hydrochemického monitoringu PV-8

Voda z tohoto profilu je uvažovaná jako hlavní zdroj pro napouštění lomu Bílina. Voda zde má podobnou kvalitu jako v předchozím profilu, problematických z hlediska limitů pro povrchové vody je 7 téměř shodných ukazatelů. Poněkud vyšší ve srovnání s předchozím profilem je míra překročení limitu u síranů (průměr 259 mg/l proti limitu 200 mg/l) a rozpuštěných látek žíhaných (průměr 571 mg/l proti limitu 470 mg/l). Koncentrace síranů by mohla být problémem, pokud by se uvažovalo s jezerem jako zdrojem pitné vody (limit 180 mg/l). Dá se však předpokládat, že útlum těžby uhlí povede k poklesu jejich koncentrací. Rovněž nadlepšení průtoku v Bílině čerpanou vodou z Ohře by vedlo ke snížení jejich koncentrace.

Nízká koncentrace rozpuštěného kyslíku (průměr 5,98 mg/l proti limitu >9 mg/l) není pro napouštění jezera problém. Koncentrace problematických kovů jsou nižší oproti předchozímu profilu, vanad je na úrovni limitu (průměr 0,018 mg/l) a rtuť dokonce mírně pod limitem (průměr 0,066 µg/l proti limitu 0,07 µg/l). Přesto by snížení jejich koncentrace mělo být řešeno u zdrojů jejich znečištění.

Téměř dvakrát vyšší je v tomto profilu koncentrace nerozpuštěných látek sušených (průměr 27 mg/l proti limitu 20 mg/l) a také celkového fosforu (průměr 0,27 mg/l proti limitu 0,15 mg/l). Taková koncentrace fosforu ve stojatých vodách představuje výraznou hypertrofii se všemi s tím souvisejícími negativními důsledky (zejména nadměrná produkce fytoplanktonu a silný sklon k tvorbě sinicových vodních květů). Velká hloubka jezera v lomu Bílina a dlouhá doba napouštění, kdy ke konci napouštění bude přísun fosforu v přepočtu na plochu jezera již nízký, umožní se i s takovou koncentrací fosforu srovnat a výsledný stav jezera bude výrazná oligotrofie až ultraoligotrofie. Přesto je účelné koncentraci fosforu v napájecí vodě snížit a docílit v jezeře od začátku napouštění příznivou kvalitu vody. To je účelné řešit částečně u zdrojů znečištění. Žádoucí je v tomto případě vedení vody z Bíliny přes sedimentační nádrž, která zabezpečí alespoň půlhodinové zdržení vody a bude z ní možno usazený kal průběžně odstraňovat (objem přes 1500 m³ – částečné zadržení fosforu a snížení koncentrace nerozpuštěných látek o 2/3). Následovat by měla kaskáda mělkých nádrží prorostlých makrovegetací. K tomu by se dala využít levobřežní niva Bíliny (v současnosti cca 10 ha rákosin) a dočasně etáže v čele lomu. Výsledkem by byl rozsáhlý mokřad u Bíliny atraktivní pro vodní ptáky a široké spektrum dalších vodních organismů. Obdobný charakter by měly nádrže na svahu lomu, dokud je voda v jezeře nezaplaví.

V tomto profilu bylo zjištěno rovněž výrazné překročení koncentrace specifické organické prioritní látky, a to benzo/ghi/perylenu (jedno stanovení 0,033 proti nepřekročitelnému limitu NEK-NPK 0,0082 µg/l), přičemž i roční průměr 0,011 µg/l překračuje NEK-NPK. Tato látka patří mezi polyaromatické uhlovodíky (PAU) vznikající při nedokonalém spalování organických látek (průmysl, lokální topeniště, doprava). Lze předpokládat, že do začátku napouštění jezera Bílina dojde v důsledku útlumu těžby uhlí k poklesu koncentrací této látky. Rovněž vedení přítoku do jezera přes usazovací nádrž by vedlo k poklesu koncentrace v jezerní vodě (váže se na tuhé a tedy sedimentující částice). Přesto má smysl hledat možný zdroj benzo/ghi/perylenu, který zřejmě leží mezi profily PV7 a PV8.

Tabulka 33. Vyhodnocení hydrochemického monitoringu v profilu PV-8

PV-8 Bílina		roční průměr	roční min.	roční max.	Přípustné znečištění		NEK	
					Roční prům	Max	NEK -NPK	NEK-RP
Intest. enterokoky	KTJ/100 ml	70	8	276		2000		
E. coli	KTJ/100 ml	154	0	500		2500		
Termotol. koliform. bakt.	KTJ/100 ml	286	62	840		4000		
pH		7,6	7,2	7,9	5 - 9			
Acidita celková (ZNK-8,3)	mmol/l	0,33	0,12	0,57				
Acidita zjevná (ZNK-4,5)	mmol/l	0	0	0				
Alkalita celková (KNK-4,5)	mmol/l	2,8	2,0	3,5				
Alkalita zjevná (KNK-8,3)	mmol/l	0	0	0				
Konduktivita	mS/m	99	54	143				
CHSK-Cr	mg/l	25	13	49	26			
Chloridy	mg/l	89,5	46,6	129,0	150			
Sířany	mg/l	259	71	433	200			
BSK-5	mg/l	3	1	5	3,8			
Rozpuštěné látky sušené (105°C)	mg/l	691	350	951	750			
Rozp. látky žíhané (550°C)	mg/l	571	287	806	470			
Nerozpuštěné látky sušené (105°C)	mg/l	27	4	62	20			
Dusík dusičnanový (N-NO3)	mg/l	4,28	2,98	5,59	5,4			
Dusík amoniakální (N-NH4)	mg/l	0,184	0,040	0,545	0,23			
Dusík dusitanový (N-NO2)	mg/l	0,083	0,032	0,138				
Dusík celkový (N-celk.)	mg/l	4,80	3,98	6,65	6			
Fosfor celkový (P-celk.)	mg/l	0,269	0,121	0,617	0,15			
Suma uhlovodíků C10 - C40	mg/l	0,03	0,03	0,03				0,1
Celk. organicky váz. uhlík (TOC)	mg/l	8,08	6,55	10,50	10			
Rozpuštěný kyslík	mg/l	5,98	2,66	10,40	>9			
Teplota	°C	14,3	3,8	21,0		29		
Fosfor fosforečnanový	mg/l	0,233	0,096	0,489				
Stříbro (Ag)	mg/l	0,002	0,002	0,005				0,0035
Hliník (Al)	mg/l	0,26	0,03	0,54				1
Arzen (As)	mg/l	0,003	0,003	0,003				0,011
Bór (B)	mg/l	0,27	0,08	0,47				0,3
Baryum (Ba)	mg/l	0,031	0,028	0,035				0,18
Beryllium (Be)	mg/l	0,00025	0,00025	0,00025				0,0005
Kadmium (Cd)	µg/l	0,25	0,25	0,25			0,9	
Kobalt (Co)	mg/l	0,001	0,001	0,001				0,003
Chrómov celk. (Cr)	mg/l	0,001	0,001	0,001				0,018
Měď (Cu)	mg/l	0,005	0,005	0,005				0,014
Železo celk. (Fe)	mg/l	0,70	0,16	1,92				1
Mangan (Mn)	mg/l	0,16	0,07	0,32				0,3
Molybden (Mo)	mg/l	0,004	0,001	0,006				0,018
Nikl (Ni)	µg/l	4,1	2,6	6,6			34	
Olovo (Pb)	µg/l	5	5	5			14	

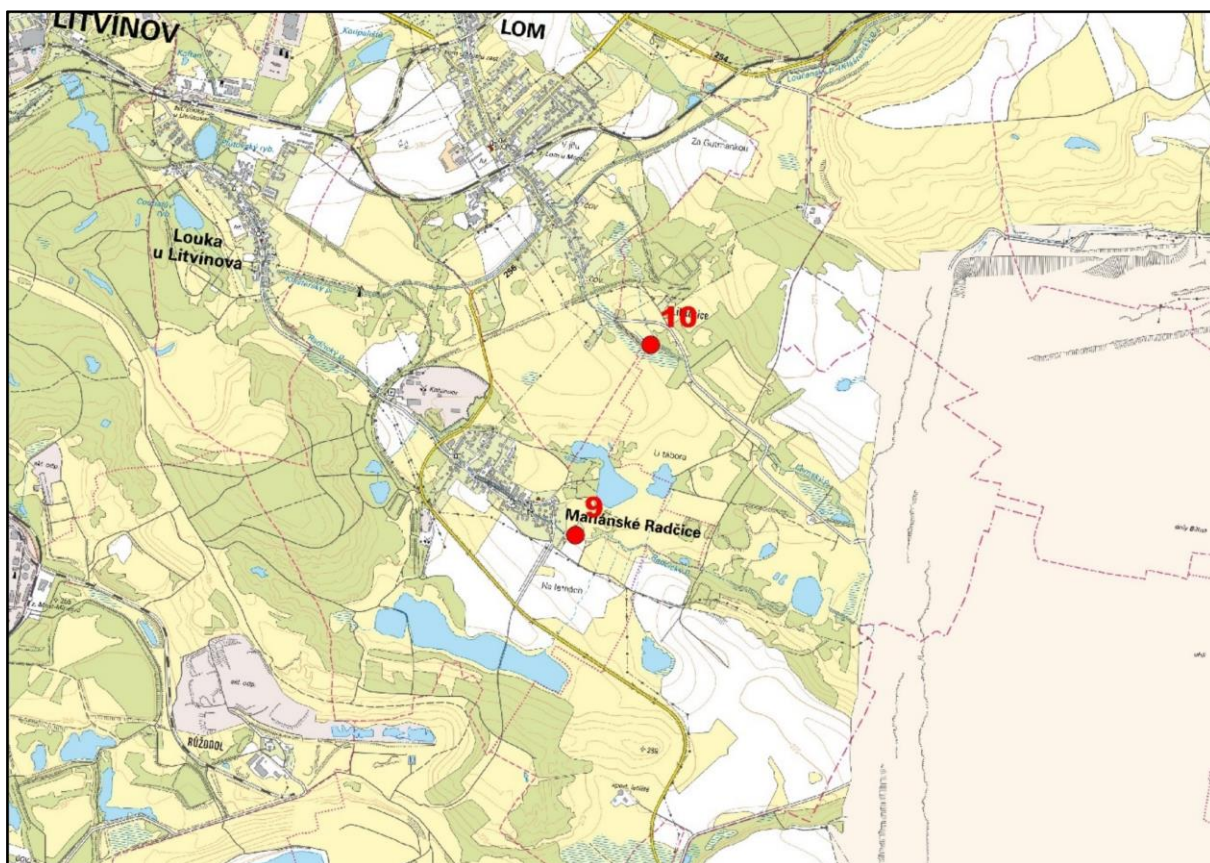
Cín (Sn)	mg/l	0,016	0,013	0,025				0,025
Vanad (V)	mg/l	0,0178	0,0056	0,0350				0,018
Zinek (Zn)	mg/l	0,014	0,003	0,025				0,092
Rtuť	µg/l	0,066	0,035	0,100			0,07	
Antimon	mg/l	0,002	0,002	0,002				0,25
Selen	mg/l	0,001	0,001	0,003				0,002
Vápník	mg/l	71,8	37,8	107,0	190			
Hořčík	mg/l	26,2	16,1	32,3	120			
Draslík	mg/l	12,37	7,44	15,90				
Sodík	mg/l	91,7	44,7	127,0				
Benzo/b/fluoranthén	µg/l	0,002	0,001	0,006			0,17	
Benzo/k/fluoranthén	µg/l	0,001	0,001	0,002			0,17	
Benzo/a/pyren	µg/l	0,001	0,001	0,001			0,27	
Benzo/ghi/perylen	µg/l	0,011	0,003	0,033			0,0082	
Indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/l	0,003	0,003	0,003				
Fluoranthén	µg/l	0,003	0,003	0,003				
PAU - suma	µg/l	0,01	0,01	0,03				
PCB - suma kongenerů	ng/l	4,3	0,5	7,0				7
PCB kongener 28	ng/l	3,5	2,5	4,0				
PCB kongener 52	ng/l	2,5	2,5	2,5				
PCB kongener 101	ng/l	2,0	2,0	2,0				
PCB kongener 118	ng/l	3,5	2,5	4,0				
PCB kongener 153	ng/l	3,8	2,5	4,5				
PCB kongener 138	ng/l	2,7	2,5	3,0				
PCB kongener 180	ng/l	5,5	2,5	7,0				

Pozn.: pro účely výpočtu průměrné hodnoty byly hodnoty uváděné pod mezí stanovitelnosti (uváděné se znaménkem "<") uvažovány jako polovina hodnoty příslušné meze stanovitelnosti

Voda z tohoto profilu je použitelná pro napouštění lomu Bílina i bez úpravy její kvality. Vhodnější je však u několika zmíněných ukazatelů různými opatřeními snížit jejich koncentraci ve srovnání se současným stavem.

Ve studii Hydroprojektu je hodnocen z dat poskytnutých podnikem Povodí Ohře s. p. srovnatelný profil, avšak ležící o cca 5,5 km níže po toku (Bílina Kyselka) za období 2008 – 2010. V uvedených datech vychází mírně příznivěji koncentrace celkového fosforu, nerozpuštěných látek, chloridů a síranů. Naopak poněkud vyšší je BSK₅ a zejména amoniakální dusík a termotolerantní koliformní bakterie (ty 37 krát vyšší). Vzhledem k časové a prostorové vzdálenosti těchto dat nejde o významné rozdíly ani o změnu hodnocení tohoto zdroje pro napouštění jezera na základě recentního sledování.

8.1.9. Profil č. 9 – Radčický potok



Obrázek 155. Lokalizace odběrného místa hydrochemického monitoringu PV-9 a PV-10

Tento profil je uvažován jako vedlejší zdroj vody pro zatápění lomu Bílina. V současnosti má dost nepříznivou kvalitu vody, 9 ukazatelů nevyhovuje limitům pro povrchové vody a další 3 ukazatele se limitům velmi blíží. Z hlediska napouštění jezera není problémem nedodržení limitu CHSK_{Cr} (průměr 29 mg/l proti limitu 26 mg/l), síranů (průměr 271 mg/l proti limitu 200 mg/l, s výhradou uvedenou u předchozího profilu týkající se využití jezera jako zdroje pitné vody), rozpuštěných látek žíhaných (průměr 530 mg/l proti limitu 470 mg/l), celkového dusíku (průměr 6,1 mg/l proti limitu 6 mg/l), rozpuštěného kyslíku (průměr 6,27 mg/l proti limitu >9 mg/l) a manganu (průměr 0,37 mg/l proti limitu 0,3 mg/l) ani pětinasobné překročení limitu u amoniakálního dusíku (průměr 1,45 mg/l proti limitu 0,23 mg/l).

Problémem je vysoká koncentrace nerozpuštěných látek (průměr 55 mg/l proti limitu 20 mg/l) a celkového fosforu (průměr 0,37 mg/l proti limitu 0,15 mg/l). Pokud se tyto hodnoty nepodaří výrazně zlepšit u zdrojů znečištění, bylo by potřebné vést vodu

z tohoto zdroje přes nádrž s alespoň půlhodinovým zdržením vody a následně nejlépe kaskádou mělkých nádrží prorostlých makrovegetací.

Blízko limitům pro povrchové vody je také měď (průměr 0,012 mg/l proti limitu 0,014 mg/l), rtuť (průměr 0,062 µg/l proti limitu 0,07 µg/l) a benzo/ghi/perlylen (3 ze 4 stanovení činí 0,008 µg/l, což je těsně pod limitem NEK-NPK 0,0082 µg/l). Snížení jejich koncentrací je žádoucí řešit u zdroje znečištění.

Tabulka 34. Vyhodnocení hydrochemického monitoringu v profilu PV-9

PV-9 Radčický potok		roční průměr	roční min.	roční max.	Přípustné znečištění		NEK	
					Roční prům	Max	NEK -NPK	NEK-RP
Intest. enterokoky	KTJ/100 ml	157	14	430		2000		
E. coli	KTJ/100 ml	401	0	1160		2500		
Termotol. koliform. bakt.	KTJ/100 ml	503	192	1200		4000		
pH		7,5	7,0	8,2	5 - 9			
Acidita celková (ZNK-8,3)	mmol/l	0,35	0,20	0,48				
Acidita zjevná (ZNK-4,5)	mmol/l	0	0	0				
Alkalita celková (KNK-4,5)	mmol/l	3,6	1,4	5,8				
Alkalita zjevná (KNK-8,3)	mmol/l	0	0	0				
Konduktivita	mS/m	89	29	123				
CHSK-Cr	mg/l	29	11	53	26			
Chloridy	mg/l	39,1	13,6	63,4	150			
Síraný	mg/l	271	74	401	200			
BSK-5	mg/l	3	1	5	3,8			
Rozpuštěné látky sušené (105°C)	mg/l	671	220	949	750			
Rozp. látky žíhané (550°C)	mg/l	530	165	781	470			
Nerozpuštěné látky sušené (105°C)	mg/l	55	8	153	20			
Dusík dusičnanový (N-NO ₃)	mg/l	4,15	1,73	6,69	5,4			
Dusík amoniakální (N-NH ₄)	mg/l	1,45	0,10	3,58	0,23			
Dusík dusitanový (N-NO ₂)	mg/l	0,140	0,047	0,339				
Dusík celkový (N-celk.)	mg/l	6,1	1,9	11,4	6			
Fosfor celkový (P-celk.)	mg/l	0,368	0,181	0,670	0,15			
Suma uhlovodíků C ₁₀ - C ₄₀	mg/l	0,03	0,03	0,03				0,1
Celk. organický váz. uhlík (TOC)	mg/l	8,4	6,2	10,4	10			
Rozpuštěný kyslík	mg/l	6,27	3,19	13,90	>9			
Teplota	°C	11,3	3,3	15,7		29		
Fosfor fosforečnanový	mg/l	0,335	0,148	0,670				
Stříbro (Ag)	mg/l	0,002	0,002	0,005				0,0035
Hliník (Al)	mg/l	0,39	0,10	0,77				1
Arzen (As)	mg/l	0,003	0,003	0,003				0,011
Bór (B)	mg/l	0,15	0,03	0,23				0,3
Baryum (Ba)	mg/l	0,031	0,015	0,042				0,18

Beryllium (Be)	mg/l	0,00025	0,00025	0,00025				0,0005
Kadmium (Cd)	µg/l	0,25	0,25	0,25			1,5	
Kobalt (Co)	mg/l	0,001	0,001	0,001				0,003
Chróom celk. (Cr)	mg/l	0,001	0,001	0,001				0,018
Měď (Cu)	mg/l	0,01175	0,005	0,032				0,014
Železo celk. (Fe)	mg/l	0,53	0,15	1,75				1
Mangan (Mn)	mg/l	0,37	0,08	0,68				0,3
Molybden (Mo)	mg/l	0,002	0,001	0,004				0,018
Nikl (Ni)	µg/l	2,3	1,0	4,7			34	
Olovo (Pb)	µg/l	5	5	5			14	
Cín (Sn)	mg/l	0,016	0,013	0,025				0,025
Vanad (V)	mg/l	0,00145	0,001	0,0028				0,018
Zinek (Zn)	mg/l	0,020	0,006	0,044				0,092
Rtuť	µg/l	0,062	0,035	0,100			0,07	
Antimon	mg/l	0,002	0,002	0,002				0,25
Selen	mg/l	0,001	0,001	0,003				0,002
Vápník	mg/l	85	26	127	190			
Hořčík	mg/l	33,5	10,4	52,0	120			
Draslík	mg/l	14,5	3,9	23,8				
Sodík	mg/l	56,1	15,4	78,6				
Benzo/b/fluoranthén	µg/l	0,007	0,005	0,010			0,17	
Benzo/k/fluoranthén	µg/l	0,004	0,003	0,005			0,17	
Benzo/a/pyren	µg/l	0,007	0,003	0,009			0,27	
Benzo/ghi/perylen	µg/l	0,007	0,005	0,008			0,0082	
Indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/l	0,003	0,003	0,006				
Fluoranthén	µg/l	0,019	0,008	0,032				
PAU - suma	µg/l	0,05	0,04	0,05				
PCB - suma kongenerů	ng/l	4,3	0,5	7,0				7
PCB kongener 28	ng/l	3,5	2,5	4,0				
PCB kongener 52	ng/l	2,5	2,5	2,5				
PCB kongener 101	ng/l	2,0	2,0	2,0				
PCB kongener 118	ng/l	3,5	2,5	4,0				
PCB kongener 153	ng/l	3,8	2,5	4,5				
PCB kongener 138	ng/l	2,7	2,5	3,0				
PCB kongener 180	ng/l	5,5	2,5	7,0				

Pozn.: pro účely výpočtu průměrné hodnoty byly hodnoty uváděné pod mezí stanovitelnosti (uváděné se znaménkem "<") uvažovány jako polovina hodnoty příslušné meze stanovitelnosti

Voda z tohoto zdroje je využitelná pro napouštění jezera i bez úpravy. Přesto je u některých ukazatelů zlepšení stavu žádoucí.

8.1.10. Profil č. 10 – Lomský potok

Tento profil je uvažován jako vedlejší zdroj vody pro zatápění lomu Bílina. Byla zde zjištěna příznivá kvalita vody blízká krušnohorským potokům na svazích hor. Jen dva ukazatele mírně nevyhovují limitům pro povrchové vody. Rozpuštěný kyslík (průměr 8,75 mg/l proti limitu >9 mg/l) je z hlediska potřebné kvality vody pro napouštění jezera zcela nepodstatný. Druhý nevyhovující ukazatel je benzo/ghi/perylene, kde jedna ze čtyř hodnot mírně překročila limit NEK-NPK (0,01 proti limitu 0,0082 µg/l). Ačkoli v průměrných hodnotách vychází kvalita vody velmi dobře, příležitostně se významně zhoršuje. Je to vidět na srovnání výsledků za březen a duben oproti následujícímu období, kdy se vyskytly výrazně vyšší hodnoty CHSK_{Cr}, síranů, rozpuštěných látek, TOC, Ca, Mg, K a Na. Je účelné eliminovat zdroj těchto změn.

Tabulka 35. Vyhodnocení hydrochemického monitoringu v profilu PV-10

PV-10 Lomský potok		roční průměr	roční min.	roční max.	Přípustné znečištění		NEK	
					Roční prům	Max	NEK -NPK	NEK-RP
Intest. enterokoky	KTJ/100 ml	90	0	520		2000		
E. coli	KTJ/100 ml	274	0	1360		2500		
Termotol. koliform. bakt.	KTJ/100 ml	251	0	600		4000		
pH		7,3	7,0	7,7	5 - 9			
Acidita celková (ZNK-8,3)	mmol/l	0,21	0,05	0,67				
Acidita zjevná (ZNK-4,5)	mmol/l	0	0	0				
Alkalita celková (KNK-4,5)	mmol/l	1,0	0,3	2,6				
Alkalita zjevná (KNK-8,3)	mmol/l	0	0	0				
Konduktivita	mS/m	23	9	69				
CHSK-Cr	mg/l	16	10	31	26			
Chloridy	mg/l	14,0	2,5	41,2	150			
Sírany	mg/l	86	15	244	200			
BSK-5	mg/l	2	1	3	3,8			
Rozpuštěné látky sušené (105°C)	mg/l	191	89	521	750			
Rozp. látky žíhané (550°C)	mg/l	145	47	433	470			
Nerozpuštěné látky sušené (105°C)	mg/l	16	2	74	20			
Dusík dusičnanový (N-NO ₃)	mg/l	0,97	0,50	3,30	5,4			
Dusík amoniakální (N-NH ₄)	mg/l	0,04	0,04	0,04	0,23			
Dusík dusitanový (N-NO ₂)	mg/l	0,015	0,015	0,015				
Dusík celkový (N-celk.)	mg/l	1,53	0,50	4,12	6			
Fosfor celkový (P-celk.)	mg/l	0,030	0,020	0,058	0,15			
Suma uhlovodíků C10 - C40	mg/l	0,07	0,03	0,19				0,1
Celk. organicky váz. uhlík (TOC)	mg/l	7,74	5,51	13,70	10			
Rozpuštěný kyslík	mg/l	8,75	5,89	10,20	>9			

Teplota	°C	9,1	3,7	12,3		29		
Fosfor fosforečnanový	mg/l	0,04	0,04	0,04				
Stříbro (Ag)	mg/l	0,002	0,002	0,005				0,0035
Hliník (Al)	mg/l	0,19	0,06	0,31				1
Arzen (As)	mg/l	0,003	0,003	0,003				0,011
Bór (B)	mg/l	0,08	0,03	0,26				0,3
Baryum (Ba)	mg/l	0,037	0,036	0,037				0,18
Beryllium (Be)	mg/l	0,00025	0,00025	0,00025				0,0005
Kadmium (Cd)	µg/l	0,25	0,25	0,25			0,6	
Kobalt (Co)	mg/l	0,001	0,001	0,001				0,003
Chróom celk. (Cr)	mg/l	0,001	0,001	0,001				0,018
Měď (Cu)	mg/l	0,00675	0,005	0,012				0,014
Železo celk. (Fe)	mg/l	0,31	0,09	0,72				1
Mangan (Mn)	mg/l	0,049	0,024	0,120				0,3
Molybden (Mo)	mg/l	0,001	0,001	0,003				0,018
Nikl (Ni)	µg/l	1,0	1,0	1,0			34	
Olovo (Pb)	µg/l	5	5	5			14	
Cín (Sn)	mg/l	0,016	0,013	0,025				0,025
Vanad (V)	mg/l	0,001	0,001	0,001				0,018
Zinek (Zn)	mg/l	0,0121	0,0082	0,0140				0,092
Rtuť	µg/l	0,05125	0,035	0,1			0,07	
Antimon	mg/l	0,002	0,002	0,002				0,25
Selen	mg/l	0,001	0,001	0,003				0,002
Vápník	mg/l	22,7	9,5	66,3	190			
Hořčík	mg/l	5,97	2,20	18,70	120			
Draslík	mg/l	3,21	0,99	11,40				
Sodík	mg/l	12,39	3,91	50,50				
Benzo/b/fluoranthén	µg/l	0,004	0,001	0,008			0,17	
Benzo/k/fluoranthén	µg/l	0,002	0,001	0,005			0,17	
Benzo/a/pyren	µg/l	0,002	0,001	0,003			0,27	
Benzo/ghi/perylene	µg/l	0,004	0,003	0,010			0,0082	
Indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/l	0,003	0,003	0,003				
Fluoranthén	µg/l	0,003	0,003	0,003				
PAU - suma	µg/l	0,01	0,01	0,02				
PCB - suma kongenerů	ng/l	4,3	0,5	7,0				7
PCB kongener 28	ng/l	3,5	2,5	4,0				
PCB kongener 52	ng/l	2,5	2,5	2,5				
PCB kongener 101	ng/l	2,0	2,0	2,0				
PCB kongener 118	ng/l	3,5	2,5	4,0				
PCB kongener 153	ng/l	3,8	2,5	4,5				
PCB kongener 138	ng/l	2,7	2,5	3,0				
PCB kongener 180	ng/l	5,5	2,5	7,0				

Pozn.: pro účely výpočtu průměrné hodnoty byly hodnoty uváděné pod mezí stanovitelnosti (uváděné se znaménkem "<") uvažovány jako polovina hodnoty příslušné meze stanovitelnosti

Přestože je voda z tohoto zdroje dobře použitelná pro napouštění jezera bez jakýchkoli úprav, lze doporučit průtok přes sedimentační nádrž a následné mělké mokřady.

8.1.11. Profil Ohře - Stranná

Ve studii Hydroprojektu je hodnocen ještě profil Ohře Stranná za období 2008–2018, odkud je čerpána voda do Průmyslového vodovodu Nechanice. Ta by měla posloužit jako hlavní zdroj napouštění zbytkové jámy Vršany a k posílení průtoku v Bílině při napouštění jámy lomu Bílina. Zejména díky průtoku nádrží Nechanice je v tomto profilu zřetelně kvalitnější voda než v profilu Ohře Rašovice. Všechny sledované ukazatele vyhovují limitům pro povrchové vody. Cenná je zejména nízká koncentrace celkového fosforu a organických látek. Z hlediska napouštění jezer je to voda naprosto vyhovující. Při posílení průtoku v Bílině vylepší její kvalitu ve srovnání s výsledky dosavadního monitoringu.

Tabulka 36. Vyhodnocení vybraných ukazatelů v profilu Ohře-Stranná za rok 2017

		roční průměr	roční min.	roční max.	Přípustné znečištění		NEK	
					Roční prům	Max	NEK -NPK	NEK-RP
Fekální koliformní bakterie	KTJ/1ml	1	0	3				
Fekální koliformní bakterie	KTJ/100 ml	54	3	250		2000		
HCO ₃ ⁻	mg/l	71	59	93				
CHSK-Cr	mg/l	13	5	16	26			
BSK-5	mg/l	1,2	0,8	1,5	3,8			
NL	mg/l	2	1	2	20			
PO ₄	mg/l	0,057	0,015	0,100				
N-NO ₂ ⁻	mg/l	0,012	0,001	0,029				
N-NO ₃ ⁻	mg/l	1,9	1,3	2,5	5,4			
N-NH ₄ ⁺	mg/l	0,05	0,03	0,08	0,23			
Cl ⁻	mg/l	30	27	35	150			
SO ₄ ⁻⁻	mg/l	81	74	94	200			
Na	mg/l	32,7	23,4	42,5				
K	mg/l	3,9	3,4	4,8				
Ca	mg/l	25,5	23,0	30,1	190			
Ca+Mg	mmol/l	1,04	0,92	1,24				
Fe	mg/l	0,167	0,068	0,393				1
Mg	mg/l	9,8	8,3	11,8	120			
Mn	mg/l	0,117	0,041	0,332				0,3
O ₂ roz.	mg/l	10,7	8,0	13,5	>9			

Kond. v terénu	mS/m	37,8	36,9	39,6				
pH v terénu		8,4	7,8	9,1	5 - 9			
TP	mg/l	0,039	0,024	0,081	0,15			

Pozn.: pro účely výpočtu průměrné hodnoty byly hodnoty uváděné pod mezí stanovitelnosti (uváděné se znaménkem "<") uvažovány jako polovina hodnoty příslušné meze stanovitelnosti

8.2. Vymezení klíčových faktorů ovlivňujících kvalitu vod ve stávajících jezerech ve zbytkových jámách hnědouhelných lomů a možnosti jejich eliminace.

Kvalita vody ve velkých zbytkových jamách po těžbě uhlí je determinována především jejich morfologií (zejména průměrnou hloubkou), iontovým složením vody použité k napuštění a pokračujícím přítokem vody z vlastního povodí i vnějších zdrojů a změnami její kvality. Na rozdíl například od německých jezer ve zbytkových jamách nemáme problémy s kyselou vodou, jejíž pH by bylo nutno s velkými náklady zvyšovat. Přítoky kyselých důlních vod s vysokými koncentracemi kovů existují, ale jejich podíl je tak malý, že pH v jezerech neovlivní a koncentraci kovů ve vodním sloupci rovněž ne. Hodnoty pH se záhy po začátku napouštění ustálí v neutrální až mírně alkalické oblasti a v dalším období samovolně dále vzrostou. To spolu s dobrým prokysličením vody vede k rychlému vysrážení většiny kovů.

Přítok vody z vlastního povodí (svahy lomů, výsypky) přináší zvýšené koncentrace řady iontů, především síranů a sodíku. Po ukončení napouštění běžnou povrchovou vodou z vnějších zdrojů to vede ve všech sledovaných jezerech k růstu koncentrace rozpuštěných látek i nad platný limit pro povrchové vody. To není třeba hodnotit nepříznivě, protože se nejedná o znečištění, ale o vlastnosti vody z vlastního povodí. Současná úroveň je hluboko pod koncentracemi rozpuštěných látek neznečištěných povrchových vod některých území například na Slánsku či jižní Moravě a nepůsobí problémy z hlediska využití jezer pro rekreaci ani neomezuje výskyt vodních organismů. V dlouhodobé projekci (řádově stovky let) by úroveň zasolení při pokračování současného trendu mohla dosáhnout problematické úrovně. Detailnější analýza problému ale ukázala, že koncentrace solí v přítocích z vlastního povodí klesají, takže problém samovolně odezní během několika desítek let. Riziko a intenzita zasolování je větší v bezodtokých nádržích (jezero Most), ale koncentrace solí se i tam dá stabilizovat relativně malým řízeným průtokem. Ovlivnění koncentrace rozpuštěných látek změnami průtoku je robustně dokumentována vývojem v jezerech Barbora a Otakar.

Přes obecné přesvědčení o špinavých vodách v těžebních jamách, nikde nebyl prokázán výskyt vysokých koncentrací cizorodých specifických organických látek. Ty jsou ojediněle zjišťovány jen v přítocích z vnějších zdrojů. Svědčí to o kvalitně provedeném úklidu v rámci sanace lomů s ukončenou těžbou a také o tom, že z mechanismů používaných při těžbě nedocházelo k významným únikům provozních kapalin.

Poněkud nejasná je situace u rtuti. V naprosté většině vzorků je její koncentrace pod limitem stanovení. Ojediněle nepravidelně se vyskytly vzorky s hodnotami i výrazně nad platným limitem pro povrchové vody. Dynamika rtuti a desítek jejích organických i anorganických sloučenin je velmi složitá. Rtuť se dostává do vody i ze vzduchu a naopak se může z vody i vypařovat. Její ojediněle vyšší koncentrace v jezerech nepovažujeme za problém, ale přesto doporučujeme iniciovat výzkumný projekt věnovaný výskytu a pohybu rtuti v rámci celé Severočeské hnědouhelné pánve.

V souladu s prognózami ve studiích věnovaných předpovědi kvality vody v projektech zatápění zbytkových jam, bakteriální znečištění jezerní vody je velmi nízké a hygienicky nevýznamné. Oproti koncentraci indikátorových organismů v přítocích, dochází v jezerech k poklesu koncentrace až o několik řádů. To je umožněno především vlivem planktonních organismů, které vodu těchto bakterií účinně zbavují, především velkých druhů účinně filtrujících perlooček.

Za určitý problém se dá považovat výskyt chemoklin a zhoršená kvalita vody pod nimi. Chemokliny vznikají ve zbytkových jamách, pokud je důlní voda na dně s vysokou koncentrací solí překryta lehčí vodou z vnějších zdrojů. Na jejich rozhraní vzniká různě velký gradient hustoty vody, která dlouhodobě brání jejich promíchání. I v menších a poměrně mělkých zbytkových jamách v Severočeské pánvi se vyskytují chemokliny přetrvávající více než půl století. Voda pod chemoklinami bývá bez kyslíku a zpravidla s vysokými koncentracemi kovů. Prakticky se o problém nejedná, protože objem vody pod chemoklinou je nejvýše několik procent objemu jezera a tato voda je mimo jejich využívaný prostor. Ke vzniku stabilních chemoklin dochází v lokálních depresích, kde je hustější voda chráněna před naředěním v důsledku promíchávání vodního sloupce vyvolaného větrem v obdobích cirkulace vodního sloupce. Prevence jejich vzniku spočívá v zarovnání dna budoucího jezera a zahrnutí depresí. U rozsáhlejších depresí může přetrvání chemokliny omezit zkosení jejich břehu do mírného sklonu, který později umožní účinnější vliv cirkulace vody. Dodatečně je možno chemokliny eliminovat umělým promícháním vody například zavedením vzduchu ke dnu a probubláváním vody. Prakticky ale takové opatření nikde nepovažujeme v současnosti za potřebné.

Hlavní riziko zhoršení kvality vody tak spočívá v možné eutrofizaci. Hluboká jezera (průměrná hloubka alespoň 25 m) jsou proti eutrofizaci značně odolná. Fosfor jako hlavní živina limitující v podmínkách střední Evropy úživnost vodních nádrží sedimentuje na dno a zpět do vodního sloupce se prakticky nevrací. K tomu dochází díky dostatečné

zásobě vody vznikající v hlubokých nádržích po jarní cirkulaci a udržení koncentrace rozpuštěného kyslíku u dna trvale nad cca 3 mg/l. Zmenšení přítoku vody po napuštění a tím i zmenšení přísunu fosforu vede k určité oligotrofizaci napuštěných jezer. Masivnější přísun fosforu by však vyvolal eutrofizaci i hlubokých jezer a s tím souvisejících negativních důsledků (zejména zmenšení průhlednosti vody, kolísání pH a výskyt sinic vodního květu). K tomu by mohlo dojít například v důsledku rozvoje rekreace, budování rekreačních objektů na svazích kolem jezer a svedení splaškových vod do jezera. Řešením je jen co nejdůslednější prevence přísunu fosforu ze všech zdrojů, které se dají alespoň částečně ovlivnit. Na rozdíl od celkem kvalitních informací o zdrojích živin během napouštění jezer, poznatky o významnosti zdrojů fosforu po napuštění a jejich dlouhodobějšího vývoje považujeme za nedostatečné.

Příkladem jezera s malou hloubkou způsobující určité problémy s kvalitou vody je Milada. Výška hladiny byla limitována objekty vybudovanými poblíž jezera v období, kdy hladina spodní vody byla snížena čerpáním během těžby uhlí. Další zmenšení průměrné hloubky bylo způsobeno překrytím dna 15 m vrstvou z důvodu stability svahů a jako prevence proti výluhům z uhelné sloje. Kvůli malé průměrné hloubce a malému objemu hypolimnia vznikají i v málo úživné nádrži každoročně u dna deficity kyslíku přibližně na třetině plochy jezera. Hmota uložená z důvodu stability svahů jezera je nezpochybnitelná, ale její objem zdůvodněný rizikem výluhů z uhelné sloje je zbytečný, jak ukazuje příklad jezera Barbora s nezakrytou uhelnou slojí na dně.

Součástí zatápění zbytkových jam je i sledování kvality vody před, během a po skončení zatápění. Rozsah a frekvence sledování se u existujících jezer liší a s časem mění. Zatímco intenzita sledování vodního sloupce během zatápění zejména jezera Milada byla až příliš podrobná, tak rozsah sledování zdrojů vody byl podstatně úspornější a některé zásadní ukazatele kvality vody alespoň v určitých obdobích zcela chybí. U napuštěných jezer byl po čase rozsah sledování až příliš redukován. Na současné příznivé kvalitě vody to nic nemění, ale možnosti predikce dalšího vývoje kvality vody a předvídání případných problémů jsou omezenější.

8.3. Doporučení pro budoucí zatápění zbytkových jam stávajících hnědouhelných lomů s ohledem na navržené způsoby hydrické rekultivace v souhrnných plánech sanace a rekultivace, potenciálních zdrojů napouštěcí vody a ověřených poznatků hydrochemie a hydrobiologie jezerních vod.

Ve srovnání s polovinou 90. let, kdy se rozhodovalo o způsobu rekultivace první jámy s uvažovaným řízeným zatápěním, je v současnosti k dispozici mnoho dat o kvalitě vody a jejím vývoji za různých podmínek. Je proto možno predikovat kvalitu vody ve zbytkových jamách, které budou zatápěny v následujícím období, s mnohem větší jistotou. V mezidobí se zpříšňovaly ukazatele kvality povrchových vod, a to si vynucuje budování nových čistíren odpadních vod a zvyšování účinnosti jejich funkce. I díky realizaci Rámcové směrnice o vodách EU je reálný předpoklad dalšího zlepšení kvality vody v tocích, které připadají v úvahu jako zdroj vody pro napouštění budoucích jezer v Podkrušnohoří.

Zde hodnocené profily sledované v roce 2017 vesměs vyhovují nebo jsou alespoň akceptovatelné pro napouštění zbytkových jam již v současné kvalitě. Přesto u některých z nich je účelné usilovat o zlepšení některých ukazatelů s horšími hodnotami a omezovat zdroje jejich znečištění (fosfor, nerozpuštěné látky, polyaromatické uhlovodíky, rtuť). Posílení čerpanou vodou z Ohře je po stránce kvality vody bezproblémové. Z hlediska kapacity uvedených zdrojů je vhodné si uvědomit, že původně požadované rychlé napouštění jezer kvůli omezení abraze jejich dna se ukázalo jako nezdůvodněné. Abraze vlivem měnící se hladiny probíhá velmi rychle, ale jen ve vzdálenosti cca do 1 m od okraje vody, neohrožuje globální stabilitu svahů. Pomalejší napouštění umožní lepší pronikání vody do okolních zemin a méně ohrožuje jejich stabilitu.

Z pohledu kvality vody je žádoucí preferovat co nejhlubší jezera a omezit opatření zmenšující jejich průměrnou hloubku na nezbytné minimum. To je dáno potřebou co největší zásoby kyslíku v hypolimniu během teplého ročního období a tím posílení odolnosti proti eutrofizaci. Alternativně je možné docílit poměrně dobrou kvalitu vody v jezerech s maximální hloubkou cca 15 m, kde nehrozí vznik bezkyslíkatého hypolimnia. Jejich vyšší trofie je ovšem nevyhnutelná nezávisle na kvalitě vody použité pro zatápění.

Z hlediska optimálních podmínek pro rekreaci, možnosti úpravy některých ukazatelů kvality vody (zejména rozpuštěné látky), dobré stabilizaci hladiny i minimalizaci nákladů na jejich údržbu je žádoucí preferovat jezera s hladinou umožňující odtok samospádem. Opevnění břehové linie by mělo být tak vysoké, aby umožnilo větší

kolísání hladiny než v již existujících jezerech a tím zvýšilo použitelnost jezer jako zdroje kvalitní vody.

Problematické je použití geotextílie pro opevnění dna. Ta se postupně rozpadá a stává se dlouhodobým zdrojem mikroplastů vznášejících se ve vodním sloupci (poznatek z jezera Medard). Doporučujeme ji vůbec nepoužívat.

Kvalitu vody z přítoků mohou dále vylepšit sedimentační nádrže umožňující odtěžení sedimentu, následované mělkými mokřady porostlými vodními rostlinami. Ty zadrží nerozpuštěné látky obsahující pravidelně větší koncentrace fosforu a případně i některých cizorodých organických látek, a zadrží i velkou část rozpuštěných živin. I když se hluboká jezera s uvedeným znečištěním srovnají, je vhodnější nemít zásobu těchto látek na dně jezer.

Je žádoucí vyloučit deprese na dně a docílit velké části plochy dna s maximální hloubkou. To umožní během cirkulací dokonalé promíchání vodního sloupce a vytvoření velké zásoby kyslíku u dna. Pokud zůstanou na dně deprese zaplněné důlní vodou s velkou koncentrací rozpuštěných látek, které by vedly k vytvoření chemokliny nebo vytvoření většího gradientu hustoty vody, je možno problém řešit pomalým napouštěním na začátku zatápění. Rychlost stoupání hladiny během napouštění by neměla překračovat 2 až 3 cm za den. Velikost přítoku na začátku napouštění má být v takovém případě velmi malá a postupně růst s rostoucí plochou jezera.

Hluboká jezera jsou přirozeně oligotrofní s malou biomasou ryb. V oligotrofních nádržích však i velmi malá obsádka kaprovitých ryb dokáže zhoršit kvalitu vody v hladinové vrstvě: snížení průhlednosti, vyšší koncentrace fytoplanktonu, větší produkce organických látek a zhoršení kyslíkových podmínek ve vodním sloupci, vyšší pH, rozkolísanější hydrochemický režim. Tyto nežádoucí ryby se dají omezit pomocí účelových obsádek s vyšším podílem dravých ryb. Uplatnění účelových rybích obsádek odpovídajících podmínkám konkrétního jezera je velmi žádoucí.

Již v projektu zatápění by se mělo schvalovat schéma dlouhodobého monitoringu kvality vody, nákladově a pracovníě úsporného, ale reprezentativně zachycujícího vývoj kvality vody s maximální výpovědní hodnotou. Dosavadní zkušenosti jsou již dobrým podkladem pro formulování schématu monitoringu.

Je vhodné si uvědomit, že jezera ve zbytkových jamách povrchových hnědouhelných lomů budou mít životnost mnoho tisíc let. Relativně malé úspory nákladů

během rekultivace mohou trvale zhoršit vlastnosti a využitelnost jezer. Naopak každé zlepšení jejich vlastností prakticky po celou tuto dobu ponese významné přínosy.

9. REFERENCE

1. Beneš J., Hušková R. (2013): Obnova jakosti podzemních a povrchových vod po povrchové těžbě hnědého uhlí. SOVAK Časopis oboru vodovodů a kanalizací, číslo 4/2013, str. 20 – 24
2. Vrba T. (2015): Jezero Barbora – průkopník vodních rekultivací. Hornické listy 3/2015.
3. Luxa J. a kol. (1997): Doly Bílina. Z historie hornictví k současnosti dolování na Bílinsku. Severočeské doly a. s. Chomutov, vydavatelství NIS, Teplice.
4. <http://lokalita.geology.cz/2042>
5. Průvodce po rekultivačních akcích koncernu SHD. Báňské projekty Teplice, září 1988.
6. Pasportizace rekultivací, Severočeské doly a. s. - Doly Bílina, aktualizace k 1. 1. 2004. Zpracovala R-Princip Most, s. r. o., pro Severočeské doly, a. s., listopad 2003.
7. <http://www.khsusti.cz/php/koupani/kv.php?k=1>
8. Kompendium stávajících poznatků k hydrologické a hydrochemické problematice zatápění zbytkových jam po těžbě uhlí v SHP. Zpracovala Sweco Hydroprojekt, a. s., pro Ústecký kraj v rámci projektu VITA-MIN, leden 2019.
9. Hydrochemický monitoring vod. Zpracovala BIOANALYTIKA CZ, s. r. o., pro Ústecký kraj v rámci projektu VITA-MIN, březen 2018.
10. Benešová, J., Gergel, J. (2003): Okolnosti a souvislosti zemědělského využití rybníčních sedimentů. Odpadové fórum 2003, č. 9, str. 14 – 16.
11. Komínková, D. (2011): Normy environmentální kvality pro sediment – pohled za hranice ČR. Vodní hospodářství 2011/3, str. 102 – 107.

10. SHRUTÍ V ČESKÉM JAZYCE

Povrchový způsob dobývání hnědého uhlí, který od poloviny minulého století znatelně přetváří krajinu Severočeské hnědouhelné pánve, v ní zanechává po ukončení těžby tzv. zbytkové jámy dolů, které jsou oproti okolnímu terénu zahloubené v rozsahu několika málo až mnoha desítek metrů. V zásadě jediným realizovatelným způsobem závěrečné sanace a rekultivace zbytkových jam je jejich zatopení. Velké zatopené zbytkové jámy po povrchové těžbě uhlí jsou nádrže jezerního typu. Přirozená jezera jsou stojaté vody, které zaplnily různým způsobem vzniklé deprese zemského povrchu. Za jezera se považují stojaté vody až od určité velikosti, tak od plochy jednoho hektaru výše. Stojaté vody zbytkových jezer se zásadně liší nejen od tekoucích vod, ale i od jiných útvarů stojatých vod, které jsou buď menší a mělké (jezířka, tůňky, rybníky), nebo větší a hlubší (přehradní nádrže), a však průtočná s kratším zdržením vody, než mají jezera. Rozdíly ve velikosti a hloubce zásadním způsobem ovlivňují řadu jejich vlastností.

V minulosti již vzniklo několik menších vodních ploch zatopením tehdejších malolomů, ale s několika výjimkami se tehdy jednalo spíše o samovolné zatápění zbytkových jam, jehož výsledkem byly menší a spíše mělká jezera. Výjimkou je jezero Barbora na Teplicku, které bylo samovolně zatopeno vodou v 70-tých letech minulého století, ale jeho hloubka dosahuje několika až 60 metrů. Díky výjimečné hloubce na něm bylo možné dlouhodobě ověřovat teorii jezerní limnologie, která pro takto hluboké jezero předpovídala vývoj k velice kvalitní a čisté jezerní vodě, což se nakonec potvrdilo. Zjištěné poznatky z jezera Barbora byly dlouhou dobu jediným zdrojem informací pro predikci vývoje kvality vody ve zbytkových jezerech, které měly vzniknout zatopením mnohem rozsáhlejších a hlubších jam hnědouhelných velkolomů. První dva z takových velkolomů ukončily svou činnost v závěru minulého století a jejich následným zatopením, již řízeným, teprve v nedávné době vznikla první velká a hluboká antropogenní jezera. Jde o bývalý lom Chabařovice (jezero Milada) poblíž města Ústí nad Labem, a bývalý lom Ležáky-Most (jezero Most) u města Most. Obě jezera jsou od samého počátku zatápění monitorována a výsledky potvrzují, že stratifikace jezerní vody a přirozeně probíhající procesy v těchto hlubokých jezerech jsou zárukou rychlého dosažení velice kvalitní jezerní vody.

Vodní nádrž Barbora s vodní hladinou v nadmořské výšce 250 m n. m. má rozlohu asi 63 ha, maximální hloubku 60 m a průměrnou hloubku asi 23 m. Objem nádrže je přibližně 11,5 miliónu m³. Nádrž je v současnosti odkázána pouze na přítoky z vlastního

povodí a voda z ní odtéká do potoka Bouřlivec. Po ukončení těžby v roce 1973 zůstaly na dně lomu zbytky bazální části uhelné sloje. Po zastavení čerpání důlních vod a skončení těžebních prací docházelo k postupnému zatápění dna lomu. Vzestup hladiny postupně zhoršoval stabilní podmínky skrývkových svahů a vnitřní výsypky a vedl k sesuvům, které musely být sanovány. Kvalita vody na počátku samovolné akumulace byla ovlivněna kontaktem s uhelnou slojí, která tvořila část dna nádrže, neboť nebyla úplně vytěžena. Přestože o počáteční kvalitě nejsou dostupné údaje, údajně šlo o běžnou rezavou důlní vodu. Kvalita vody se však přirozenými procesy rychle zlepšila natolik, že se Barbora již v 80. letech stala atraktivní nádrží. Kvalita vody se zpočátku sledovala nepravidelně, a to v letech 1985 až 1988, a poté v letech 1993 až 1994. Od roku 1996 se sleduje již pravidelně každý rok. Dvakrát ročně se odebírají vzorky vody ve vertikálním profilu na nejhlubším místě jezera, vzorkuje se přítok ze severozápadních svahů a dále odtok z nádrže. V polovině 90. let byl monitoring doplněn o nádrž Otakar, která leží severně od Barbory a která určitým způsobem ovlivňuje vodu v Barboře. Výsledky sledování nádrže Barbora od druhé poloviny 80. let do současnosti ukazují na podivuhodně stabilní prostředí. I když došlo k poměrně nezvyklému vývoji v iontovém složení vody, zachovává se trvale nízká trofie nádrže bez průkazných známek eutrofizace. U menší nádrže Otakar jsou změny v chemismu větší, protože změny v přítocích do této nádrže jsou relativně významnější. Ukazují názorněji, jak se dá manipulací s průtokem vody měnit prostředí nádrže ve zbytkové jámě. Nádrž Barbora slouží i jako praktická ukázka pro veřejnost i odborníky různých oborů, jak kvalitní může být voda ve zbytkových jamách po těžbě uhlí. Nádrž Barbora i její blízké okolí je dlouhodobě intenzivně využíváno k řadě rekreačních aktivit, zejména k potápění, jachtingu a koupání.

Zatápění zbytkové jámy lomu Chabařovice bylo zahájeno 15. června 2001. Zdrojem vody byla povrchová voda z nedaleké vodní nádrže Kateřina. V období od 30. listopadu 2005 se na zatápění podílel rovněž přítok stařinových důlních vod z postupně do provozu uváděných přelivových vrtů, avšak jeho celková dotace nepřesáhla 9 % z objemu napuštěných vod. Plánované provozní hladiny bylo v jezeru Milada dosaženo v průběhu 1. pololetí 2010 a napouštění jezera tak bylo zastaveno 18. března 2010. Jezero Milada má vodní hladinu v nadmořské výšce 145,7 m n. m., rozlohu 252,2 ha a maximální hloubku 25,3 m. Objem jezera je přibližně 35,6 miliónu m³. Jezero má po napuštění výbornou kvalitu vody. Některé náznaky eutrofizace se zatím nejeví jako reálný problém. Stejně tak zhoršení některých ukazatelů u dna jezera, které souvisí s poklesem koncentrace kyslíku

a vrcholí na podzim, není z hlediska dalšího využití jezera problém. U převážné části ukazatelů kvality vody došlo od roku 2001, kdy bylo zahájeno napouštění jezera Milada, k jejich výraznému zlepšení a ukazatele splňují normu environmentální kvality. Negativní trendy se týkají ukazatelů charakterizujících obsah iontů ve vodě, zejména pak síranů, které překračují stanovený přípustný limit. Po ukončení napouštění z nádrže Kateřina je jediným zdrojem řízeného napouštění přelivový vrt stařinových vod.

Napouštění jezera Most bylo zahájeno 24. října 2008. Jediným řízeným zdrojem vody byla čerpaná voda z řeky Ohře, přiváděná Průmyslovým vodovodem Nechanice. Napouštění jezera bylo ukončeno 10. 9. 2014. Celkem bylo do jezera napuštěno 75,139 mil. m³ vody, což je asi o 4,7 mil. m³ více než je prostý objem zbytkové jámy. Od roku 2014 do konce roku 2019 je vodní dílo v režimu ověřovacího provozu. Jezero Most má vodní hladinu v nadmořské výšce 199 m n. m., rozlohu 308,05 ha a maximální hloubku 75 m. Objem jezera je 67,6 miliónu m³. Při zahájení napouštění byla na dně akumulovaná voda o objemu asi 1,1 mil. m³, která měla vysoké koncentrace solí (rozpuštěné látky 2 400 mg/l, sírany 1 500 mg/, vodivost 270 mS/m) a tím i vysokou hustotu. Voda napouštěná z Ohře měla výrazně nižší koncentraci solí (rozpuštěné látky v průměru 250 mg/l) a tím i mnohem nižší hustotu. Zůstala proto plavat na původní vrstvě, nepromíchala se s ní, a naopak ji dlouhodobě uzavřela a zakonzervovala výchozí chemické složení dolní vrstvy včetně teploty cca 9 °C vyšší než ve vrstvách nad ní. Následně se vytvořila mezi oběma vrstvami cca 10 – 15 m silná přechodná zóna s gradientem řady ukazatelů, která omezovala hloubku promíchávání horní vrstvy. V chladných ročních obdobích následujících let docházelo během míchání horní vrstvy větrem ke ztenčování přechodné zóny a pomalému snižování koncentrace solí i v dolní vrstvě. Naopak v horní vrstvě koncentrace většiny solí zvolna vzrůstala. Z hlediska vzorkovaných hloubek byl proces promíchání celé hloubky jezera dokončen v polovině roku 2014. Výsledné složení vody v jezeře je tak ovlivněno především přítokem z Ohře. Vedle toho do jezera přitékalo určité množství vody z vlastního povodí s vlastnostmi podobnými kvalitě vody na dně zbytkové jámy před začátkem řízeného napouštění. Z monitoringu je patrné, že u většiny ukazatelů došlo k významnému zlepšení (poklesu) výchozích hodnot z počátku zatápění, ať již v důsledku přítoku vody s nižší koncentrací těchto ukazatelů (vodivost, soli), či v důsledku procesů odehrávajících se v jezeře (živiny, nerozpuštěné látky, kovy). Výjimkou jsou biochemická spotřeba kyslíku (BSK₅), chemická spotřeba kyslíku (CHSK_{Cr}), amoniakální dusík a chloridy, které setrvávají na stejné úrovni či jsou mírně vyšší. Avšak i tak jsou

jejich koncentrace hluboce pod stanovenými limitními hodnotami norem environmentální kvality. V období ukončení zatápění jezera Most v roce 2014 téměř všechny sledované ukazatele vyhovovaly platným limitům kvality pro povrchové vody, zpravidla s velkou rezervou. Pouze sírany tvořily až 81 % limitu a rozpuštěné látky 52 % limitu s předpokladem dalšího růstu, který se v dalších letech potvrdil. Potvrdil se tak dlouhodobě uplatňovaný předpoklad, že velká průměrná hloubka jezera povede k jeho výrazné oligotrofii. To je velmi zřetelné ve srovnání s jezerem Chabařovice, kde malá hloubka vede ke vzniku každoročních rozsáhlých deficitů kyslíku u dna i při velmi malém přísunu živin z okolí.

Na základě monitoringu stávajících zbytkových jezer lze konstatovat, že hlavní riziko zhoršení kvality vody ve zbytkových jezerech spočívá v možné eutrofizaci. Fosfor jako hlavní živina limitující v podmínkách střední Evropy úživnost vodních nádrží sedimentuje na dno a zpět do vodního sloupce se prakticky nevrací. K tomu dochází díky dostatečné zásobě vody vznikající v hlubokých nádržích po jarní cirkulaci a udržení koncentrace rozpuštěného kyslíku u dna trvale nad cca 3 mg/l. Zmenšení přítoku vody po napouštění a tím i zmenšení přísunu fosforu vede k určité oligotrofizaci napouštěných jezer. Masivnější přísun fosforu by však vyvolal eutrofizaci i hlubokých jezer a s tím souvisejících negativních důsledků (zejména zmenšení průhlednosti vody, kolísání pH a výskyt sinic vodního květu). K tomu by mohlo dojít například v důsledku rozvoje rekreace, budování rekreačních objektů na svazích kolem jezer a svedení splaškových vod do jezera. Hluboká jezera (průměrná hloubka alespoň 25 m) jsou proti eutrofizaci značně odolná. Řešením je jen co nejdůslednější prevence přísunu fosforu ze všech zdrojů, které se dají alespoň částečně ovlivnit.

Uvažované zdroje vody pro napouštění budoucích jezer lze na základě výsledků z monitoringu provedeného v roce 2017 hodnotit za vyhovující či minimálně akceptovatelné pro napouštění zbytkových jam již v současné kvalitě. Přesto u některých z nich je účelné usilovat o zlepšení některých ukazatelů s horšími hodnotami a omezovat zdroje jejich znečištění (fosfor, nerozpuštěné látky, polyaromatické uhlovodíky, rtuť). Posílení čerpanou vodou z Ohře je po stránce kvality vody bezproblémové. Z hlediska kapacity uvedených zdrojů je vhodné si uvědomit, že původně požadované rychlé napouštění jezer kvůli omezení abraze jejich dna se ukázalo jako nezdůvodněné. Z pohledu kvality vody je žádoucí preferovat co nejhlubší jezera a omezit opatření zmenšující jejich průměrnou hloubku na nezbytné minimum. Kvalitu vody z přítoků

mohou dále vylepšit sedimentační nádrže umožňující odtěžení sedimentu, následované mělkými mokřady porostlými vodními rostlinami. Již v projektu zatápění by se mělo schvalovat schéma dlouhodobého monitoringu kvality vody, nákladově a pracovně úsporného, ale reprezentativně zachycujícího vývoj kvality vody s maximální výpovědní hodnotou. Dosavadní zkušenosti jsou již dobrým podkladem pro formulování schématu monitoringu.

11. SHRUTÍ V NĚMECKÉM JAZYCE

Bewertung langjähriger Entwicklung der Wasserqualität in den Restseen im Nordböhmischem Braunkohlebecken

Der Tagebau, bei dem die Kohle hierorts über mehrere Jahrzehnte hinweg gewonnen wurde, prägte seit der Hälfte des letzten Jahrhunderts und prägt bis heute die Landschaft des Nordböhmischem Braunkohlebeckens. Dieser liess nach der Stillgehung der Tagebaue sgn. Restlöcher zurück, die im Vergleich mit dem umliegenden Terrain im Ausmaß von ein paar wenigen bis zu mehreren Hunderten Metern tief sind. Die einzig in Frage kommende Lösung im Zuge der Sanierung und folgender Rekultivierung dieser Restlöcher war ihre Flutung. Die großen gefluteten Restlöcher, die durch die langjährige Abbautätigkeit entstanden waren, betrachtet man als seeähnliche Stauseen, die im Gegensatz zu den Naturseen durch die menschliche Einwirkung geschaffen wurden. Die Naturseen sind Stillgewässer, die im Laufe der Zeit die unterschiedlich entstandenen Depressionen der Erdoberfläche geflutet hatten. Für Seen werden dann jene stehenden Gewässer gehalten, die die Mindestgröße ab einem Hektar aufweisen. Die Stillgewässer der oben genannten Restlöcher unterscheiden sich beträchtlich nicht nur von den fließenden Gewässern, sondern auch von den anderen Arten der stehenden Gewässer, die jeweils kleiner und seichter (Kleinseen, Tümpel, Weiher), oder größer und tiefer (Stauseen) sein können. Bei diesen kann sich auch um sgn. Durchfluss-Stauseen handeln, die das Wasser wesentlich kürzer zurückhalten als manche andere Seen. Sowohl die Größe, als auch die Tiefe beeinflusst beträchtlich die Eigenschaften der jeweiligen Gewässer.

Bereits in der Vergangenheit entstanden einige kleinere Wasserflächen durch die Flutung von Kleinsteinbrüchen. Bis auf ein paar Ausnahmen handelte es sich damals hierbei allerdings um eine natürliche Flutung von den bestehenden Restlöchern, die ohne den menschlichen Eingriff auskam. Auf dieser Art und Weise entstanden eher kleinere und seichtere Seen. Eine Ausnahme bildet der See Barbora bei Teplitz, der in den siebzigern Jahren letzten Jahrhunderts ganz natürlich ohne menschliche Einwirkung geflutet wurde. Dieser See ist bis zu 60 Metern tief. Seine vergleichsweise außergewöhnliche Tiefe ermöglichte den Wissenschaftlern hier eine weitreichende limnologische Forschung zu betreiben, die unter anderem zum Ergebnis brachten, dass es sich hier wie vorher angenommen um ein sehr sauberes und qualitativ hochwertiges Gewässer handelt. Die hier gewonnenen Erkenntnisse über die Wasserqualität in solchen

tiefen Seen waren sehr lange Zeit die einzige Informationsquelle für das Vorhersagen der möglichen Entwicklung von der Wasserqualität in den gefluteten Restlöchern, die durch die Flutung der weitaus großflächigeren und tieferen Tagebauen entstehen sollten. Die ersten zwei großen Tagebaue, die ihre Tätigkeit am Ende des letzten Jahrhunderts beendeten und durch deren gesteuerte Flutung kürzlich die ersten großflächigen und tiefen antropogenen Seen entstanden, sind der ehemalige Kohle-Steinbruch Chabařovice (See Milada) und der ehemalige Kohle-Steinbruch Ležáky-Most (See Most). Beide Seen werden bei deren gesteuerten Flutung von Beginn an monitoriert, und die bisherigen Ergebnisse bestätigen, dass die Stratifikation des Seewassers und die hier natürlich verlaufenden Prozesse eine Garantie für die Erreichung eines qualitativ hochwertigen Seewassers gewährleisten.

Der See Barbora liegt 250 m über dem Meeresspiegel, hat eine Gesamtfläche von etwa 63 ha, eine Höchsttiefe von 60 m und eine Durchschnittstiefe von etwa 23 m. Der Seeumfang wird auf etwa 11,5 Millionen m³ geschätzt. Der See ist lediglich auf eigene Zuflüsse angewiesen, das Wasser fließt aus dem See in den Bach Bouřlivec ab. Nach der Beendigung der Abbautätigkeit im Jahr 1973 blieben am Boden die basalen Reste von dem Kohleflöz. Nachdem das Abpumpen des Grundwassers im Tagebau sowie der Kohleabbau hier beendet wurden, wurde das Restloch allmählich geflutet. Der Anstieg der Wasserfläche verschlechterte zunehmend die Stabilität der Abraumhänge sowie der inneren Berghalden, was zahlreiche Erdrütsche zur Folge hatte. Diese so beschädigten Hänge mussten anschließend saniert werden. Die Qualität des Wassers wurde anfangs stark durch den Kontakt mit dem hier zurückgebliebenen Kohleflöz beeinflusst, der nicht vollständig ausgegraben wurde und in dem Restloch teilweise vorhanden blieb. Obwohl es keine genauen Angaben über die Wasserqualität damals gibt, handelte es sich angeblich um in den Tagebauen gewöhnlich vorkommendes rostiges Grundwasser. Die Wasserqualität wurde im Laufe der Zeit durch die Auswirkung der natürlich verlaufenden Prozesse besser, sodass der See bereits in den achzigern Jahren eine große Attraktivität erlangte. Die Wasserqualität wurde anfangs nur unregelmäßig monitoriert, beispielsweise in den Jahren von 1985 bis 1988, dann von 1993 bis 1994. Erst seit dem Jahr 1996 wird das Wasser regelmäßig monitoriert und alle notwendigen Daten gründlich und nachhaltig erfasst. Zweimal im Jahr werden Wasserproben im vertikalen Profil an der tiefsten Stelle des Sees entnommen. Genauso werden auch Proben am Zufluss von den nordwestlichen Hängen sowie am Abfluss aus dem See entnommen. In der Hälfte der

neunziger Jahren kam die Monitorierung des Stausees Otakar hinzu, der nördlich von dem See Barbora liegt und gewissermaßen auch die Wasserqualität von Barbora beeinflusst. Die Ergebnisse der seit der Hälfte der achtziger Jahre bis zur Gegenwart durchgeführten Messungen weisen auf eine bemerkenswert stabile Umgebung hin. Obwohl es hier zu einer ungewohnten Entwicklung der in dem Wasser enthaltenen Ionen kam, behielt das Wasser seine hohe Qualität und wies keinerlei Spuren von einsetzender Eutrofizierung auf. Bei dem kleineren See Otakar waren die Veränderungen in dessen Wasserzusammensetzung größer, was mit seinen Zuflüssen im Zusammenhang steht. Es hat sich gezeigt, wie sehr ein manipulierter Durchfluss die natürliche Umgebung in dem jeweiligen gefluteten Restloch verändern kann. Der See Barbora ist ein Beweis dafür, wie gut und qualitativ hochwertig das Wasser in einem gefluteten Restloch, wo einst Kohle abgebaut wurde, sein kann. Der See wird sowohl von den Fachleuten, die hier forschen, als auch von zahlreichen Besuchern aufgesucht, die hier ihren Erholungsaktivitäten nachgehen wie dem Baden, Tauchen oder Yachting.

Die Flutung des Restloches Chabařovice wurde am 15. Juni 2001 begonnen. Als Quelle für die Flutung diente das Oberflächenwasser aus dem nicht weit entfernten Stausee Kateřina. Im Zeitraum vom 30. November 2005 nahm an der Flutung ebenfalls der Zufluss der alten Tagebaugewässer teil, die dem See aus den stufenweise errichteten Überlaufbohrungen zugeführt wurden. Der so gewonnene Umfang überschritt allerdings nicht die Grenze von 9 % von dem gesamten Umfang des hierfür verwendeten Flutwassers. Der Betriebswasserpegel in dem See Milada wurde in der ersten Hälfte 2010 erreicht und die Flutung endgültig am 18. März 2010 beendet. Die Wasserfläche des angelegten Sees liegt 145,7 m über dem Meer, hat eine Fläche von 252,2 ha und eine Höchsttiefe von 25,3 m. Der Seeeumfang wird auf etwa 35,6 m³ geschätzt. Nach der Flutung wurden hier zahlreiche Messungen vorwiegend im Hinblick auf die Wasserqualität durchgeführt, die eine hervorragende Qualität ergaben. Im Laufe der Zeit zeigten sich allerdings leichte Anzeichen von einsetzender Eutrofizierung, die bisweilen kein großes Risiko darstellen. Einige Indikatoren haben sich im Laufe der Zeit doch verschlechtert, vor allem die, die am Boden des Sees gemessen wurden, die mit dem Abfall des Sauerstoffgehaltes zusammenhängen und hauptsächlich im Herbst ermittelt werden. Dies stellt jedoch im Sinne der weiteren Nutzung des Sees kein Problem dar. Bei den meisten seit dem Beginn der Flutung in 2001 verfolgten Indikatoren kam es zu einer beträchtlichen Verbesserung und diese erfüllen die Norm der environmentalen Qualität.

Die negativen Trends betreffen grundsätzlich die angestiegenen Werte der in dem Wasser vorkommenden Ionen, besonders dann der Sulfate, die das zulässige Limit überschreiten. Nach der Beendigung der Flutung aus dem anliegenden Stausee Kateřina dient als einzige Wasserquelle der gesteuerte Zufluss aus den Überlaufbohrungen, die dem See das Wasser aus den alten Tagebaugewässern zuführen.

Die Flutung des Sees Most wurde am 24. Oktober 2008 begonnen. Als einzige Wasserquelle hierbei diente das aus dem Fluss Eger gepumpte Wasser, das durch die industrielle Wasserleitung Nečranice zugeführt wurde. Die Flutung wurde am 10.9.2014 beendet. Insgesamt wurde der See mit 75,139 Millionen m³ Wasser gespeist, was ungefähr um 4,7 Millionen m³ mehr ist als der Umfang des Restloches beträgt. Von 2014 bis 2019 ist dieses neue angelegte Wasserwerk im sogenannten Probetrieb. Seine Wasserfläche liegt 199 m über dem Meer, hat eine Fläche von etwa 308,05 ha und eine Höchsttiefe von 75 m. Der Seeumfang wird auf 67,6 Millionen m³ geschätzt. Noch vor der Aufnahme der Flutung war am Boden akumulierte Wasser mit einem Umfang von etwa 1,1 Millionen m³ Wasser, das eine hohe Salzkonzentration und damit einhergehende hohe Wasserdichte aufwies. Hier wurden folgende Werte gemessen: gelöste Stoffe 2400 mg/l, Sulfate 1500 mg/l, Leitfähigkeit 270 mS/m. Das aus dem Fluss Eger zugeführte Wasser wies gegensätzlich eine sehr geringe Salzkonzentration und eine niedrigere Wasserdichte auf. Die hier vorkommenden gelösten Stoffe lagen im Bereich um die 250 mg/l. Dieses Wasser blieb auf der unteren Schicht schwimmen und wurde nicht mit dieser vermischt. Im Gegenteil hat es die untere Schicht vollkommen und langfristig verschlossen und ihre chemische Zusammensetzung sowie die etwa 9 °C Celsius höhere Temperatur als in den höheren Schichten konserviert. Anschließend bildete sich zwischen diesen beiden Schichten zusätzlich eine neue sgn. Übergangsschicht etwa 10-15 cm breit mit einem Gradient vieler Indikatoren, die das Vermischen beider Schichten verhinderte. In den kalten Jahreszeiten der folgenden Jahre kam es durch die Einwirkung vom Wind zur Verdünnung der Übergangsschicht sowie zu einer anhaltenden Abnahme der Salzkonzentration auch in der unteren Schicht. Die Salzkonzentration in der oberen Schicht ist im Gegenteil leicht gestiegen. Anhand der hier durchgeführten Proben wurde der Prozess der Vermischung der gesamten Seetiefe in 2014 beendet. Auf die Endzusammensetzung des Wassers wirkte sich vor allem der Zufluss aus dem Eger aus. Noch vor der Aufnahme der gesteuerten Flutung flossen in den See bestimmte Mengen Wasser aus dem eigenen Gewässer, das ähnliche Eigenschaften wie das an dem Boden

des Restloches vorkommende Grubenwasser aufwies. Aus der langfristigen Monitorierung geht ersichtlich hervor, dass es bei den meisten Indikatoren zu einer bedeutenden Verbesserung bzw. einem Abfall der anfangs gemessenen Werte kam. Dazu kam es infolge des Zuflusses des an Salze ärmeren Wassers sowie infolge der hier natürlich verlaufenden Prozesse, die das Wasser um einige Nährstoffe und andere Stoffe angereichert hatte. Eine Ausnahme hierbei bilden z.B. der biochemische Sauerstoffbedarf (BSK_5), der chemische Sauerstoffbedarf (BSK_{cr}), der Ammoniumstickstoff und die Chloriden, die den gleichen oder den leicht angestiegenen Wert aufweisen. Dennoch liegen diese Konzentrationswerte weit unter dem Bereich der festgelegten Normwerte, die die enviromentale Qualität vorsieht. In der Zeit der Beendung der Flutmaßnahmen des Sees Most im Jahr 2014 genügten nahezu alle verfolgten Indikatoren den gültigen Qualitätslimiten für die Obeflächenwässer, in der Regel mit großem Abstand. Lediglich Sulfate machten bis zu 81% und gelöste Stoffe 52% der jeweils festgelegten Limite, und das mit der Annahme einer steigenden Tendenz, die sich in den darauffolgenden Jahren auch bestätigte. Es wurde ebenfalls die Annahme bestätigt, dass die hohe Durchschnittstiefe eines Sees zu dessen beträchtlichen Oligotrophie führt. Dies macht sich im Vergleich mit dem See Chabařovice sehr stark bemerkbar, in dem es durch die kleine Tiefe alljährlich zu starken Sauerstoffdefiziten hauptsächlich an dessen Boden trotz geringer Nährstoffzufuhr aus der Umgebung kommt.

Auf Grund der groß angelegten Monitorierung der bestehenden Restlochseen kann man festhalten, dass da größte Risiko hinsichtlich der Verschlechterung der Wasserqualität in solchen Seen in einer möglichen Eutrophisierung liegt. Hierbei spielt eine wichtige Rolle der in diesen Gewässern vorkommende Phosphor, der als wichtigster Nährstoff die Trophie der stehenden Gewässer im Mitteleuropa beeinträchtigt. Dieser sedimentiert am Boden und kehrt dann nur begrenzt in die Wassersäule zurück. Dazu kommt es vor allem nach der Frühlingskonzentration, während der die tiefen Seen mit großen Mengen an neuem Wasser versorgt werden, sowie durch die Beibehaltung der Konzentration des gelösten Sauerstoffes am Boden dauerhaft über dem Wert mehr als 3 mg/l. Eine Verringerung des Wasserzuflusses nach der Flutung der neu angelegten Seen und so auch eine Verringerung des diesen Seen zugeführten Phosphorgehalts führt zu einer Oligotrophisierung von diesen Seen. Durch eine massivere Zufuhr von Phosphor würde daher zu einer Eutrophisierung von ebenfalls tiefen Seen und zu mit dieser Zufuhr einhergehenden negativen Folgen wie der Bildung der Wasserblüten, der Schwankung

vom pH-Wert oder der Verminderung der Wasserdurchsichtigkeit kommen. Dies könnte dann eintreten, wenn beispielsweise die Seehänge mit Erholungsobjekten bebaut und die Abwässer in die anliegenden Seen geleitet würden. Die Lösung besteht also darin, den Gewässern vorbeugend möglichst wenig Phosphor zuführen zu lassen.

Anhand der in 2017 durchgeführten Monitorierung und der bei dieser ermittelten Ergebnisse kann man festhalten, dass die für die Flutmaßnahmen benutzten Wasserquellen, die für die Flutung der Tagebaulöcher verwendet wurden, für geeignet oder zumindest akzeptabel gehalten werden können. Trotzdem ist es künftig hin wichtig, eine noch bessere Qualität einiger Indikatoren anzustreben und die drohenden Verschmutzungsquellen wie z.B. Phosphor, polyaromatische Kohlenwasserstoffe, ungelöste Stoffe oder Quecksilber zu vermeiden oder zumindest einzudämmen. Die Benutzung des Flutwassers aus dem Fluss Eger ist hinsichtlich der Wasserqualität einwandfrei. Es handelt sich hierbei um eine sehr saubere und daher geeignete Wasserquelle. Aus der Monitorierung geht ebenfalls hervor, dass eine schnelle Flutung der Restlöcher, um die Bodenabrasion zu vermeiden, sich als unbegründet erwiesen hat. Hinsichtlich der Wasserqualität ist es erforderlich, möglichst tiefe Seen zu errichten und solche Maßnahmen, die die Durchschnittstiefe verringern, einzuschränken. Die Wasserqualität kann man auch durch das Errichten von Sedimentationsanlagen und von seichten Feuchtgebieten mit zahlreichen Wasserpflanzen nachhaltig verbessern. Bereits bei der Planung der anstehenden Flutungsarbeiten sollte das Schema der Monitorierungsmaßnahmen hinsichtlich der Wasserqualität berücksichtigt werden. Hierbei sollte es sich um solche Maßnahmen handeln, die weder zu arbeits- noch zu kostenintensiv wären. Diese sollten hauptsächlich möglichst aussagekräftige Ergebnisse über die Wasserqualität des jeweiligen Sees bringen. Die bisherigen Erfahrungen hierbei bilden eine solide Grundlage für die Formulierung eines wirksamen Monitorierungsschemas.

12. SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1. Lom Ležáky kolem roku 1964.....	21
Obrázek 2. Lomy Ležáky a Most kolem roku 1975	22
Obrázek 3. Lom Ležák-Most kolem roku 1987	23
Obrázek 4. Sanační práce ve zbytkové jámě lomu Ležáky-Most v roce 2004.....	25
Obrázek 5. Opevnění břehové linie ve zbytkové jámě lomu Ležáky-Most v roce 2008	26
Obrázek 6. Výstavba podzemní těsnicí stěny v roce 2007	27
Obrázek 7. Napojení přivaděče na PVN v rozdělovací šachtě.....	28
Obrázek 8. Uklidňovací nádrž na konci přivaděče	29
Obrázek 9. Přívodní kanál od uklidňovacího objektu do jezera v roce 2008	29
Obrázek 10. Výstavba přivaděče z MR 1 v roce 2008	31
Obrázek 11. Čerpací stanice nadbilančních vod.....	31
Obrázek 12. Prvotní spontánní akumulace vod na dně zbytkové jámy v roce 2004	32
Obrázek 13. Zbytková jáma v roce 2009	33
Obrázek 14. Vodohospodářská situace jezera Most.....	36
Obrázek 15. Batymetrická mapa jezera Most	37
Obrázek 16. Čára zatopených objemů jezera Most.....	38
Obrázek 17. Jezero Most	39
Obrázek 18. Odběrná místa na jezeře Most.....	40
Obrázek 19. Odběrná místa příkopového systému jezera Most.....	44
Obrázek 20. Jezero Most – vývoj rozpuštěného kyslíku ve vybraných hloubkách.....	48
Obrázek 21. Jezero Most – vývoj teploty vody ve vybraných hloubkách.....	52
Obrázek 22. Jezero Most – teplotní hloubkové profily v roce 2015.....	53
Obrázek 23. Jezero Most – vývoj vodivosti ve vybraných hloubkách.....	54
Obrázek 24. Jezero Most – vývoj rozpuštěných látek ve vybraných hloubkách	55
Obrázek 25. Jezero Most – vývoj sodíku ve vybraných hloubkách	56
Obrázek 26. Jezero Most – vývoj draslíku ve vybraných hloubkách.....	56
Obrázek 27. Jezero Most – vývoj vápníku ve vybraných hloubkách.....	57
Obrázek 28. Jezero Most – vývoj hořčíku ve vybraných hloubkách.....	57
Obrázek 29. Jezero Most – vývoj síranů ve vybraných hloubkách	58
Obrázek 30. Jezero Most – vývoj hydrogenuhlíčanů ve vybraných hloubkách	58
Obrázek 31. Jezero Most – vývoj alkality ve vybraných hloubkách	59
Obrázek 32. Jezero Most – vývoj chloridů ve vybraných hloubkách	60
Obrázek 33. Jezero Most – vývoj oxidu uhličitého ve vybraných hloubkách.....	61
Obrázek 34. Jezero Most – vývoj uhličitánů ve vybraných hloubkách	61
Obrázek 35. Jezero Most – vývoj pH ve vybraných hloubkách	62

Obrázek 36. Jezero Most – vývoj dusičnanového dusíku ve vybraných hloubkách	63
Obrázek 37. Jezero Most – vývoj dusitanového dusíku ve vybraných hloubkách	64
Obrázek 38. Jezero Most – vývoj amoniakálního dusíku ve vybraných hloubkách	64
Obrázek 39. Jezero Most – vývoj celkového fosforu ve vybraných hloubkách.....	66
Obrázek 40. Jezero Most – vývoj ročních průměrných hodnot celkového fosforu.....	66
Obrázek 41. Jezero Most – vývoj celkového železa ve vybraných hloubkách	67
Obrázek 42. Jezero Most – vývoj celkového manganu ve vybraných hloubkách.....	68
Obrázek 43. Jezero Most – vývoj hliníku ve vybraných hloubkách.....	69
Obrázek 44. Jezero Most – vývoj zinku ve vybraných hloubkách.....	69
Obrázek 45. Jezero Most – vývoj olova ve vybraných hloubkách.....	70
Obrázek 46. Jezero Most – vývoj chromu ve vybraných hloubkách	70
Obrázek 47. Jezero Most – vývoj niklu ve vybraných hloubkách	71
Obrázek 48. Jezero Most – vývoj mědi ve vybraných hloubkách.....	71
Obrázek 49. Jezero Most – vývoj arsenu ve vybraných hloubkách	72
Obrázek 50. Jezero Most – vývoj kadmia ve vybraných hloubkách	73
Obrázek 51. Jezero Most – vývoj rtuti ve vybraných hloubkách.....	74
Obrázek 52. Jezero Most – vývoj chlorofylu <i>a</i> ve vybraných hloubkách.....	76
Obrázek 53. Jezero Most – vývoj BSK ₅ ve vybraných hloubkách.....	78
Obrázek 54. Jezero Most – vývoj CHSK _{Cr} ve vybraných hloubkách.....	79
Obrázek 55. Jezero Most – vývoj nerozpuštěných látek ve vybraných hloubkách.....	80
Obrázek 56. Lom Chabařovice kolem roku 1987	89
Obrázek 57. Lom Chabařovice kolem roku 1998	89
Obrázek 58. Spojovací koryto z nádrže Zalužany do zbytkové jámy lomu Chabařovice	92
Obrázek 59. Protieutrofizační nádrž v roce 2009.....	93
Obrázek 60. Výtok z přelivového vrtu č. 9 do jezera Milada.....	94
Obrázek 61. Opevnění břehové linie zbytkové jámy lomu Chabařovice	95
Obrázek 62. Odtokový objekt jezera Milada.....	97
Obrázek 63. Vodohospodářská situace jezera Milada.....	98
Obrázek 64. Vodní nádrž Kateřina.....	99
Obrázek 65. Vodní nádrž Zalužany.....	100
Obrázek 66. Protieutrofizační nádrž.....	100
Obrázek 67. Přeložka Modlanského potoka (vpravo).....	101
Obrázek 68. Batymetrická mapa jezera Milada	102
Obrázek 69. Čára zatopených objemů jezera Milada	102
Obrázek 70. Jezero Milada	103
Obrázek 71. Odběrná místa na jezeře Milada	105

Obrázek 72. Vývoj koncentrace síranů ve zdrojích napouštěcí vody jezera Milada	115
Obrázek 73. Vývoj koncentrace celkového fosforu ve zdrojích napouštěcí vody jezera Milada	117
Obrázek 74. Odběrná místa příkopového systému jezera Milada.....	121
Obrázek 75. Jezero Milada – vývoj teploty vody ve vybraných hloubkách	125
Obrázek 76. Jezero Milada – teplotní hloubkové profily v roce 2015	126
Obrázek 77. Jezero Milada – vývoj rozpuštěného kyslíku ve vybraných hloubkách	128
Obrázek 78. Jezero Milada – rozpuštěný kyslík ve vybraných hloubkách v roce 2014.....	128
Obrázek 79. Jezero Milada – vývoj pH ve vybraných hloubkách	130
Obrázek 80. Jezero Milada – pH ve vybraných hloubkách v roce 2014	131
Obrázek 81. Jezero Milada – vývoj nerozpuštěných látek ve vybraných hloubkách a přítocích a objem napuštěné vody z jednotlivých zdrojů.....	132
Obrázek 82. Jezero Milada – vývoj rozpuštěných látek ve vybraných hloubkách a přítocích a objem napuštěné vody z jednotlivých zdrojů.....	134
Obrázek 83. Jezero Milada – vývoj vodivosti ve vybraných hloubkách a přítocích a objem napuštěné vody z jednotlivých zdrojů	135
Obrázek 84. Jezero Milada – vývoj vápníku ve vybraných hloubkách a přítocích a objem napuštěné vody z jednotlivých zdrojů	136
Obrázek 85. Jezero Milada – vývoj hořčíku ve vybraných hloubkách a přítocích a objem napuštěné vody z jednotlivých zdrojů	136
Obrázek 86. Jezero Milada – vývoj síranů ve vybraných hloubkách a přítocích a objem napuštěné vody z jednotlivých zdrojů	137
Obrázek 87. Jezero Milada – vývoj sodíku ve vybraných hloubkách a přítocích a objem napuštěné vody z jednotlivých zdrojů	138
Obrázek 88. Jezero Milada – vývoj draslíku ve vybraných hloubkách a přítocích a objem napuštěné vody z jednotlivých zdrojů	139
Obrázek 89. Jezero Milada – vývoj alkality ve vybraných hloubkách.....	140
Obrázek 90. Jezero Milada – vývoj dusičnanového dusíku ve vybraných hloubkách a přítocích a objem napuštěné vody z jednotlivých zdrojů.....	141
Obrázek 91. Jezero Milada – vývoj amoniakálního dusíku ve vybraných hloubkách a přítocích a objem napuštěné vody z jednotlivých zdrojů.....	142
Obrázek 92. Jezero Milada – vývoj celkového dusíku ve vybraných hloubkách a přítocích a objem napuštěné vody z jednotlivých zdrojů.....	143
Obrázek 93. Jezero Milada – vývoj dusičnanového dusíku ve vybraných hloubkách po ukončení napouštění	144

Obrázek 94. Jezero Milada – vývoj amoniakálního dusíku ve vybraných hloubkách po ukončení napouštění	145
Obrázek 95. Jezero Milada – vývoj celkového manganu ve vybraných hloubkách a přítocích a objem napuštěné vody z jednotlivých zdrojů.....	146
Obrázek 96. Jezero Milada – vývoj celkového manganu ve vybraných hloubkách v závislosti na rozpuštěném kyslíku v období 2016 až 2018	147
Obrázek 97. Jezero Milada – vývoj celkového železa ve vybraných hloubkách v závislosti na rozpuštěném kyslíku v období 2016 až 2018	147
Obrázek 98. Jezero Milada – vývoj celkového železa ve vybraných hloubkách a přítocích a objem napuštěné vody z jednotlivých zdrojů	148
Obrázek 99. Jezero Milada – vývoj BSK ₅ ve vybraných hloubkách a přítocích a objem napuštěné vody z jednotlivých zdrojů.....	149
Obrázek 100. Vývoj průměrných měsíčních teplot v ÚK ve srovnání s dlouhodobým normálem	150
Obrázek 101. Jezero Milada – vývoj BSK ₅ ve vybraných hloubkách v období 2015 až 2018	150
Obrázek 102. Jezero Milada – vývoj organického dusíku ve vybraných hloubkách a přítocích a objem napuštěné vody z jednotlivých zdrojů.....	151
Obrázek 103. Jezero Milada – vývoj celkového fosforu ve vybraných hloubkách a přítocích a objem napuštěné vody z jednotlivých zdrojů.....	152
Obrázek 104. Jezero Milada – vývoj celkového fosforu ve vybraných hloubkách v období 2011 až 2018	153
Obrázek 105. Jezero Milada – vývoj chlorofylu <i>a</i> ve vybraných hloubkách a přítocích a objem napuštěné vody z jednotlivých zdrojů	154
Obrázek 106. Jezero Milada – vývoj chlorofylu <i>a</i> ve vybraných hloubkách v období 2011 až 2018	154
Obrázek 107. Lom Barbora kolem roku 1965	167
Obrázek 108. Lom Barbora kolem roku 1975	167
Obrázek 109. Vodní nádrž Otakar	169
Obrázek 110. Brod přes odtokové koryto z vodní nádrže Otakar	170
Obrázek 111. Vodní nádrž Barbora (severní část)	170
Obrázek 112. Vodní nádrže Otakar a Barbora.....	171
Obrázek 113. Odběrná místa na jezeře Barbora	174
Obrázek 114. Jezero Barbora – vývoj vodivosti ve vybraných hloubkách a přítocích	179
Obrázek 115. Jezero Otakar – vývoj vodivosti v jezeře a přítocích.....	179
Obrázek 116. Jezero Barbora – vývoj alkality ve vybraných hloubkách a přítocích.....	180
Obrázek 117. Jezero Otakar – vývoj alkality v jezeře a přítocích	180

Obrázek 118. Jezero Barbora – vývoj sodíku ve vybraných hloubkách a přítocích	182
Obrázek 119. Jezero Otakar – vývoj sodíku v jezeře a přítocích	182
Obrázek 120. Jezero Barbora – vývoj draslíku ve vybraných hloubkách a přítocích	183
Obrázek 121. Jezero Otakar – vývoj draslíku v jezeře a přítocích.....	183
Obrázek 122. Jezero Barbora – vývoj vápníku ve vybraných hloubkách a přítocích	184
Obrázek 123. Jezero Otakar – vývoj vápníku v jezeře a přítocích.....	184
Obrázek 124. Jezero Barbora – vývoj hořčíku ve vybraných hloubkách a přítocích	185
Obrázek 125. Jezero Otakar – vývoj hořčíku v jezeře a přítocích.....	185
Obrázek 126. Jezero Barbora – vývoj chloridů ve vybraných hloubkách a přítocích.....	187
Obrázek 127. Jezero Otakar – vývoj chloridů v jezeře a přítocích	187
Obrázek 128. Jezero Barbora – vývoj síranů ve vybraných hloubkách a přítocích.....	188
Obrázek 129. Jezero Otakar – vývoj síranů v jezeře a přítocích	188
Obrázek 130. Jezero Barbora – vývoj pH ve vybraných hloubkách a přítocích	189
Obrázek 131. Jezero Otakar – vývoj pH v jezeře a přítocích.....	190
Obrázek 132. Jezero Barbora – vývoj celkového železa ve vybraných hloubkách a přítocích ..	191
Obrázek 133. Jezero Otakar – vývoj celkového železa v jezeře a přítocích.....	192
Obrázek 134. Jezero Barbora – vývoj celkového manganu ve vybraných hloubkách a přítocích	192
Obrázek 135. Jezero Otakar – vývoj celkového manganu v jezeře a přítocích.....	193
Obrázek 136. Jezero Barbora – vývoj celkového dusíku ve vybraných hloubkách a přítocích ..	194
Obrázek 137. Jezero Otakar – vývoj celkového dusíku v jezeře a přítocích.....	195
Obrázek 138. Jezero Barbora – vývoj celkového fosforu ve vybraných hloubkách a přítocích ..	195
Obrázek 139. Jezero Otakar – vývoj celkového fosforu v jezeře a přítocích.....	196
Obrázek 140. Vývoj poměru N/P na jezerech Barbora a Otakar.....	196
Obrázek 141. Jezero Barbora – vývoj chlorofylu <i>a</i> ve vybraných hloubkách a přítocích	197
Obrázek 142. Jezero Otakar – vývoj chlorofylu <i>a</i> v jezeře a přítocích.....	198
Obrázek 143. Jezero Barbora – koncentrace kyslíku v hloubce 50 m	201
Obrázek 144. Jezero Barbora – koncentrace kyslíku v hloubce 40 m	201
Obrázek 145. Závislost letní koncentrace kyslíku na jarní koncentraci v hloubce 50 m (mg/l)	202
Obrázek 146. Příklad stratifikace vody v Barboře v zimním období.....	204
Obrázek 147. Příklad stratifikace vody v Barboře v jarním období	205
Obrázek 148. Příklad stratifikace vody v Barboře na konci léta	206
Obrázek 149. Lokalizace odběrného místa hydrochemického monitoringu PV-1.....	209
Obrázek 150. Lokalizace odběrného místa hydrochemického monitoringu PV-2.....	213
Obrázek 151. Lokalizace odběrného místa hydrochemického monitoringu PV-3.....	217

Obrázek 152. Lokalizace odběrného místa hydrochemického monitoringu PV-4 až PV-6.....	220
Obrázek 153. Lokalizace odběrného místa hydrochemického monitoringu PV-7.....	227
Obrázek 154. Lokalizace odběrného místa hydrochemického monitoringu PV-8.....	230
Obrázek 155. Lokalizace odběrného místa hydrochemického monitoringu PV-9 a PV-10	234

13. SEZNAM TABULEK

Tabulka 1. Rozdíly mezi přehradními nádržemi a jezery.....	9
Tabulka 2. Změny limitních hodnoty vybraných ukazatelů přípustného znečištění.....	19
Tabulka 3. Základní parametry jezera Most dle vodoprávního rozhodnutí z roku 2005.....	32
Tabulka 4. Upřesněné parametry jezera Most dle vodoprávního rozhodnutí z roku 2012.....	34
Tabulka 5. Akumulace vody ve zbytkové jámě lomu Ležáky-Most.....	41
Tabulka 6. Vybrané ukazatele čerpané vody z Ohře (PVN) pro zatápění lomu Ležáky-Most.....	42
Tabulka 7. Vývoj vybraných ukazatelů v profilu JM 5.....	45
Tabulka 8. Vývoj vybraných ukazatelů v profilu JM 4.....	46
Tabulka 9. Průměrné hodnoty vybraných ukazatelů analýzy sedimentu z jezera Most.....	81
Tabulka 10. Vývoj vybraných ukazatelů hladinové vody jezera Most na profilu JM 2.....	84
Tabulka 11. Základní parametry jezera Chabařovice dle vodoprávního rozhodnutí z roku 2003	92
Tabulka 12. Základní parametry jezera Chabařovice dle vodoprávního rozhodnutí z roku 2015	97
Tabulka 13. Rozsah pravidelného monitoringu na jezeře Milada od roku 2016.....	106
Tabulka 14. Rozsah nepravidelného monitoringu na jezeře Milada od roku 2016.....	106
Tabulka 15. Akumulace vody ve zbytkové jámě lomu Chabařovice.....	107
Tabulka 16. Vybrané ukazatele kvality zdrojů vody pro zatápění lomu Chabařovice v roce 2002	108
Tabulka 17. Vývoj kvality vody v profilu JCH 1 v období 2001 až 2010.....	110
Tabulka 18. Vývoj kvality vody v profilu JCH 2 v období 2001 až 2015.....	111
Tabulka 19. Vývoj kvality vody v profilu JCH 6 v období 2001 až 2018.....	113
Tabulka 20. Vývoj kvality vody v profilu JCH 7 v období 2007 až 2018.....	116
Tabulka 21. Vybraná odběrná místa příkopového systému jezera Milada v roce 2018.....	120
Tabulka 22. Vybrané ukazatele profilů příkopového systému v roce 2017.....	122
Tabulka 23. Vývoj vybraných ukazatelů hladinové vody jezera Milada na profilu JCH 4.....	157
Tabulka 24. Vybrané historické ukazatele kvality vody (roční průměrné hodnoty).....	176
Tabulka 25. Vybrané ukazatele kvality vody v roce 2018.....	207
Tabulka 26. Vyhodnocení hydrochemického monitoringu v profilu PV-1.....	210
Tabulka 27. Vyhodnocení hydrochemického monitoringu v profilu PV-2.....	214
Tabulka 28. Vyhodnocení hydrochemického monitoringu v profilu PV-3.....	218
Tabulka 29. Vyhodnocení hydrochemického monitoringu v profilu PV-4.....	220
Tabulka 30. Vyhodnocení hydrochemického monitoringu v profilu PV-5.....	222
Tabulka 31. Vyhodnocení hydrochemického monitoringu v profilu PV-6.....	224
Tabulka 32. Vyhodnocení hydrochemického monitoringu v profilu PV-7.....	228

Tabulka 33. Vyhodnocení hydrochemického monitoringu v profilu PV-8.....	232
Tabulka 34. Vyhodnocení hydrochemického monitoringu v profilu PV-9.....	235
Tabulka 35. Vyhodnocení hydrochemického monitoringu v profilu PV-10	237
Tabulka 36. Vyhodnocení vybraných ukazatelů v profilu Ohře-Stranná za rok 2017	239

14. NAŘÍZENÍ VLÁDY STANOVUJÍCÍ NORMY ENVIRONMENTÁLNÍ KVALITY OD ROKU 1975 DO ROKU 2018

14.1. Nařízení vlády č. 401/2015 Sb.

Příloha č. 3 k nařízení vlády č. 401/2015 Sb.

Ukazatele vyjadřující stav povrchové vody, normy environmentální kvality a požadavky na užívání vod

A.

Povrchové vody

Tabulka 1a: Ukazatele a hodnoty přípustného znečištění povrchových vod a vod užívaných pro vodárenské účely, koupání osob a lososové a kaprové vody, vztahující se k místu odběru vody pro úpravu na vodu pitnou, místu provozování koupání, respektive k úseku vodního toku stanoveného jako lososová nebo kaprová voda.

Ukazatel	Značka, zkratka nebo číslo CAS ^{A)}	Jednotka	Přípustné znečištění pro účely § 31, § 34 a § 35 zákona ^{B),C),D),E),F)}	Přípustné znečištění	
			roční průměr ^{G)}	roční průměr	maximum
Všeobecné ukazatele					
teplota vody	t	°C			29
reakce vody	pH	-		5-9 ^{1),2)}	
nasycení vody kyslíkem	O ₂	mg/l		>9	
biochemická spotřeba kyslíku	BSK ₅	mg/l	2,7 ^{1 B)} 1,8 ^{2 D)} 3,2 ^{3 E)}	3,8 ¹⁾	
chemická spotřeba kyslíku	CHSK _{Cr}	mg/l	5,9 ^{4 B)}	26	
celkový organický uhlík	TOC	mg/l	4,5 ^{5 B)}	10	
celkový fosfor	P _{celk.}	mg/l	0,05 ³⁾ 6 ⁷	0,15 ¹⁾	
celkový dusík	N _{celk.}	mg/l		6	
dusičnanový dusík	N-NO ₃ ⁻	mg/l		5,4 ¹⁾	
dusitanový dusík	N-NO ₂ ⁻	mg/l	0,08 ^{8 D)} 0,12 ^{9 E)}		
amoniakální dusík	N-NH ₄ ⁺	mg/l	0,03 ^{D)} 0,16 ^{E)}	0,23 ¹⁾	
rozpuštěné látky sušené	RL ₁₀₅	mg/l		750	
rozpuštěné látky žíhané	RL ₅₅₀	mg/l		470	
nerozpuštěné látky	NL ₁₀₅	mg/l		20	
chloridy	Cr ⁻	mg/l	65 ^{10 B)}	150	

¹ Vyhláškou č. 48/2014 Sb. specifikována limitní hodnota 5 mg/l (A2) jako P95. Vypočtený konverzní faktor na C_{prům} = 1,85 (z dat 2010-12).

² Nařízením vlády č. 71/2003 Sb. specifikována limitní hodnota 3 mg/l (cílová pro lososové vody) jako P95. Vypočtený konverzní faktor na Cprům = 1,85 (z dat 2010-12).

³ Nařízením vlády č. 71/2003 Sb. specifikována limitní hodnota 6 mg/l (cílová pro kaprové vody) jako P95. Vypočtený konverzní faktor na Cprům = 1,85 (z dat 2010-12).

⁴ Vyhláškou č. 48/2014 Sb. specifikována limitní hodnota 10 mg/l (A2) jako P95. Vypočtený konverzní faktor na Cprům = 1,7 (z dat 2010-12); tato hodnota se vztahuje na stanovení CHSK_{Mn}.

⁵ Vyhláškou č. 48/2014 Sb. specifikována limitní hodnota 7 mg/l (A2) jako P95. Vypočtený konverzní faktor na Cprům = 1,563 (z dat 2010-12).

⁶ Vyhláškou č. 48/2014 Sb. limitní hodnota nespecifikována (na rozdíl od předchozí novely vyhlášky č. 428/2001 Sb.).

⁷ Vyhláškou č. 238/2011 Sb. limitní hodnota nespecifikována (na rozdíl od předchozí novely vyhlášky č. 135/2004 Sb.).

⁸ Nařízením vlády č. 71/2003 Sb. specifikována limitní hodnota 0,6 mg/l (cílová pro lososové vody) jako P95. Vypočtený konverzní faktor na Cprům = 2,18 (z dat 2010-12).

⁹ Nařízením vlády č. 71/2003 Sb. specifikována limitní hodnota 0,9 mg/l (cílová pro kaprové vody) jako P95. Vypočtený konverzní faktor na Cprům = 2,18 (z dat 2010-12).

¹⁰ Vyhláškou č. 48/2014 Sb. specifikována limitní hodnota 100 mg/l (A2) jako P95. Vypočtený konverzní faktor na Cprům = 1,52 (z dat 2010-12).

Ukazatel	Značka, zkratka nebo číslo CAS ^{A)}	Jednotka	Přípustné znečištění pro účely § 31, § 34 a § 35 zákona ^{B),C),D),E),F)}	Přípustné znečištění	
			roční průměr ^{G)}	roční průměr	maximum
sírany	SO ₄ ²⁻	mg/l	180 ^{11 B)}	200	
hořčík	Mg	mg/l		120	
vápník	Ca	mg/l		190	
Mikrobiologické ukazatele					
Escherichia coli	ECOLI	KTJ/100 ml	12 B) 900 ^{C) 5)-}		2500 ^{5),6)}
intestinální (střevní) enterokoky	ENT	KTJ/100 ml	1000 ^{13 B) 4) 330^{C) 5)}}		2000 ^{5),6)}
termotolerantní (fekální) koliformní bakterie	FC	KTJ/100 ml	2000 ^{14 B) 4)}		4000 ^{5),6)}
			15 B) 16 C)		
Ukazatele radioaktivity					
celková objemová aktivita alfa	cα	Bq/l	0,2 ^{F) 7)}	0,2	0,3 ²⁾
celková objemová aktivita beta	cβ	Bq/l		0,5	1 ²⁾
celková objemová aktivita beta opravená na 40K	cβ-40K	Bq/l	0,5 ^{F) 7)}	0,5	0,5 ²⁾
cesium 137	¹³⁷ Cs	Bq/l			2
radium 226	²²⁶ Ra	Bq/l			0,5 ²⁾
stroncium 90	⁹⁰ Sr	Bq/l			1
tritium	³ H	Bq/l	100 ^{F) 7)}		3500

A) CAS: Chemical Abstracts Service.

B) Pro hodnocení, zda povrchová voda vyhovuje užívání pro úpravu na vodu pitnou, se využijí rovněž ustanovení vyhlášky č. 428/2001 Sb., ve znění pozdějších předpisů.

C) Pro hodnocení, zda povrchová voda vyhovuje užívání pro koupání, se využijí rovněž ustanovení vyhlášky č. 238/2011 Sb.

D) Pro hodnocení, zda povrchová voda vyhovuje podmínkám pro lososové vody, se využijí rovněž ustanovení nařízení vlády č. 71/2003 Sb.

E) Pro hodnocení, zda povrchová voda vyhovuje podmínkám pro kaprové vody, se využijí rovněž ustanovení nařízení vlády č. 71/2003 Sb.

F) Pro hodnocení, zda povrchová voda vyhovuje užívání pro úpravu na vodu pitnou, se využijí rovněž ustanovení vyhlášky č. 307/2002 Sb., ve znění pozdějších předpisů.

G) Tam, kde není všeobecný požadavek nebo NEK-RP vyjádřena jako celoroční průměrná hodnota, se neuplatňuje kombinovaný přístup.

1) Při povolování vypouštění odpadních vod do vod povrchových vodoprávní úřad přihlíží k potřebě dosažení nebo zachování dobrého stavu vod podle § 38 odst. 9 písm. a) zákona.

2) Limit je dán minimální a maximální hodnotou. Standard je dodržen, pokud se každá hodnota ročního počtu vzorků nachází v intervalu minimální a maximální limitní hodnoty.

3) Zpřísněný požadavek platí pro povodí nad nádrží využívanou ke koupání.

4) Limitní hodnota vyjádřena jako percentil P₉₅. Hodnota je dodržena, nebude-li roční počet vzorků nevyhovujících tomuto standardu větší než 5 %.

¹¹ Vyhláškou č. 48/2014 Sb. specifikována limitní hodnota 250 mg/l (A2) jako P95. Vypočtený konverzní faktor na C_{prům} = 1,389 (z dat 2010-12).

¹² Vyhláškou č. 48/2014 Sb. limitní hodnota nespecifikována.

¹³ Vyhláškou č. 48/2014 Sb. specifikována limitní hodnota 1000 jako koncentrace P95.

¹⁴ Vyhláškou č. 48/2014 Sb. specifikována limitní hodnota 2000 jako koncentrace P95.

¹⁵ Vyhláškou č. 48/2014 Sb. limitní hodnota nespecifikována.

¹⁶ Maximální hodnota, při jejíž překročení se podle Tabulky 2 přílohy č. 4 k vyhlášce 238/2011 Sb. nedoporučuje koupání a provozování vodních sportů. Ukazatel neslouží k povolování vypouštění.

5) Limitní hodnota vyjádřena jako percentil P₉₀. Hodnota je dodržena, nebude-li roční počet vzorků nevyhovujících tomuto standardu větší než 10 %.

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

7) Indikativní hodnota, při překročení se zjišťuje příčina, respektive zdroj radioaktivního znečištění.

Tabulka 1b: Normy environmentální kvality pro útvary povrchových vod pro látky uvedené v příloze II Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2013/39/EU - prioritní látky a některé další znečišťující látky

Ukazatel	Značka, zkratka nebo číslo CAS ^{A)}	Jednotka	Norma environmentální kvality (NEK) ^{B)}	
			NEK-RP ^{C)}	NEK-NPK ^{D)}
aclonifen ¹⁾	74070-46-5	µg/l	0,12	0,12
alachlor	15972-60-8	µg/l	0,3	0,7
anthracen*	120-12-7	µg/l	0,1	0,1 ²⁾

atrazin	1912-24-9	µg/l	0,6	2
benzen	71-43-2	µg/l	10	50
bifenox ¹	42576-02-3	µg/l	0,012	0,04
bis(2-ethylhexyl)ftalát	DEHP 117-81-7	µg/l	1,3	nepoužije se
brómované difenylethery* ³⁾	32534-81-9	µg/l		0,14 ²
chinoxifen* ¹⁾	124495-18-7	µg/l	0,15	2,7
chlorované alkany* ⁴⁾	C ₁₀ -C ₁₃ 85535-84-8	µg/l	0,4	1,4
chlorfenvinfos	470-90-6	µg/l	0,1	0,3
chlorpyrifos (chlorpyrifos-ethyl)	2921-88-2	µg/l	0,03	0,1
cybutryn ¹	28159-98-0	µg/l	0,0025	0,016
cypermethrin ¹	52315-07-8	µg/l	8x10 ⁻⁵	6x10 ⁻⁴
cyklodienové pesticidy* ⁵⁾			Σ=0,01	nepoužije se
aldrin* ⁵⁾	309-00-2	µg/l		
endrin* ⁵⁾	72-20-8	µg/l		
dieldrin* ⁵⁾	60-57-1	µg/l		
isodrin* ⁵⁾	465-73-6	µg/l		
DDT* ^{5),6)}		µg/l	0,025	nepoužije se
p,p'-DDT* ⁵⁾	50-29-3	µg/l	0,01	nepoužije se
1,2-dichlorethan	107-06-2	µg/l	10	nepoužije se
dichlormethan	75-09-2	µg/l	20	nepoužije se
dichlorvos ¹	62-73-7	µg/l	6x10 ⁻⁴	7x10 ⁻⁴
dikofol* ¹⁾	115-32-2	µg/l	1,3x10 ⁻³	nepoužije se
diuron	330-54-1	µg/l	0,2	1,8
endosulfan* ⁷⁾	115-29-7	µg/l	0,005	0,01
fluoranthen	206-44-0	µg/l	0,0063 ²	0,12 ²
heptachlor a heptachlorepoxyd* ¹⁾	76-44-8/ 1024-57-3	µg/l	2x10 ⁻⁷	3x10 ⁻⁴
hexabromcyklododekany* ^{1),8)}	HBCDD	µg/l	0,0016	0,5
hexachlorbenzen*	HCB 118-74-1	µg/l		0,05
hexachlorbutadien*	HCBUT 87-68-3	µg/l		0,6
hexachlorcyklohexan* ⁹⁾	608-73-1	µg/l	0,02	0,04
isoproturon	34123-59-6	µg/l	0,3	1
naftalen	91-20-3	µg/l	2 ²	130 ²
nonylfenoly (4- nonylfenol)*	84852-15-3	µg/l	0,3	2
okt'ylfenoly(4-(1,1',3,3'- tetramethylbutyl)-fenol)	140-66-9	µg/l	0,1	nepoužije se
pentachlorbenzen*	608-93-5	µg/l	0,007	nepoužije se
pentachlorfenol*	PCP 87-86-5	µg/l	0,4	1
perfluoroktansulfonová kyselina a její deriváty* ¹⁾	PFOS 1763-23-1	µg/l	6,5x10 ⁻⁴ ²⁾	36
polycyklické aromatické uhlovodíky* ¹⁰⁾	PAU		nepoužije se	nepoužije se
benzo[a]pyren*	50-32-8	µg/l	1,7x10 ⁻⁴ ²⁾	0,27 ²

benzo[b]fluoranthen*	205-99-2	µg/l		0,17 ²⁾
benzo[k]fluoranthen*	207-08-9	µg/l		0,17 ²⁾
benzo[ghi]perylene*	191-24-2	µg/l		8,2x10 ^{-3 2)}
indeno[1,2,3-cd]pyren*	193-39-5	µg/l		nepoužije se
simazin	122-34-9	µg/l	1	4
terbutryn ¹⁾	886-50-0	µg/l	0,065	0,34
tetrachlorethen* ⁵⁾	PCE (PER) 127-18-4	µg/l	10	nepoužije se
tetrachlormethan* ⁵⁾	56-23-5	µg/l	12	nepoužije se
1,1,2-trichlorethen (trichlorethylen)*	TCE (TRI) 79-01-6	µg/l	10	nepoužije se
tributylstannan kationt (kationt tributylcínu)*	36643-28-4	µg/l	0,0002	0,0015
trichlorbenzeny* ¹¹⁾	12002-48-1	µg/l	0,4	nepoužije se
trichlormethan (chloroform)*	TCM 67-66-3	µg/l	2,5	nepoužije se
trifluralin*	1582-09-8	µg/l	0,03	nepoužije se
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) 1,5 (třída 5)
nikl a jeho sloučeniny - rozpuštěné ^{12),13)}	Ni-rozp. 7440-02-0	µg/l	4 ^{2),15)}	34 ²⁾
olovo a jeho sloučeniny - rozpuštěné ^{12),13)}	Pb-rozp. 7439-92-1	µg/l	1,2 ^{2),15)}	14 ²⁾
rtuť a její sloučeniny - rozpuštěné* ^{12),13)}	Hg-rozp. 7439-97-6	µg/l		0,07

A) CAS: Chemical Abstracts Service.

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

C) NEK-RP: 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-RP rozumí, že aritmetický průměr koncentrací naměřených v různých časech průběhu roku v žádném reprezentativním monitorovacím místě ve vodním útvaru nepřekračuje dotyčnou 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 dotyčnou normu. Je-li NEK-NPK označena výrazem "nepoužije se", pak se hodnoty NEK-RP považují za hodnoty, které v případě trvalého vypouštění chrání proti krátkodobým maximům znečištění, neboť jsou výrazně nižší než hodnoty odvozené na základě akutní toxicity.

Pozn.: Prioritní látky označené symbolem „**“ jsou zvláště nebezpečné závadné látky.

¹⁾ Nově určené látky s účinností od 22. prosince 2018.

²⁾ Revidovaná NEKs účinností od 22. prosince 2015.

³⁾ Limitní hodnota stanovená pro sumu kongenerů brómovaných difenyletherů s čísla 28, 47, 99, 100, 153 a 154.

⁴⁾ Pro tuto skupinu látek není k dispozici žádný směrný parametr. Směrný parametr (směrné parametry) musí být stanoven (stanoveny) analytickou metodou.

- 5) Tato látka není látkou prioritní, nýbrž jednou z ostatních znečišťujících látek, pro něž jsou NEK shodné s těmi, jež byly stanoveny v právních předpisech používaných před 13. lednem 2009.
- 6) DDT celkem je součtem izomerů 1,1,1-trichlor-2,2-bis(p-chlorofenyl)ethan (číslo CAS 50-29-3; číslo EU 200-024-3); 1,1,1-trichlor-2 (o-chlorofenyl)-2-(p-chlorofenyl) ethan (číslo CAS 789-02-6; číslo EU 212-332-5); 1,1-dichlor-2,2 bis (p-chlorofenyl) ethylen (číslo CAS 72-55-9; číslo EU 200-784-6); a 1,1-dichlor-2,2 bis (p-chlorofenyl) ethan (číslo CAS 72-54-8; číslo EU 200-783-0).
- 7) Endosulfan zahrnuje sumu α -endosulfanu a β -endosulfanu.
- 8) Vztahuje se na 1,3,5,7,9,11-hexabromcyklododekan (číslo CAS 25637-99-4), 1,2,5,6,9,10-hexabromcyklododekan (číslo CAS 3194- 55-6), α -hexabromcyklododekan (číslo CAS 134237-50-6), β -hexabromcyklododekan (číslo CAS 134237-51-7) a γ -hexabromcyklododekan (číslo CAS 134237-52-8).
- 9) Suma hexachlorcyklohexanů zahrnuje: α -HCH, β -HCH, γ -HCH a δ -HCH.
- 10) V případě skupiny prioritních látek, jimiž jsou polyaromatické uhlovodíky (PAU) (č. 28), se NEK-RP ve vodě vztahují ke koncentraci benzo(a)pyrenu, z jehož toxicity vycházejí. Benzo(a)pyren lze považovat za referenční ukazatel pro ostatní PAU, proto je třeba monitorovat a porovnávat s NEK pro odpovídající NEK-RP ve vodě pouze benzo(a)pyren.
- 11) Suma trichlorbenzenů zahrnuje: 1,2,3-trichlorbenzen, 1,2,4-trichlorbenzen a 1,3,5-trichlorbenzen.
- 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 μ m nebo jinou rovnocennou před úpravou.
- 13) V případě kovů je možno zohlednit přirozené koncentrace pozadí, pokud takové koncentrace brání souladu s hodnotou příslušných NEK.
- 14) V případě kadmia a jeho sloučenin se hodnoty NEK liší podle tvrdosti vody, která je charakterizovaná pomocí pětistupňové škály tvrdosti: (třída 1: < 40 mg CaCO₃/l, třída 2: 40 až < 50 mg CaCO₃/l, třída 3: 50 až < 100 mg CaCO₃/l, třída 4: 100 až < 200 mg CaCO₃/l a třída 5: > 200 mg CaCO₃/l).
- 15) Tyto NEK se vztahují k biologicky dostupným koncentracím látek.

Tabulka 1c: Normy environmentální kvality pro specifické znečišťující látky pro útvary povrchových vod a hodnoty přípustného znečištění povrchových vod užívaných pro vodárenské účely, vztahující se k místu odběru vody pro úpravu na vodu pitnou.

Ukazatel	Značka, zkratka nebo číslo CAS ^{A)}	Jednotka	Přípustné znečištění pro účely § 31 zákona ^{B)}	Norma environmentální kvality (NEK) ^{D)}
			roční průměr ^{C)}	NEK-RP ^{E)}
1,2,4,5-tetrachlorbenzen	95-94-3	μ g/l		0,32
1,2-cis-dichlorethen	156-59-2	μ g/l		1
1,2-trans-dichlorethen	156-60-5	μ g/l		6,8
1,3 - dichlor-2-propyl (2,3-dichlor-1-propyl) ether	59440-90-3	μ g/l		0,1
3,4-dichloranilin	95-76-1	μ g/l		0,2
2,4-dichlorfenol	120-83-2	μ g/l		5
2,4-dichlorfenoxyoctová kyselina	2,4-D 94-75-7	μ g/l		0,1
3,4-dichloranilin	95-76-1	μ g/l		0,2
adsorbovatelné organicky vázané halogeny	AOX	μ g/l	12 ^{17 B)}	25

anilín	62-53-3	µg/l		5
acetochlor a jeho metabolity	34256-82-1	µg/l		0,4
AMPA	1066-51-9	µg/l		250
bentazon	25057-89-0	µg/l		4,5
bis(1,3 - dichlor-2-propyl)ether	63283-80-7	µg/l		0,1
bis(2,3 - dichlor-1-propyl)ether	7774-68-7	µg/l		0,1
bisfenol A	80-05-7	µg/l		0,035
benzo(a)antracen	56-55-3	µg/l		0,03
desethylatrazin	6190-65-4	µg/l		0,3
dibenzo(a,h)antracen	53-70-3	µg/l		0,016
dichlorprop	7547-66-2	µg/l		0,1
dimethachlor	50563-36-5	µg/l		0,09
ethylbenzen	100-41-4	µg/l		1
fenanthren	85-01-8	µg/l		0,03
epoxiconazol	106325-08-0	µg/l		0,4
fenitrothion	122-14-5	µg/l		0,01
fenol	108-95-2	µg/l		3
fenthion	55-38-9	µg/l		0,01
fluoridy	F ⁻	mg/l		0,8
fluoren	86-73-7	µg/l		0,1
galaxolid	1222-05-5	µg/l		6,8
glyfosát	1071-83-6	µg/l		36
chlórbenzén	108-90-7	µg/l		1
hexazinon	51235-04-2	µg/l		0,048
chlorotoluron	15545-48-9	µg/l		0,4
chrysen	218-01-9	µg/l		0,1
isopropylbenzen	98-82-8	µg/l		0,7
kyanidy celkové	CN _{celk.}	mg/l	0,023 ^{18 B)}	0,3
kyanidy snadno uvolnitelné	CN ⁻	mg/l		0,005

¹⁷ Vyhláškou č. 48/2014 Sb. specifikována limitní hodnota 20 mg/l (A2) jako P95. Vypočtený konverzní faktor na Cprům = 1,653 (z dat 2010-12).

¹⁸ Vyhláškou č. 48/2014 Sb. specifikována limitní hodnota 0,05 mg/l (A2) jako P95. Vypočtený konverzní faktor na Cprům = 2,165 (z dat 2010-12).

Ukazatel	Značka, zkratka nebo číslo CAS ^{A)}	Jednotka	Přípustné znečištění pro účely § 31 zákona ^{B)}	Norma environmentální kvality (NEK) ^{D)}
			roční průměr ^{C)}	NEK-RP ^{E)}
kyselina 1,3-diaminopropanetetraciová	PDTA 1939-36-2	µg/l		10
kyselina ethylendiamintetraciová	EDTA 60-00-04	µg/l		5
kyselina nitrilotriaciová	NTA 139-13-9	µg/l		5

lindan	Y-HCH 58-89-9	µg/l		0,01
malathion	121-75-5	µg/l		0,01
MCPA	26544-20-7	µg/l		0,1
MCPB	94-81-5	µg/l		0,1
MCPP	7085-19-0	µg/l		0,1
mecoprop-P	16484-77-8	µg/l		0,1
metabolity alachloru ¹¹	171262-17-2 (OA) 142363-53-9 (ESA)	µg/l		0,1
metazachlor	67129-08-2	µg/l		0,4
metolachlorajeho metabolity ²¹	51218-45-2	µg/l		0,2
(m + p)-xylen	108-38-3 (m-X) 106-42-3 (p-X)	µg/l		4
nitrobenzen	98-95-3	µg/l		3
o-xylen	95-47-6	µg/l		3,2
parathion-ethyl	56-38-2	µg/l		0,002
parathion-methyl	298-00-0	µg/l		0,005
pyren	129-00-0	µg/l		0,024
perfluoroktansulfonová kyselina a její deriváty*	PFOS 1763-23-1	µg/l		25 ³¹
sulfan	H ₂ S	mg/l		0,05
suma dichlorbenzenů ⁴¹	S-DCB	µg/l		0,25
suma polycyklických aromatických uhlovodíků ⁵¹	S-PAU	µg/l	0,1 ^{B) 6)}	nepoužije se
suma polychlorovaných bifenyľů ²¹	S-PCB	µg/l		0,007
tenzidy aniontové	M BAS	mg/l	0,1 ^{19 B)}	0,3
terbutylazine a jeho metabolity ⁸¹	5915-41-3	µg/l		0,5
terbutryn	886-50-0	µg/l		0,1 ³¹
toluen	108-88-3	µg/l		5
tonalide	21145-77-7	µg/l		3,5
tributylstannan (tributylcín)	688-73-3	µg/l		0,0005
trifenylstannan (trifenylcín)	668-34-8	µg/l		0,0002
uhlovodíky C ₁₀ -C ₄₀	C ₁₀ -C ₄₀	mg/l	0,05 ^{20 B)}	0,1
vinylchlorid	75-01-4	µg/l	0,05 ^{B)}	1
Prvky ^{F)}				
antimon	Sb	ug/l	21	250
arsen	As	ug/l	5 ^{B)}	11
baryum	Ba	ug/l		180

¹⁹ Vyhláškou č. 48/2014 Sb. specifikována limitní hodnota 0,2 mg/l (A2) jako P95. Vypočtený konverzní faktor na Cprům = 2,105 (z dat 2010-12).

²⁰ Vyhláškou č. 48/2014 Sb. specifikována limitní hodnota 0,1 mg/l (A2) jako P95. Vypočtený konverzní faktor na Cprům = 2,273 (z dat 2010-12).

²¹ Vyhláškou č. 48/2014 Sb. limitní hodnota nespecifikována.

Ukazatel	Značka, zkratka nebo číslo CAS ^{A)}	Jednotka	Přípustné znečištění pro účely § 31 zákona ^{B)}	Norma environmentální kvality (NEK) ^{D)}
			roční průměr ^{C)}	NEK-RP ^{E)}
beryllium	Be	µg/l		0,5
bor	B	µg/l		300
cesium 137	¹³⁷ Cs	Bq/l		0,5
cín	Sn	µg/l		25
hliník	Al	µg/l	380 ^{22 B)}	1000
chrom	Cr	µg/l	²³⁾	18
kobalt	Co	µg/l		3
mangan	Mn	mg/l	0,24 ^{24 B)}	0,3
měď	Cu	µg/l		14
molybden	Mo	µg/l		18
radium 226	²²⁶ Ra	Bq/l		0,3
selen	Se	µg/l		2
stroncium 90	⁹⁰ Sr	Bq/l		0,2
stříbro	Ag	µg/l		3,5
tritium	³ H	Bq/l	100 ^{G) 9)}	1000 ²⁵
uran	U	µg/l	6 ^{26 10)}	24
vanad	V	µg/l		18
zinek	Zn	µg/l		92
železo	Fe	mg/l	0,52 ^{27 B)}	1

A) CAS: Chemical Abstracts Service.

B) Pro hodnocení, zda povrchová voda vyhovuje užívání pro úpravu na vodu pitnou, se využijí rovněž ustanovení vyhlášky č. 428/2001 Sb., ve znění pozdějších předpisů.

C) Tam, kde není všeobecný požadavek nebo NEK-RP vyjádřená jako celoroční průměrná hodnota, se neuplatňuje kombinovaný přístup.

D) Normy environmentální kvality jsou vyjádřeny jako celkové koncentrace v celém vzorku vody, pokud není uvedeno jinak.

E) NEK-RP: 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-RP rozumí, že aritmetický průměr koncentrací naměřených v různých časech průběhu roku v žádném reprezentativním monitorovacím místě ve vodním útvaru nepřekračuje dotyčnou normu.

F) V případě kovů je možno zohlednit hodnoty jejich přirozeného pozadí.

G) Pro hodnocení, zda povrchová voda vyhovuje užívání pro úpravu na vodu pitnou, se využijí rovněž ustanovení vyhlášky č. 307/2002 Sb., ve znění pozdějších předpisů.

Pozn.: Prioritní látky označené symbolem „*“ jsou zvlášť nebezpečné závadné látky.

²² Vyhláškou č. 48/2014 Sb. specifikována limitní hodnota 1 mg/l (A2) jako P95. Vypočtený konverzní faktor na Cprům = 2,64 (z dat 2010-12).

²³ Vyhláškou č. 48/2014 Sb. specifikována limitní hodnota 0,05 mg/l (A2) jako P95. Vypočtená limitní hodnota je méně přísná než obecný požadavek.

²⁴ Vyhláškou č. 48/2014 Sb. specifikována limitní hodnota 0,5 mg/l (A2) jako P95. Vypočtený konverzní faktor na Cprům = 2,137 (z dat 2010-12).

²⁵ Limitní hodnota $C_{prům}$ byla revidována na základě analýzy výsledků monitorovacích programů odvozením z hodnoty přípustného znečištění C_{max} 3500 Bq/l (viz Tabulka la Přílohy č. 3 nařízení) pomocí průměrné hodnoty konverzního faktoru v odběrových místech pod zaústěním tritiových odpadních vod z jaderných zařízení $C_{max}/C_{prům} = 3$.

²⁶ Proveden přepočít z maximální hodnoty 15 µg/l na průměrnou koncentraci. Vypočtený konverzní faktor na $C_{prům} = 2,6$. (z dat 2004-12).

²⁷ Vyhláškou č. 48/2014 Sb. specifikována limitní hodnota 1 mg/l (A2) jako P95. Vypočtený konverzní faktor na $C_{prům} = 1,938$ (z dat 2010-12).

¹⁾ Metabolity alachloru zahrnují OA, ESA. NEK-RP se vztahuje jednotlivě ke každému z uvedených metabolitů.

²⁾ NEK-RP se vztahuje souhrnně pro metolachlor a jeho metabolity OA (CAS 152019-73-3) a ESA (CAS 171118-09-5); koncentrace těchto metabolitů musí být vyjádřena jako metolachlor.

³⁾ Limitní hodnota platná do 21. prosince 2018; NEK-RP s účinností od 22. prosince 2018 je uvedena v Tabulce 1 b Přílohy č. 3 k tomuto nařízení.

⁴⁾ Suma dichlorbenzenů zahrnuje: 1,2-dichlorbenzen (CAS 95-50-1), 1,3-dichlorbenzen (CAS 541-73-1) a 1,4-dichlorbenzen (CAS 106-46-7).

⁵⁾ Suma PAU zahrnuje: benzo[b]fluoranthén, benzo[k]fluoranthén, benzo[a]pyren, benzo[ghi] perylen a indeno[1,2,3-cd]pyren.

⁶⁾ Limitní hodnota vyjádřena jako percentil P95.

⁷⁾ Suma PCB zahrnuje: PCB 28 (CAS 7012-37-5), PCB 52 (CAS 35693-99-3), PCB 101 (CAS 37680-73-2), PCB 118 (CAS 31508-00-6), PCB 138 (CAS 35065-28-2), PCB 153 (CAS 35065-27-1) a PCB 180 (CAS 35065-29-3).

⁸⁾ NEK-RP se vztahuje souhrnně pro terbuthylazin a jeho metabolity: terbuthylazin-2-hydroxy (CAS 66753-07-9) a terbuthylazin-desethyl (CAS 30125-63-4); koncentrace těchto metabolitů musí být vyjádřena jako terbuthylazin.

⁹⁾ Indikativní hodnota, při překročení se zjišťuje příčina, respektive zdroj radioaktivního znečištění.

¹⁰⁾ Limitní hodnota a je dána Pokynem hlavního hygienika ČR č.j. OVZ-32.4-19.4.2007/13199 z 16.4.2007, kde je vyjádřena jako maximum $C_{max} = 15\mu\text{g/l}$.

14.2. Nařízení vlády č. 23/2011 Sb.

Příloha č. 3 k nařízení vlády č. 61/2003 Sb.

Ukazatele vyjadřující stav vody ve vodním toku, normy environmentální kvality a požadavky na užívání vod

A.

Povrchové vody

Tabulka 1a: Normy environmentální kvality pro útvary povrchových vod a požadavky na užívání vod pro vodárenské účely, koupání osob a lososové a kaprové vody se vztahují k místu odběru vody pro úpravu na vodu pitnou, místu provozování koupání, respektive k úseku vodního toku stanoveného jako lososová nebo kaprová voda.

Ukazatel	Značka, zkratka nebo číslo CAS ^{A)}	Jedn otka	Požadavky pro užívání vody (průměrná hodnota) ^{B) C)}				Norma environmentální kvality ^{C)}	
			Vodáren ské účely (§ 31 zákona) ^{D)}	koupá ní (§ 34 zákona) ^{E)}	lososové vody (§ 35 zákona) ^{F)}	kapr ové vody (§ 35 záko na) ^{G)}	NEK-RP (průměrná hodnota) ^{B)H)}	NEK-NPH (nejvyšší přípustná hodnota) ^{I)}
Všeobecné ukazatele ^{J)}								
rozpuštěný kyslík	O ₂	mg/l					>9	
biochemická spotřeba kyslíku	BSK ₅	mg/l			2		3,8	
chemická spotřeba kyslíku	CHSK _{Cr}	mg/l					26	
celkový organický uhlík	TOC	mg/l	8				10	
celkový fosfor	P _{celk.}	mg/l	0,05 ¹⁾	0,05 ²⁾			0,15	
celkový dusík	N _{celk.}	mg/l					6	
amoniakální dusík	N-NH ₄ ⁺	mg/l			0,03	0,16	0,23	
dusitanový dusík	N-NO ₂ ⁻	mg/l			0,09	0,14		
dusičnanový dusík	N-NO ₃ ⁻	mg/l					5,4	
teplota vody	t	°C						29
reakce vody	pH	-					6-9 ⁴⁾	
rozpuštěné látky sušené	RL ₁₀₅	mg/l					750	
rozpuštěné látky žíhané	RL ₅₅₀	mg/l					470	
nerozpuštěné látky	NL ₁₀₅	mg/l					20	
chloridy	Cl ⁻	mg/l	140				150	
sírany	SO ₄ ²⁻	mg/l	180				200	
Prioritní látky ^{K) L)}								
alachlor	15972-60-8	µg/l					0,3	0,7
anthracen*	120-12-7	µg/l					0,1	0,4
atrazin	1912-24-9	µg/l					0,6	2
benzen	71-43-2	µg/l	1,5				10	50

brómovaný difenylether 5) *	32534-81-9	µg/l					0,0005	
chlorované alkany*	C ₁₀ -C ₁₃ 85535-84-8	µg/l					0,4	1,4
chlorfenvinfos	470-90-6	µg/l					0,1	0,3
chlorpyrifos	2921-88-2	µg/l					0,03	0,1
cyklodienové pesticidy *							Σ=0,01	
aldrin *	309-00-2	µg/l						
endrin *	72-20-8	µg/l						
dieldrin *	60-57-1	µg/l						
isodrin *	465-73-6	µg/l						
DDT * 6)	S-DDT	µg/l					0,025	
p,p'-DDT *	50-29-3	µg/l					0,01	
1,2-dichlorethan	107-06-2	µg/l	2				10	
dichlormethan	75-09-2	µg/l					20	
di(2-ethylhexyl)ftalát	DEHP 117-81-7	µg/l					1,3	
diuron	330-54-1	µg/l					0,2	1,8
endosulfan* 7)	115-29-7	µg/l					0,005	0,01
fluoranthen	206-44-0	µg/l					0,1	1
hexachlorbenzen *	HCB 118-74-1	µg/l					0,01	0,05
hexachlorbutadien*	HCBUT 87-68-3	µg/l					0,1	0,6
hexachlorcyklohexan* 8)	608-73-1	µg/l					0,02	0,04
isoproturon	34123-59-6	µg/l					0,3	1
naftalen	91-20-3	µg/l					2,4	
nonylfenol (4-nonylfenol)*	104-40-5	µg/l					0,3	2
oktylfenol (4-(1,1',3,3'-tetramethylbutyl)-fenol)	140-66-9	µg/l					0,1	
pentachlorbenzen *	608-93-5	µg/l					0,007	
pentachlorfenol *	PCP 87-86-5	µg/l					0,4	1
polycyklické aromatické uhlovodíky*:								
benzo[a]pyren*	50-32-8	µg/l	0,036				0,05	0,1
benzo[b] fluoranthen*	205-99-2	µg/l					Σ=0,03	
benzo [k] fluoranthen*	207-08-9	µg/l						
benzo[ghi]perylen*	191-24-2	µg/l					Σ=0,002	
indeno[1,2,3-cd]pyren*	193-39-5	µg/l						
simazin	122-34-9	µg/l					1	4
tetrachlorethen *	PCE (PER) 127-18-4	µg/l					10	

tetrachlormethan *	56-23-5	µg/l					12	
1,1,2-trichlorethen (trichlorethylen) *	TCE (TRI) 79-01-6	µg/l					10	
tributylstannan kationt (kationt tributylcínu)*	36643-28-4	µg/l					0,0002	0,0015
trichlorbenzeny * 9)	234-413-4	µg/l					0,4	
trichlormethan (chloroform) *	TCM 67-66-3	µg/l					2,5	
trifluralin	1582-09-8	µg/l					0,03	
kadmium a jeho sloučeniny* - rozpuštěné (v závislosti na třídách tvrdosti vody) ¹⁰⁾¹¹⁾	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) 1,5 (třída 5)
nikl a jeho sloučeniny - rozpuštěné ¹⁰⁾	Ni-rozp 7440-02-0	µg/l					20	
olovo a jeho sloučeniny - rozpuštěné ¹⁰⁾	Pb-rozp 7439-92-1	µg/l					7,2	
rtuť a její sloučeniny * - rozpuštěné ¹⁰⁾	Hg-rozp 7439-97-6	µg/l					0,05	0,07
Znečišťující organické látky								
1,2-cis-dichlorethen	156-59-2	µg/l					1	
2,4-dichlorfenol	120-83-2	µg/l					5	
3,4-dichloranilin	95-76-1	µg/l					0,2	
anilín	62-53-3	µg/l					5	
adsorbovatelné organicky vázané halogeny	AOX	µg/l					25	
bis(1,3 - dichlor-2-prophyl)ether	63283-80-7	µg/l					0,1	
bis(2,3 - dichlor-1-prophyl)ether	7774-68-7	µg/l					0,1	
1,3 - dichlor-2-prophyl (2,3-dichlor-1-prophyl) ether	59440-90-3	µg/l					0,1	
bisfenol A	80-05-7	µg/l					0,035	
ethylbenzen	100-41-4	µg/l					1	
fenantren	85-01-8	µg/l					0,03	
fluoridy	F ⁻	mg/l					0,8	
chlorbenzen	108-90-7	µg/l					1	
isopropylbenzen	98-82-8	µg/l					0,7	
kyanidy snadno uvolnitelné	CN ⁻	mg/l					0,005	
kyanidy celkové	CN _{celk.}	mg/l	0,02				0,3	
kyselina ethylendiamintetraoctová	EDTA 60-00-04	µg/l					5	
kyselina nitrilotrioctová	NTA 139-13-9	µg/l					5	

nitrobenzen	98-95-3	µg/l					3	
sulfan	H ₂ S	mg/l					0,05	
suma dichlorbenzenů ¹²⁾	S-DCB	µg/l					0,25	
suma polycyklických aromatických uhlovodíků ¹³⁾	S-PAU	µg/l	0,03				0,1	
suma polychlorovaných bifenyľů ¹⁴⁾	S-PCB	µg/l					0,007	
tenzidy aniontové	MBAS	mg/l					0,3	
toluen	108-88-3	µg/l					5	
uhlovodíky C ₁₀ -C ₄₀	C ₁₀ -C ₄₀	mg/l					0,1	
vinylchlorid	75-01-4	µg/l	0,5				1	
Jednotlivé prvky ¹⁵⁾								
antimon	Sb	µg/l	10				250	
arsen	As	µg/l	5				11	
baryum	Ba	µg/l					180	
berylum	Be	µg/l					0,5	
bor	B	µg/l					300	
cín	Sn	µg/l					25	
hliník	Al	µg/l	450				1 000	
hořčík	Mg	mg/l					120	
chrom	Cr	µg/l	15				18	
kadmium	Cd	µg/l					0,3	
kobalt	Co	µg/l					3	
mangan	Mn	mg/l					0,3	
měď [^]	Cu	µg/l					14	
molybden	Mo	µg/l					18	
nikl	Ni	µg/l					20	
olovo	Pb	µg/l					7,2	
rtuť	Hg	µg/l					0,05	
selen	Se	µg/l					2	
stříbro	Ag	µg/l					3,5	
uran	U	µg/l	9				24	
vanad	V	µg/l					18	
vápník	Ca	mg/l					190	
zinek ¹⁵⁾	Zn	µg/l					92	
železo	Fe	mg/l	0,55				1	
Mikrobiologické ukazatele								
escherichia coli	ECOLI	KTJ/ 100 ml	100 ¹⁶⁾	900 ¹⁷⁾				2500 ^{17) 18)}
termotolerantní (fekální) koliformní bakterie	FC	KTJ/ 100 ml	200 ¹⁶⁾					4000 ^{17) 18)}

intestinální (střevní) enterokoky	ENT	KTJ/ 100 ml	200 ¹⁶⁾	330 ¹⁷⁾				2000 ^{17) 18)}
Ukazatele radioaktivity								
celková objemová aktivita alfa	C _α	Bq/l	0,2 ¹⁹⁾				0,2	0,3 ¹⁹⁾
celková objemová aktivita beta	C _β	Bq/l					0,5	1 ¹⁹⁾
celková objemová aktivita beta opravená na ⁴⁰ K	C _{β-⁴⁰K}	Bq/l	0,5 ¹⁹⁾				0,3	0,5 ¹⁹⁾
radium 226	²²⁶ Ra	Bq/l					0,1	0,3 ¹⁹⁾
tritium	³ H	Bq/l	100 ¹⁹⁾				700	3 500
stroncium 90	⁹⁰ Sr	Bq/l					0,2	1
cesium 137	¹³⁷ Cs	Bq/l					0,1	0,5

Tabulka 1b: Normy environmentální kvality pro vybrané ukazatele určené pouze k hodnocení ekologického stavu/potenciálu

Ukazatel	Značka, zkratka nebo číslo CAS ^{A)}	Jednotka	Norma environmentální kvality
			NEK-RP (průměrná hodnota) ^{H)}
Znečišťující organické látky			
1,2-trans-dichlorethen	156-60-5	µg/l	6,8
2,4-dichlorfenoxyoctová kyselina	2,4-D 94-75-7	µg/l	0,1
1,2,4,5-tetrachlorbenzen	95-94-3	µg/l	0,32
acetochlor a jeho metabolity	34256-82-1	µg/l	0,4
AMPA	1066-51-9	µg/l	250
bentazon	25057-89-0	µg/l	4,5
benzo(a)antracen	56-55-3	µg/l	0,03
desethylatrazin	6190-65-4	µg/l	0,3
dibenzo(a,h)antracen	53-70-3	µg/l	0,016
dichlorprop	7547-66-2	µg/l	0,1
dimethachlor	50563-36-5	µg/l	0,09
epoxiconazol	106325-08-0	µg/l	0,4
fenitrothion	122-14-5	µg/l	0,01
fenol	108-95-2	µg/l	3
fenthion	55-38-9	µg/l	0,01
fluoren	86-73-7	µg/l	0,1
galaxolid	1222-05-5	µg/l	6,8
glyfosát	1071-83-6	µg/l	36
hexazinon	51235-04-2	µg/l	0,048
chlorotoluron	15545-48-9	µg/l	0,4
chrysen	218-01-9	µg/l	0,1
kyselina 1,3-diaminopropantetraoctová	PDTA 1939-36-2	µg/l	10

lindan	γ-HCH 58-89-9	µg/l	0,01
malathion	121-75-5	µg/l	0,01
MCPA	26544-20-7	µg/l	0,1
MCPB	94-81-5	µg/l	0,1
MCPP	7085-19-0	µg/l	0,1
mecoprop-P	16484-77-8	µg/l	0,1
metabolity alachloru ²⁰⁾	-	µg/l	0,1
metazachlor	67129-08-2	µg/l	0,4
metolachlor a jeho metabolity ²¹⁾	51218-45-2	µg/l	0,2
parathion-ethyl	56-38-2	µg/l	0,002
parathion-methyl	298-00-0	µg/l	0,005
perfluoroktansulfonan	PFOS 1763-23-1	µg/l	25
pyren	129-00-0	µg/l	0,024
suma xyleneů ²²⁾	S-XYLENY	µg/l	
o-xylen	95-47-6	µg/l	3,2
(m + p)-xylen	108-38-3 + 106-42-3	µg/l	4
terbuthylazine a jeho metabolity ²³⁾	5915-41-3	µg/l	0,5
terbutryn	886-50-0	µg/l	0,1
tonalide	21145-77-7	µg/l	3,5
tributylstannan (tributylcín)	688-73-3	µg/l	0,0005
trifenylstannan (trifenylcín)	668-34-8	µg/l	0,0002
chlorofyl A ²⁴⁾	chlo a	µg/l	25

A) CAS: Chemical Abstracts Service.

B) Průměrná hodnota je roční aritmetický průměr.

C) Tam, kde není všeobecný požadavek nebo NEK-RP vyjádřená jako celoroční průměrná hodnota, se neuplatňuje kombinovaný přístup.

D) Pro hodnocení, zda povrchová voda vyhovuje užívání pro úpravu na pitnou, se využijí rovněž ustanovení vyhlášky č. 428/2001 Sb.

E) Pro hodnocení, zda povrchová voda vyhovuje užívání pro koupání, se využijí rovněž ustanovení vyhlášky č. 135/2004 Sb.

F) Pro hodnocení, zda povrchová voda vyhovuje podmínkám pro lososové vody, se využijí rovněž ustanovení nařízení vlády č. 71/2003 Sb.

G) Pro hodnocení, zda povrchová voda vyhovuje podmínkám pro kaprové vody, se využijí rovněž ustanovení nařízení vlády č. 71/2003 Sb.

H) NEK-RP: 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-RP rozumí, že aritmetický průměr koncentrací naměřených v různých časech průběhu roku v žádném reprezentativním monitorovacím místě ve vodním útvaru nepřekračuje dotyčnou normu.

I) NEK-NPH: norma environmentální kvality vyjádřená jako nejvyšší přípustná hodnota je nepřekročitelná. Není-li NEK-NPK stanovena nejvyšší přípustné hodnoty se nepoužijí.

J) V případě všeobecných ukazatelů jsou limitní hodnoty vyjádřeny jako obecné požadavky a požadavky pro užívání vody.

K) V případě kovů je potřeba zohlednit jejich přirozené pořadí.

- ¹⁾ Prioritní látky označené symbolem „*“ jsou zvláště nebezpečné závadné látky
- ¹⁾ Zpřísněný požadavek platí pro povodí nad nádrží využívanou jako zdroj pitné vody.
- ²⁾ Zpřísněný požadavek platí pro povodí nad nádrží využívanou ke koupání.
- ³⁾ Přírůstek teploty v toku na konci mísící zóny vlivem vypouštěných oteplených vod nesmí být vyšší než 3°C. Konec mísící zóny je místo, kde se teploty vody u obou břehů vyrovnají.
- ⁴⁾ Limit je dán minimální a maximální hodnotou. Standard je dodržen, pokud se každá hodnota ročního počtu vzorků nachází v intervalu minimální a maximální limitní hodnoty.
- ⁵⁾ Limitní hodnota stanovená pro sumu kongenerů bromovaných difenyletherů s čísla 28, 47, 99, 100, 153 a 154.
- ⁶⁾ Suma DDT zahrnuje součet izomerů: p,p'-DDT (1,1,1-trichlor-2,2-bis(p-chlorfenyl)-ethan, číslo CAS 50-29-3), o,p-DDT (1,1,1-trichlor-2-(o-chlorfenyl)-2-(p-chlorfenyl)-ethan, číslo CAS 789-02-6), p,p'-DDD (1,1-dichlor-2,2-bis(p-chlorfenyl)-ethen, číslo CAS 72-55-9) a p,p'-DDE (1,1-dichlor-2,2-bis(p-chlorfenyl)-ethan, číslo CAS 72-54-8).
- ⁷⁾ Endosulfan zahrnuje sumu α -endosulfanu a β -endosulfanu.
- ⁸⁾ Suma hexachlorcyklohexanů zahrnuje: α -HCH, β -HCH, γ -HCH a δ -HCH.
- ⁹⁾ Suma trichlorbenzenů zahrnuje: 1,2,3-trichlorbenzen, 1,2,4-trichlorbenzen a 1,3,5-trichlorbenzen.
- ¹⁰⁾ V případě kadmia, olova, rtuti a niklu se hodnoty NEK vztahují ke koncentraci rozpuštěných látek, tj. k rozpuštěné fázi vzorku vody získané filtrační filtrem s otvory 0,45 μ m nebo jinou rovnocennou předúpravou.
- ¹¹⁾ Pro kadmium a jeho sloučeniny se hodnoty NEK-PR a NEK-NPH liší v závislosti na tvrdosti vody vymezené pomocí pěti tříd. Tvrdost vody je vyjádřena jako celoroční průměrná hodnota pomocí pěti druhů tříd: třída 1: < 40 mg CaCO₃/l, třída 2: 40 až < 50 mg CaCO₃/l, třída 3: 50 až < 100 mg CaCO₃/l, třída 4: 100 až < 200 mg CaCO₃/l a třída 5: $\geq$ 200 mg CaCO₃/l.
- ¹²⁾ Suma dichlorbenzenů zahrnuje: 1,2-dichlorbenzen, 1,3-dichlorbenzen a 1,4-dichlorbenzen.
- ¹³⁾ Suma PAU zahrnuje: fluoranthen, benzo[b]fluoranthen, benzo[k]fluoranthen, benzo[a]pyren, benzo[ghi]perylen a ideno[1,2,3-cd]pyren.
- ¹⁴⁾ Suma PCB zahrnuje: PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 118, PCB 138, PCB 153 a PCB 180.
- ¹⁵⁾ Pro lososové a kaprové vody koncentrace v rozpuštěné formě.
- ¹⁶⁾ Limitní hodnota vyjádřena jako koncentrace C₉₀. Hodnota je dodržena, nebude-li roční počet vzorků nevyhovujících tomuto standardu větší než 10 %.
- ¹⁷⁾ Limitní hodnota vyjádřena jako percentil P₉₀. Hodnota je dodržena, nebude-li roční počet vzorků nevyhovujících tomuto standardu větší než 10 %.
- ¹⁸⁾ Indikativní hodnota, při překročení se zjišťuje příčina, respektive zdroj znečištění.
- ¹⁹⁾ Indikativní hodnota, při překročení se zjišťuje příčina, respektive zdroj radioaktivního znečištění.
- ²⁰⁾ Metabolity alachloru zahrnují OA, ESA.
- ²⁰⁾ NEK pro metolachlor a jeho metabolity: OA, ESA, vyjádřená jako metolachlor.
- ²²⁾ Suma xylenů zahrnuje: o-xylen, m-xylen a p-xylen.
- ²³⁾ NEK pro terbutylazin a jeho metabolity: terbutylazin-2-hydroxid a terbutylazin-desethyl, vyjádřená jako terbutylazin.
- ²⁴⁾ Koncentrace chlorofylu A se týká vod určených pro vodárenské účely. Pro vody vymezené jakou koupací se použije hodnota 50 μ g/l.

14.3. Nařízení vlády č. 229/2007 Sb.

Příloha č. 3 k nařízení vlády č. 61/2003 Sb.

Imisní standardy ukazatelů přípustného znečištění povrchových vod

Tabulka 1: Imisní standardy: ukazatele a hodnoty přípustného znečištění povrchových vod

Imisní standardy pro užívání vody pro vodárenské účely, pro koupání osob a pro lososové a kaprové vody se vztahují k místu odběru vody pro úpravu na pitnou, místu provozování koupání, respektive k úseku vodního toku stanoveného jako lososová nebo kaprová voda.

Ukazatel	Značka nebo zkratka	jednotka	Požadavky pro užívání vody (celoroční průměr) ^{xi)}				Obecné požadavky (C ₉₀) ^{x)}
			vodárenské účely (§ 31 zákona)	koupání (§ 34 zákona)	lososové vody (§ 35 zákona)	kaprové vody (§ 35 zákona)	
Všeobecné ukazatele							
1. Rozpuštěný kyslík	O ₂	mg/l					>6
2. Biochemická spotřeba kyslíku	BSK ₅	mg/l	2,6		2		6
3. Chemická spotřeba kyslíku	CHSK _{Cr}	mg/l					35
4. Celkový organický uhlík	TOC	mg/l	5,3				13
5. Celkový fosfor	P _{celk.}	mg/l	0,1 ^{xiii)}	0,05 ^{xiii)}	0,07 ^{xii)}		0,20
6. Celkový dusík	N _{celk.}	mg/l					8
7. Volný amoniak	NH ₃	mg/l			0,001 ^{xii)}	0,001 ^{xii)}	
8. Amoniakální dusík	N-NH ₄ ⁺	mg/l			0,03	0,16	0,5
9. Dusitanový dusík	N-NO ₂ ⁻	mg/l			0,09	0,14	
10. Dusičnanový dusík	N-NO ₃ ⁻	mg/l					7
11. Chlorofyl		µg/l	10 ^{xii)}	15 ^{xii)}			
12. Teplota vody	t	°C	11		11	15	25 ⁱ⁾
13. Reakce vody	pH	-					6-8
14. Rozpuštěné látky sušené	RL ₁₀₅	mg/l					1000
15. Rozpuštěné látky žíhané	RL ₅₅₀	mg/l					600
16. Nerozpuštěné látky	NL ₁₀₅	mg/l					30
17. Chloridy	Cl ⁻	mg/l	50				250
18. Fluoridy	F ⁻	mg/l					1
19. Sírany	SO ₄ ²⁻	mg/l	120				300
20. Vápník	Ca	mg/l					250
21. Hořčík	Mg	mg/l					150
22. Železo	Fe	mg/l					2
23. Mangan	Mn	mg/l	0,05				0,5
24. Sulfan	H ₂ S	mg/l					0,015
25. Celkový zbytkový chlor	Cl ₂	mg/l			0,002	0,002	
26. Uhlovodíky C ₁₀ -C ₄₀	C ₁₀ -C ₄₀	mg/l	0,025				0,1

27. Tenzidy aniontové	MBAS	mg/l	0,1				0,6
28. Kyanidy snadno uvolnitelné	CN ⁻	mg/l					0,01
29. Kyanidy celkové	CN _{celk.}	mg/l					0,7
30. Adsorbovatelné organicky vázané halogeny	AOX	mg/l					0,035
Mikrobiologické ukazatele							
31. Koliformní bakterie	KOLI	KTJ/ml	22				200
32. Escherichia coli	ESCO	KTJ/ml		3			
33. Termotolerantní (fekální) koliformní bakterie	FKOLI	KTJ/ml	9				40
34. Intestinální (střevní) enterokoky	ENT	KTJ/ml	4	1			20
Organické sloučeniny							
35. 1,1,2-trichlorethen (trichlorethylen)	TCE (TRI) 79-01-6	µg/l					1
36. 1,2-dichlorethan	EDC 107-06-2	µg/l					1
37. 1,2-cis-dichlorethen	156-59-2	µg/l					2
38. 2,4-dichlorfenol	120-83-2	µg/l					10
39. 3,4-dichloranilin	95-76-1	µg/l					0,4
40. Alachlor	15972-60-8	µg/l					0,1
41. Aldrin	309-00-2	µg/l					0,005
42. Anilín	62-53-3	µg/l					10
43. Anthracen	120-12-7	µg/l					0,1
44. Atrazin	1912-24-9	µg/l					0,5
45. Benzen	71-43-2	µg/l					20
46. Benzo[a]pyren	50-32-8	µg/l					0,1
47. Benzo[b]fluoranthén	205-99-2	µg/l					0,06
48. Benzo[ghi]perylene	191-24-2	µg/l					0,03
49. Benzo[k]fluoranthén	207-08-9	µg/l					0,06
50. Bis(1,3-dichlor-2-propyl)ether	63283-80-7	µg/l					0,2
51. Bis(2,3-dichlor-l-propyl)ether	7774-68-7	µg/l					0,2
52. 1,3-dichlor-2-propyl (2,3-dichlor-l-propyl) ether	59440-90-3	µg/l					0,2
53. Desethylatrazin	6190-65-4	µg/l					0,5
54. p,p'-DDT	50-29-3	µg/l					0,02
55. Dieldrin	60-57-1	µg/l					0,01
56. Diuron	330-54-1	µg/l					0,4
57. Di(2-ethylhexyl)ftalát	DEHP 117-81-7	µg/l					6
58. α-endosulfan	959-98-8	µg/l					0,01

59. Endrin	72-20-8	µg/l					0,01
60. Ethylbenzen	100-41-4	µg/l					2
61. Fenitrothion	122-14-5	µg/l					0,02
62. Fenoly		µg/l	0,5				5
63. Fenthion	55-38-9	µg/l					0,02
64. Fluoranthen	206-44-0	µg/l					0,2
65. Hexachlorbenzen	HCB 118-74-1	µg/l					0,01
66. Hexachlorbutadien	HCBUT 87-68-3	µg/l					0,1
67. Chlorbenzen	108-90-7	µg/l					2
68. Chlorfenvinfos	470-90-6	µg/l					0,15
69. Chlorované alkany	C ₁₀ -C ₁₃	µg/l					1
70. Chlorpyrifos	2921-88-2	µg/l					0,01
71. Indeno[1,2,3-cd] pyren	193-39-5	µg/l					0,03
72. Isodrin	465-73-6	µg/l					0,01
73. Isopropylbenzen	98-82-8	µg/l					1,4
74. Isoproturon	34123-59-6	µg/l					0,3
75. Kyselina ethylendiamintetraoctová	EDTA 60-00-04	µg/l					10
76. Kyselina nitrilotrioctová	NTA 139-13-9	µg/l					10
77. Lindan	γ-HCH 58-89-9	µg/l					0,02
78. Malathion	121-75-5	µg/l					0,02
79. Naftalen	91-20-3	µg/l					2
80. Nitrobenzen	98-95-3	µg/l					6
81. 4-nonylfenol	25154-52-3	µg/l					0,6
82. 4-terc-oktylfenol	1806-26-4	µg/l					0,01
83. Parathion-ethyl	56-38-2	µg/l					0,005
84. Parathion-methyl	298-00-0	µg/l					0,01
85. Pentachlorbenzen	608-93-5	µg/l					0,02
86. Pentachlorfenol	PCP 87-86-5	µg/l					0,4
87. Simazin	122-34-9	µg/l					1,5
88. Suma dichlorbenzenů ⁱⁱ	S-DCB	µg/l					0,5
89. Suma trichlorbenzenů ⁱⁱⁱ	S-TCB	µg/l					0,4
90. Suma DDT ^{iv}	S-DDT	µg/l					0,05
91. Suma hexachlorcyklohexanů ^v	S-HCH	µg/l					0,05
92. Suma polycyklických aromatických uhlovodíků ^{vi}	S-PAU	µg/l	0,03				0,2
93. Suma polychlorovaných bifenyků ^{vii}	S-PCB	µg/l					0,012

94. Suma xylenu ^{viii}	S-XYLENY	µg/l					30
95. Tetrachlorethen	PCE (PER) 127-18-4	µg/l					1
96. Tetrachlormethan	CC1 ₄ 56-23-5	µg/l					1
97. Toluén	108-88-3	µg/l					10
98. Tributylstannan (tributylcín)	688-73-3	µg/l					0,001
99. Trifenylstannan (trifenylcín)	668-34-8	µg/l					0,0004
100. Trifluralin	1582-09-8	µg/l					0,06
101. Trichlormethan (chloroform)	TCM (CHCl ₃) 67-66-3	µg/l					1
102. Vinylchlorid	75-01-4	µg/l					2
Jednotlivé prvky							
103. Antimon	Sb	µg/l					500
104. Arsen	As	µg/l	5				20
105. Baryum	Ba	µg/l					360
106. Berylium	Be	µg/l					1
107. Bor	B	µg/l					500
108. Cín	Sn	µg/l					50
109. Hliník	Al	µg/l					1 500
110. Chrom	Cr	µg/l					35
111. Kadmium	Cd	µg/l					0,7
112. Kobalt	Co	µg/l					7
113. Měď	Cu	µg/l					25
114. Molybden	Mo	µg/l					35
115. Nikl	Ni	µg/l					40
116. Olovo	Pb	µg/l					14,4
117. Rtuť	Hg	µg/l					0,1
118. Selen	Se	µg/l					4
119. Stříbro	Ag	µg/l					7
120. Uran	U	µg/l					40
121. Vanad	V	µg/l					35
122. Zinek	Zn	µg/l					160
Ukazatele radioaktivity							
123. Celková objemová aktivita alfa	C _α	Bq/l					0,3 ^{ix}
124. Celková objemová aktivita beta	C _β	Bq/l					1 ^{ix}
125. Celková objemová aktivita beta opravená na ⁴⁰ K	C _{β-⁴⁰K}	Bq/l					0,5 ^{ix}
126. Radium	²²⁶ Ra	Bq/l					0,3 ^{ix}
127. Tritium	³ H	Bq/l					3500
128. Stroncium	⁹⁰ Sr	Bq/l					1

129. Cesium	¹³⁷ Cs	Bq/1					0,5
-------------	-------------------	------	--	--	--	--	-----

ⁱ Přírůstek teploty vody v toku na konci mísící zóny vlivem vypouštěných oteplených vod nesmí být vyšší než 3°C. Konec mísící zóny je místo, kde se teploty vody u obou břehů vyrovnají.

ⁱⁱ Suma dichlorbenzenů zahrnuje: 1,2-dichlorbenzen, 1,3-dichlorbenzen a 1,4-dichlorbenzen.

ⁱⁱⁱ Suma trichlorbenzenů zahrnuje: 1,2,3-trichlorbenzen, 1,2,4-trichlorbenzen a 1,3,5-trichlorbenzen.

^{iv} Suma DDT zahrnuje: p,p'-DDT (1,1,1-trichlor-2,2-bis(p-chlorfenyl)-ethan), o,p-DDT (1,1,1-trichlor-2-(o-chlorfenyl)-2-(p-chlorfenyl)-ethan), p,p'-DDD (1,1-dichlor-2,2-bis(p-chlorfenyl)-ethen) a p,p'-DDE (1,1-dichlor-2,2-bis(p-chlorfenyl)-ethan).

^v Suma hexachlorcyklohexanů zahrnuje: α-HCH, β-HCH, γ-HCH a δ-HCH.

^{vi} Suma PAU zahrnuje: fluoranthen, benzo[b]fluoranthen, benzo[k]fluoranthen, benzo[a]pyren, benzo[ghi]perylene a ideno[1,2,3-cd]pyren.

^{vii} Suma PCB zahrnuje: PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 138, PCB 153 a PCB 180.

^{viii} Suma xylenů zahrnuje: o-xylen a p-xylen.

^{ix} Indikativní hodnota, při překročení se zjišťuje příčina, respektive zdroj radioaktivního znečištění.

^x Hodnota, která je dodržena, nebude-li roční počet vzorků nevyhovujících tomuto standardu větší než 10% (hodnota s pravděpodobností nepřekročení 90%).

^{xi} Celoroční aritmetický průměr.

^{xii} Indikativní hodnota, při jejímž překročení se zjišťuje příčina respektive zdroj znečištění.

^{xiii} Zpřísněný imisní standard platí pro povodí nad nádrží využívanou jako zdroj pitné vody nebo ke koupání.“

14.4. Nařízení vlády č. 61/2003 Sb.*Příloha č. 3 k nařízení vlády č. 61/2003 Sb.**Imisní standardy ukazatelů přípustného znečištění povrchových vod*

Tabulka 1: Imisní standardy: ukazatele a hodnoty přípustného znečištění povrchových vod

P.č.	Ukazatel	Symbol, číslo CAS ¹⁾	Jednotka	Hodnoty ^{a)}
Kyslíkový režim				
1	rozpuštěný kyslík	O ₂	mg/l	> 6
2	biochemická spotřeba kyslíku	BSK ₅	mg/l	6
3	chemická spotřeba kyslíku	CHSK _{Cr}	mg/l	35
4	celkový organický uhlík	TOC	mg/l	13
Živiny				
5	celkový fosfor	P _{celk.}	mg/l	0,15
6	celkový dusík	N _{celk.}	mg/l	8
7	volný amoniak	NH ₃	mg/l	0,05
8	amoniakální dusík	N-NH ₄	mg/l	0,5
9	dusitanový dusík	N-NO ₂	mg/l	0,05.
10	dusičnanový dusík	N-NO ₃	mg/l	7
11	organický dusík	N _{org.}	mg/l	2,25
Základní chemické složení				
12	teplota vody	t	°C	25 ²⁾
13	reakce vody	pH		6-8
14	rozpuštěné látky sušené	RL ₁₀₅	mg/l	1 000 .
15	rozpuštěné látky žíhané	RL ₅₅₀	mg/l.	600
16	nerozpuštěné látky	NL ₁₀₅	mg/l	25
17	chloridy	Cl	mg/l	250
18	fluoridy	F	mg/l	1
19	sírany	SO ₄	mg/l	300
20	vápník	Ca	mg/l	250
21	hořčík	Mg	mg/l	150
22	mangan celkový	Mn	mg/l	0,5
23	železo celkové	Fe	mg/l	2
Doplňkové chemické složení				
24	hliník	Al	µg/l	1 500
25	sulfidy, sulfan	H ₂ S	mg/l	0,015
26	celkový chlor	HClO	mg/l	0,005 ³⁾
27	nepolární extrahovatelné látky ⁴⁾	NEL	mg/l	0,1
28	tenzidy aniontové	PAL-A	mg/l	0,6
29	kyanidy snadno uvolnitelné	HCN	mg/l	0,01
30	kyanidy celkové	CN _{celk.}	mg/l	0,7
31	AOX	AOX	mg/l	0,03
Radioaktivita				
32	celková aktivita alfa	a _α	Bq/l	0,3 ⁵⁾

33	celková objemová aktivita beta	a_{β}	Bq/l	1 ⁵⁾
34	celková objemová aktivita beta korigovaná na draslík 40	$a_{\beta-^{40}\text{K}}$	Bq/l	0,5 ⁵⁾
35	radium	^{226}Ra	Bq/l	0,3 ⁵⁾
36	tritium	^3H	Bq/l	4 000
Bakteriální znečištění				
37	koliformní bakterie	KOLI	KTJ/ml	200
38	termotolerantní (fekální) koliformní bakterie	FKOLI	KTJ/ml	40
39	intestinální enterokoky	ENT	KTJ/ml	20
Nebezpečné a zvláště nebezpečné látky				
40	alachlor	15972-60-8	µg/l	0,1
41	aldrin	309-00-2	µg/l	0,005
42	anilin	62-53-3	µg/l	10
43	antimon	7440-36-0	µg/l	500
44	antracen	120-12-7	µg/l	0,1
45	arsen	7440-38-2	µg/l	20
46	atrazin	1912-24-9	µg/l	0,5
47	azinfos-ethyl	2642-71-9	µg/l	0,01
48	azinfos-methyl	86-50-0	µg/l	0,005
49	baryum	7440-39-3	µg/l	500
50	benzen	71-43-2	µg/l	30
51	beryllium	7440-41-7	µg/l	1
52	bor	7440-42-8	µg/l	400
53	cín	7440-31-5	µg/l	25
54	DDT (suma izomerů a kongeherů)		µg/l	0,025 ⁶⁾
55	p,p'-DDT	50-29-3	µg/l	0,01
56	desethylatrazin	6190-65-4	µg/l	0,5
57	3,4,-dichloranilin	95-76-1	µg/l	2
58	1,2-dichlorethan (EDC)	107-06-2	µg/l	1
59	1,2-dichlorethen (cis a trans izomery)	540-59-0	µg/l	10
60	2,4-dichlorfenol	120-83-2	µg/l	10
61	dichlormethan	75-09-2	µg/l	10
62	di(2-ethylhexyl)ftalát (DEHP)	117-81-7	µg/l	10
63	dichlorvos	62-73-7	µg/l	0,001
64	dieldrin	60-57-1	µg/l	0,005
65	diuron	330-54-1	µg/l	0,05
66	endosulfan	115-29-7	µg/l	0,005
67	endrin	72-20-8	µg/l	0,005
68	ethylbenzen	100-41-4	µg/l	0,01
69	fenitrothion	122-14-5	µg/l	0,01
70	fenoly jednosytné		µg/l	5
71	fenthion	55-38-9	µg/l	0,01
72	hexachlorbenzen (HCB)	118-74-1	µg/l	0,005
73	hexachlorbutadien (HCBd)	87-68-3	µg/l	0,1
74	chlorbenzen	108-90-7	µg/l	1
75	chlorfenvinfos	470-90-6	µg/l	0,01

76	chlorované alkany C ₁₀₋₁₃	85535-84-8	µg/l	0,5
77	chlórpyrifos	2921-88-2	µg/l	0,005
78	chrom	7440-47-3	µg/l	50
79	isodrin	465-73-6	µg/l	0,005
80	isopropylbenzen	98-82-8	µg/l	1,4
81	isoproturon	34123-59-6	µg/l	0,3
82	kadmium	7440-43-9	µg/l	1
83	kobalt	7440-48-4	µg/l	10
84	kyselina ethylendiamintetraoctová (EDTA)	60-00-04	µg/l	10
85	kyselina nitriltriocetová (NTA)	139-13-9	µg/l	10
86	lindan (γ-HCH)	58-89-9	µg/l	0,01
87	malathion	121-75-5	µg/l	0,01
88	měď	7440-50-8	µg/l	30
89	molybden	7439-98-7	µg/l	50
90	2-chlorfenol	95-57-8	µg/l	0,1
91	naftalen	91-20-3 •	µg/l	1
92	nikl	7440-02-0	µg/l	50
93	nitrobenzen	98-95-3	µg/l	10
94	nonylfenoly	25154-52-3	µg/l	0,33
95	oktylfenol	1806-26-4	µg/l	0,01
96	olovo	7439-92-1	µg/l	15
97	parathion-ethyl	56-38-2	µg/l	0,005
98	parathion-methyl	298-00-0	µg/l	0,01
99	pentachlorbenzen	608-93-5	µg/l	. 0,2
100	pentachlorfenol (PCP)	87-86-5	µg/l	0,01
101'	rtuť	7439-97-6	µg/l	0,1
102	selen	7782-49-2	µg/l	5
103	simazin	122-34-9	µg/l	1
104	sloučeniny tributylcínu (jako kationty)	688-73-3	µg/l	0,01 ⁷⁾
105	sloučeniny trifenylcínu (jako kationty)	668-34-8	µg/l	0,01 ⁸⁾
106	stříbro	7440-22-4	µg/l	10
107	suma dichlorbenzenů		µg/l	0,5 ⁹⁾
108	suma polycyklických aromatických uhlovodíků (PAU)		µg/l	0,2 ¹⁰⁾
109	suma polychlorovaných bifenyků (PCB)		µg/l	0,012 ¹¹⁾
110	suma izomerů hexachlorcyklohexanu	608-73-1	µg/l	0,05 ¹²⁾
111	tetrachlorethen (perchlorethylen, PER)	127-18-4	µg/l	0,5
112	tetrachlormethan	56-23-3	µg/l	1
113	toluen	108-88-3	µg/l	5
114	1,1,1-trichlorethan	71-55-6	µg/l	130
115	trifluralin	1582-09-8	µg/l	0,03
116	suma trichlorbenzenů (TCB) (1,2,3-, 1,2,4- a 1,3,5-trichlorbenzen)	12002-48-1	µg/l	0,4 ¹³⁾
117	2,4,6-trichlorfenol	88-06-2	µg/l	0,1
118	trichlormethan (chloroform)	67-66-3	µg/l	1
119	trichlorethen (trichlorethylen, TRI)	79-01-6	µg/l	1

120	uran	7440-61-1	µg/l	50 ¹⁴⁾
121	vanad	7440-62-2	µg/l	50
122	vinylchlorid	75-01-4	µg/l	2
123	suma xylenů (o-xylen a p-xylen)	1330-20-7	µg/l	30
124	zinek	7440-66-6	µg/l	200

a) Imisní standardy vyjadřují přípustné znečištění povrchových vod při průtoku Q_{355} , popřípadě při minimálním zaručeném průtoku vody vtoku, nebo hodnotu, která je dodržena, nebude-li roční počet vzorků nevyhovujících tomuto standardu větší než 5%.

1) CAS je číslo látky v Chemical Abstract Services.

2) Doporučená metoda je ČSN 75 7505, případná aktualizace normy bude oznámena ve Věstníku MŽP.

3) Přírůstek teploty vody v toku na konci mísící zóny vlivem vypouštění oteplených odpadních vod nesmí být vyšší než 3°C.

4) Hodnoty odpovídají pH = 6; vyšší koncentrace chloru může být přijatelná při vyšším pH.

5) Indikativní parametr, při překročení se zjišťuje příčina resp. zdroj znečištění.

6) Platí pro sumu izomerů a kongenerů DDT: p,p'-DDT (1,1,1-trichlor-2,2-bis(p-chlorfenyl)-ethan), o,p-DDT (1,1,1-trichlor-2-(o-chlorfenyl)-2-(p-chlorfenyl)-ethan), p,p'-DDD (1,1-dichlor-2,2-bis(p-chlorfenyl)-ethen) a p,p'-DDE (1,1-dichlor-2,2-bis(p-chlorfenyl)-ethan).

7) Platí pro jednotlivé sloučeniny tributylcínu a ostatní organické sloučeniny cínu.

8) Platí pro jednotlivé sloučeniny trifenylocínu a ostatní organické sloučeniny cínu.

9) Platí pro sumu 1,2-dichlorbenzenu a 1,4-dichlorbenzenu.

10) Platí pro sumu šesti látek PAU: fluoranthen, benzo[b]fluoranthen, benzo[k]fluoranthen, benzo[a]pyren, benzo[g,h,i]perylene a ideno[1,2,3-c,d]pyren.

11) Platí pro sumu šesti kongenerů PCB: PCB 28, 52, 101, 138, 153 a 180.

12) Platí pro sumu izomerů hexachlorcyklohexanu.

13) Platí pro sumu trichlorbenzenů (1,2,3-trichlorbenzen, 1,2,4-trichlorbenzen a 1,3,5-trichlorbenzen).

14) Přípustná hodnota je stanovena z hlediska chemické toxicity.

Imisní standardy uvedené v sloupci „Hodnoty“ musí být dosaženy do 22. 12. 2012, pro nebezpečné látky a zvláště nebezpečné látky do 31.12.2009.

14.5. Nařízení vlády č. 82/1999 Sb.*Příloha č. 3 k nařízení vlády č. 82/1999 Sb.**Ukazatele a jejich hodnoty znečištění povrchových vod*

Hodnoty ukazatelů vyjadřují znečištění povrchových vod při 355 denním průtoku, popřípadě při minimálním zaručeném průtoku vody v nich a po smíšení s odpadními nebo zvláštními vodami, nebo hodnotu ukazatele s pravděpodobností nepřekročení 90 % (u kyslíku překročení).

	Ukazatel	symbol	jednotka	hodnoty pro vodárenské toky ¹⁾	hodnoty pro ostatní povrchové vody
1.	Rozpuštěný kyslík	O ₂	mg/l	7	5
2.	Biochemická spotřeba kyslíku	BSK ₅	mg/l	4	8
3.	Chemická spotřeba kyslíku manganistanem	CHSK _{Mn}	mg/l	7	20
4.	Chemická spotřeba kyslíku dichromanem	CHSK _{Cr}	mg/l	20	50
5.	Celkový organický uhlík	TOC	mg/l	8	18
6.	Sulfidy, sulfan	S ²⁻ , H ₂ S	mg/l	0,01	0,02
7.	Reakce vody	pH	-	6-8	6-9
8.	Teplota	t	8C	20	26
9.	Rozpuštěné látky sušené	RL105	mg/l	500	1 000
10.	Rozpuštěné látky žíhané	RL550	mg/l	380	820
11.	Železo celkové	Fe	mg/l	0,5	2,0
12.	Mangan celkový	Mn	mg/l	0,1	0,5
13.	Volný amoniak	NH ₃	mg/l	0,05	0,5
14.	Amoniakální dusík	N-NH ₄ ⁺	mg/l	0,3	2,5
15.	Dusitanový dusík	N-NO ₂ ⁻	mg/l	0,02	0,05
16.	Dusičnanový dusík	N-NO ₃ ⁻	mg/l	3,4	11
17.	Organický dusík	N _{org}	mg/l	1,5	3,0
18.	Fosfor celkový	P _c	mg/l	0,15	0,4
19.	Chloridy	Cl ⁻	mg/l	150	350
20.	Sírany	SO ₄ ²⁻	mg/l	200	300
21.	Vápník	Ca ²⁺	mg/l	200	300
22.	Hořčík	Mg ²⁺	mg/l	100	200
23.	Fluoridy	F ⁻	mg/l	1,0	1,5
24.	Fenoly jednosytné	FN 1	mg/l	0,005	0,1
25.	Tenzidy aniontové	PAL-A	mg/l	0,2	1,0
26.	Nepolární extrahovatelné látky	NEL	mg/l	0,05	0,2
27.	Veškeré kyanidy	CN ⁻	mg/l	0,01	0,2
28.	Aktivní chlor	Cl ₂	mg/l	0,005	0,05
29.	Bor	B	mg/l	0,3	0,5
30.	Rtuť	Hg	mg/l	0,0005	0,001
31.	Kadmium	Cd	mg/l	0,001	0,005

32.	Olovo	Pb	mg/l	0,05	0,1
33.	Arsen	As	mg/l	0,05	0,1
34.	Měď	Cu	mg/l	0,05	0,1
35.	Chrom celkový	Cr	mg/l	0,05	0,3
36.	Chrom (VI)	Cr ^{VI}	mg/l	0,02	0,05
37.	Kobalt	Co	mg/l	0,05	0,1
38.	Nikl	Ni	mg/l	0,025	0,15
39.	Zinek	Zn	mg/l	0,02	0,2
40.	Hliník	Al	mg/l	1,5	5,0
41.	Molybden	Mo	mg/l	0,05	0,2
42.	Vanad	V	mg/l	0,02	0,1
43.	Stříbro	Ag	mg/l	0,01	0,05
44.	Selen	Se	mg/l	0,01	0,05
45.	Baryum	Ba	mg/l	0,7	1,0
46.	Beryllium	Be	mg/l	0,0002	0,001
47.	Celková objemová aktivita alfa	a _α	Bq/l	0,2	0,5
48.	Celková objemová aktivita beta	a _β	Bq/l	1,0	2,0
49.	Celková objemová aktivita beta po odečtení ⁴⁰ K	a _β - ⁴⁰ K	Bq/l	0,5	1,0
50.	Radium	²²⁶ Ra	Bq/l	0,1	0,3
51.	Uran	U	mg/l	0,05	0,1
52.	Tritium	³ H	Bq/l	700	5 000
53.	Koliformní bakterie	KOLI	KTJ/100ml ²⁾	2 000	20 000
54.	Fekální koliformní bakterie	FKOLI	KTJ/100ml	400	4 000
55.	Enterokoky	ENT	KTJ/100ml	200	2 000
56.	Benzen	BZ	mg/l	10	50
57.	Chlorbenzen	CB	mg/l	3	10
58.	Dichlorbenzeny	DCB ³⁾	mg/l	0,3	1
59.	Polychlorované bifenyly	PCB ⁴⁾	mg/l	0,01	0,01
60.	Polycyklické aromatické uhlovodíky	PAU ⁵⁾	mg/l	0,2	0,5
61.	Adsorbovatelné organicky vázané halogeny	AOX	mg/l	25	50
62.	Benzo(a)pyren	BZP	mg/l	0,01	0,05
63.	Fluoranten		mg/l	0,04	0,1
64.	Xyleny (suma)		mg/l	10	50
65.	Toluen		mg/l	10	50
66.	Naftalen		mg/l	1	10
67.	Tetrachlormethan		mg/l	0,5	1
68.	Trichlormethan		mg/l	0,5	1
69.	1,2-dichlorethan		mg/l	3	10
70.	1,1,2-trichlorethen		mg/l	0,3	1
71.	1,1,2,2-tetrachlorethen		mg/l	3	10
72.	γ-HCH (lindan)	G-HCH	mg/l	0,01	0,05
73.	Hexachlorbenzen	HCB	mg/l	0,001	0,05

74.	Nitrobenzen		mg/l	1	10
75.	1,2-cis-dichlorethen		mg/l	0,5	1
76.	1,2,4-trichlorbenzen		mg/l	0,1	0,5
77.	2-monochlorfenol		mg/l	0,1	0,1
78.	2,4-dichlorfenol		mg/l	0,1	0,1
79.	2,4,6-trichlorfenol		mg/l	0,1	0,1
80.	Pentachlorfenol	PCP	mg/l	0,1	1

Poznámky:

1) Vodárenské toky jsou určeny vyhláškou č. 28/1975 Sb., kterou se určují vodárenské toky a jejich povodí a stanoví se seznam vodohospodářsky významných vodních toků.

2) KTJ - kolonii tvořící jednotka.

3) Dichlorbenzeny = 1,2-dichlorbenzen a 1,4-dichlorbenzen.

4) Koncentrace polychlorovaných bifenyků vyjádřené jako součet koncentrací vybraných kongenerů PCB 28, 52, 101, 138, 153 a 180 (číslování podle Ballschmidtera).

5) Polycyklické aromatické uhlovodíky vyjádřené jako součet koncentrací 6 sloučenin: fluoranthen, benzo(b)fluoranthen, benzo(k)fluoranthen, benzo(a)pyren, benzo(ghi)perylene, indeno(1,2,3-cd)pyren.

14.6. Nařízení vlády č. 171/1992 Sb.*Příloha**Ukazatele III*

(ukazatele množství látek v povrchových vodách)

	Ukazatel	symbol	jednotka	hodnoty pro vodárenské toky ¹⁾	hodnoty pro ostatní povrchové vody ¹⁾
	1	2	3	4	5
1.	Rozpuštěný kyslík	O ₂	mg/l	min. 6	min. 4
2.	Biochemická spotřeba kyslíku	BSK ₅	mg/l	4	8
3.	Chemická spotřeba kyslíku manganistanem	CHSK-Mn	mg/l	8	20
4.	Chemická spotřeba kyslíku dichromanem	CHSK-Cr	mg/l	20	50
5.	Sulfan a sulfidy	S ²⁻	mg/l	PMC ²⁾	0,02
6.	Reakce vody	pH		6,0 - 8,5	6,0 - 9,0
7.	Rozpuštěné látky	RL	mg/l	500	1 000
8.	Veškeré železo	Fe	mg/l	0,5	2,0
9.	Veškerý mangan	Mn	mg/l	0,2	0,5
10.	Amoniakální dusík	N-NH ₄ ⁺	mg/l	0,5	2,5
11.	Volný amoniak	NH ₃	mg/l	PMC	0,5
12.	Dusitanový dusík	N-NO ₂ ⁻	mg/l	0,02	0,05
13.	Dusičnanový dusík	N-NO ₃ ⁻	mg/l	3,4	11
14.	Organický dusík	N-org.	mg/l	1,5	3,0
15.	Veškerý fosfor	P	mg/l	0,15	0,4
16.	Chloridy	Cl ⁻	mg/l	150	350
17.	Sířany	SO ₄ ²⁻	mg/l	200	300
18.	Vápník	Ca	mg/l	200	300
19.	Hořčík	Mg	mg/l	100	200
20.	Fluoridy	F ⁻	mg/l	1,0	1,5
21.	Fenoly těkající s vodní parou	FN 1	mg/l	0,02	0,1
22.	Tenzidy aniontové	PAL-A	mg/l	0,2	1,0
23.	Nepolární extrahovatelné látky	NEL	mg/l	0,05	0,2
24.	Veškeré kyanidy	CN ⁻	mg/l	PMC	0,2
25.	Aktivní chlor	Cl ₂	mg/l	PMC	0,05
26.	Extrahovatelný organicky vázaný chlor	EOCl	mg/l	0,01	0,025
27.	Bor	B	mg/l	0,3	0,5
28.	Rtuť	Hg	mg/l	0,0005	0,001
29.	Kadmium	Cd	mg/l	0,005	0,015
30.	Olovo	Pb	mg/l	0,05	0,1
31.	Arsen	As	mg/l	0,05	0,1
32.	Měď	Cu	mg/l	0,05	0,1
33.	Veškerý chrom	Cr	mg/l	0,1	0,3
34.	Chrom (VI)	Cr ^{VI}	mg/l	0,02	0,05

35.	Kobalt	Co	mg/l	0,05	0,1
36.	Nikl	Ni	mg/l	0,05	0,15
37.	Zinek	Zn	mg/l	0,05	0,2
38.	Vanad	V	mg/l	0,02	0,1
39.	Stříbro	Ag	mg/l	0,01	0,05
40.	Selen	Se	mg/l	0,01	0,05
41.	Baryum	Ba	mg/l	1,0	2,0
42.	Berylium	Be	mg/l	0,0002	0,001
43.	Celková objemová aktivita alfa	Aa	Bq/l	0,3	0,5
44.	Celková objemová aktivita beta	Ab	Bq/l	1,0	2,0
45.	Radium 226	Ra 226	Bq/l	0,1	0,3
46.	Uran	U	mg/l	0,05	0,1
47.	Tritium	H 3 (T)	Bq/l	700	5 000
48.	Stroncium 90 a yttrium 90	Sr 90 + Y 90	Bq/l	0,3	0,5
49.	Cesium	Cs 137	Bq/l	0,5	1,0
50.	Koliformní bakterie	Coli	KTJ/l ³⁾	20 000	200 000
51.	Fekální koliformní bakterie	Fecoli	KTJ/l	4 000	40 000
52.	Enterokoky	Enko	KTJ/l	2 000	20 000
53.	Benzen	BZ	mg/l	0,01	0,05
54.	Chlorbenzen	CB	mg/l	0,003	0,01
55.	Dichlorbenzeny	DCB	mg/l	0,0003	0,001
56.	Polychlorované bifenyle	PCB	ng/l	PMC	25
57.	Benzo(a)pyren	BZP	ng/l	10	50

Poznámky:

¹⁾ S výjimkou ukazatele „rozp. kyslík“ se jedná o hodnoty maximální.

²⁾ PMC - pod mezí stanovitelnosti.

³⁾ KTJ - kolonie tvořící jednotku.

⁴⁾ Mezní koncentrace toxických látek se vztahují na součet rozpuštěné a nerozpuštěné formy jednotlivé látky.

14.7. Nařízení vlády č. 25/1975 Sb.

Příloha

UKAZATELE přípustného stupně znečištění povrchových vod

II. Ukazatele přípustného množství látek obsažených v povrchových vodách:

		hodnoty platné ve vodárenských tocích	hodnoty platné v ostatních povrchových vodách	Poznámka
1.	rozpuštěný kyslík (nasycení v %)	min. 70	min. 50	vylučují se rozborů nočních a ranních vzorků
2.	BSK ₅ mg O ₂ /l	max. 4	max. 8	
3.	oxidovatelnost manganistanem mg O ₂ /l	max. 8	max. 20	s vyloučením vlivu přirozených huminových látek
4.	volný sirovodík (H ₂ S) mg/l	max. 0	max. 0,1	
5.	rozpuštěné látky mg/l	max. 500	max. 1 000	
6.	chloridové ionty (Cl) mg/l	max. 200	max. 400	
7.	síranové ionty (SO ₄) mg/l	max. 200	max. 300	
8.	vápníkové ionty (Ca) mg/l	max. 250	max. 300	
9.	hořčíkové ionty (Mg) mg/l	max. 125	max. 200	
10.	celková tvrdost (°N)	max. 20	max. 46	
11.	fluoridy (F) mg/l	max. 1,5	max. 2,4	
12.	amoniak a amonné ionty (NH ₄ +) mg/l	max. 0,5	max. 3,-	ve vodárenských tocích nesmí být volný amoniak vůbec
13.	dusičnanové ionty (NO ₃) mg/l	max. 15	max. 50	
14.	celkové železo (Fe) mg/l	max. 0,5	max. 1,5	
15.	mangan (Mn) mg/l	max. 0,2	max. 0,5	
16.	fenoly jednomocné (těkající s vodní parou) mg/l	max. 0,05	max. 0,2	
17.	anionaktivní tenzidy mg/l	max. 0,1	max. 3,-	
18.	ostatní tenzidy s výjimkou kationaktivních mg/l	max. 0,5	max. 3,-	
19.	kyanidové ionty (CN) mg/l	max. 0,01	max. 0,2	celkových
			max. 0,05	toxických
20.	zinek (Zn) mg/l	max. 0,05	max. 0,1	kromě přirozeně tvrdých vod
21.	nikl (Ni) mg/l	max. 0,05	max. 0,1	
22.	olovo (Pb) mg/l	max. 0,05	max. 0,5	
23.	chrom (Cr ^{III}) mg/l	max. 0,1	max. 0,5	
24.	arsen (As) mg/l	max. 0,05	max. 0,5	
25.	měď (Cu) mg/l	max. 0,05	max. 0,1	
26.	selen (Se) mg/l	max. 0,05	max. 0,1	
27.	rtuť (Hg) mg/l	max. 0,0001	max. 0,005	
28.	kadmium (Cd) mg/l	max. 0,01	max. 0,3	

29.	chrom (Cr ^{VI}) mg/l	max. 0,05	max. 0,1	
30.	stříbro (Ag) mg/l	max. 0,01	max. 0,05	
31.	vanadium (V) mg/l	max. 0,005	max. 0,05	
32.	uran (U) mg/l	max. 0,05	max. 0,1	
33.	ropa a ropné látky ³⁾ mg/l	max. 0,01	max. 0,2	stanovené jako nepolární extrahované látky
34.	coli-index v 1 litru vody	max. 80 000	max. 600 000	v místech pásma hygienické ochrany I. stupně nejvýše 10 000
35.	p ^H	6,0 - 8,5	5,0 - 9,0	s výjimkou přirozeně kyselých a zásaditých vod

V položkách 20 až 32 se mezní přípustná koncentrace toxických kovů vztahuje na součet rozpuštěné a nerozpuštěné formy jednotlivé látky.