



Fakulta zemědělská
a technologická
Faculty of Agriculture
and Technology

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH FAKULTA ZEMĚDĚLSKÁ A TECHNOLOGICKÁ

Katedra krajinného managementu

Bakalářská práce

Čistírny odpadních vod a kvalita povrchových vod v ČR

Autorka práce: Jelínková Jolana

Vedoucí práce: Ing. Václav Bystřický, Ph.D.

České Budějovice
2024

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem autorem této kvalifikační práce a že jsem ji vypracovala pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu použitých zdrojů.

V Českých Budějovicích dne

.....

Podpis

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zaměřuje na hodnocení kvality povrchové vody a čistíren odpadních vod v České republice. Práce postupuje v souladu s platnou metodikou a legislativou. První část obsahuje literární rešerši zabývající se obecně kvalitou vody a čistírnami odpadních vod. Jsou zde rozebrány aspekty povrchové vody, včetně vývoje a klasifikace její kvality, látky způsobující znečištění, plošné znečištění a bodové znečištění s důrazem na čistírny odpadních vod. Následuje část praktická, která analyzuje vývoj počtu čistíren odpadních vod provozovaných společností ČEVAK a.s. – Provozní oblast Sever v Jihočeském kraji. Druhá polovina praktické části se zaměřuje na hodnocení kvality toků, na nichž jsou čistírny umístěny, podle normy ČSN 75 7221.

Klíčová slova: kvalita povrchových vod, znečištění vod, ČEVAK oblast Sever, čistírny odpadních vod

Abstract

This bachelor thesis focuses on the assessment of surface water quality and wastewater treatment plants in the Czech Republic. The thesis follows the current methodology and legislation. The first part contains a literature search dealing with water quality and wastewater treatment plants in general. Aspects of surface water are discussed, including the development and classification of its quality, pollutants, surface pollution and point source pollution, with an emphasis on wastewater treatment plants. This is followed by a practical part, which analyses the development of the number of wastewater treatment plants operated by ČEVAK a.s. - Operational Area North in the South Bohemian Region. The second half of the practical part focuses on the assessment of the quality of the streams on which the WWTPs are located, according to the ČSN 75 7221 standard.

Keywords: surface water quality, water pollution, ČEVAK North region, wastewater treatment plants

Poděkování

Ráda bych vyjádřila upřímné poděkování všem, kteří přispěli k dokončení této bakalářské práce. Nejprve bych chtěla poděkovat mému vedoucímu práce, Ing. Václavu Bystřickému, Ph.D, za jeho vedení, trpělivost a cenné rady. Dále bych chtěla vyjádřit vděk své rodině za jejich neustálou podporu, povzbuzení a pochopení, které mi umožnily soustředit se na tento projekt. Velké díky také patří Ing. Kateřině Tebichové, která mi předala cenné rady a poskytla mi data společnosti ČEVAK, bez kterých by tato práce nemohla vzniknout. Nakonec bych chtěla vyjádřit vděk všem autorům relevantní literatury, článkům a zdrojům, které jsem využila při psaní této práce.

Obsah

Úvod.....	8
1 Povrchové vody v České republice.....	9
1.1 Obecné nakládání s povrchovými vodami.....	9
1.2 Samočistící schopnost vody.....	9
1.3 Charakteristika vybraných povrchových vodních útvarů.....	10
1.3.1 Řeky.....	10
1.3.2 Jezera.....	10
1.3.3 Umělé vodní nádrže.....	11
2 Jakost povrchových vod.....	12
2.1 Ukazatele vyjadřující dobrý stav povrchové vody.....	12
2.2 Vývoj jakosti povrchových vod.....	13
2.3 Klasifikace třídy čistoty.....	15
3 Látky, způsobující znečištění vody, eutrofizace vod.....	17
3.1 Organické látky ve vodách.....	17
3.1.1 Biochemická spotřeba kyslíku.....	19
3.1.2 Chemická spotřeba kyslíku.....	20
3.1.3 Celkový organický uhlík.....	20
3.2 Anorganické látky.....	21
3.3 Těžké kovy.....	21
3.4 Pesticidy.....	22
3.5 Dusík.....	23
3.5.1 Dusičnany.....	24
3.5.2 Amoniakální dusík.....	25
3.5.3 Dusitany.....	26
3.6 Fosfor.....	26

3.6.1	Fosforečnany	27
3.7	Eutrofizace	27
4	Plošné zdroje znečištění povrchových vod.....	29
4.1	Zemědělství.....	29
4.2	Vodní eroze.....	30
5	Bodové zdroje znečištění povrchových vod.....	32
5.1	Odpadní vody	32
5.1.1	Splaškové odpadní vody	33
5.1.2	Srážkové odpadní vody.....	34
5.1.3	Průmyslové odpadní vody.....	35
6	Charakteristika čistírny odpadních vod.....	36
6.1	Kořenové čistírny odpadních vod	36
6.2	Domovní čistírny odpadních vod.....	37
6.3	Čistírny městských odpadních vod.....	38
6.3.1	Ekvivalentní obyvatel	40
6.4	Mechanické čištění odpadních vod	40
6.4.1	Lapák šterku	40
6.4.2	Česle.....	40
6.4.3	Lapák písku	42
6.4.4	Usazovací nádrže	43
6.5	Biologické čištění odpadních vod	44
6.5.1	Aktivační nádrže.....	45
6.5.2	Dosazovací nádrže	45
6.6	Terciární čištění odpadních vod.....	46
6.6.1	Biologické odstraňování dusíku	46
6.6.2	Biologické odstraňování fosforu	47
6.6.3	Chemické odstraňování fosforu.....	47

7	Metodika.....	48
7.1	Cíl práce.....	48
7.2	Materiál.....	48
7.3	Metody	49
7.3.1	Terénní průzkum.....	49
7.3.2	Použité softwary	49
7.3.3	Použité webové stránky	49
8	Výsledky a diskuse.....	51
8.1	Vstup ČR do EU.....	51
8.1.1	Vyjednaná kapitola 22: Životní prostředí	51
8.2	Vývoj počtu ČOV.....	52
8.2.1	Popis ČOV v provozu před vstupem do EU	54
8.2.2	Popis ČOV v provozu po vstupu do EU do roku 2010.....	59
8.2.3	Popis ČOV v provozu od roku 2011 do současnosti	63
8.3	Vývoj kvality povrchových vod.....	67
	Závěr	97
	Seznamy	99
	Seznam použité literatury.....	99
	Seznam klasické literatury.....	99
	Seznam legislativy	105
	Seznam internetových zdrojů	106
	Seznam obrázků.....	108
	Seznam tabulek.....	109
	Seznam grafů	110
	Seznam použitých zkratk.....	111

Úvod

Voda, složená z molekul vodíku a kyslíku, představuje nepostradatelný zdroj pro život a je základním stavebním kamenem naší existence. Avšak v důsledku současných environmentálních výzev je její dostupnost stále více ohrožena. Důraz na kvalitu povrchových vod a účinnost čistíren odpadních vod se stává klíčovým faktorem pro udržení ekologické rovnováhy a zajištění lidského zdraví.

Tato bakalářská práce se zabývá problematikou kvality povrchových vod a efektivitou čistíren odpadních vod, zejména se zaměřením na vývoj počtu čistíren odpadních vod v souvislosti se zvyšující se kvalitou povrchových vod. Během této studie budou analyzovány aktuální počty čistíren odpadních vod v oblasti Sever, a sepsány účinnosti čistíren v Jihočeském kraji. Práce se taktéž bude zabývat BSK₅, která je faktorem ovlivňující kvalitu vody čistíren odpadních vod.

Motivací pro tuto práci je rostoucí potřeba porozumět současným problémům v oblasti vodního hospodářství. V kontextu stále se zvyšujícího tlaku na životní prostředí a rostoucí populace je nezbytné hledat inovativní a udržitelné přístupy ke správě a ochraně vodních zdrojů.

Struktura práce je rozdělena do několika hlavních částí. První část obsahuje literární rešerši, která se zabývá kvalitou povrchových vod, faktory ovlivňujícími jejich stav a provozem čistíren odpadních vod. V teoretické části jsou podrobně zkoumány různé aspekty povrchové vody, včetně historického vývoje a klasifikace její kvality. Látky, které mohou způsobovat plošné a bodové znečištění s důrazem na funkci čistíren odpadních vod. Následuje část praktická, která analyzuje vývoj počtu čistíren odpadních vod v konkrétní oblasti Sever, provozovanou společností ČEVAK v Jihočeském kraji. Druhá polovina praktické části se zaměřuje na hodnocení kvality toků, na nichž jsou čistírny umístěny.

Čistírny odpadních vod mají potenciál být klíčovým faktorem v zajištění komfortního života pro budoucí generace. To znamená, že dostatek čisté vody by měl být vnímán jako základní zdroj, který je neustále k dispozici. Současně je nezbytné si uvědomit, že je nutné se o čistotu vody starat, zajistit novou výstavbu čistíren a udržovat standardy kvality vod.

1 Povrchové vody v České republice

Povrchové vody, které se vyskytují na zemském povrchu, se vyznačují proměnlivostí a neustálými změnami v čase. Tyto vody lze kategorizovat do dvou hlavních skupin: tekoucí vody, známé jako lotické, a stojaté vody, označované jako lentické (Pitter, 2009).

1.1 Obecné nakládání s povrchovými vodami

1. Každý může na vlastní nebezpečí bez povolení nebo souhlasu vodoprávního úřadu odebírat povrchové vody nebo s nimi jinak nakládat pro vlastní potřebu, není-li k tomu třeba zvláštního technického zařízení.

2. Povolení nebo souhlasu vodoprávního úřadu rovněž není třeba k zachycování povrchových vod jednoduchými zařízeními na jednotlivých pozemcích a stavbách nebo ke změně přirozeného odtoku vod za účelem jejich ochrany před škodlivými účinky těchto vod.

3. Při obecném nakládání s povrchovými vodami se nesmí ohrožovat jakost nebo zdravotní nezávadnost vod, narušovat přírodní prostředí, zhoršovat odtokové poměry, poškozovat břehy, vodní díla a zařízení, zařízení pro chov ryb a porušovat práva a právem chráněné zájmy jiných.

4. Vodoprávní úřad může obecné nakládání s povrchovými vodami rozhodnutím nebo opatřením obecné povahy bez náhrady upravit, omezit, popřípadě zakázat, vyžaduje-li to veřejný zájem, zejména dochází-li při něm k porušování povinností podle odstavce 3 nebo z důvodu bezpečnosti osob. Působnost jiných správních úřadů ke stanovení podmínek k užívání těchto vod ke koupání není tímto zákonem dotčena (Zákon č. 254/2001 Sb.).

1.2 Samočišticí schopnost vody

Samočištění je souhrn přirozeně probíhajících fyzikálních, chemických, biologických a biochemických pochodů, kterými se povrchové vody v přírodě zbavují znečišťujících látek (Synáčková, 1994).

Klíčovým faktorem, který ovlivňuje rozklad organických materiálů, je aerobní biologický nebo biochemický proces, což znamená, že pro tento proces je nezbytná přítomnost kyslíku ve vodě. Z toho důvodu dochází k nejefektivnějšímu samočištění ve vodních tocích s peřejemi, které jsou dobře prokysličené. Vedle toho se uplatňuje řada dalších činitelů, jako jsou např. charakter odpadních vod a znečištění, kyslík získávaný z asimilace, a především specifika vodního ekosystému. Schopnost vodního

toku přirozeně rozložit nečistoty lze tedy hodnotit na základě celkové bilance kyslíku ve vodě (Říha, 1987).

Tato vlastnost vod je klíčová pro jejich schopnost se čistit. Její efektivitu však mohou značně omezit vyšší koncentrace těžkých kovů jako jsou olovo, měď, zinek, rtuť, chrom nebo kadmium. Stejně tak pesticidy, tenzidy a naftové deriváty mohou mít negativní vliv na tuto schopnost vod (Tlapák, 1992).

1.3 Charakteristika vybraných povrchových vodních útvarů

1.3.1 Řeky

Většina řek začíná v místech zvaných prameniště, kde podzemní vody vyvěrají na povrch. Povrchová voda z dané oblasti, označované jako povodí, je odváděna říčními toky. Povodí představuje klíčovou geomorfologickou jednotku, která určuje oběh vody v přírodě, s hřbetnicemi nad údolím toku, které ohraničují geografické povodí, skrz něž povrchová voda směřuje do řeky.

Tok řeky je rozdělen do tří odlišných částí na základě erozivní a akumulární aktivity. Horní tok má typicky V-tvarované koryto s vysokým sklonem a rychlým proudem, kde dominuje hloubková eroze a nacházejí se zde vodopády a přejeje. Střední tok má širší koryto s kombinací hloubkové a boční eroze a v rovinatějších oblastech se usazují sedimenty z horního toku. Dolní tok je charakterizován širokým, mělkým korytem, kde převládá boční eroze střídající se s akumulací, což vytváří typické meandry a vede k vzniku mrtvých ramen. Řeka spolu se svými přítoky formuluje říční síť, jejíž podoba je určena geologickou strukturou dané oblasti (Jelínek, 2010).

1.3.2 Jezera

Jezero představuje přirozenou sníženinu na povrchu Země nebo pod ním, která je stále nebo přechodně vyplněná vodou, nemající bezprostřední spojení s mořem. Významným rozdílem mezi jezery a menšími vodními plochami, jako jsou rybníky, je, že jezera nelze snadno vypustit. Na rozdíl od mělkých vodních těles, jako jsou louže nebo tůně a včetně některých typů rybníků, na dno hlubokých jezer nemá povrchové vlnění vliv a rostliny rostoucí na březích nedosahují až na dno, díky čemuž je oblast s největší hloubkou bez vodní vegetace (Janský et al., 2003)

V České republice jsou jezera vzácným přírodním útvarem, převážně umístěným v pohraničních horských oblastech. Většinou se nacházejí v oblastech s ochranou přírody, kde se o jejich čistotu starají nejenom instituce zaměřené na životní prostředí, ale také organizace zabývající se ochranou kulturního dědictví (Synáčková, 1994).

1.3.3 Umělé vodní nádrže

Poslední vybranou kategorií jsou umělé vodní nádrže, mezi které řadíme rybník a přehrady.

Pravděpodobně první zmínka o rybnících na našem území je uvedena v Kladrubské listině z roku 1115. Rybníky mají význam převážně rybochovný, ale současně jsou i vodními nádržemi energetické a retenční povahy. Stavba přehrad na území České republiky začíná přibližně před 100 lety.

Hlavním cílem výstavby přehrad je zřízení vodních rezervoárů určených pro různé využití vodních zdrojů, mezi které patří například:

- Zásobování pitnou vodou
- Zásobování zemědělství zejména pro závlahy
- Využití vodní energie
- Ochrana před povodněmi
- Rekreace
- Chov ryb

Na vodních tocích se nachází mnoho dalších staveb podobných přehradám, včetně jezů, vodních stupňů a hrází. Tyto konstrukce však nejsou určeny k vytváření vodních rezervoárů, ale mají za cíl pouze zvýšit hladinu vody, a proto se nejedná o přehrady (Blažek et al., 2006).

2 Jakost povrchových vod

Vodní zákon říká, že jakost povrchových vod se eviduje v rozsahu údajů charakteristických hodnot vybraných ukazatelů z výsledků hodnocení v profilech sledování jakosti povrchových vod a údajů o jejich polohovém určení místa profilu sledování. Tyto údaje zpracovává a do informačního systému veřejné správy ukládá Český hydrometeorologický ústav (Vyhláška č. 252/2013 Sb.). Kvítek, et al. (2018) jakost vody definují jako souhrnný pojem pro hodnoty koncentrací řady látek obsažených ve vodách.

Podle Štamberové et al. (1998) se jakostí vod rozumí její charakteristické složení, vlastnosti vody, které jsou vyjádřeny fyzikálními, chemickými a biologickými ukazateli. House a Warwick (1998) tvrdí, že je jakost vody ve vnitrozemských oblastech v úzkém vztahu s geomorfologií, klimatem a využíváním povodí. Faktory jako velikost a charakter povodí, množství srážek, teplota vzduchu, eroze, druh vegetace a povrch půdy mají taktéž vliv na jakost vody v povodí (Christopher et al., 2008).

Při sledování povrchových zdrojů vod je podle Novotného (2003) vždy nezbytné vyřešit, zda jsou zdroje znečištění bodového či plošného charakteru.

2.1 Ukazatele vyjadřující dobrý stav povrchové vody

Dobrym stavem povrchových vod se rozumí stav povrchové vody, který odpovídá ukazatelům uvedeným níže:

1. Neporušená samočisticí schopnost.
2. Stav bez přítomnosti organismů s potenciálně patogenními a toxickými vlastnostmi.
3. Stav, při němž nedochází k nadměrnému rozvoji autotrofních organismů a ke zvýšení produktivity vodního ekosystému, ani k závažné změně druhové biodiverzity vodních organismů.
4. Stav, při němž nedochází ke vzniku kalových lavic nebo pokrytí vodní hladiny pěnou, tuky, oleji nebo jinými závadnými látkami.
5. Pro prioritní látky např. (anthracen, bromované difenylethery, kadmium a jeho sloučeniny, chloralkany, fluoranthen, hexachlorcyklohexan, olovo a jeho sloučeniny, dikofol, hexabromcyklohexany) platí, že se koncentrace zjištěná v rámci provádění monitoringu vod podle schváleného plánu monitoringu nesmí v sedimentu nebo biotě výrazně v čase zvyšovat.

6. Stav, při němž nedochází k porušování hygienických požadavků na ochranu zdraví před ionizujícím zářením.

7. Stav, při němž nedochází v důsledku škodlivého působení látek ke změně produktivity vodního ekosystému, ani k závažnému omezení druhové biodiverzity vodních organismů nebo překročení pro ně nejvýše přípustných hodnot dávky nebo objemové aktivity radionuklidů (Nařízení vlády č. 401/2015 Sb.).

2.2 Vývoj jakosti povrchových vod

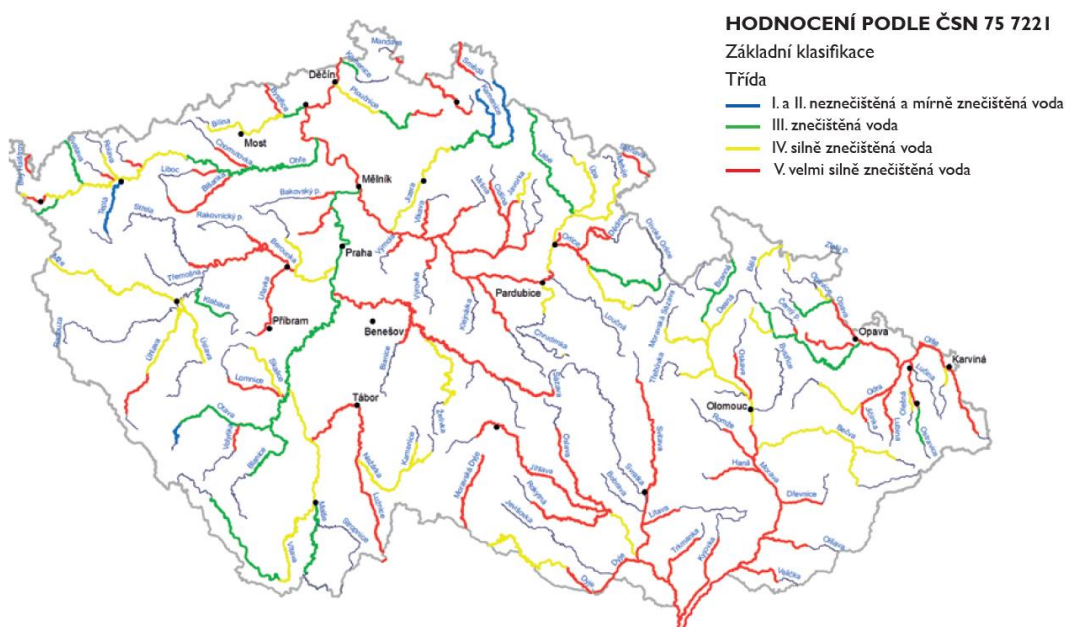
Poprvé byla vytvořena mapa jakosti povrchových vod na vybraných tocích v České republice k časové úrovni dvouletí 1991–1992 podle ČSN 75 7221 Jakost vod – Klasifikace jakosti povrchových vod. Od tohoto dvouletí se každoročně zpracovávaly stejné mapy tak, aby bylo možné porovnat aktuální stav jakosti vod s předchozími lety. V 90. letech se mapy zaměřovaly pouze na základní klasifikaci, kvůli rozsahu sledovaných ukazatelů. Nově platí od 1. 12. 2017 novelizovaná norma ČSN 75 7221 Kvalita vod – Klasifikace kvality povrchových vod, která nahrazuje předchozích 19 let platnou normu ČSN 75 7221 Jakost vod – Klasifikace jakosti povrchových vod.

Předmětem novely bylo zohlednit požadavky na současnou úroveň ochrany povrchových vod, a to jak z hlediska znečištění, tak stanovení přípustné úrovně znečištění. Rozsah sledovaných indikátorů a mezní hodnoty kvalitních tříd prošly revizí. V důsledku toho byla opětovně vypracována mapa jakosti povrchových vod pro dvouletí 1991–1992 (Obrázek 2.1) dle novelizované ČSN 75 7221 (Hubalová a Mertová, 2022).

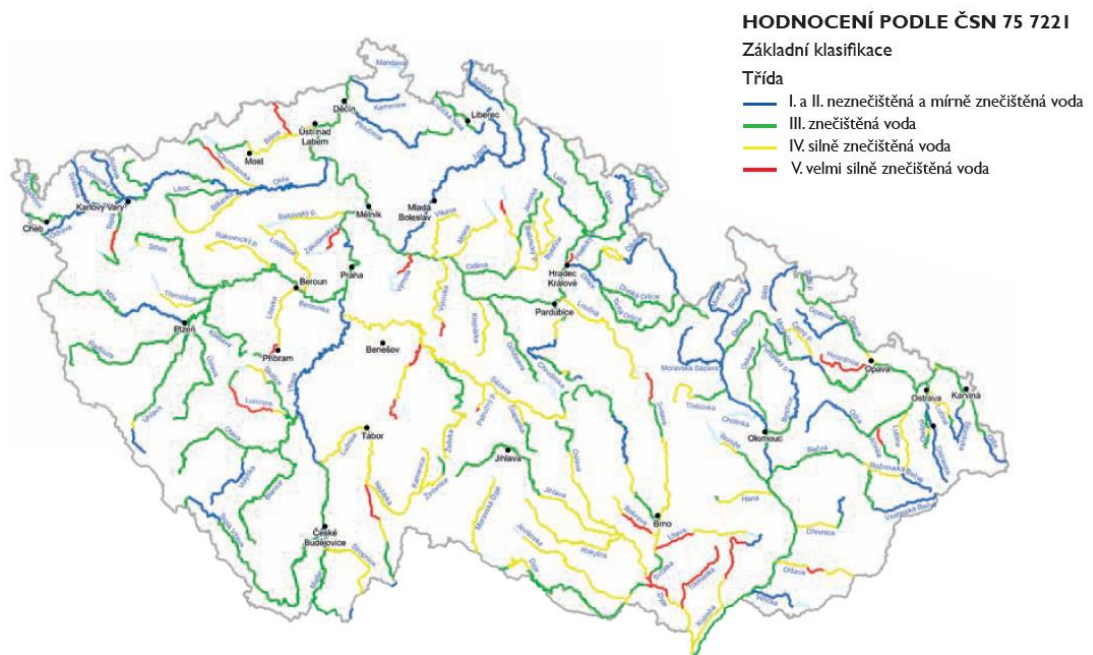
Pro posouzení kvality povrchových vod byly využity ukazatele jako je BSK, které se řadí mezi důležité environmentální indikátory, které ukazují na pozitivní vývoj v oblasti ochrany vod v České republice, což je výsledek rozsáhlé modernizace a rekonstrukce ČOV, které vedly k snížení počtu ČOV pouze s mechanickým čištěním. K tomuto vývoji přispěl také pokles intenzity živočišné produkce v zemi. Mezi lety 2002 a 2020 bylo zaznamenáno zvýšení efektivity biochemické spotřeby kyslíku (BSK₅) na 98,4 % (Lepičová, 2020). V období od roku 1990 do roku 2020 tak došlo k snížení množství vypouštěného znečištění podle ukazatele BSK₅ o 96,6 %. Mezi další ukazatele pro posouzení kvality povrchových vod zařazujeme CHSK_{Cr}, N-NH₄, N-NO₃ a P_{celk}, atd. (Lepičová, 2021).

Z (Obrázek 2.2) je zřejmé, že během posledních 25 let došlo k celkovému zlepšení jakosti vod. Avšak, i přes tato zlepšení, stále existují části toků, které spadají do kategorie V. třídy kvality povrchové vody.

U vybraných profilů sítě sledování jakosti vod v tocích bylo v letech 2021-2022 23 % klasifikováno do kategorií I. a II. třídy, což označuje vody jako neznečištěné nebo s mírným znečištěním. Do třídy III., charakterizované znečištěnou vodou, bylo zařazeno 42 % profilů, zatímco 28 % profilů bylo kategorizováno do třídy IV. s vodou silně znečištěnou. Pouze 7 % profilů bylo zařazeno do kategorie V. s velmi silně znečištěnou vodou. Výsledný podíl profilů byl vyhodnocen na základě dat naměřených v profilech, a jejich hodnocení přispívá k výsledné analýze pro tvorbu mapy, jak je zobrazeno na (Obrázek 2.2) (Hubalová a Mertová, 2022).



**Obrázek 2.1: Kvalita povrchových vod v České republice v letech 1991–1992
(VÚV TGM z podkladů ČHMÚ)**



**Obrázek 2.2: Kvalita povrchových vod v České republice v letech 2021–2022
(VÚV TGM z podkladů ČHMÚ)**

2.3 Klasifikace třídy čistoty

Pro zpracování výše uvedené mapy jakosti vody v tocích České republiky za období 2021–2022 bylo použito výsledné zhodnocení z vybraných profilů sítě sledování jakosti vod v tocích, které poskytlo Český hydrometeorologický ústav (ČHMÚ).

Zařazení sledovaných profilů do tříd čistoty podle novelizované ČSN 75 7221 je následující:

Třída I – neznečištěná voda: stav povrchové vody, který nebyl významně ovlivněn lidskou činností, při kterém ukazatele jakosti vody nepřesahují hodnoty odpovídající běžnému přirozenému pozadí v tocích.

Třída II – mírně znečištěná voda: stav povrchové vody, který byl ovlivněn lidskou činností tak, že ukazatele jakosti vody dosahují hodnot, které umožňují existenci bohatého, vyváženého a udržitelného ekosystému.

Třída III – znečištěná voda: stav povrchové vody, který byl ovlivněn lidskou činností tak, že ukazatele jakosti vody dosahují hodnot, které nemusí vytvořit podmínky pro existenci bohatého, vyváženého a udržitelného ekosystému.

Třída IV – silně znečištěná voda: stav povrchové vody, který byl ovlivněn lidskou činností tak, že ukazatele jakosti vody dosahují hodnot, které vytvářejí podmínky, umožňující existenci pouze nevyváženého ekosystému.

Třída V – velmi znečištěná voda: stav povrchové vody, který byl ovlivněn lidskou činností tak, že ukazatele jakosti vody dosahují hodnot, které vytvářejí podmínky, umožňující existenci pouze silně nevyváženého ekosystému (ČSN 75 7221).

3 Látky, způsobující znečištění vody, eutrofizace vod

Podle vodního zákona a Nařízení vlády č. 401/2015 Sb. je potřeba chránit povrchové vody před znehodnocením odpadními vodami a škodlivými látkami. Odpadní vody a škodlivé látky ohrožují jakost nebo zdravotní nezávadnost vod.

V přírodě není zastoupena chemicky naprosto čistá voda. Veškerá voda na Zemi obsahuje rozpuštěné i nerozpuštěné látky. Složení vod je ovlivněno jak přírodními vlivy, včetně geomorfologických, půdních a klimatických faktorů, tak i lidskými aktivitami, jako jsou urbanizace, zemědělství a průmysl (Ahearn et al., 2005). Složení vody a její prostředí se mění po proudu řeky, obzvláště v oblastech s intenzivním zemědělstvím a urbanizací (Forman a Godron, 1993).

3.1 Organické látky ve vodách

Organické látky představují důležitou složku chemického složení vod (Pitter, 2009). Ve vodním prostředí se vyskytuje značné množství rozpuštěných organických látek různého druhu a původu (Heteša, 1994). Tyto látky mohou mít přirozený původ nebo mohou být do vodního prostředí zaneseny lidskou aktivitou. Vzhledem k tomu, že hranice mezi různými částmi Země jsou poměrně propustné, často se nedaří úplně zabránit úniku nežádoucích látek do vody. Tyto organické složky mohou mít vliv na různé vlastnosti vody, včetně její barvy, zápachu, chuti, tvorby pěny nebo vzniku povrchových filmů. Některé z těchto látek mohou navíc mít karcinogenní, alergenní, mutagenní nebo teratogenní účinky (Pitter, 2009). Z organických látek se nejčastěji věnuje pozornost těm skupinám, které významným způsobem ovlivňují jakost a chování vody (Adámek et al., 2010).

Z biologického pohledu se organické látky klasifikují na ty, které jsou biologicky rozložitelné, a na ty, které jsou biochemicky rezistentní, které se hromadí v hydrosféře a jejich odstranění standardními čistícími technologiemi bývá komplikované. Kromě výše uvedených hledisek lze organické látky rozdělit na neškodné a škodlivé, přičemž škodlivost může být definována na základě toxicity nebo podle toho, jak ovlivňují sensorické vlastnosti vody a kyslíkový režim povrchových vod (Valentová et al., 2013).

Přírodní organické látky ve vodě jsou často označovány zkratkou NOM (Natural Organic Matter). V povrchových vodách se koncentrace NOM mění v závislosti na ročním období. Během letních měsíců je obsah NOM ve vodě nejvyšší,

což je spojeno se zvýšením populací řas a sinic, přičemž tento jev je obzvláště výrazný v eutrofizovaných vodách (Safarikova et al., 2013). NOM se na základě velikosti částic dělí na nerozpustné (Particuled/Suspended Organic Matter – POM/SOM) a rozpustné (Dissolved Organic Matter - DOM). Hranice mezi rozpustnými a nerozpustnými částicemi byla definována na 0,45 mikrometrů. Do kategorie POM/SOM spadají hlavně mikroorganismy a jejich části, které jsou větší než 0,45 mikrometrů. Rozpustné organické látky (DOM) představují složitou skupinu sloučenin obsahující směs aromatických a alifatických struktur s různými funkčními skupinami. Tyto látky se dále rozlišují na allochtonní, které se do vodního prostředí dostávají z vnějšího okolí, a autochtonní, které přímo vznikají ve vodě (Pivokonský, 2020). Přírozené organické znečištění zahrnuje látky jako jsou výluhy z půdy a sedimentů, spolu s produkty, které vznikají životní činností rostlin a živočichů ve vodě. Antropogenní organické znečištění pak pochází z komunálních a průmyslových odpadních vod, a z odpadů vznikajících v zemědělství, včetně splachů z ošetřovaných polí (Valentová et al., 2013).

Umělé organické látky označuje chemikálie, které se přirozeně nevyskytují a jsou vytvořeny člověkem, a nejsou produkovány živými organismy. Tento termín je v podstatě totožný s pojmem „antropogenní organické sloučeniny“. Mnoho syntetických organických sloučenin, obzvláště ty obsahující halogeny, jsou pro mikroorganismy těžko rozložitelné a po vypuštění do životního prostředí v důsledku lidské aktivity v něm mohou setrvávat dlouhodobě. Tyto látky jsou často nazývány jako perzistentní organické polutanty (Brezonik a Arnold, 2011).

Ve vodních zdrojích se nachází různé druhy organických látek:

- Fenoly a polyfenoly
- Huminové látky
- Lignin a ligninosulfonové kyseliny
- Pesticidy
- Karcinogenní látky
- Tenzidy a detergenty
- Ropné látky
- Chlorované organické látky (Synáčková, 1994).

Hledání způsobů, jak efektivně určit celkový obsah organických materiálů ve vodě a posoudit tak úroveň jejího znečištění, vedlo k rozšíření nepřímých metod. Tyto metody se opírají o chemickou nebo biologickou oxidaci organických látek. Mezi základní metody určování koncentrace organických látek patří chemická spotřeba kyslíku, biochemická spotřeba kyslíku a stanovení organického uhlíku.

3.1.1 Biochemická spotřeba kyslíku

Biochemická spotřeba kyslíku (BSK) je definována jako množství kyslíku spotřebovaného mikroorganismy pro rozklad organických látek za aerobních podmínek (Chudoba et al., 1991). Toto množství kyslíku je úměrné koncentraci přítomných biologicky rozložitelných organických látek (OL) ve vodě (Kumar, 2005). Je tedy využíván k posouzení míry znečištění vodních toků rozložitelnými organickými látkami (American Public Health Association, 2014). Látky biologicky nerozložitelné nejsou v tomto stanovení zahrnuty (Chudoba et al., 1991). Měření BSK se tradičně provádí standardizovanou metodou, v současné době nazývanou „zkouška uzavřenou lahví“. Lahve se uzavřou tak, aby byly vzduchotěsné, a umístí se do tmavé místnosti, kde se udržuje teplota 20 °C. Po uplynutí stanoveného počtu dnů inkubace se u všech vzorků změří množství rozpuštěného kyslíku, což slouží k zjištění BSK. Metody měření kyslíku jsou přesně definovány normami a zahrnují buď jodometrickou metodu nebo metodu s použitím elektrochemické sondy (Jouanneau et al., 2014).

Čím větší je BSK vodního útvaru nebo vzorku, tím horší je jeho znečištění (Tabulka 3.1) (Microbiologynote, 2022). Znečištění tekoucí vody se projeví prudkým stoupenutím hodnoty BSK₅, poklesem a někdy až úplným vymizením rozpuštěného kyslíku a změnou biocenózy (Sládeček et al., 1996).

Tabulka 3.1: Typických hodnot BSK a jejich indikace (Sládeček et al., 1996)

Hodnota [mg/l]	Indikace
<1	nedotčená kvalita vody
2-8	středně znečištěná voda
> 8	silně znečištěná voda

Faktory ovlivňující BSK:

- Teplota
- pH vody
- Některé mikroorganismy inhibující růst aerobních bakterií
- Typ anorganických sloučenin vyskytujících se ve vodě
- Množství a druh organických sloučenin ve vodě

3.1.2 Chemická spotřeba kyslíku

Chemická spotřeba kyslíku (CHSK) je jedním ze základních kvalitativních parametrů jakosti vody. Koncentrace organických látek se určuje podle množství oxidačního činidla, jenž se za určitých podmínek spotřebuje na jejich oxidaci (Pitter, 2009). Organické sloučeniny se mohou oxidovat do různých úrovní v závislosti na konkrétních podmínkách. Míra a efektivita této oxidace jsou ovlivněny strukturou dané organické sloučeniny a metodou, která je využita pro určení (CHSK) (Heteša, Kočková, 1997). Jako oxidační činidlo se využívá nejvíce dichroman draselný (pro odpadní vody) a jen výjimečně manganistan draselný (pro analýzu pitné a užitkové vody). Proto se rozlišuje chemická spotřeba kyslíku dichromanem (CHSKCr) a chemická spotřeba kyslíku manganistanem (CHSKMn). Výsledky analýzy se přepočítávají na kyslíkové ekvivalenty a uvádí se obvykle v mg/l (mg kyslíku při spotřebě oxidačního činidla v 1 litru vody), které dobře vystihují celkové organické znečištění vod (Pitter, 2009). Na rozdíl od biochemické spotřeby kyslíku, tato metoda představuje komplexní ukazatel veškerého organického znečištění, ať už jde o látky biologicky rozložitelné či nikoliv (Langhammer, 2009).

3.1.3 Celkový organický uhlík

Celkový organický uhlík (z anglického Total Organic Carbon, TOC) je množství organického uhlíku ve vzorku. Poskytuje odhad organicky znečišťujících látek přítomných ve vodě. To je důležité, protože organicky znečišťující látky spotřebovávají kyslík a některé organické sloučeniny jsou toxické (Serrano, 2011). Existuje mnoho uznávaných metod pro určení celkového organického uhlíku, které se všechny opírají o kvantitativní oxidaci organických látek ve vzorku a následné měření množství CO₂. Toto množství CO₂ pak stechiometricky odpovídá hodnotě celkového organického uhlíku (Visco et al., 2005).

3.2 Anorganické látky

V přírodních a užitkových vodách se anorganické látky vyskytují ve třech formách:

- Kationty např. (vápník, sodík, draslík, hořčík)
- Anionty např. (chlor, fluor)
- Neiontová forma např. (sloučeniny křemíku, boru) (Pitter, 2009)

Z hlediska druhů a obsahů ve vodách lze anorganické kontaminanty rozdělit do 3 skupin:

- Nejméně nebezpečné kontaminanty – sloučeniny síry (především sírany) a chloru (chloridy) – stovky až tisíce mg/l
- Málo toxické – kontaminanty na bázi N, P, Fe, Mn, Zn – jednotky až desítky mg/l
- Velmi toxické – Hg, Pb, Cd, As, V, Cr, Co, Ni – stopové prvky

Mezi nejvíce rizikové běžně se vyskytující anorganické prvky patří bezesporu rtuť, kadmium a olovo (Šraček et al., 2002).

Antropogenní znečištění představuje běžnou příčinu přítomnosti anorganických látek ve vodě. Nárůst anorganických látek ve vodě je důsledkem lidských exkrementů, zbytků z kuchyně, použití detergentů a čisticích přípravků, stejně jako kontaminace z ulic a veřejných míst (Heteša a Kočková, 1997).

3.3 Těžké kovy

Stále větší pozornost je kladena nejen na organické znečištění, ale také na další ukazatele znečištění, které mají větší dopad na živé organismy a mohou negativně ovlivnit lidské zdraví (Plecháč, 1989).

Mezi těžké kovy se řadí např. chrom, měď, stříbro, olovo, nikl, rtuť a kadmium. Jejich přítomnost v pitné vodě nelze zjistit bez specifických testů, protože neovlivňují chuť, zápach ani barvu vody. Tyto prvky se v přírodě obvykle nevyskytují ve velkém množství a ve vodě jsou špatně rozpustné (EuroClean, 2000). Hlavní příčinou výskytu těžkých kovů v životním prostředí je lidská činnost, včetně znečištění ovzduší, spalování fosilních paliv, používání pesticidů a průmyslových hnojiv, emisí z dopravy a různých průmyslových procesů, jakož i používání látek proti korozi a degradaci nátěrů. Tyto aktivity jsou základními zdroji odpadních vod a odpadů obsahujících těžké kovy.

Těžké kovy jsou v malých množstvích nezbytné pro biologické procesy organismů. Avšak při zvýšených koncentracích se stávají toxickými, což vede k poškození enzymů a proteinů a ovlivňuje průchodnost buněčných membrán (Synáčková, 1994). Těžké kovy představují vysoké riziko toxicity jak pro lidi, tak pro celý ekosystém a vodní organismy. Dlouhodobá konzumace vody znečištěné těmito prvky vede k jejich akumulaci v těle, což může vyústit ve vážné poruchy fungování orgánů a narušení základních životních funkcí.

Povolené maximální hmotnostní koncentrace těžkých kovů v pitné vodě jsou stanoveny na úrovni mikrogramů na litr ($\mu\text{g/l}$) (EuroClean, 2000).

3.4 Pesticidy

Pesticidy mohou být přítomny ve vodách buď v rozpuštěné nebo nerozpuštěné formě. Velká část z nich se může vázat na nerozpuštěné minerální i organické látky. Proto určení pesticidů pouze ve vodní fázi není dostatečné pro úplné posouzení znečištění dané vodní oblasti a je nutné provést analýzu sedimentů, kalů a půdy. Vzhledem ke své nebezpečnosti vyžadují pesticidy cílené sledování, i přesto, že jejich detekce ve vodě je náročná (Pitter, 2009). V České republice jsou pesticidy sledovány vodohospodářskými laboratořemi s. p. Povodí (Hubalová a Mertová, 2022).

Proces vyplavování pesticidů je komplexní a závisí na různých fyzikálních a chemických vlastnostech půdy, jakož i na charakteristikách samotných pesticidů, jejich dávkách, čase aplikace, způsobu zemědělské techniky, schopnosti látek se pohybovat v půdě a jejich potenciálním vyplavením. Pro kontaminaci povrchových vod jsou individuální procesy méně významné než doba, po kterou může pesticidní látka reagovat s okolní půdou a zbytky rostlin. Zrychlený odtok (jakéhokoliv typu) významně snižuje čas na reakci pesticidů s prostředím (sorpci nebo degradaci) a může vést k přímému vyplavování mateřské látky do povrchových vod (Kvítek et al., 2018).

Moderní metody zemědělské výroby potravin, krmiv a biomasy jsou nerozlučně svázané s používáním herbicidů, fungicidů a insekticidů (Hofman, 2018). V České republice je každoročně spotřebováno přibližně 4,8 tis. tun těchto látek (Hubalová a Mertová, 2022). Jejich použití je zdůvodňováno potřebou zajistit dostatečnou kvantitu a kvalitu potravin a krmiv, ale současně představuje jeden z nejvýznamnějších záměrných vstupů potenciálně nebezpečných látek do vody. Dokonce i při dodržování příslušných nařízení se pouze malá část aplikovaného

množství stává krátkodobými nebo dlouhodobými kontaminanty životního prostředí, s celou řadou potenciálních negativních dopadů (Hofman, 2018).

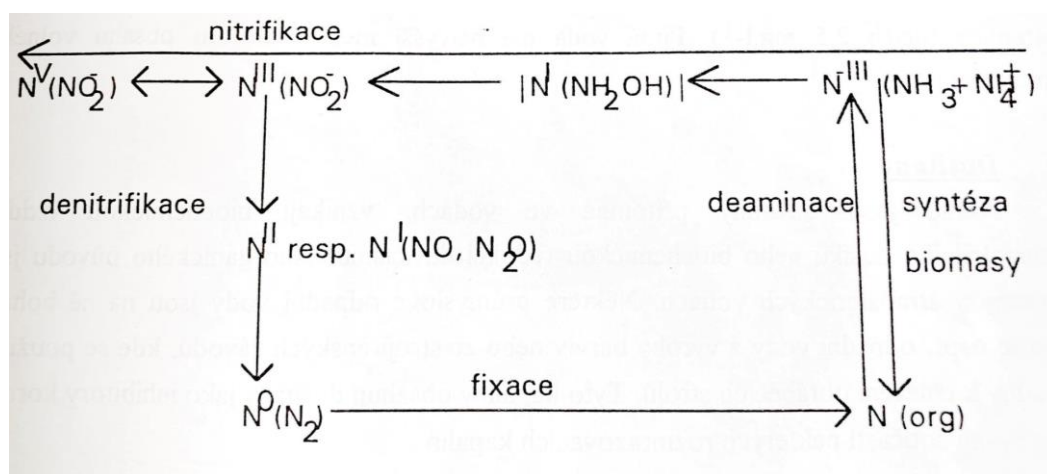
3.5 Dusík

Dusík a fosfor jsou klíčové makrobiogenní prvky, které náleží do skupiny známé jako nutrienty. Nutrienty jsou nezbytné pro prosperitu mikroorganismů. Dusík se využívá při biologických procesech v povrchových, podzemních i odpadních vodách a také při čištění a úpravě vody. Sloučeniny dusíku mohou mít jak anorganický, tak i organický původ (Pitter, 2009).

Šimek a Cooper (2004) uvádějí, že se dusík nachází ve vodách v různých oxidačních stupních buď v iontové nebo v neiontové formě. Tyto formy jsou ve vodách stanovovány jako celkový dusík ($N_{\text{celk.}}$) (Pitter, 2009). Obsah celkového dusíku je dán součtem veškerého dusíku, tzn. jeho čtyř hlavních forem výskytu:

amoniakálního (NH_4^+), dusitanového (NO_2^-), dusičnanového (NO_3^-) a organického dusíku. $N_{\text{celk}} = \text{NH}_4 + \text{NO}_2 + \text{NO}_3 + N_{\text{org}}$ (Horáková et al., 2003).

Nejdůležitějšími biochemickými procesy přeměny anorganických forem dusíku jsou: oxidace amoniakálního dusíku na dusitany až dusičnany (nitrifikace) a redukce dusičnanů na elementární dusík (denitrifikace), jak je znázorněno v příloženém (Obrázek 3.1).



Obrázek 3.1: Koloběh dusíku ve vodách (Synáčková, 1994)

Podle Pittera (2009) lze další anorganické formy, ve kterých se dusík může vyskytovat ve vodách, nazvat volné kyanidy, kyanatany, kyanokomplexy a aminokomplexy. Tyto formy mohou být přítomny v odpadních vodách.

Novotny (2003) uvádí, že organicky vázaný dusík ve vodách je přítomen ve formě bílkovin a jejich rozkladných produktů, jako jsou močoviny, alifatické a aromatické aminy, aminosacharidy, dusíkaté heterocyklické sloučeniny a další.

Významným zdrojem dusíku jsou odpady ze zemědělství, především z živočišné výroby (Novotny, 2003). Neméně významným zdrojem jsou splaškové vody, splachy ze zemědělsky obdělávané půdy hnojené dusíkatými hnojivy a některé průmyslové odpadní vody (Pitter, 2009).

Pro život organismů je dusík podstatný pro tvorbu proteinů, včetně genetické informace, ale ve vysokých koncentracích ve vodách je nebezpečný pro zdraví člověka.

Největší znečištění povrchových vod a podzemních vod je způsobeno především dusičnany a amoniakální formou dusíku, které jsou jednotlivými formami tohoto prvku (Wittlingerová a Jonáš, 1999).

3.5.1 Dusičnany

Dusičnany jsou konečným stupněm rozkladu organických dusíkatých látek v oxickém prostředí (Synáčková, 1994). Považují se za hlavní zdroj plošného znečištění vod (Kvítek et al., 2018), a jsou považovány za klíčové anionty v povrchových vodách (Horáková, 2007). Vykazují sezonní variabilitu, a obvykle jsou koncentrace dusičnanů ve vodách vyšší na jaře, protože nejsou odebírány rostlinami z půdy. Následně dochází k jejich vyplavování následkem tání sněhu (Kvítek et al., 2005).

Samy o sobě pro organismy nejsou nebezpečné, ale po přeměně na dusitany se stávají toxickými (Synáčková, 1994).

V přírodě vznikají dusičnany při procesu nitrifikace amoniakálního dusíku. Naopak zdroje pocházející z lidské činnosti zahrnují používání dusíkatých hnojiv v zemědělství, jak bylo již dříve zmíněno. Tyto hnojiva jsou běžně využívána v zemědělství. Dalším lidským zdrojem jsou emise vzniklé spalováním fosilních paliv, které přispívají k uvolňování dusičnanů do půdy a vodních toků prostřednictvím atmosférických srážek, jak uvádí (Lellák a Kubíček, 1991).

Dusičnany vytvářejí s dalšími kationty vodní roztoky, které obsahují soli, jež jsou rozpustné ve vodě (Gažo et al., 1974). Tyto soli jsou částečně extrahovány vodními rostlinami, které je přeměňují na dusitany pro syntézu nukleových kyselin, aminokyselin a chlorofylu. Zbylé množství se vymývá při srážkách, čemuž napomáhá absence vegetace na orné půdě po sklizni, a nadměrné používání dusíkatých hnojiv. Tyto praktiky se usiluje omezit Nařízením vlády č. 401/2015 Sb. Podle přílohy

č. 3 tab. 1 tohoto nařízení o ukazatelích stavu povrchové vody je přípustný limit znečištění pro dusičnanový dusík ve výši 5,4 mg/l (Nařízení vlády č. 401/2015 Sb.).

Evropská unie také usiluje o prevenci znečištění v zemědělských oblastech prostřednictvím tzv. nitrátové směrnice, která stanovuje předpisy a opatření v této oblasti. Nitrátová směrnice Evropské unie (91/676/EHS), se zaměřuje na regulaci dusičnanů s cílem chránit vody před znečištěním vznikajícím dusičnany z oblasti zemědělství. Nitrátová směrnice ukládá členským státům vymezit zranitelné oblasti a učinit potřebné kroky ke snížení tohoto znečištění (Směrnice Rady, 1991/676/EHS). Požadavky směrnice byly přeneseny do českého vodního práva v § 33 zákona č. 254/2001 Sb., o vodách, ve znění pozdějších předpisů, kde je uloženo vládě nařízením stanovit zranitelné oblasti a v těchto oblastech upravit používání a skladování hnojiv a statkových hnojiv, střídání plodin a provádění protierozních opatření (Hrabánková, 2016).

3.5.2 Amoniakální dusík

Pitter (2009) a Synáčková (1994) popisují amoniakální dusík jako primární produkt rozkladu organických dusíkatých látek živočišných i rostlinných. Amoniakální dusík je také ve splaškových vodách a v odpadech ze zemědělských výrob. Podle Pittera (2009) je amoniakální dusík v přírodních vodách za aerobních podmínek velmi nestálý. Koncentrace se mění v závislosti na pH a na teplotě vody. Při analýze amoniakálního dusíku se zohledňují obě tyto proměnné, tj. disociovaný amoniakální dusík (NH_4^+) i nedisociovaný amoniakální dusík (NH_3). Ke stanovení této formy dusíku se využívají metody jako např. spektrofotometrické metody s využitím Nesslerova činidla (Horáková, 2003).

Amoniakální dusík je klíčový pro syntézu nové biomasy mikroorganismů. Heterotrofní i autotrofní mikrobiální činnost přeměňuje tuto formu dusíku na organicky vázaný.

Z hlediska hygieny je amoniakální dusík velmi významný, protože je jedním z primárních produktů rozkladu organických dusíkatých látek (Pitter. 2009).

Amoniakální dusík, konkrétně neionizované molekuly NH_3 , projevuje toxické účinky na vodní faunu, zejména na ryby (Kvítek et al., 2018).

Podle (Nařízení vlády č. 401/2015 Sb.) je u povrchových vod přípustný limit znečištění pro amoniakální dusík ve výši 0,23 mg/l.

3.5.3 Dusitany

V případě přítomnosti dusitanů ve vodách jsou především vytvářeny biochemickou oxidací amoniakálního dusíku nebo biochemickou redukcí dusičnanů. Ve vodách se vyskytují pouze v malých koncentracích, protože jsou málo stálé (Pitter, 2009). Při výskytu havárií a úniků většího množství do prostředí mohou tyto látky vykazovat karcinogenní účinky. Mohou způsobovat například methemoglobinémii, což je oxidace hemoglobinu, a také mohou přispívat k tvorbě N-nitrosoaminů, které jsou známé jako karcinogeny (Kvítek et al., 2018).

Nejvyšší koncentrace dusitanů se nachází v průmyslových odpadních vodách, např. v odpadních vodách pocházejících z výroby barviv nebo ze strojírenských závodů, kde se používají chladicí kapaliny pro obráběcí stroje. V čistých povrchových vodách nejsou dusitany vůbec detekovatelné (Synáčková, 1994).

3.6 Fosfor

Fosfor je ve sladkovodních vodách nejčastěji limitujícím faktorem růstu fytoplanktonu a je nejčastěji spojován s jevem eutrofizace v povrchových vodách, stojatých i tekoucích (Šafaříčková a Pešata, 2006). Vlivem fosforu ze zemědělských zdrojů se projevuje eutrofizace (viz níže, 4.7), což má za následek úhyn bezobratlých a ryb, neboť dochází k redukci kyslíku a poklesu biodiverzity. Množství a různé formy fosforu, odnášeného ze zemědělské půdy do povrchových vod, je ovládáno dvěma klíčovými faktory – obsahem fosforu v půdě a trasami jeho odnášení, jak popisuje řada autorů např. (Bechmann et al., 2009), (McDowell et al., 2001), (Sharpley, 1995a).

Celkový fosfor se vyskytuje ve vodách jak ve formě rozpuštěné, tak nerozpuštěné (Chapman, 2007) a (Needelman et al., 2001). Dále se dělí na anorganicky a organicky vázaný. Bartram a Balance (1996) dělí rozpuštěný anorganicky vázaný fosfor na orthofosforečnanový (P_{ortho}) a polyfosforečnanový (P_{poly}). Orthofosforečnany mohou existovat v jednoduchých nebo složitějších formách, zatímco polyfosforečnany mohou ve vodním prostředí přijmout podobu jak řetězovou (katenární polyfosforečnany), tak i cyklickou (cyklické polyfosforečnany). Podle Sharpley (1995b) je nerozpuštěný anorganicky vázaný fosfor složen z různých fosforečnanů vázaných na vápník, hořčík, železo, hliník atd., buď volně rozptýlených nebo chemicky sorpčně vázaných. Nerozpuštěný organicky vázaný fosfor se nachází v různých organismech jako součást fosfolipidů, fosfoproteinů, nukleových kyselin atd. (Pitter, 2009).

Primárním zdrojem fosforu je proces zvětrávání hornin a minerálů, erozní odtoky a rozklad organické hmoty (Penn et al., 2006). Antropogenními zdroji fosforu jsou zejména fosforečnanová průmyslová hnojiva a statková hnojiva, ale mohou být uvolňovány i z odpadních vod obsahujících prací prášky a další čisticí prostředky (Heteša a Kočková, 1997).

3.6.1 Fosforečnany

Chemické přeměny jsou hlavním faktorem ovlivňujícím přítomnost fosforu ve formě fosforečnanů. Většina fosforečnanů je málo rozpustná ve vodě, včetně sloučenin vápníku a hořčíku, jejichž fosforečnany převažují. Rozpustnost fosforečnanů a uvolňování fosforu do vodního prostředí jsou ovlivněny hodnotou pH vody a množstvím rozpuštěného kyslíku ve vodě. Během srážení může dojít i k interakci s dalšími pevnými fázemi, jako jsou vápenaté uhličitany nebo hydratované oxidy kovů (Pitter, 2009).

Fosforečnany jsou absorbovány dnovými sedimenty, což vede k rozvrstvení fosforu ve stojatých vodách a k periodickým změnám během ročního cyklu. Během období podzimní cirkulace se koncentrace fosforečnanů v povrchových vodách zvyšuje (Synáčková, 1994).

Podle Novotného (2003) jsou fosforečnany začleňovány do biomasy organismů v procesu nové tvorby. Zvláště významně se fosforečnany uplatňují při růstu zelených organismů ve vodě. Proto bývá v zimním období nejvyšší obsah fosforečnanů v povrchových vodách, zatímco v letních měsících, pokud probíhá intenzivní fotosyntetická aktivita, bývá jejich obsah nejnižší (Synáčková, 1994).

3.7 Eutrofizace

Eutrofizace je kombinací přírodních a uměle vyvolaných procesů, které způsobují zvyšování koncentrace anorganických živin v tekoucích i stojatých vodách (Pitter, 2009). Je to proces obohacování živinami, zejména dusíku a fosforu. Přírozená eutrofizace je primárně způsobena přísunem sloučenin dusíku a fosforu, které jsou extrahovány z půdy a vznikají při rozkladu odumřelých vodních organismů (Kvítek a Tippel, 2003). Antropogenní eutrofizace vod vzniká především splachem hnojiv ze zemědělské půdy, vypouštěním splaškových vod, rybníkářstvím a znečišťováním ovzduší (Beránková et al., 2023). Mezi další antropogenní vlivy se řadí používání polyfosforečnanů v pracích a čisticích prostředcích a zvyšování produkce odpadů komunálních odpadních vod (Kočí et al., 2000). Následky

rychlé eutrofizace, kterou způsobuje lidská činnost, představují rychlý nárůst mikroskopických rostlin, jako jsou řasy a sinice (Blažek et al., 2006). Stav, kdy se tyto rostliny nahromadí v masách těsně u hladiny se označuje jako vodní květ. Zbarvení vody způsobené rozvojem těchto organismů je pozorovatelné až do hloubky přibližně pěti metrů, kam sluneční záření proniká ještě v dostatečné míře. Barva vody je nejčastěji zelené nebo zelenomodrá (Synáčková, 1994).

Obecně platí, že voda s vyšším obsahem živin zahrnuje také větší množství rozpuštěných minerálních látek. Tento jev často souvisí s proměnou některých chemických a fyzikálních vlastností této vody (Štěpánek a Červenka, 1974). Dochází k degradaci organoleptických vlastností vody a v některých případech k tvorbě toxických látek, které mohou po dlouhodobém vystavení ovlivnit lidský organismus. Z tohoto důvodu není možné v kritických obdobích využívat takovou vodu pro rekreační účely. Při úpravě takové vody na pitnou pomocí koagulace a pískové filtrace jsou vodárenské filtry zatíženy a sinice a řasy pronikají do upravené vody (Synáčková, 1994).

Kromě sloučenin fosforu a dusíku mohou být dalším limitujícím faktorem eutrofizace také formy oxidu uhličitého ve vodě. V období jara a léta dochází v povrchových vodách k intenzivním fotosyntetickým procesům v zelených mikroorganismech, což má za následek odbourávání oxidu uhličitého a zvýšení pH až nad hodnotu 8,0. Obsah volného oxidu uhličitého pak klesá na nulu. Naopak v zimě klesá intenzita fotosyntézy a v noci ustává. To vede k hromadění oxidu uhličitého ve vodě, který vzniká biologickým rozkladem organických látek, což snižuje pH vody. Současně se snižuje i koncentrace rozpuštěného kyslíku (Pitter, 2009).

Rozvoj primární produkce závisí krom ročního období a pH, i na nadmořské výšce, teplotě aj. (Synáčková, 1994).

4 Plošné zdroje znečištění povrchových vod

Rámcová směrnice EU o vodě, znečišťování definuje jako důsledek lidské činnosti. „*Je to přímé nebo nepřímé zavádění látek nebo tepla do ovzduší, vody nebo půdy, které může být škodlivé pro lidské zdraví nebo kvalitu vodních ekosystémů přímo na nich závislých, a které vyúsťuje v poškození hmotného majetku, nebo zhoršuje či narušuje hodnoty životního prostředí a další uznávané způsoby jeho užívání.*“ (Směrnice Evropského parlamentu a Rady, 2000/60/ES).

Jakost povrchových vod je významně ovlivněna plošným znečištěním. Nejvýraznější ovlivnění jakosti povrchových lze zaznamenat především u dusičnanů, pesticidů a acidifikace, v menší míře se projevuje i přítomností fosforu (Hubalová, Mertová, 2022). Plošné znečištění vod se vyskytuje nepravidelně v čase a prostoru, podléhá změnám v meteorologických a vegetačních podmínkách (Kvítek et al., 2018).

Zdroje plošného znečištění jsou obecně členěny do základních kategorií:

- Zdroje a látky syntetické, v přírodě se nevyskytují (pesticidy, mořidla, některé látky z atmosférických depozic)
- Zdroje přírodních anorganických látek – uvolňují se z horninového prostředí zrychleným zvětráváním, které je způsobeno atmosférickými depozicemi (bazické kationty, hliník, aj.)
- Zdroje zemědělských živin (minerální a statková hnojiva) – dusík, fosfor, vápník
- Zdroje přírodních živin (uvolňují se mobilizací z půdního prostředí v procesu mineralizace půdní organické hmoty)
- Eroze (sedimenty) a na půdu navázané minerální látky, těžké kovy a pesticidy

4.1 Zemědělství

Plošné znečištění pochází zejména ze zemědělského hospodaření a z erozních splavů z povrchu (Moni.cz, n. d.).

Semorádová (1998) poznamenává, že zemědělství ovlivňuje krajinu tím, že mění reliéf a vzhled krajiny, ovlivňuje atmosféru a reguluje vodní režim krajiny, například urychlením odtoku vody z krajiny. Tyto změny následně vytvářejí podmínky pro vznik vodní a větrné eroze, což má důsledně negativní vliv na kvalitu povrchových vod.

Zemědělství je úzce spojeno s oběhem živin, energie a dalších látek (Vaněk et al., 2002). V rámci konvenčního zemědělství, které má za cíl dosáhnout

vysoké úrovni produkce plodin, je nezbytné pravidelně dodávat živiny do půdy, aby byly dosaženy požadované výnosy (Richter a Římovský, 1996). Dochází ke stále většímu zvyšování dodatečných vstupů látek. Jedná se především o hnojiva, pesticidy a závlahu. Důsledkem často nadměrné aplikace těchto látek následně dochází k vymývání živin z půdy povrchovým odtokem (Šarapatka a Urban, 2003).

Podle Synáčkové (1994) můžeme zdroje znečištění ze zemědělství rozdělit na živočišnou výrobu, do níž se řadí odpady z velkochovů, úniky látek při skladování kejdy a močůvky a odpady ze silážování. Dalším zdrojem znečištění je rostlinná produkce, kde hraje hlavní roli aplikace průmyslových hnojiv. Jako poslední zdroj znečištění uvádí úniky ropných látek během skladování a manipulace.

Mezi hlavní opatření ke snížení plošného znečištění vod ze zemědělských zdrojů zahrnujeme nařízení vlády č. 262/2012 Sb., o stanovení zranitelných oblastí a akčním programem, ve znění pozdějších předpisů (Hubalová a Mertová, 2022).

4.2 Vodní eroze

Více než polovinu orné půdy v České republice ohrožuje vodní eroze. Česká republika má největší podíl půdních bloků v Evropě, což je především důsledek intenzifikace zemědělské produkce v minulosti (Novotný et al., 2017).

Vodní eroze přirozeného původu představuje rozrušování půdy v důsledku dešťů a povrchového odtoku (Janeček et al., 2005).

Plošná vodní eroze se projevuje rozrušováním a rovnoměrným smýváním půdních částic po celé ploše, což vede k rozsáhlému odtoku vody a postupnému snižování mocnosti půdy (Obrázek 4.1) (Novotný et al., 2017).



Obrázek 4.1: Plošná vodní eroze (Novotný et al., 2017)

Tato forma eroze je relativně mírná a jen zřídka dochází k významné ztrátě částic půdy (Cablík a Jůva, 1963). Plošný srážkový odtok se vyskytuje tehdy, když množství srážek přesáhne absorpční schopnost půdy a další faktory, jako je akumulace povrchové půdy, zadržování vody půdou a odpařování (Tlapák et al., 1992).

Plošnou erozi splavují především jemnozrnné částice (Cablík a Jůva, 1963). Jemná zrna půdy se pak usazují v dolních částech svahu a lehčí, zpravidla organické částice jsou většinou nesený až do vodotečí. Zasažené půdy se mění na půdy hrubšího charakteru (Stehlík et al., 1968). Plošná eroze lze zjistit z jemného materiálu akumulovaného v dolních částech svahu např. půdním vpichem nebo kopanou sondou (Novotný et al., 2017).

Mezi další časté formy vodní eroze na zemědělské půdě v České republice se řadí eroze výmolná, rýhová, stržová a jiné.

5 Bodové zdroje znečištění povrchových vod

Jakost povrchových vod ovlivňují především bodové zdroje znečištění (Hubalová a Mertová, 2022).

Podle Novotného a Chesterse (1981) jsou bodové zdroje znečištění považovány za snadno identifikovatelné a jejich vliv na kvalitu povrchových vod lze snadno posoudit. (Kvítek et al., 2018) dodává, že bodové znečištění je jednoznačně vázané na akumulaci činností do úzce ohraničených oblastí.

Mezi zdroje zahrnující bodové znečištění se řadí:

- Sídla
- Čistírny odpadních vod
- Průmyslové provozy
- Zemědělské objekty
- Volné kanalizační výpustě
- Odlehčovací komory

Bodové znečištění je obvykle kontinuální nebo se opakuje v určitých cyklech, a odtok nebo odnos látek z něj zpravidla není významně ovlivněn meteorologickými faktory (Kvítek et al., 2018).

5.1 Odpadní vody

Mezi hlavní zdroje bodového znečištění povrchových vod patří čistírny odpadních vod (viz výše), odkud jsou odpadní vody vypouštěny do recipientu (Pitter, 2009).

Odpadní vody vznikají během všech etap výrobního procesu: při přípravě surovin, při vlastní syntéze i při separaci a čištění produktů výrobního procesu (Jakovlev, 1988), pokud mají po použití změněnou jakost (složení nebo teplotu), jakož i jiné vody z nich odtékající, pokud mohou ohrozit jakost povrchových vod (Pitter, 2009).

Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů, v §38 definuje odpadní vody takto:

- Odpadní vody zneškodňované na komunální čistírně odpadních vod, kterou se rozumí zařízení pro čištění městských odpadních vod vybavené technologií pro likvidaci splašků, musí svým složením odpovídat platnému kanalizačnímu řádu
- Odvádí-li se odpadní voda a srážková voda společně jednotnou kanalizací, stává se srážková voda vtokem do této kanalizace vodou odpadní

-
- Kdo vypouští odpadní vody do vod povrchových nebo podzemních, je povinen v souladu s rozhodnutím vodoprávního úřadu měřit objem vypouštěných vod a míru jejich znečištění a výsledky těchto měření předávat vodoprávnímu úřadu, který rozhodnutí vydal, příslušnému správci povodí a pověřenému odbornému subjektu. Vodoprávní úřad tímto rozhodnutím stanoví místo a způsob měření objemu a znečištění vypouštěných odpadních vod a četnost předkládání výsledků těchto měření. Odběry a rozbory ke zjištění míry znečištění vypouštěných odpadních vod mohou provádět jen odborně způsobilé osoby oprávněné k podnikání
 - V pochybnostech o tom, zda se jedná o odpadní vody, rozhoduje vodoprávní úřad

Podle původu znečištění diferencujeme odpadní vody:

- Splaškové (odpadní vody z domácností, sociálních zařízení, kuchyní, umýváren, restaurací, hotelů a nemocnic)
- Srážkové (vody, odváděné do kanalizačního systému z ulic, střech, veřejných prostranství, parkovišť i nezpevněných ploch)
- Průmyslové (vody, z výrobních procesů v průmyslu, z galvanizačních linek, kalíren, lakoven, textilního průmyslu, dolů, aj.)
- Zemědělské (odpadní vody ze zemědělské velkovýroby (Pošta et al., 2005).

Městské odpadní vody kombinují splaškové, průmyslové a srážkové vody. U velkých měst jsou dominantní převážně splaškové vody, zatímco u malých měst závisí na charakteru města a podílu průmyslu v něm (Synáčková, 1994). Pokud není v daném městě žádný průmysl, jsou městské odpadní vody pouze vodami splaškovými. Avšak většina městských odpadních vod obsahuje i vody z průmyslu např. (pivovarské, mlékárenské, jateční aj.) (Chudoba et al., 1991).

5.1.1 Splaškové odpadní vody

Splaškové vody jsou nejčastěji zbarveny šedě až šedohnědě a jsou silně zakalené (Chudoba et al., 1991).

Množství odpadní vody přicházející do čistírny odpadních vod je ovlivněno kolísáním odběru vody z vodovodní sítě (Synáčková, 1994).

Splaškové odpadní vody obsahují:

- Hrubě rozptýlené látky
- Jemně rozptýlené látky
- Jemně rozptýlené usaditelné látky
- Jemně rozptýlené obtížně usaditelné látky
- Jemně rozptýlené neusaditelné látky
- Rozpuštěné látky

Z vodohospodářského hlediska se řadí mezi klíčové složky znečištění splaškových odpadních vod organické znečištění, sloučeniny dusíku a fosforu (Adámek, 2010).

5.1.2 Srážkové odpadní vody

Srážková voda je kyselá a znečištěná exhalacemi z ovzduší, nicméně koncentrace znečištění jsou zpravidla velmi nízké. Dříve se proto předpokládalo, že přitékající dešťová voda do kanalizace pouze zředí splaškové vody. Ve skutečnosti je však nutné brát v úvahu i znečištění, které vzniká splachem a smyvem ploch, ze kterých stékají dešťové vody do kanalizace (Synáčková, 1994).

Dešťová voda může obsahovat nečistoty nejen z povrchu silnic, jako jsou úkapy pohonných hmot nebo organické a minerální látky, ale také může obsahovat fekální znečištění způsobené odtokem z polí. Množství znečištění závisí především na intenzitě a trvání deště, stejně jako na časovém intervalu mezi jednotlivými srážkami (Hlavínek et al., 2006).

Na začátku srážkového odtoku (přibližně po dobu 10 až 15 minut) je dešťová voda výrazně kontaminována. V jednotné kanalizaci dochází k uvolnění usazenin, které se hromadily během období bez dešťů, což má za následek výraznější znečištění prvních částí směsi dešťové a odpadní vody než samotné odpadní vody (Synáčková, 1994).

Při řešení odtoku srážkových vod je důležité zajistit ochranu domů před možným zaplavením při intenzivních deštích, a zároveň splnit požadavky současné legislativy týkající se hospodaření se srážkovými vodami. To zahrnuje možnost zachycení, akumulace nebo řízeného odvodnění srážkových vod v závislosti na místních podmínkách. Při využívání upravených srážkových vod v domácnostech je nezbytné zajistit, aby nedocházelo k jejich smíšení s pitnou vodou a vodou užitkovou (Šálek et al., 2012).

Množství srážkových vod je stanovováno pomocí hydrologických postupů a je ovlivněno typem stokové sítě. V jednotné soustavě při silném dešti převažují srážkové vody nad odpadními a složení směsi je určováno funkcí odlehčovacích

komor. První přívaly srážkové vody, oddělené v odlehčovací komoře, jsou výrazně kontaminovány a představují významné zatížení recipientu (Synáčková, 1994).

Pokud je srážková voda odváděna do oddělené kanalizace pro dešťové vody a následně vypouštěna do recipientu, není klasifikována jako odpadní voda. Tím pádem se na ni nevztahují žádné poplatky za vypouštění odpadních vod do povrchových vod, jak stanoví zákon č. 254/2004 Sb. Množství odpadních vod, které se dostává na ČOV, je nižší, což má za následek i nižší platby za množství a znečištění vypouštěných odpadních vod do toků (Vodní zákon) a (Hlavínek et al., 2001). Dále nedochází k přepadům z odlehčovacích komor, což znamená, že se do vodních toků nedostává biologické znečištění ze splaškových odpadních vod a provozovatelé nebudou v budoucnu platit poplatky za odlehčené odpadní vody (Separate sewers, 2020).

5.1.3 Průmyslové odpadní vody

Složení průmyslových odpadních vod je proměnlivé v čase a závisí na charakteru výroby jednotlivých průmyslových podniků (Synáčková, 1994).

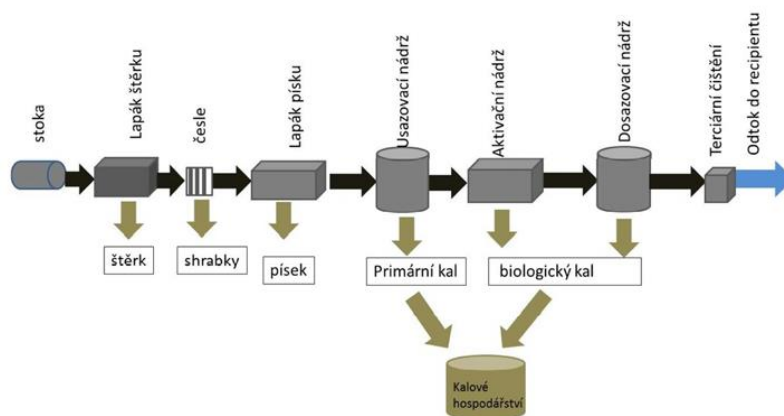
Vzhledem k rozmanitosti technologických procesů v průmyslových odvětvích není možné poskytnout obecný popis kvality průmyslových odpadních vod. Při práci s těmito vodami je vždy nezbytné zvážit, zda obsahují látky v koncentracích, které by mohly být toxické, hořlavé, výbušné nebo jinak škodlivé pro fungování kanalizace a čistírny odpadních vod. Povolené limity a standardy pro průmyslové odpadní vody vypouštěné do veřejných kanalizací jsou stanoveny správcem kanalizace v souladu s příslušnými předpisy (Malý, 1997).

Průmyslové odpadní vody jsou vody vypouštěné do stokových sítí z průmyslových závodů, zejména vody technologické, chladicí, splaškové a také vody původem ze zemědělství a zemědělské výroby. Odpadní vody mohou obsahovat znečištění, které je buď možné vypustit do veřejné kanalizace, nebo vyžaduje předčištění před vypuštěním z průmyslového závodu do kanalizace (Malý a Malá, 1996) a (Nypl a Synáčková, 1998).

Průmyslové odpadní vody se dělí podle typu znečišťujících látek na převážně anorganicky znečištěné a na převážně organicky znečištěné. Některé průmyslové odpadní vody mohou obsahovat i toxické látky (Pitter, 2009).

6 Charakteristika čistírny odpadních vod

Čistírna odpadních vod (ČOV) je zařízení k čištění různých typů odpadních vod. ČOV může mít různou velikost i mechanismus čištění podle charakteru odpadních vod (OV), pro kterou je čistírna určena. ČOV můžeme nalézt v blízkosti měst a obcí, zemědělských podniků nebo průmyslových podniků. Převažují ČOV s mechanicko-biologickým způsobem čištění odpadních vod (Obrázek 6.1). Obecně lze říct, že mechanismus ČOV vychází z přirozených čistících procesů v přírodních vodách, kde jsou nerozpuštěné části zachytávány na různých překážkách, na kterých se dále biologicky rozkládají. Nezachycené části postupně sedimentují a k jejich rozkladu dochází v bahnitých dnech. Nerozpuštěné anorganické látky (např. písek) ve vodě pouze klesají ke dnu a tvoří zde sedimenty. Obdobný je i základní princip ČOV. (Poradme.se, 2018). Rozdílem je, že děje v ČOV jsou soustředěny do rozměrově omezených prostorů a průběh čištění je uměle podporován. Čištění je v tomto případě intenzivnější a rychlejší. (Šebela, 2014).



Obrázek 6.1: Schéma technologické linky mechanicko-biologické ČOV (Komínková et al., 2014)

6.1 Kořenové čistírny odpadních vod

Kořenové čistírny představují pokročilé systémy pro účinné čištění odpadních vod. Jejich základním principem je průtok vody skrze filtrační lože, která jsou osázena mokřadní vegetací. Tyto odpadní vody však musí být předem mechanicky předčištěné, jinak se rychle sníží čistící funkce filtračního lože (Vymazal, 1995). Během čistícího procesu probíhají fyzikální, chemické a biologické procesy v porézním prostředí, které musí být nasyceno vodou. Klíčovou roli zde hrají mokřadní rostliny, které dodávají kyslík do anaerobního prostředí, čímž podporují růst aerobních bakterií. Oddenky a kořeny rostlin zvětšují povrch pro narůstání bakterií a tím stoupá účinnost čistících procesů. Kořenové čistírny slouží primárně k vylepšení kvality vody, dále

ovlivňují mikroklimatické podmínky a v některých případech také hydrologické poměry (Burgerová, 1998).

Nejčastěji používané rostliny jsou:

- Orobinec širokolistý
- Rákos obecný
- Chrastice rákosovitá
- Zblochan vodní
- Zevar vzpřímený
- Kosatec žlutý
- Sítina rozkladitá (Kořenovky.cz., n.d.).

Rozsah uplatnění je jako u zemních filtrů – v obcích do 500 EO, spolehlivější do 200 EO (Pošta et al., 2005).

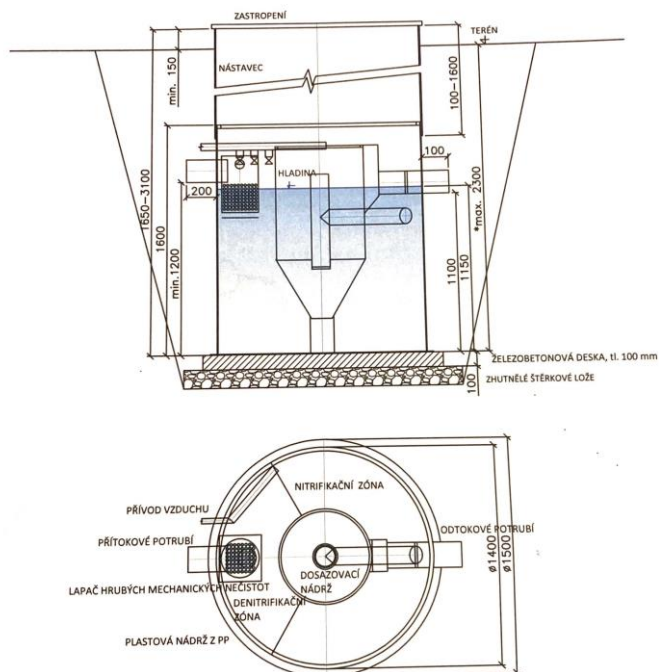
6.2 Domovní čistírny odpadních vod

Domovní čistírna odpadních vod (DČOV) je zařízení navržené pro účinné čištění splaškových odpadních vod a následné vypouštění vyčištěných odpadních vod (Obrázek 6.2). Tento typ čistírny je instalován v případech, kdy není možné připojení k centrální kanalizaci nebo čistírně odpadních vod. Domovní čistírna odpadních vod musí splňovat certifikační požadavky stanovené nařízením Evropského parlamentu a Rady č. 305/2011 ze dne 9. března 2011, kterým se upravují harmonizované podmínky pro uvádění stavebních výrobků na trh, a kterým se zrušuje směrnice Rady 89/106/EHS (Nařízení vlády č. 401/2015 Sb.).

Domovní čistírna je vodní dílo tudíž se u jejího zřízení řídíme vodním zákonem 254/2001 Sb. K provedení vodních děl určených pro čištění odpadních vod do kapacity 50 ekvivalentních obyvatel, postačí ohlášení vodoprávnímu úřadu (Vodní zákon).

Po schválení projektové dokumentace může být zahájena výstavba, která zahrnuje instalaci přítokového potrubí připojeného k domu, jednotky čistírny a odtokového potrubí zaústěného buď do kanalizace, recipientu či infiltrační jednotky. Jednotka čistírny musí být umístěna na základovou betonovou desku. ČOV musí být zajištěna proti působení sil jako je hydraulický tlak vody v nádrži a zemní tlak zásypu zeminy. Toto zajištění se obvykle provádí obetonováním. Základová deska musí být vždy nad hladinou podzemní vody. Před zahájením stavby je třeba odstranit veškeré cizí předměty a srážkovou vodu z vnitřních prostor DČOV. Po usazení se čistírna napouští

asi do výše 0,5 metru vodou a je zahájena betonáž obvodu. Po úspěšné instalaci čistírny musí výrobce provést sérii testů před uvedením čistírny do provozu (Sojka, 2013).



Obrázek 6.2: Schéma DČOV Stoklasná Lhota (vlastní zdroj, Jelínková, 2024)

6.3 Čistírny městských odpadních vod

Čištění odpadních vod v městských oblastech se provádí na čistírnách odpadních vod, kde dochází k postupnému provádění mechanických, fyzikálně-chemických a biochemických procesů (Švehla et al., 2007). Volba a zařazení jednotlivých procesů do technologické linky závisí na charakteru znečištění a na splnění následujících požadavků:

- Proces musí být účinný
- Proces by měl být ekonomicky proveditelný
- Proces by neměl vyžadovat nadměrnou spotřebu energie
- Při procesu by se neměly vnášet do čištěné odpadní vody další znečišťující látky (Tansel, 2008).

Uspořádání čistírny závisí na mnoha faktorech. Mezi nejdůležitější faktory se řadí velikost čistírny, vyjádřená počtem ekvivalentních obyvatel (EO) (Pošta et al., 2005). Podle počtu EO se stanovují emisní standardy přípustné pro městské odpadní čistírny (Tabulka 6.1).

Tabulka 6.1: Emisní standardy: přípustné hodnoty (Nařízení vlády č. 401/2015 Sb.)

Kategorie ČOV (EO) nebo velikost aglomerace	CHSK _{Cr}		BSK ₅		NL		N-NH ₄ ⁺		N _{celk}		P _{celk}	
	p	m	p	m	p	m	průměr	m	průměr	m	průměr	m
<500	150	220	40	80	50	80	-	-	-	-	-	-
500–2000	125	180	30	60	40	70	20	40	-	-	-	-
2001–10000	120	170	25	50	30	60	15	30	-	-	3	8
10001–100000	90	130	20	40	25	50	-	-	15	30	2	6
>100000	75	125	15	30	20	40	-	-	10	20	1	3

Malé čistírny mají jiné uspořádání než čistírny střední a velké. Čistírny velké obvykle využívají úplné technologické schéma čištění odpadních vod a kalového hospodářství (Pošta et al., 2005).

Dle (Nařízení vlády č. 401/2015 Sb.) je povinností, na každé ČOV odebrat určitý počet vzorků. Počet vzorků je opět stanoven podle počtu EO (Tabulka 6.2).

Tabulka 6.2: Minimální roční četnosti odběrů vzorků vypouštěných městských odpadních vod pro sledování jejich znečištění (Nařízení vlády č. 401/2015 Sb.)

Velikost zdroje znečištění (EO)	Typ vzorku	Četnost
<500	A	4
500–2000	A	12
2001–10000	B	12
10001–100000	C	26
>100000	C	52

Typ vzorku stanoví vodoprávní úřad takto:

- Typ A – dvouhodinový směsný vzorek získaný sléváním 8 dílčích vzorků stejného objemu v intervalu 15 minut
- Typ B–24hodinový směsný vzorek, získaný sléváním 12 objemově stejných dílčích vzorků odebíraných v intervalu 2 hodin
- Typ C–24hodinový směsný vzorek získaný sléváním 12 dílčích vzorků odebíraných v intervalu 2 hodin o objemu úměrném aktuální hodnotě průtoku v době odběru dílčího vzorku

V kategorii zdrojů znečištění do 50 EO, kde vodní dílo nebylo ohlášeno dle §15a, může vodoprávní úřad stanovit menší četnost odběrů, než je uvedeno pro kategorii do 500 EO. Pokud je ČOV vybavena akumulacním prostorem pro vyčištěnou odpadní vodu, umožňující hydraulickou dobu zdržení alespoň 2 hodiny, je možné použití typu vzorku „prostý, jednorázově odebraný.“ Odběry vzorků musí být rovnoměrně rozloženy v průběhu roku. Odběry by neměly být prováděny za neobvyklých situací, při příválových deštích a povodních (Nařízení vlády č. 401/2015 Sb.).

6.3.1 Ekvivalentní obyvatel

Ekvivalentní obyvatel (EO) je definovaný produkcí znečištění 60 g BSK₅ za den. Počet ekvivalentních obyvatel se pro účel zařazení čistírny odpadních vod do velikostní kategorie vypočítává z maximálního průměrného týdenního zatížení na přítoku do čistírny odpadních vod během roku s výjimkou neobvyklých situací, přívalových dešťů a povodní. Pro určení velikosti aglomerace se použije stejný postup pro všechny odpadní vody odváděné kanalizací pro veřejnou potřebu. Pro účely stanovení limitů se použije vyšší z obou hodnot (Nařízení vlády č. 401/2015 Sb.).

6.4 Mechanické čištění odpadních vod

Mechanické čištění slouží pro odstranění nerozpuštěných látek, které tvoří podstatnou část znečištění odpadních vod. Mechanické čištění je vždy prvním (primárním) stupněm čištění. (Pošta et al., 2005).

6.4.1 Lapák štěrku

Lapák štěrku je součástí kanalizace a zachytává nejobjemnější nečistoty jako jsou kusy dlažebních kostek, kusy cihel a štěrk. Lapák štěrku je jímka, ve které se zachytí těžké předměty posouvané odpadní vodou na dně stokové sítě (Poradme.se, 2018).

Lapák štěrku slouží hlavně jako ochrana před poškozením dalších zařízení čistírny. Obsah jímky je pravidelně vybírán speciálním rýpadlem, a štěrk je odvážen z čistírny (Slavíčková a Slavíček, 2013).

Funkce lapáku štěrku je nejdůležitější v obdobích přívalových dešťů, kdy dochází ke splachu (Ekoprogres, 2024).

Lapák štěrku se zřizuje standartně pouze na velkých čistírnách, s rozsáhlou stokovou sítí a velkým odvodněným územím. (Pošta et al., 2005).

6.4.2 Česle

Česle jsou používány k odseparování hrubých plovoucích příměsí. Česle je mříž, která je tvořená rámem nerezové oceli a pruty (česlicemi), skloněná ve směru toku pod úhlem 30° až 60°. Pruty jsou nejčastěji kruhového nebo obdélníkového průřezu. Voda protéká volným prostorem mezi česlicemi.

Česle hrubé mají průřez nad 40 mm, česle střední jsou používány méně a mají průřez 20 až 40 mm, česle jemné mají průřez 3 až 20 mm. Rychlost průtoku na česlích nesmí klesnout pod 0,3 m/s, aby nedocházelo k usazování písku a nemá překročit cca 1 m/s, aby nedocházelo ke strhávání již zachycených nečistot. Nejčastěji bývá rychlost průtoku 0,7 až 0,9 m/s. Česlicový rám je vsazen

do přítokového žlabu obdélníkového průřezu, za česlemi je snižené dno, aby nedocházelo ke vzdouvání hladiny na česlích (Slavičková a Slaviček, 2013). Česle jsou stírány ručně (Obrázek 6.3) nebo strojně (Obrázek 6.4). Při ručním stírání mají česle sklon pod menším úhlem (30° až 45°), při strojním stírání obvykle pod úhlem 60°. Česle jsou stírány shrabovákem, který svými zuby zasahuje do průlin a pohybem směrem vzhůru stírají zachycené nečistoty (shrabky), nahoře shrabky přepadávají do žlabu, kde odkapávají a jsou vyhrnovány (do kontejneru na shrabky).

Hrubé česle je nutno stírat obvykle jednou až dvakrát denně. Jemné česle je nutno stírat častěji. Strojní stírání spouští hladinové spínače, které reagují na rozdíl hladin před a za česlemi.

Nové konstrukce česlí jsou tzv. česle krokové. Krokové česle jsou konstruovány jako schody eskalátoru. Na česlích se zachycují hadry, papír, plasty, gumy, zbytky ovoce a zeleniny, větve, listí, tráva, cigaretové filtry, nerozpadlé fekálie a další složky domovního odpadu. Proto jsou shrabky hygienicky velmi nebezpečné, mohou obsahovat patogenní mikroorganismy a zárodky lidských i zvířecích parazitů. Shrabky se zneškodňují spalováním nebo se dají stabilizovat vápnem na pH okolo 10, to naprosto spolehlivě zabíjí patogenní mikroorganismy a zárodky parazitů. Vápněné shrabky se skladují na skládkách pro nebezpečný odpad.

Někdy se místo česlí mohou používat mēlníci čerpadla, která hrubé příměsi rozdrtí a ty pokračují dále do čistírny. (Pošta et al., 2005).



Obrázek 6.3: Ruční česle na ČOV Bošilec (vlastní zdroj, Jelínková J., 2023)



Obrázek 6.4: Strojní česle na ČOV Tábor (vlastní zdroj, Jelínková J., 2023)

6.4.3 Lapák písku

Lapák písku využívá gravitační síly a rozdílů hustot. Lapák písku zachycuje těžké částice velikosti od 0,1 až 0,2 mm. Lapák písku musí odstranit pouze písek, ne organickou suspenzi. Písek má hustotu okolo 2700 kg/m³, organická suspenze má hustotu přibližně 1000 kg/m³. Oddělený písek se z lapáku musí pravidelně odstraňovat (těžit) (Pecháček, 2019).

Tato zařízení jsou navržena pro eliminaci suspendovaných a anorganických látek o velikostech mezi 0,1 a 0,2 mm. Lapáky mohou být upraveny i pro separaci tuků. Tuky se vlivem zpomaleného proudění hromadí na hladině a jsou mechanicky stírány do žlabů. Lapák na odstranění písku funguje na základě zpomalení průtoku vody a oddělení částic s větší hustotou od vody pomocí gravitační síly (Hlavínek et al., 2001).

Lapáky písku jsou pravoúhlé nebo kruhové nádrže, obvykle jsou vybavené zařízením pro stírání dna i hladiny.

Využívané typy lapáků písku:

- Dvoukomorový lapák písku s horizontálním průtokem
- Vertikální lapák písku (Obrázek 6.5)
- Bochumský lapák písku
- Vírový lapák písku
- Pro vzdušňovaný lapák písku s příčným válcovým prouděním

(Pecháček, 2019).



Obrázek 6.5: Vertikální lapák písku na ČOV Malšice (vlastní zdroj, Jelínková, 2023)

6.4.4 Usazovací nádrže

V nejmodernějším čištění odpadních vod jsou primární usazovací nádrže považovány za nedílnou součást čištění odpadních vod a kalů, jakož i výroby bioplynu (u velkých čistíren) a elektrické energie. Taktéž ovlivňují účinnost celé čistírny odpadních vod. (IWA publishing., 2015).

Používají se k oddělení primárního organického znečištění. Vzniklý kal se nazývá primární a je energeticky cennou surovinou. (Pošta et al., 2005). Podle umístění v čistírnách odpadních vod je lze rozdělit na primární, umístěné na začátku technologické linky za hrubým předčištěním, a sekundární, které se nacházejí za biologickým čištěním (Nováková, 2016).

Nejběžnější typ konstrukce je betonová nádrž s kruhovým půdorysem a horizontálním průtokem (Kyncl, 2007).

Usazovací nádrže nejčastěji pracují kontinuálně tzv. průtočné usazovací nádrže. Naopak nádrže s přerušovaným provozem se nazývají dekantační.

Dle tvaru lze usazovací (sedimentační) nádrže rozdělit na 7 typů:

- Pravoúhlá usazovací nádrž s horizontálním průtokem (podélné)
- Kruhová usazovací nádrž s horizontálním průtokem (radiální)
- Kruhová usazovací nádrž s vertikálním průtokem (vertikální)
- Pravoúhlá s vertikálním průtokem
- Štěrbínová usazovací nádrž (s kalovým prostorem)
- Lamelová
- Etážová

Podle směru průtoku odpadní vody je možné rozdělení na 2 typy:

- Horizontální
- Vertikální (Nováková, 2016).

6.5 Biologické čištění odpadních vod

Biochemická spotřeba kyslíku je klíčovým ukazatelem ve druhé, biologické fázi čištění odpadních vod, kde dochází k intenzivnímu růstu heterotrofních mikroorganismů. Tyto mikroorganismy formují ve vzduchem obohacených nádržích vločky, které jsou bakteriálními shluky spojené s vláknitými houbami, a pohlcují organické složky z primárně ošetřených odpadních vod (Microbiologynote, 2022). Významnými zdroji biochemicky rozložitelného organického znečištění jsou právě komunální odpadní vody, zejména splaškové odpadní vody (Langhammer, 2009). Zmiňovaný proces mikroorganismů snižuje koncentraci biochemické spotřeby kyslíku v odpadní vodě, což je proces známý jako tvorba aktivovaného kalu.

Po této biologické úpravě je odpadní voda dále čištěna pomocí fyzikálně-chemických postupů před jejím vypuštěním do přírodních vodních toků (Microbiologynote, 2022).

Během procesu aerobního biologického čištění dochází k rozkladu organických látek díky působení mikroorganismů, zejména bakterií, za přítomnosti kyslíku (Buchanan a Seabloom, 2004). Tento systém polykultury je založen na bakteriích, s menším zastoupením mikromycetů, plísní, kvasinek, bezbarvých sinic a takzvaného vyššího osídlení. Vyšší osídlení, které závisí na stavu funkční polykultury, zahrnuje jednobuněčné organismy, jako jsou bičíkovci, měňavky a nálevníci, a také mnohobuněčné organismy, jako jsou háďátka, vířníci, červi a roztoči

(Pošta et al., 2005). Tyto mikroorganismy jsou schopny odstraňovat pouze organické znečištění a biologicky rozložitelné látky. Takové látky jsou použity mikroorganismy jako výživa a zdroj energie pro život, množení a růst. Konečnými produkty těchto dějů jsou oxid uhličitý a voda. Tato znečištění jsou obecně označována jako substrát. Pro syntézu buněčné hmoty potřebují mikroorganismy biogenní prvky, jako jsou uhlík, vodík, dusík, fosfor a síra. Biologické procesy čištění jsou rozděleny na aerobní a anaerobní, a pro oba typy jsou nezbytné různé podmínky a účast různých druhů mikroorganismů. Na čistírnách odpadních vod se tyto procesy provádějí v aktivačních nádržích (Mittal, 2011).

6.5.1 Aktivační nádrže

V aktivačních nádržích dochází k procesu aktivace, který zahrnuje čištění organických látek za přítomnosti aktivovaného kalu. Tento kal vzniká mísením odpadní vody s vratným kalem, a následným provzdušněním v aktivační nádrži. Aktivovaná směs odtéká do dosazovací nádrže, kde se separuje aktivovaný kal od vyčištěné vody. Část aktivovaného kalu se recykluje zpět do aktivační nádrže, přičemž podíl recyklovaného kalu obvykle činí 30–50 %. Proces provzdušňování je realizován pomocí stlačeného vzduchu, mechanických aerátorů, ejektorů a injektorů nebo kombinací těchto zařízení (Malý a Malá, 1996).

Existuje mnoho variant aktivačních nádrží, které se liší technologickými parametry:

- Směšovací aktivace
- Aktivace s postupným tokem
- Postupně zatěžovaná aktivace
- Odstupňovaná aktivace
- Aktivace s oddělenou regenerací kalu
- Aktivace se zkrácenou dobou zdržení
- Rychloaktivace
- Aktivace s cirkulací aktivační směsi
- Oběhová aktivace (Komínková et al., 2014).

6.5.2 Dosazovací nádrže

Dosazovací nádrže jsou v principu stejné jako usazovací nádrže, ovšem dosazovací nádrže se liší zpravidla svojí hloubkou (až 5 metrů u stěny pod přelivnou hranou). V čistírně se zařazují za biologický stupeň čištění a slouží k separaci aktivovaného

kalu, který se označuje jako kal sekundární. Je tvořen převážně mikroorganismy z aktivačního čištění. V aktivovaných kalech se často objevují pěnotvorné vláknité mikroorganismy, a proto se i dosazovací nádrže vybavují zařízením na stírání této pěny z hladiny (Malý a Malá, 2006).

Podle způsobu protékání aktivační směsi lze dosazovací nádrže rozdělit na:

- Pravoúhlé nádrže s horizontálním průtokem
- Kruhové nádrže s horizontálním průtokem (radiální)
- Nádrže s vertikálním průtokem

Nejvíce využívané jsou nádrže kruhové, u kterých se doporučuje radiální (horizontální) průtok, čímž se k separaci využije maximum usazovací plochy.

Z hydraulického hlediska jsou nejvýhodnější nádrže co největších rozměrů, neboť se tak na odtoku již neprojevují vzruchy způsobené vtokem aktivační směsi. (Pošta et al., 2005).

6.6 Terciární čištění odpadních vod

Terciární čištění je poslední stupeň čištění odpadních vod na čistírnách. Dochází k dočištění vody od dusíku a fosforu před jejím vypuštěním do recipientu. Zvýšená přítomnost sloučenin těchto dvou prvků ve vypouštěných odpadních vodách může vést k následujícím problémům:

- Toxicita amoniaku (zejména nedisociované formy) na vodní organismy
- Zvýšení nákladů na úpravu vody při vodárenském využívání
- Znemožnění a nebezpečí tvorby karcinogenních sloučenin
- Eutrofizace povrchových vod se všemi průvodními negativními jevy

(Bindzar et al., 2009).

6.6.1 Biologické odstraňování dusíku

Při procesu biologického odstraňování dusíku se uplatňují dva hlavní principy. Prvním principem je asimilační, který zahrnuje fixaci dusíku do buněčné hmoty prostřednictvím produkce buněčných látek. Druhým principem je disimilační, kterým dochází k redukci dusíku z nitritu na plynnou formu. Nejběžnějším procesem pro odstranění dusičnanů z odpadních vod je nitrifikace a denitrifikace (Švehla et al., 2007).

6.6.2 Biologické odstraňování fosforu

Biologické odstraňování fosforu spočívá ve schopnosti určitých mikroorganismů v aktivovaném kalu akumulovat fosfor ve formě polyfosfátů. Je důležité poznamenat, že v aerobních podmínkách mikroorganismy akumulují více fosforu v podobě polyfosfátů než je uvolněno v anaerobních podmínkách. To umožňuje odstranění určité části fosforu z odpadní vody (Švehla et al., 2007).

6.6.3 Chemické odstraňování fosforu

Chemické odstraňování fosforu často využívá proces srážení. Srážení fosforu v odpadních vodách spočívá v přeměně rozpuštěných anorganických forem fosforu na málo rozpustné fosfáty kovů. Zároveň dochází k odstraňování organicky vázaného fosforu, jelikož obsah nerozpuštěných látek po chemickém srážení značně klesá.

Nejčastěji používanými koagulanty, které jsou dostatečně účinné, a přitom ekonomicky přijatelné, jsou:

- Soli hliníku
- Soli železa
- Vápno

Přidáním koagulantu dochází k srážení rozpuštěných anorganických fosfátů a k tvorbě hydroxidů kovů (Al, Fe, Ca). Vznikají gelové vločky, které poutají fosfáty kovů a další nerozpuštěné látky přítomné ve vodách. Tento proces se nazývá koagulace (Švehla et al., 2007).

7 Metodika

7.1 Cíl práce

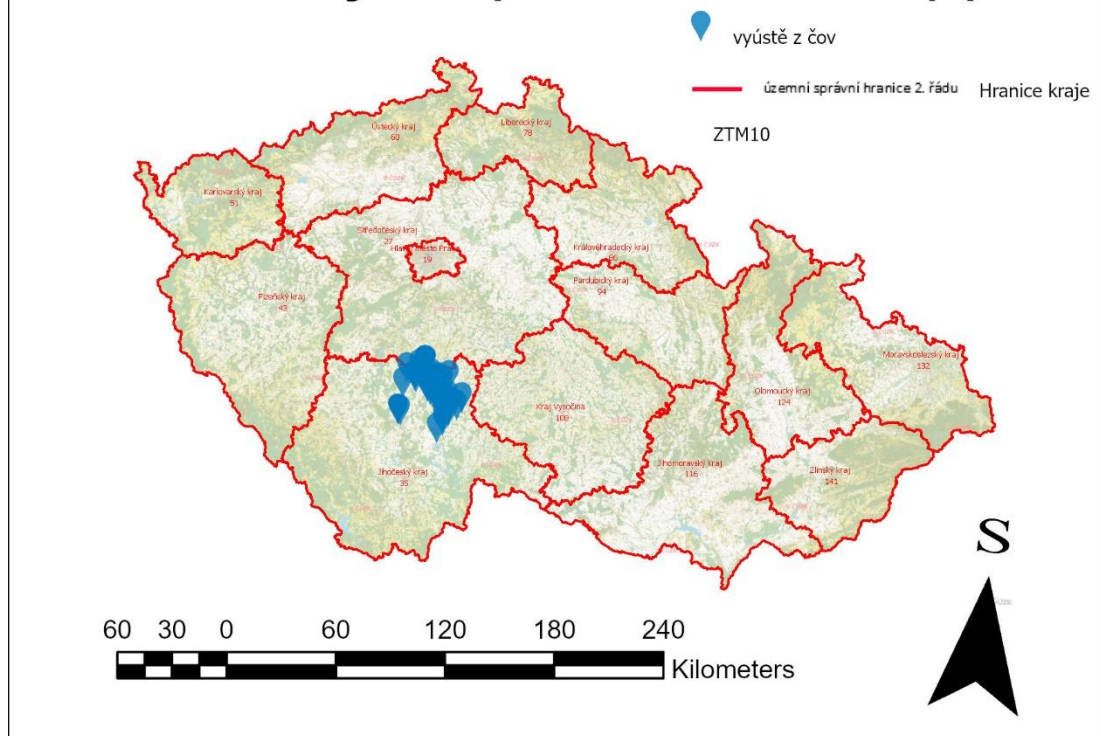
Cílem této bakalářské práce je z větší části vytvořit podrobnou literární rešerši, kdy předmětem zájmu je jakost povrchových vod v ČR, která je značně proměnlivá v čase. Mimo plošné zdroje znečištění mají na jakost vod významný vliv zejména čistírny odpadních vod, především jejich počet a účinnost, čímž se rešerše taktéž zabývá.

Součástí práce je také analýza vývoje počtu ČOV provozovaných akciovou společností ČEVAK v oblasti Sever, doplněné o tři mapy a graf, který sumarizuje informace o vývoji počtu ČOV. Tento vývoj je ovlivněn vstupem ČR do EU a Směrnicí Rady o čištění městských odpadních vod, což je také aspektem práce. Následuje porovnání tohoto vývoje s vývojem jakosti vody v oblasti Sever, který je zpracován formou textových informací, map a grafů s biochemickou spotřebou kyslíku za pět dní.

7.2 Materiál

Pro zpracování této bakalářské práce byla zvolena tzv. oblast Sever, kterou provozuje ČEVAK se sídlem v Táboře. ČEVAK je vodárenská společnost zabývající se především provozováním vodohospodářské infrastruktury, zejména úpraven pitné vody, vodovodních a kanalizačních sítí a čistíren odpadních vod. Dodávky pitné vody a odvádění odpadních vod tato akciová společnost zajišťuje pro více než půl milionu obyvatel krajů Jihočeského, Plzeňského a kraje Vysočina. Oblastí Sever je myšlená severní část Jihočeského kraje, konkrétně regiony (Táborsko, Veselsko, Soběslavsko a Milevsko). Tato oblast nejvíce zasahuje okres Tábor, z části i okres Písek a České Budějovice (Obrázek 7.1).

Umístění zájmových ČOV do mapy ČR



Obrázek 7.1: Umístění zájmových ČOV v rámci mapy ČR (vlastní zdroj, Jelínková, 2024)

7.3 Metody

7.3.1 Terénní průzkum

ČOV v severní oblasti byly podrobeny terénnímu průzkumu v období od listopadu 2023 do ledna 2024. Cílem terénního průzkumu bylo získání podrobných informací o místních podmínkách a dokumentace technologických a mechanických součástí ČOV, která byla následně využita v rámci literární rešerše této bakalářské práce.

7.3.2 Použité softwary

Graf vývoje počtu ČOV byl vytvořen v Excelu. Tento graf posloužil k uvědomění, do jakých časových úseků rozdělit mapy, které byly vytvořeny v programu ArcGis Pro. Nakonec byly vytvořeny 3 mapy, ve kterých se nacházejí ČOV, na základě reálných souřadnic, které byly geodeticky zaměřeny. Dále bylo vytvořeno 13 map, na kterých jsou zobrazeny profily a ČOV, které čistí vodu před jejím vypuštěním do toku v úseku před těmito profily.

7.3.3 Použité webové stránky

Pomocí Hydroekologického informačního systému Výzkumného ústavu vodohospodářského T.G. Masaryka (<https://heis.vuvv.cz/>) byly dohledány podrobné

informace o místě vypouštění z ČOV do povrchové vody, o jednotlivých tocích, o tom, kolik znečištění ČOV produkuje a kolik ho vypouští do konkrétního toku za období, a informace o účinnosti čištění odpadních vod vyjádřená v procentech. Profily s evidencí jakosti povrchových vod byly brány z portálu Českého hydrometeorologického ústavu (<https://www.chmi.cz/>), taktéž z tohoto portálu byly využity grafy, které zaznamenávaly biochemickou spotřebu kyslíku za pět dní, která je důležitým indikátorem kvality vody a procesu čištění odpadních vod.

8 Výsledky a diskuse

Pro lepší pochopení výsledků je užitečné získat konkrétní informace o procesu vstupu ČR do EU, který ovlivnil vývoj počtu čistíren (Graf 8.1) a následně i kvalitu vod, jež je ovlivněna bodovým znečištěním.

8.1 Vstup ČR do EU

Tehdejší Československo vyjádřilo zájem o členství v Evropských společenstvích (ES) prostřednictvím volebního hesla Občanského fóra „Zpátky do Evropy“. V prosinci 1990 zahájilo Československo jednání s Evropským společenstvím o uzavření asociační dohody. Roku 1991 tuto dohodu společně s Maďarskem a Polskem podepsalo. Ve dnech 12. a 13. prosince 2002 v Kodani byl na zasedání Evropské rady dokončen předvstupní proces s deseti kandidátskými státy, včetně České republiky. Na této schůzce byly uzavřeny všechny vyjednávací kapitoly včetně přechodných období, která poskytla novým členským zemím delší lhůtu k úspěšnému vyrovnání se se všemi povinnostmi vyplývajícími z členství v EU. K datu 1. 5. 2004 Evropská rada rozhodla v souladu se stanoviskem Komise o přijetí 10 nových členských států, včetně České republiky (TvořímeEvropu.cz, 2005).

8.1.1 Vyjednaná kapitola 22: Životní prostředí

Úprava ochrany životního prostředí a prosazování udržitelného rozvoje se v EU neustále rozšiřuje.

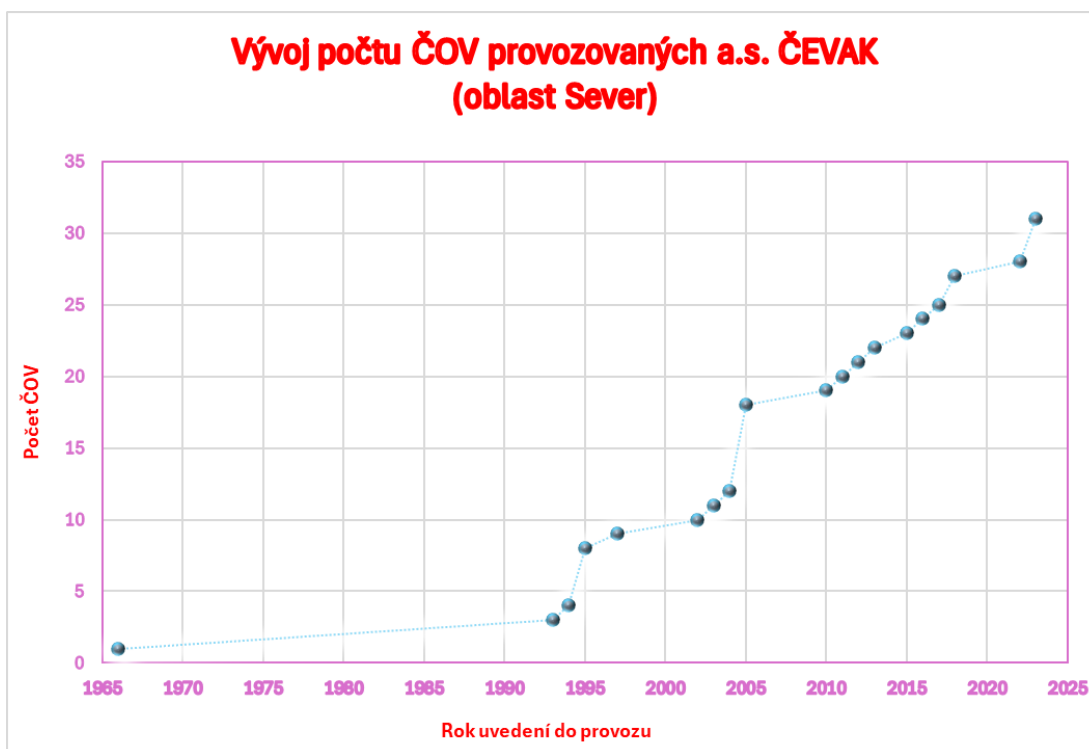
S přijetím Rámcové směrnice o čištění městských odpadních vod bylo nutné do 31. prosince 2010, aby ČR vybuodovala kanalizační systémy a čistírny odpadních vod pro obce a města s populací 2 000 - 10 000 EO. Všechna česká města s počtem obyvatel nad 10 tisíc, která již měla čistírny odpadních vod, musela upravit čistírny odpadních vod tak, aby bylo zajištěno čištění na patřičné úrovni (čistírny musejí mít terciální čištění, při kterém se odbourávají živiny – dusík a fosfor). Hlavním přínosem vyjednání tohoto přechodného období bylo časové rozložení předpokládaných vysokých nákladů na realizaci povinností uložených příslušnou směrnicí, což zároveň zmírnilo růst cen vodného a stočného.

Vzhledem k velké finanční náročnosti jednotlivých projektů, byla pro úspěšnou realizaci nutná finanční podpora. Zásadním finančním zdrojem byl Operační program Životní prostředí (OPŽP). Dalším finančním zdrojem byl dotační program MZe, dotační programy v rámci jednotlivých krajů a vlastní zdroje žadatelů. Konkrétní způsob financování byl vždy určen na základě individuálního posouzení

konkrétní akce. Finanční podpora pro výstavbu nových ČOV je využívána i v současnosti (Směrnice Rady, 1991/271/EHS).

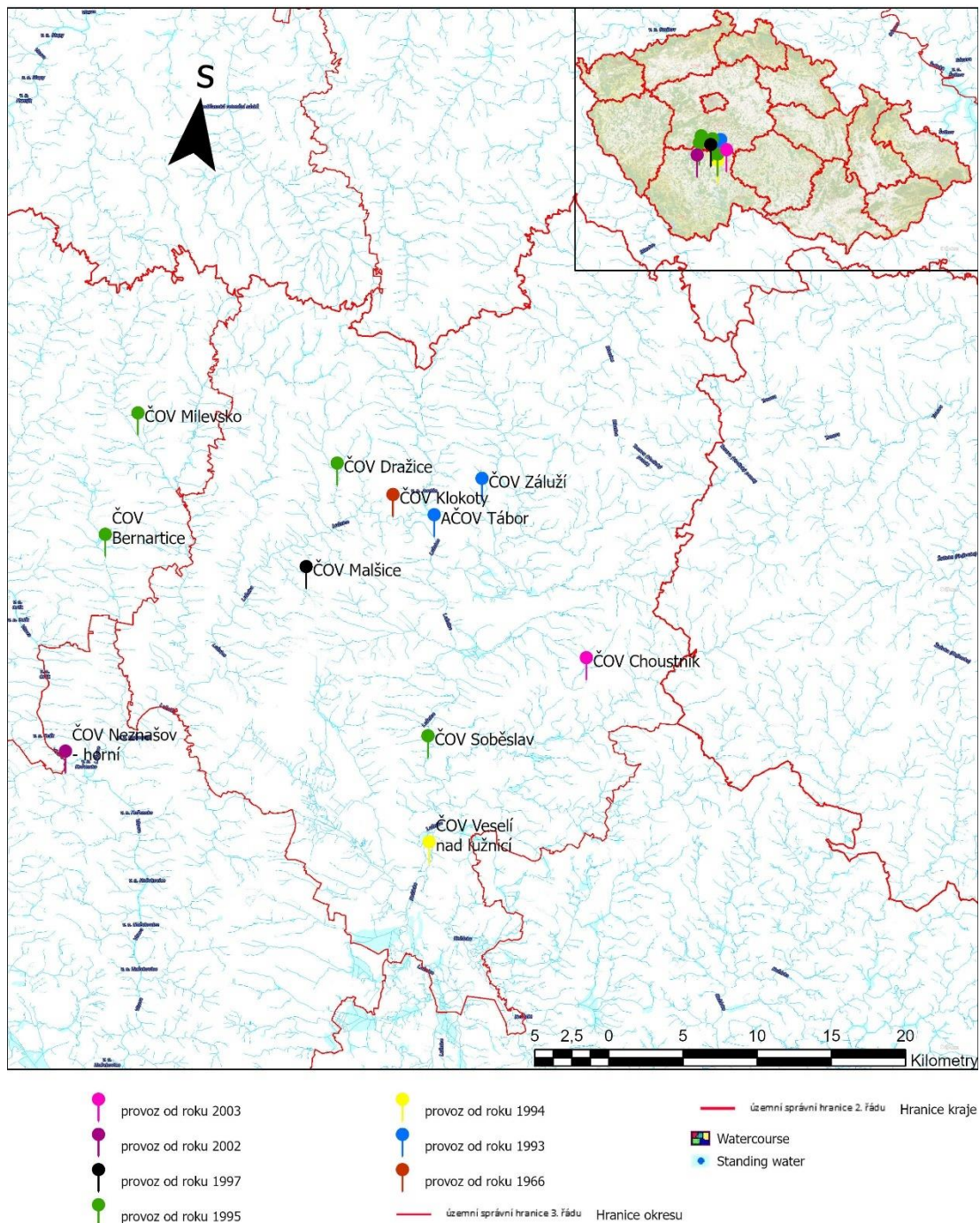
8.2 Vývoj počtu ČOV

Vývoj počtu čistíren vystihuje (Graf 8.1), který graficky zaznamenává nárůst počtu ČOV v oblasti Sever od roku, kdy byly uvedeny do provozu. Na výstavbu ČOV působí různé faktory, především vstup do EU a její směrnice (viz výše). ČEVAK–oblast Sever momentálně provozuje 31 komunálních čistíren odpadních vod, přičemž první čistírnu uvedla do provozu již v roce 1966. Do konce 20. století přibylo dalších 8 ČOV. Před vstupem do EU (Obrázek 8.1) již bylo v provozu celkem 11 čistíren. Následně po vstupu do EU (Obrázek 8.2) došlo k nejmarkantnějšímu nárůstu počtu ČOV. Do konce roku 2005 přibylo 7 nových čistíren, a od té doby až do současnosti (Obrázek 8.3) nikdy nebyla výstavba takto intenzivní. Následovala 5letá pauza, a další čistírna byla vystavěna až v roce 2010. Od té doby byla výstavba čistíren téměř konstantní (výjimkou byl rok 2013, kdy nedošlo k žádné výstavbě) až do roku 2022. Tři nejnovější ČOV byly uvedeny do provozu v roce 2023.



Graf 8.1: Vývoj počtu ČOV provozovaných a.s. ČEVAK (oblast Sever)
(vlastní zdroj, Jelínková, 2024)

Vývoj počtu ČOV před vstupem do EU (ČEVAK - oblast Sever)



Obrázek 8.1: Vývoj počtu ČOV před vstupem do EU (vlastní zdroj, Jelínková, 2024)

Na mapě je znázorněno 11 ČOV, které byly v provozu před vstupem České republiky do Evropské unie. Z těchto čistíren se 8 nachází v okrese Tábor, 1 v okrese České Budějovice a 2 v okrese Písek. Na této mapě jsou zobrazeny největší čistírny, které byly projektované pro největší kapacity EO v oblasti Sever (AČOV Tábor, ČOV Klokoť, ČOV Veselí nad Lužnicí, ČOV Soběslav, ČOV Milevsko).

Tento jev převládá především kvůli absenci závazků České republiky v oblasti výstavby čistíren odpadních vod před vstupem do Evropské unie, což vedlo k tomu, že čistírny byly budovány převážně většími městy. Všechny jmenované čistírny již prošly rekonstrukcí.

8.2.1 Popis ČOV v provozu před vstupem do EU

ČOV Klokoty je nejstarší čistírna, kterou Provozní oblast Sever provozuje.

Okres: Tábor

Počet EO (projekt): 16 000

Počet EO (skutečnost): 14 734

Počet pracovníků: 6

Typ ČOV: biologická ČOV, která chemicky sráží fosfor a odstraňuje dusík

Součásti ČOV: dešťová zdrž, jemné česle, lapák písku, pravoúhlá usazovací nádrž, aktivační nádrž, 2 dosazovací nádrže kruhového tvaru, regenerační nádrž, mezofilní vyhnívací nádrž, uskladňovací nádrž, homogenizační nádrž

Odvodnění kalu: šnekový lis

Terciární stupeň čištění: mikrosíto

AČOV Tábor je největší čistírna této oblasti, a jednou z největších čistíren provozovaných společností ČEVAK.

Okres: Tábor

Počet EO (projekt): 95 000

Počet EO (skutečnost): 92 443

Počet pracovníků: 9

Typ ČOV: biologická ČOV, která chemicky sráží fosfor a odstraňuje dusík

Součásti ČOV: dešťová zdrž, lapák šterku, jemné česle, lapák písku, 2 pravoúhlé usazovací nádrže, 2 aktivační nádrže, 2 dosazovací nádrže kruhového tvaru, regenerační nádrž, 2 mezofilní vyhnívací nádrže, uskladňovací nádrž, homogenizační nádrž, 2 kogenerační jednotky

Odvodnění kalu: šnekový lis /odstředivka – v provozu od poloviny roku 2023

ČOV Záluží

Okres: Tábor

Počet EO (projekt): 300

Počet EO (skutečnost): 396 (skutečné využití čistírny je vyšší, než využití dle projektové dokumentace)

Počet pracovníků: 1

Typ ČOV: biologická ČOV, která odstraňuje dusík

Součásti ČOV: hrubé česle, lapák písku, aktivační nádrž, kruhová dosazovací nádrž

ČOV Veselí nad Lužnicí

Okres: Tábor

Počet EO (projekt): 15 000

Počet EO (skutečnost): 16 649 (skutečné využití čistírny je vyšší, než využití dle projektové dokumentace)

Počet pracovníků: 3

Typ ČOV: biologická ČOV, která chemicky sráží fosfor a odstraňuje dusík

Součásti ČOV: dešťová zdrž, hrubé česle, jemné česle, lapák písku, aktivační nádrž, 4 čtvercové vertikální dosazovací nádrže, homogenizační nádrž, uskladňovací nádrž

Odvodnění kalu: síto pásový lis

V současné době je připraven projekt na intenzifikaci a modernizaci této ČOV.

ČOV Soběslav je provozována nad své současné projekční hodnoty, vlivem překračování kapacity čistírny může dojít k snížení účinnosti ČOV, a tím zhoršení výsledků kvality vod, což naznačuje, že v příštích letech bude zapotřebí provést intenzifikaci současného zařízení. Tato opatření zajistí navýšení kapacity EO, kterou bude schopna čistírna zajistit.

Okres: Tábor

Počet EO (projekt): 7 500

Počet EO (skutečnost): průměr za roky 2019–2023: 8 367 (skutečné využití čistírny je vyšší, než využití dle projektové dokumentace)

Počet pracovníků: 2

Typ ČOV: biologická ČOV, která chemicky sráží fosfor a odstraňuje dusík

Součásti ČOV: jemné česle, lapák písku, 2 pravoúhlé usazovací nádrže, 2 aktivační nádrže, 2 kruhové dosazovací nádrže, homogenizační nádrž, mezofilní vyhnívací nádrž, uskladňovací nádrž

Odvodnění kalu: šnekový lis

ČOV Dražice

Okres: Tábor

Počet EO (projekt): 1 000

Počet EO (skutečnost): 602

Počet pracovníků: 1

Typ ČOV: biologická ČOV

Součásti ČOV: lapák šterku, hrubé česle, jemné česle, lapák písku, aktivační nádrž – oxidační příkop, 2 čtvercové dosazovací nádrže, uskladňovací nádrž

ČOV Malšice

Okres: Tábor

Počet EO (projekt): 1 400

Počet EO (skutečnost): 670

Počet pracovníků: 1

Typ ČOV: biologická ČOV, která chemicky sráží fosfor a odstraňuje dusík (od začátku roku 2024)

Součásti ČOV: jemné česle, lapák písku, 2 šterbinové usazovací nádrže, aktivační nádrž, 2 dosazovací nádrže, uskladňovací nádrž

Odvodnění kalu: kalové pole

Na začátku roku 2024 byla čistírna po rekonstrukci uvedena do zkušebního provozu.

ČOV Choustník

Okres: Tábor

Počet EO (projekt): 2 657

Počet EO (skutečnost): 2 448

Počet pracovníků: 1

Typ ČOV: biologická ČOV, která chemicky sráží fosfor a odstraňuje dusík

Součásti ČOV: jemné česle, lapák písku, 2 aktivační nádrže, 2 dosazovací nádrže kruhového tvaru, regenerační nádrž, homogenizační nádrž, uskladňovací nádrž

Odvodnění kalu: odstředivka

Terciární stupeň čištění: mikrosíto

Je provozována nad své současné projekční hodnoty, vlivem překračování kapacity čistírny může dojít k snížení účinnosti ČOV, a tím zhoršení kvality povrchových vod, což naznačuje, že v příštích letech bude zapotřebí provést intenzifikaci současného zařízení buď této obecní ČOV, nebo lépe průmyslové ČOV

pro Intersnack a.s., odkud jsou čerpány předčištěné OV. Tato opatření by zajistila zvýšení stability provozu obecní ČOV a zlepšení kvality odtékající vyčištěné vody.

ČOV Neznašov – horní (starší)

Okres: České Budějovice

Počet EO (projekt): 150

Počet EO (skutečnost): 25

Počet pracovníků: 1

Typ ČOV: biologická ČOV, odstraňuje dusík

Součásti ČOV: jemné česle, 1 aktivační nádrž, 1 dosazovací nádrž kruhového tvaru

ČOV Milevsko

Okres: Písek

Počet EO (projekt): 14 500

Počet EO (skutečnost): 5 843

Počet pracovníků: 3

Typ ČOV: biologická ČOV, která chemicky sráží fosfor a odstraňuje dusík

Součásti ČOV: dešťová zdrž, hrubé česle, jemné česle, lapák písku, 4 aktivační nádrže, 2 dosazovací nádrže obdélníkového tvaru, homogenizační nádrž, uskladňovací nádrž

Odvodnění kalu: pásový lis – v roce 2024 bude nahrazen efektivnějším šnekovým lisem

Terciární stupeň čištění: mikrosíto

ČOV Bernartice

Okres: Písek

Počet EO (projekt): 1 495

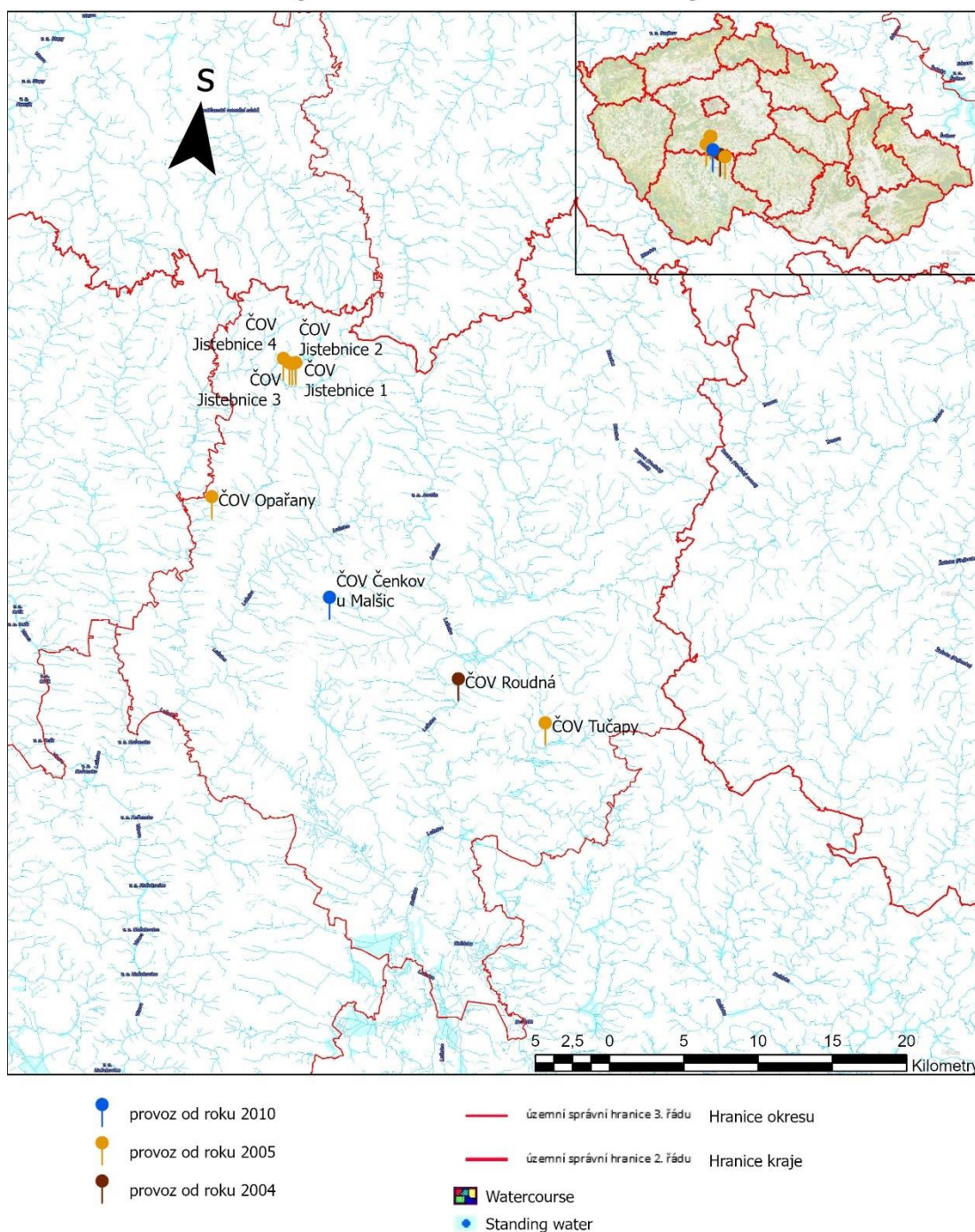
Počet EO (skutečnost): 851

Počet pracovníků: 1

Typ ČOV: biologická ČOV, která odstraňuje dusík

Součásti ČOV: dešťová zdrž, lapák šterku, hrubé česle, lapák písku, kruhová usazovací nádrž, 1 aktivační nádrž, 1 dosazovací nádrž kruhového tvaru, homogenizační nádrž, uskladňovací nádrž

Vývoj počtu ČOV po vstupu do EU do roku 2010 (ČEVAK - oblast Sever)



Obrázek 8.2: Vývoj počtu ČOV po vstupu do EU do roku 2010 (vlastní zdroj, Jelínková, 2024)
 Mapa zobrazuje 8 ČOV, které byly uvedeny do provozu po vstupu do EU, tedy po 1. 5. 2004. Mezi lety 2006 až 2009 nedošlo k žádné výstavbě bez zjevných důvodů a další čistírna byla postavena až v roce 2010. Tento rok představuje ukončení přechodného období, během kterého musely být splněny požadavky rámcové směrnice o čištění městských odpadních vod.

8.2.2 Popis ČOV v provozu po vstupu do EU do roku 2010

ČOV Roudná

Okres: Tábor

Počet EO (projekt): 515

Počet EO (skutečnost): 496

Počet pracovníků: 1

Typ ČOV: biologická ČOV, která odstraňuje dusík

Součásti ČOV: lapák štěrku, hrubé česle, jemné česle, lapák písku, aktivační nádrž, čtvercová dosazovací nádrž, uskladňovací nádrž

ČOV Jistebnice 1

Okres: Tábor

Počet EO (projekt): 250

Počet EO (skutečnost): 308 (skutečné využití čistírny je vyšší, než využití dle projektové dokumentace)

Počet pracovníků: 1

Typ ČOV: biologická ČOV, která odstraňuje dusík

Součásti ČOV: hrubé česle, lapák písku, 2 aktivační nádrže, 2 čtvercové dosazovací nádrže, uskladňovací nádrž

ČOV Jistebnice 2

Okres: Tábor

Počet EO (projekt): 350

Počet EO (skutečnost): 512 (skutečné využití čistírny je vyšší, než využití dle projektové dokumentace)

Počet pracovníků: 1

Typ ČOV: biologická ČOV, která odstraňuje dusík

Součásti ČOV: hrubé česle, lapák písku, 2 aktivační nádrže, 2 čtvercové dosazovací nádrže

ČOV Jistebnice 3

Okres: Tábor

Počet EO (projekt): 150

Počet EO (skutečnost): 136

Počet pracovníků: 1

Typ ČOV: biologická ČOV

Součásti ČOV: hrubé česle, lapák písku, 1 aktivací nádrž, dosazovací nádrž tvaru vsazený kruh

ČOV Jistebnice 4

Okres: Tábor

Počet EO (projekt): 75

Počet EO (skutečnost): 26

Počet pracovníků: 1

Typ ČOV: biologická ČOV

Součásti ČOV: hrubé česle, lapák písku, aktivací nádrž, dosazovací nádrž tvaru vsazený kruh

Všechny 4 ČOV Jistebnice jsou provozovány již téměř za hranic svých projekčních i technických možností. Ve výstavbě je centrální ČOV Jistebnice, která je nahradí.

ČOV Tučapy

Okres: Tábor

Počet EO (projekt): 600

Počet EO (skutečnost): 201

Počet pracovníků: 1

Typ ČOV: biologická ČOV, která odstraňuje dusík

Součásti ČOV: hrubé česle, lapák písku, 2 aktivací nádrže, 2 čtvercové dosazovací nádrže, uskladňovací nádrž

ČOV Opařany

Okres: Tábor

Počet EO (projekt): 1 700

Počet EO (skutečnost): 527

Počet pracovníků: 1

Typ ČOV: biologická ČOV, která odstraňuje dusík

Součásti ČOV: jemné česle, lapák písku, 2 aktivací nádrže, 2 čtvercové dosazovací nádrže, uskladňovací nádrž

ČOV Čenkov u Malšic

Okres: Tábor

Počet EO (projekt): 300

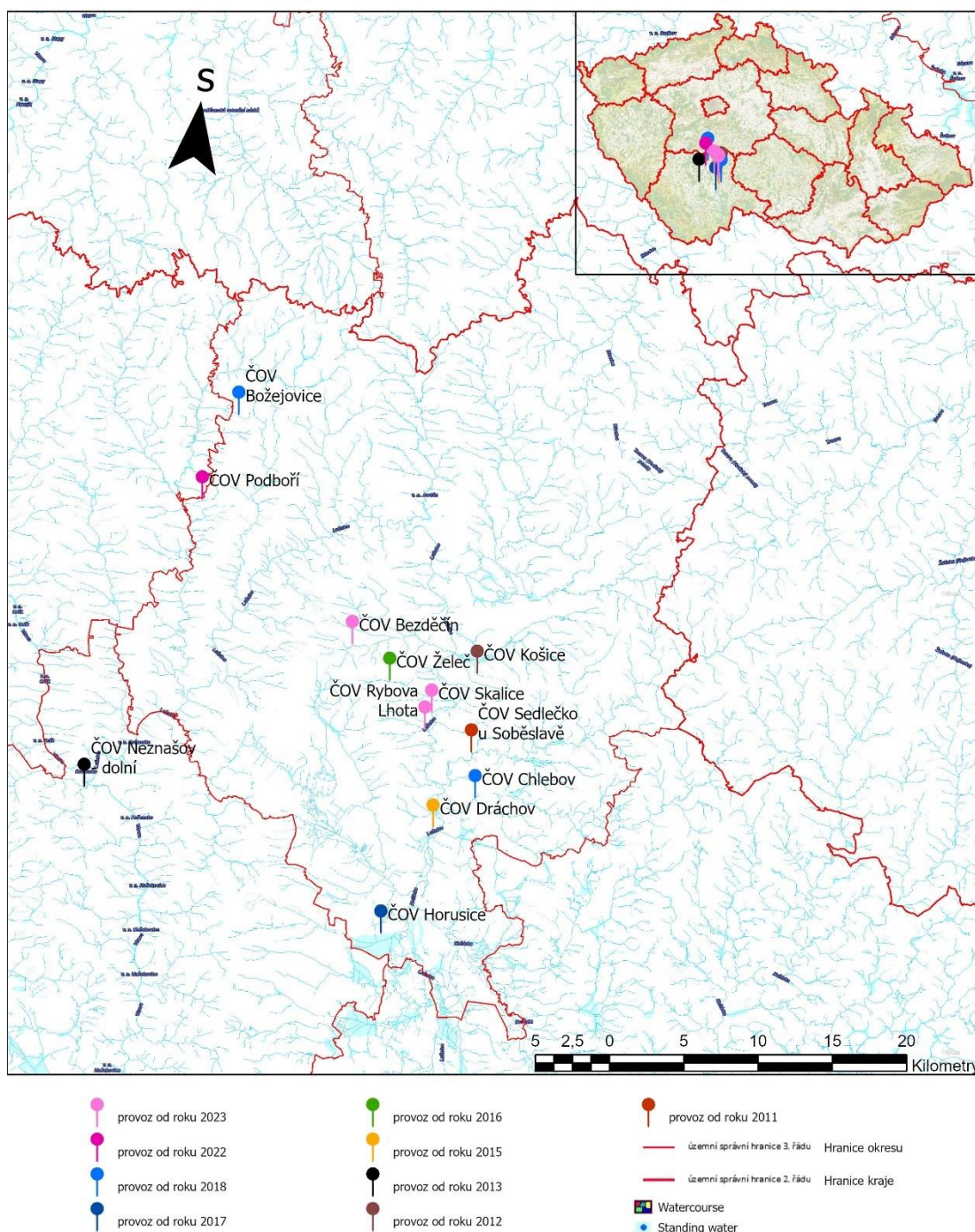
Počet EO (skutečnost): 144

Počet pracovníků: 0

Typ ČOV: biologická ČOV, která odstraňuje dusík

Součásti ČOV: hrubé česle, lapák písku, aktivační nádrž, čtvercová vertikální dosazovací nádrž, uskladňovací nádrž

Vývoj počtu ČOV od roku 2011 do současnosti (ČEVAK - oblast Sever)



Obrázek 8.3: Vývoj počtu ČOV od roku 2011 do současnosti (vlastní zdroj, Jelínková, 2024)
 Na této mapě se nachází 12 ČOV, které přišly do provozu od roku 2011. V tomto období docházelo k nejintenzivnějšímu nárůstu ČOV. Všechny ČOV se nacházejí v okrese Tábor, s výjimkou čistírny Neznašov – dolní, která leží v okrese České Budějovice. Všechny tyto čistírny jsou malé, přičemž největší z nich má projektovanou kapacitu pouze 700 ekvivalentních obyvatel.

8.2.3 Popis ČOV v provozu od roku 2011 do současnosti

KČOV Sedlečko u Soběslavě je jediná kořenová čistírna v oblasti.

Okres: Tábor

Počet EO (projekt): 400

Počet EO (skutečnost): 59

Počet pracovníků: 1

Typ ČOV: biologická ČOV

Součásti ČOV: hrubé česle, lapák písku, šterbinová nádrž, 4 kořenová pole

ČOV Košice

Okres: Tábor

Počet EO (projekt): 700

Počet EO (skutečnost): 22

Počet pracovníků: 1

Typ ČOV: biologická ČOV

Součásti ČOV: jemné česle, lapák písku, šterbinová nádrž,

stabilizační nádrž – biologický rybník

ČOV Neznašov – dolní

Okres: České Budějovice

Počet EO (projekt): 600

Počet EO (skutečnost): 112

Počet pracovníků: 1

Typ ČOV: biologická ČOV, která odstraňuje dusík

Součásti ČOV: jemné česle, 1 aktivační nádrž, 1 dosazovací nádrž obdélníkové tvaru,

zahušťovací a uskladňovací nádrž

ČOV Dráčov

Okres: Tábor

Počet EO (projekt): 250

Počet EO (skutečnost): 170

Počet pracovníků: 1

Typ ČOV: biologická ČOV, která odstraňuje dusík

Součásti ČOV: jemné česle, lapák písku, aktivační nádrž, čtvercová dosazovací nádrž,

uskladňovací nádrž

ČOV Želeč

Okres: Tábor

Počet EO (projekt): 453

Počet EO (skutečnost): 331

Počet pracovníků: 1

Typ ČOV: biologická ČOV

Součásti ČOV: jemné česle, lapák písku, štěrbínová nádrž,
stabilizační nádrže – 2 biologické rybníky

ČOV Horusice

Okres: Tábor

Počet EO (projekt): 180

Počet EO (skutečnost): 105

Počet pracovníků: 1

Typ ČOV: biologická ČOV, která odstraňuje dusík

Součásti ČOV: jemné česle, lapák písku, aktivační nádrž, kruhová dosazovací nádrž,
uskladňovací nádrž

ČOV Chlebov je provozována mírně nad své současné limity, vlivem překračování kapacity čistírny může dojít k snížení účinnosti ČOV, a tím zhoršení kvality povrchových vod, což naznačuje, že v příštích letech bude zapotřebí provést intenzifikaci současného zařízení, např. osazením povrchového aerátoru.

Okres: Tábor

Počet EO (projekt): 200

Počet EO (skutečnost): 225

Počet pracovníků: 1

Typ ČOV: biologická ČOV

Součásti ČOV: hrubé česle, dvoukomorová usazovací nádrž, stabilizační nádrže – 3
biologické rybníky

ČOV Božejovice – na výhradně oddílné kanalizaci

Okres: Tábor

Počet EO (projekt): 180

Počet EO (skutečnost): 88

Počet pracovníků: 1

Typ ČOV: biologická ČOV, která odstraňuje dusík

Součásti ČOV: hrubé česle, aktivační nádrž, dosazovací nádrž tvaru vsazený kruh, uskladňovací nádrž

ČOV Podboří

Okres: Tábor

Počet EO (projekt): 150

Počet EO (skutečnost): 44

Počet pracovníků: 1

Typ ČOV: biologická ČOV

Součásti ČOV: jemné česle, aktivační nádrž, kruhová dosazovací nádrž, uskladňovací nádrž

ČOV Skalice

Okres: Tábor

Počet EO (projekt): 400

Počet EO (skutečnost): 138

Počet pracovníků: 1

Typ ČOV: biologická ČOV, která odstraňuje dusík

Součásti ČOV: hrubé česle, jemné česle, lapák písku, 1 aktivační nádrž, 1 čtvercová dosazovací nádrž

ČOV Rybova Lhota – na výhradně oddílné kanalizaci

Okres: Tábor

Počet EO (projekt): 250

Počet EO (skutečnost): 94

Počet pracovníků: 1

Typ ČOV: biologická ČOV, která odstraňuje dusík

Součásti ČOV: jemné česle, aktivační nádrž, čtvercová dosazovací nádrž

ČOV Bezděčín je nejmladší čistírna oblasti Sever, zatím ve zkušebním provozu

Okres: Tábor

Počet EO (projekt): 130

Počet EO (skutečnost): 200

Počet pracovníků: 1

Typ ČOV: biologická ČOV, která odstraňuje dusík

Součásti ČOV: hrubé česle, lapák písku, jemné česle, aktivační nádrž, dosazovací nádrž tvaru vsazený kruh, uskladňovací nádrž

8.3 Vývoj kvality povrchových vod

Již od 60. let 20. století dochází pravidelně k hodnocení a klasifikaci kvality vody. Klasifikace zahrnuje, porovnání charakteristické hodnoty s definovanými mezními hodnotami pro jednotlivé třídy kvality vody a následné zařazení daného ukazatele do jedné z pěti tříd kvality vody (viz kap. 3.3) v závislosti na míře znečištění (VTEI, 2017).

V dnešní době jsme v České republice díky výstavbě řady čistíren odpadních vod v posledních letech na světové špičce, a cílem už není jen kvalitní čištění odpadních vod, ale také maximální energetická efektivita.

Profil sledování jakosti povrchových vod: PVL_2725



Obrázek 8.4: Profil sledování jakosti povrchových vod: PVL_2725
(vlastní zdroj, Jelínková, 2024)

Profil se nachází v obci Sepekov na vodním toku Smutná (Obrázek 8.4) (s hydrologickým povodím I. řádu Labe, II. řádu Lužnice a Vltava od Lužnice po Otavu, III. řádu Lužnice od Nežárky po ústí) konkrétně na 23,700 říčním kilometru.

Do tohoto toku se vypouští nebo přitéká vyčištěná voda z ČOV:

ČOV Jistebnice 1

Vodní tok: Křivošínský potok

Říční kilometr ČOV od PVL_2725: 25,882

Říční kilometr od ústí toku: 0,126

Bsk₅ 2006: Množství produkovaného znečištění za období: 12,35 t

Množství vypouštěného znečištění za období: 4,18 t

Účinnost čištění odpadních vod: 66 %

Bsk₅ 2022: Množství produkovaného znečištění za období: 3,46 t

Množství vypouštěného znečištění za období: 0,12 t

Účinnost čištění odpadních vod: 97 %

ČOV Jistebnice 2

Vodní tok: Smutná

Říční kilometr ČOV od PVL_2725: 25,849

Říční kilometr od ústí toku: 41,200

Bsk₅ 2006: Množství produkovaného znečištění za období: 6,37 t

Množství vypouštěného znečištění za období: 1,20 t

Účinnost čištění odpadních vod: 81 %

Bsk₅ 2022: Množství produkovaného znečištění za období: 1,38 t

Množství vypouštěného znečištění za období: 0,20 t

Účinnost čištění odpadních vod: 85 %

ČOV Jistebnice 3

Vodní tok: Smutná

Říční kilometr ČOV od PVL_2725: 25,541

Říční kilometr od ústí toku: 41,100

Bsk₅ 2006: Množství produkovaného znečištění za období: 6,37 t

Množství vypouštěného znečištění za období: 1,20 t

Účinnost čištění odpadních vod: 81 %

Bsk₅ 2022: Množství produkovaného znečištění za období: 2,58 t

Množství vypouštěného znečištění za období: 0,23 t

Účinnost čištění odpadních vod: 91 %

ČOV Jistebnice 4 na (<https://hejs.vuv.cz/>) není evidována

ČOV Božejovice

Vodní tok: Radihošťský potok

Říční kilometr ČOV od PVL_2725: 15,439

Říční kilometr od ústí toku: 3,100

Bsk₅ 2016: Množství produkovaného znečištění za období: neznámé

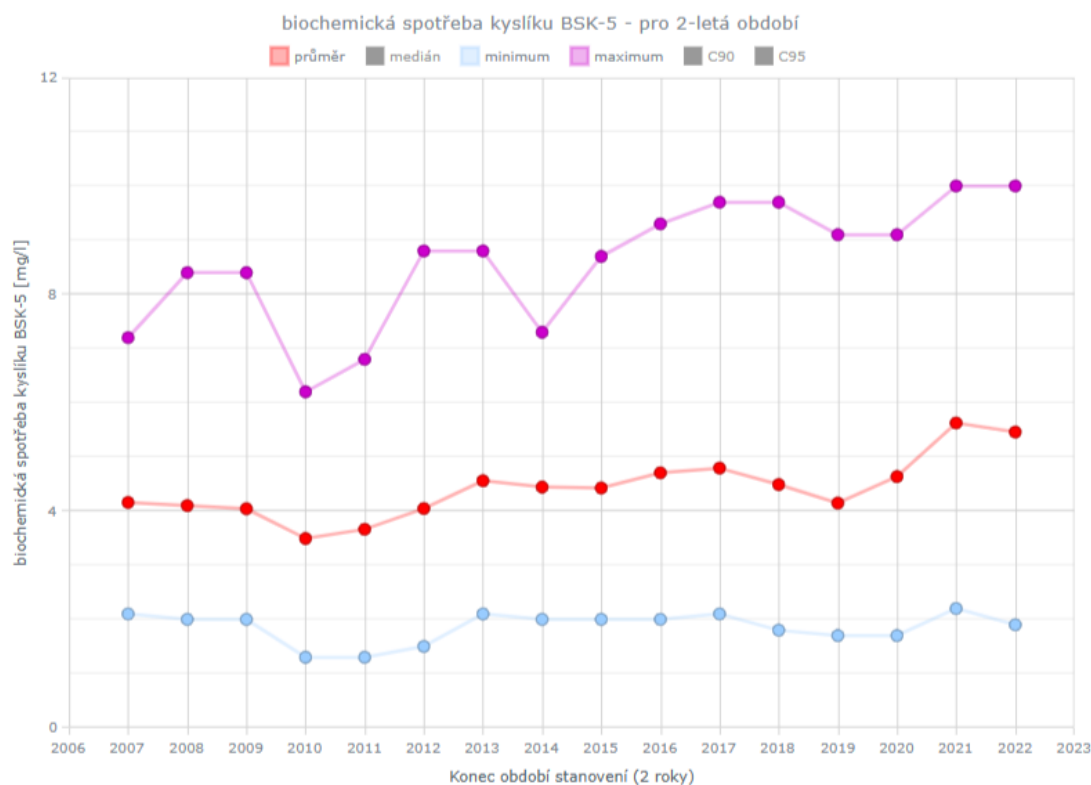
Množství vypouštěného znečištění za období: 0,20 t

Účinnost čištění odpadních vod: neznámá

Bsk₅ 2022: Množství produkovaného znečištění za období: 3,61 t

Množství vypouštěného znečištění za období: 0,03 t

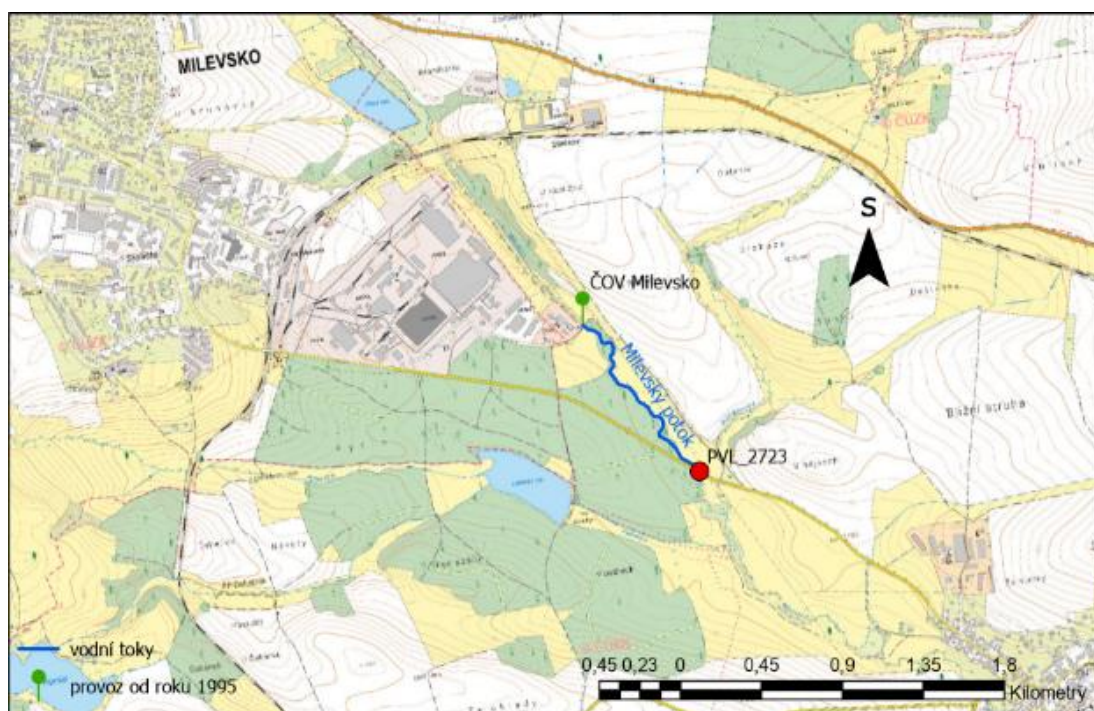
Účinnost čištění odpadních vod: 99 %



Graf 8.2: Biochemická spotřeba kyslíku BSK₅ – pro 2letá období PVL_2725 (ČHMÚ, 2024)

Navzdory tomu, že účinnost čistíren odpadních vod v roce 2022 dosáhla minimálně 85 %, došlo od roku 2017 ke zhoršení třídy kvality vody na profilu (Graf 8.2) z dosavadní třídy III na IV. Tomu odpovídá i průměrný nárůst BSK₅ na grafu, která měla od roku 2019 stoupavý trend, zastavil se v roce 2021. Nejvyššího množství BSK₅ bylo dosaženo tedy v roce 2021 a v roce 2022, kdy dosáhla hodnoty 10 mg/l. Naopak nejnižší hodnota BSK₅ byla zaznamenána v letech 2009-2011 a činila 1,3 mg/l.

Profil sledování jakosti povrchových vod: PVL_2723



**Obrázek 8.5: Profil sledování jakosti povrchových vod: PVL_2723
(vlastní zdroj, Jelínková, 2024)**

Profil se nachází opět v obci Sepekov na vodním toku Milevský potok (Obrázek 8.5) (s hydrologickým povodím I. řádu Labe, II. řádu Lužnice a Vltava od Lužnice po Otavu, III. řádu Lužnice od Nežárky po ústí) konkrétně na 4,400 říčním kilometru.

Do tohoto toku se vypouští nebo přitéká vyčištěná voda z ČOV:

ČOV Milevsko

Vodní tok: Milevský potok

Říční kilometr ČOV od PVL_2723: 1,214

Říční kilometr od ústí toku: 5,150

Bsk₅ 2006: Množství produkovaného znečištění za období: 178,11 t

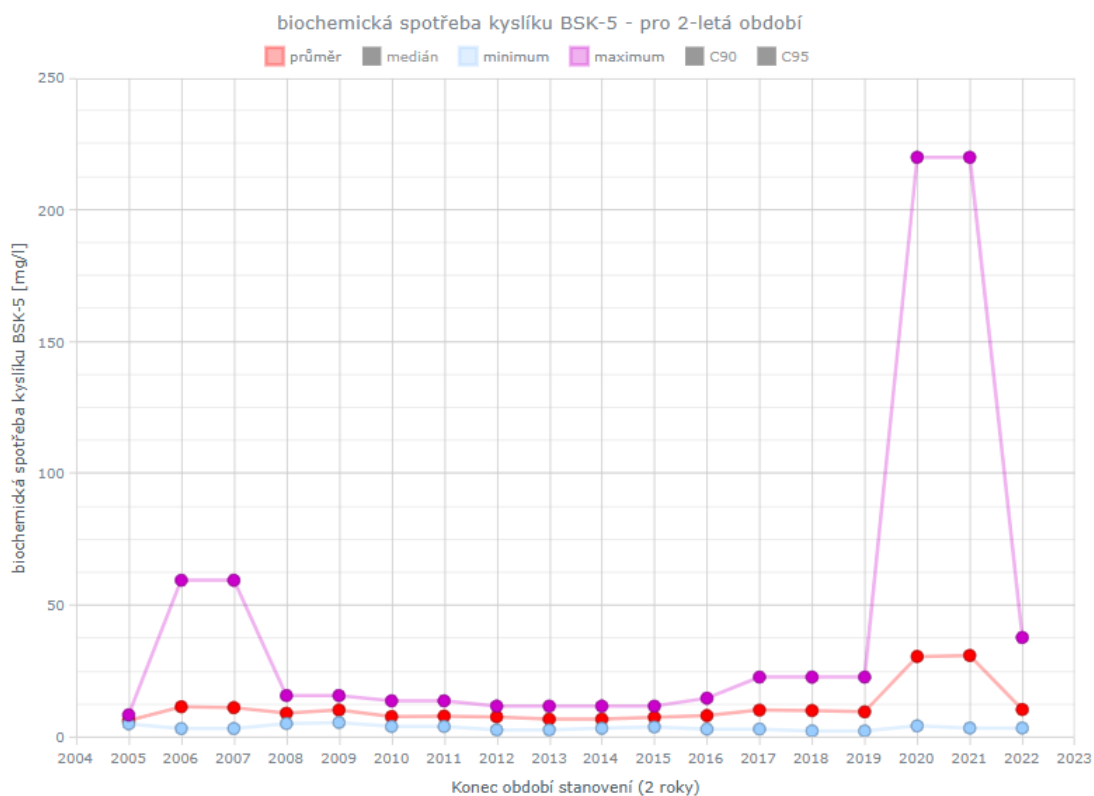
Množství vypouštěného znečištění za období: 2,22 t

Účinnost čištění odpadních vod: 99 %

Bsk₅ 2022: Množství produkovaného znečištění za období: 131,11 t

Množství vypouštěného znečištění za období: 4,05 t

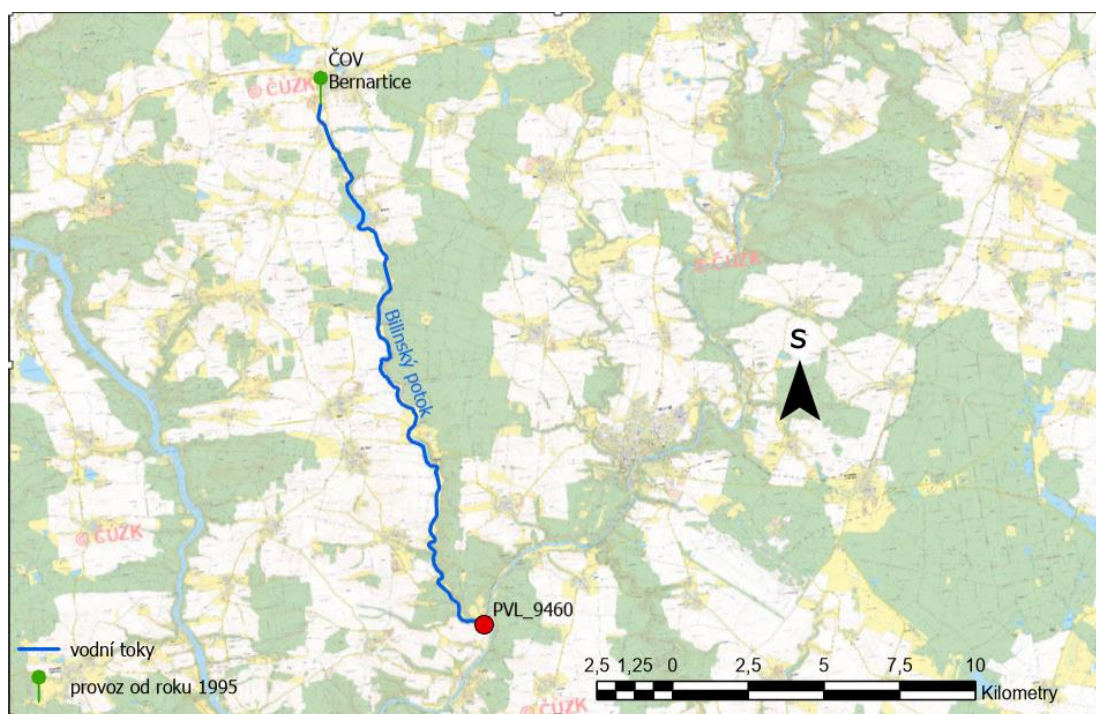
Účinnost čištění odpadních vod: 97 %



Graf 8.3: Biochemická spotřeba kyslíku BSK₅ – pro 2letá období PVL_2723 (ČHMÚ, 2024)

Graf potvrzuje informace z ČOV Milevsko. Tento profil (Graf 8.3) vykazuje velmi neuspokojivé výsledky kvality vody. V roce 2004 dosáhla třída jakosti vody úrovně IV, následující rok byla kvalita zhoršena až do roku 2009, kdy třída jakosti vody byla V, poté došlo ke zlepšení na IV třídu do roku 2016, a od této doby je profil klasifikován opět jako V třída. Nejvyšší hodnota BSK₅ byla zaznamenána od roku 2019 až do roku 2021, kdy BSK₅ dosáhla neobvykle vysokých hodnot až 220 mg/l. Nejnižší hodnota byla zaznamenána v letech 2017-2019, kdy hodnota BSK₅ činila 2,6 mg/l.

Profil sledování jakosti povrchových vod: PVL_9460



**Obrázek 8.6: Profil sledování jakosti povrchových vod: PVL_9460
(vlastní zdroj, Jelínková, 2024)**

Profil se nachází v obci Bechyně na vodním toku Bilinský potok (Obrázek 8.6) (s hydrologickým povodím I. řádu Labe, II. řádu Lužnice a Vltava od Lužnice po Otavu, III. řádu Lužnice od Nežárky po ústí) konkrétně na 0,250 říčním kilometru.

Do tohoto toku se vypouští nebo přitéká vyčištěná voda z ČOV:

ČOV Bernartice

Vodní tok: Bilinský potok

Říční kilometr ČOV od PVL_9460: 21,802

Říční kilometr od ústí toku: 14,800

Bsk₅ 2006: Množství produkovaného znečištění za období: 8,99 mg/l

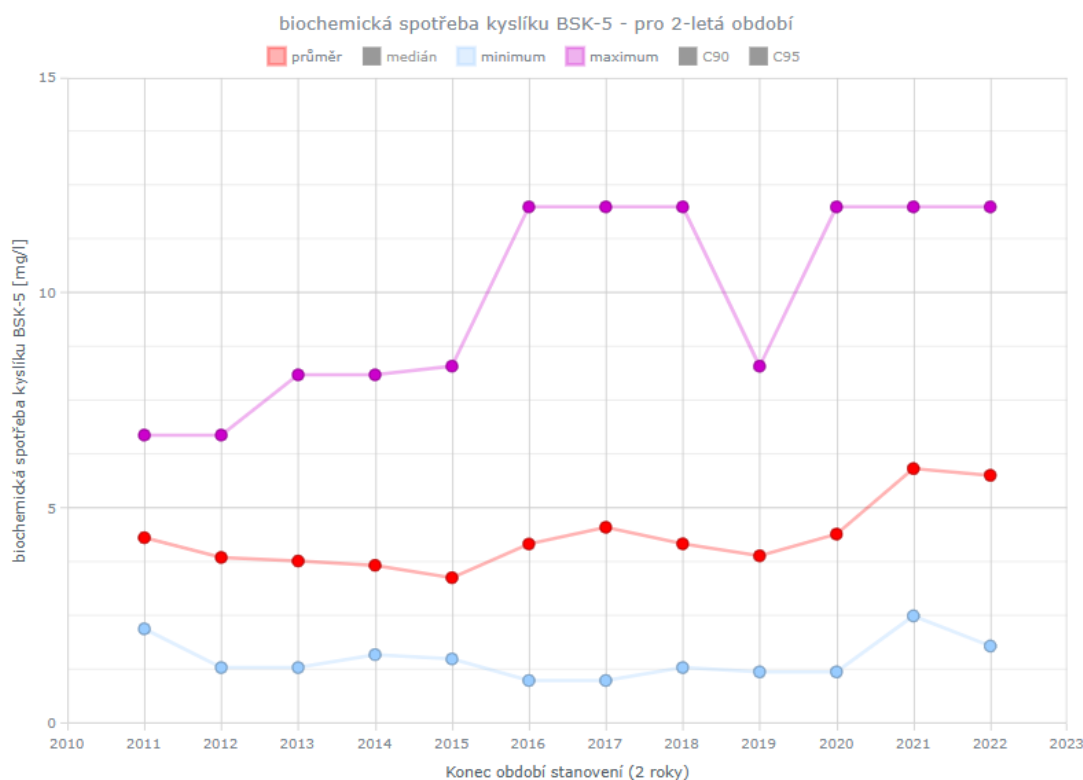
Množství vypouštěného znečištění za období: 0,93 mg/l

Účinnost čištění odpadních vod: 90 %

Bsk₅ 2022: Množství produkovaného znečištění za období: 11,93 mg/l

Množství vypouštěného znečištění za období: 0,68 mg/l

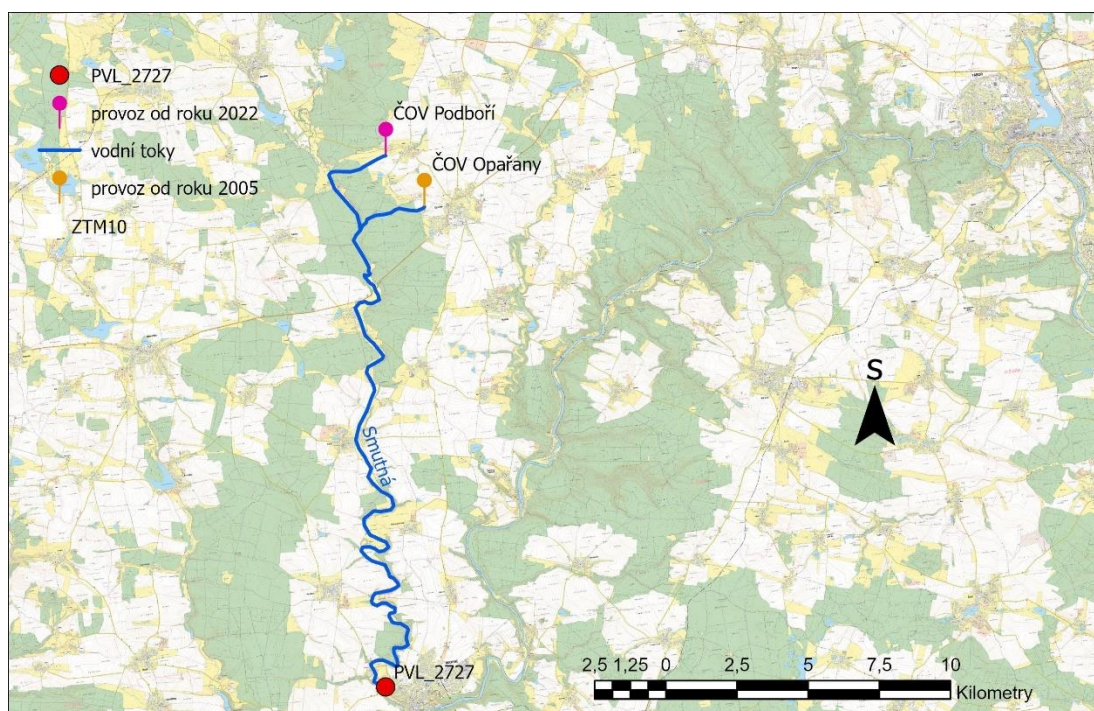
Účinnost čištění odpadních vod: 94 %



Graf 8.4: Biochemická spotřeba kyslíku BSK₅ – pro 2letá období PVL_9460 (ČHMÚ, 2024)

Na tomto profilu (Graf 8.4) se střídá úroveň jakosti vody mezi třídami III a IV, což lze vyčíst i z grafu BSK₅. Počáteční záznamy ukazovaly třídu III až do roku 2015, kdy došlo k poklesu na třídu IV v důsledku postupného nárůstu hodnoty BSK₅. V roce 2017 dosáhla hodnota BSK₅ svého vrcholu na 4,558, po kterém následoval pokles. V období 2017-2018 došlo ke zlepšení kvality vody na třídu III. Avšak v období 2020-2021 došlo opět ke zhoršení na úroveň IV. Maxima 12 mg/l BSK₅ bylo dosaženo hned vícekrát, v letech 2015-2018 a v letech 2019-2022. Naopak nejnižší BSK₅ bylo zaznamenáno v letech 2015-2017, kdy koncentrace BSK₅ činila 1 mg/l. Pokud vezmeme v úvahu provoz ČOV Bernartic, která se nachází 14 km nad sledovaným profilem, lze předpokládat, že v roce 2006, kdy ještě nebyly zaznamenány grafické údaje, mohla být jakost vody na úrovni třídy V. S ohledem na to, že účinnost čištění v roce 2006 byla horší než v roce 2022, kdy byly zaznamenány jedny z nejhorších výsledků, je možné, že situace byla ještě méně přijatelná.

Profil sledování jakosti povrchových vod: PVL_2727



Obrázek 8.7: Profil sledování jakosti povrchových vod: PVL_2727
(vlastní zdroj, Jelínková, 2024)

Profil se nachází v obci Bechyně již potřetí na vodním toku Smutná (Obrázek 8.7) (s hydrologickým povodím I. řádu Labe, II. řádu Lužnice a Vltava od Lužnice po Otavu, III. řádu Lužnice od Nežárky po ústí) konkrétně na 3,400 říčním kilometru.

Do tohoto toku se vypouští nebo přitéká vyčištěná voda z ČOV:

ČOV Opařany

Vodní tok: bez názvu

Říční kilometr ČOV od PVL_2727: 26,475

Říční kilometr od ústí toku: 1,400

Bsk₅ 2006: Množství produkovaného znečištění za období: 38,72 t

Množství vypouštěného znečištění za období: 0,60 t

Účinnost čištění odpadních vod: 98 %

Bsk₅ 2022: Množství produkovaného znečištění za období: 21,06 t

Množství vypouštěného znečištění za období: 0,62 t

Účinnost čištění odpadních vod: 97 %

ČOV Podboří

Vodní tok: bez názvu

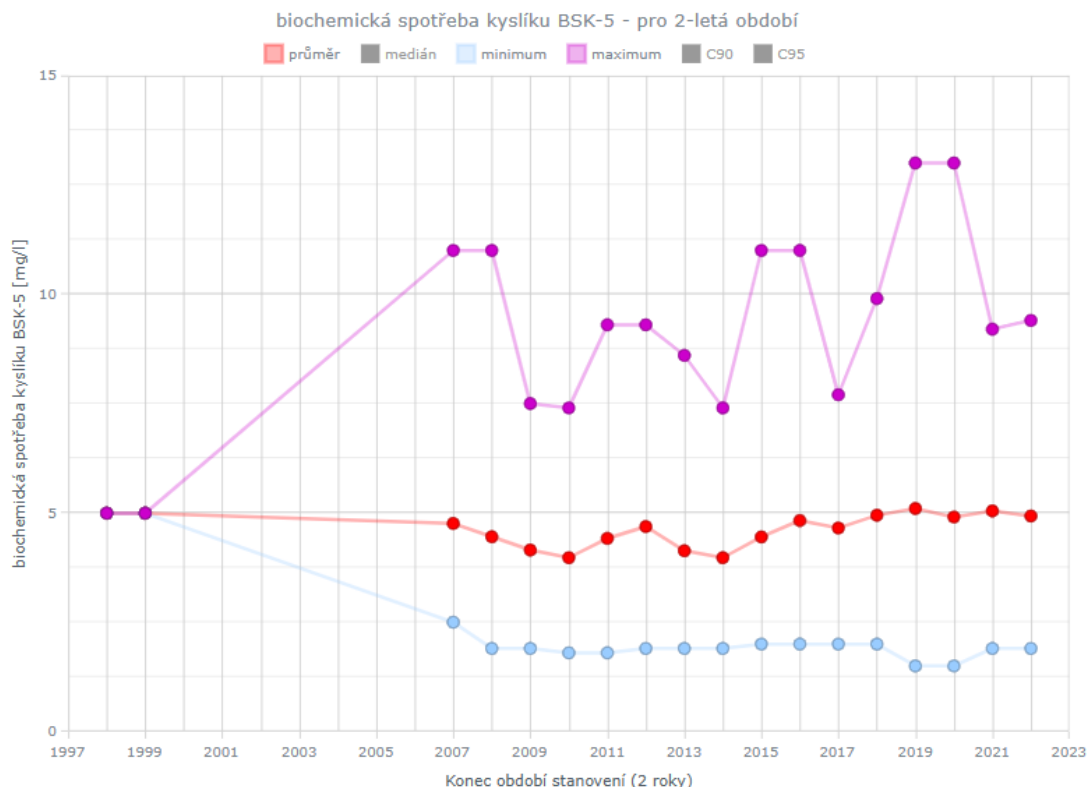
Říční kilometr ČOV od PVL_2727: 30,957

Říční kilometr od ústí toku: 1,570

Bsk₅ 2022: Množství produkovaného znečištění za období: 0,43 t

Množství vypouštěného znečištění za období: 0,05 t

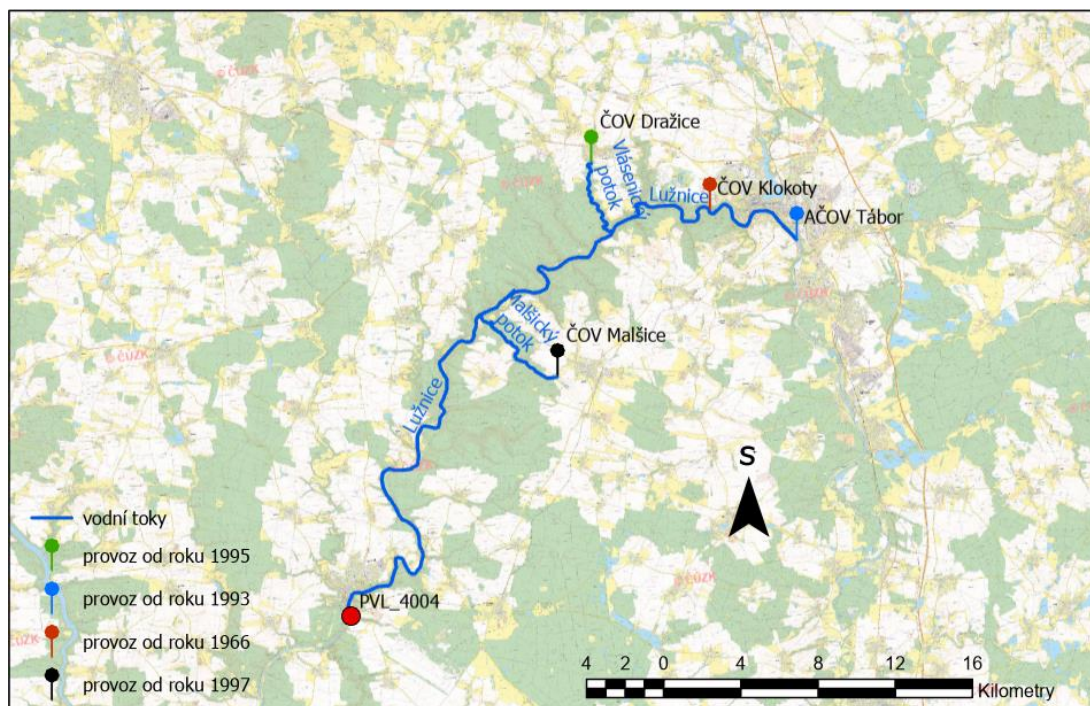
Účinnost čištění odpadních vod: 89 %



Graf 8.5: Biochemická spotřeba kyslíku BSK₅ – pro 2letá období PVL_2727 (ČHMÚ, 2024)

Tento profil (Graf 8.5) vykazuje poměrně stabilní průměrnou hodnotu BSK₅. Třída jakosti se držela od začátku měření až do roku 2018 na horní hranici III třídy. V období 2018-2019 začala kvalita vody vykazovat horší výsledky a třída se zhoršila na IV. Třída IV převažovala až do roku 2022, s výjimkou krátkého období v letech 2019-2020, kdy se třída opět na chvíli vrátila na úroveň III. Maximální hodnoty BSK₅ byly dosaženy v letech 2018-2020 s hodnotou 13 mg/l, zatímco minimální hodnoty byly překvapivě dosaženy také v letech 2018-2020 s množstvím 1,5 mg/l.

Profil sledování jakosti povrchových vod: PVL_4004



Obrázek 8.8: Profil sledování jakosti povrchových vod: PVL_4004
(vlastní zdroj, Jelínková, 2024)

Profil se nachází opět v obci Bechyně na vodním toku Lužnice (Obrázek 8.8) (s hydrologickým povodím I. řádu Labe, II. řádu Lužnice a Vltava od Lužnice po Otavu, III. řádu Lužnice od Nežárky po ústí) konkrétně na 10,600 říčním kilometru.

Do tohoto toku se vypouští nebo přitéká vyčištěná voda z ČOV:

ČOV Dražice

Vodní tok: Vlášnický potok

Říční kilometr ČOV od PVL_4004: 39,608

Říční kilometr od ústí toku: 3,600

Bsk₅: na (<https://heis.vuv.cz/>) není evidováno

AČOV Tábor

Vodní tok: Lužnice

Říční kilometr ČOV od PVL_4004: 48,312

Říční kilometr od ústí toku: 41,700

Bsk₅ 2006: Množství produkovaného znečištění za období: 1 640,15 t

Množství vypouštěného znečištění za období: 36,81 t

Účinnost čištění odpadních vod: 98 %

Bsk₅ 2022: Množství produkovaného znečištění za období: 1 865,53 t

Množství vypouštěného znečištění za období: 23,99 t

Účinnost čištění odpadních vod: 99 %

ČOV Klokoty

Vodní tok: Lužnice

Říční kilometr ČOV od PVL_4004: 41,819

Říční kilometr od ústí toku: 37,400

Bsk₅ 2006: Množství produkovaného znečištění za období: 442,93 t

Množství vypouštěného znečištění za období: 15,44 t

Účinnost čištění odpadních vod: 97 %

Bsk₅ 2022: Množství produkovaného znečištění za období: 240,72 t

Množství vypouštěného znečištění za období: 7,52 t

Účinnost čištění odpadních vod: 97 %

ČOV Malšice

Vodní tok: Malšický potok

Říční kilometr ČOV od PVL_4004: 30,642

Říční kilometr od ústí toku: 4,000

Bsk₅ 2006: Množství produkovaného znečištění za období: 6,95 t

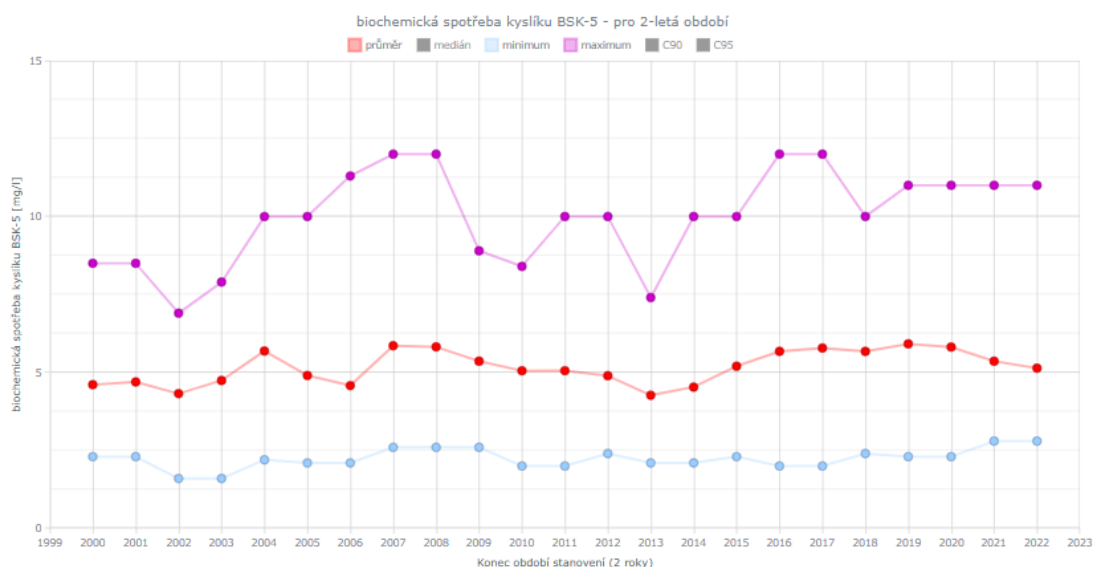
Množství vypouštěného znečištění za období: 0,81 t

Účinnost čištění odpadních vod: 88 %

Bsk₅ 2022: Množství produkovaného znečištění za období: 16,29 t

Množství vypouštěného znečištění za období: 1,90 t

Účinnost čištění odpadních vod: 88 %

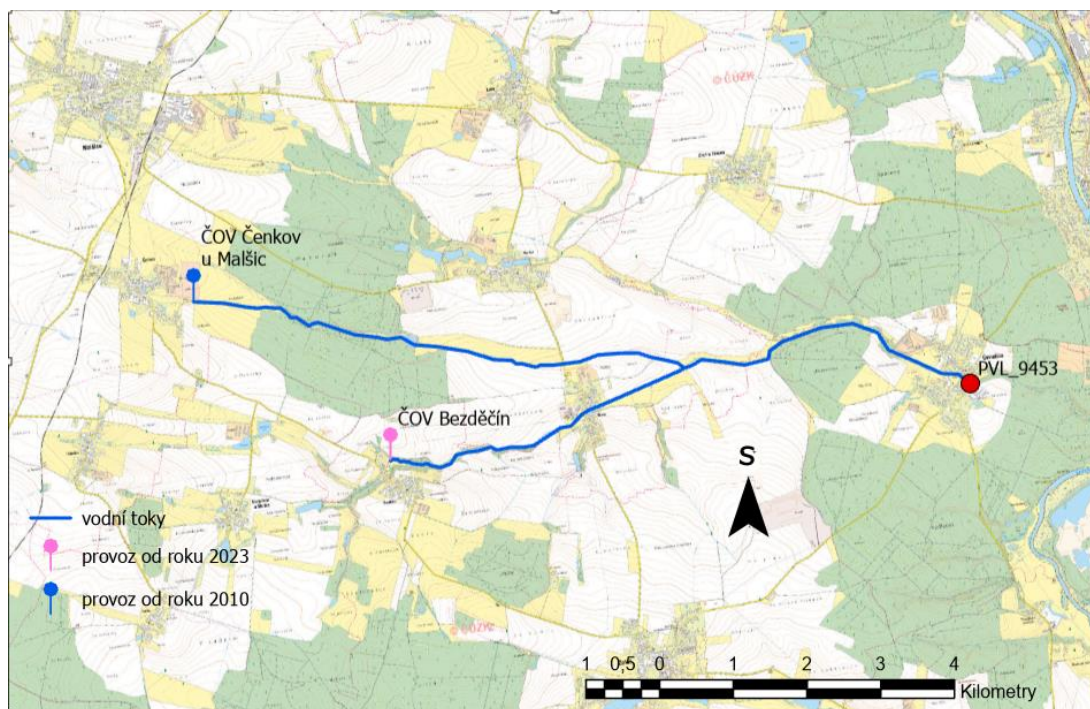


Graf 8.6: Biochemická spotřeba kyslíku BSK₅ – pro 2letá období PVL_4004 (ČHMÚ, 2024)

Na tomto grafu kolísá průměrná hodnota BSK₅ kolem 5 mg/l. Kvalita vody se střídavě nachází mezi třídami III. a IV. Většinu času si profil (Graf 8.6) udržoval

spíše III. třídu, a to v rozmezí let 1999-2005, 2008-2016, 2017-2018 a 2019-2021. Maximální hodnoty BSK₅ byly dosaženy v období více let 2006-2008 a 2015-2017 s koncentrací 12 mg/l. Minimum bylo naměřeno v letech 2001-2003, odpovídalo koncentraci 1,6 mg/l. Výsledky tohoto profilu jsou značně ovlivněny velkými čistírnami v Táboře a Klokotech, ačkoliv obě tyto čistírny jsou od profilu vzdáleny přes 40 km.

Profil sledování jakosti povrchových vod: PVL_9453



Obrázek 8.9: Profil sledování jakosti povrchových vod: PVL_9453
(vlastní zdroj, Jelínková, 2024)

Profil se nachází v obci Ústrašice na vodním toku Maršovský potok (Obrázek 8.9) (s hydrologickým povodím I. řádu Labe, II. řádu Lužnice a Vltava od Lužnice po Otavu, III. řádu Lužnice od Nežárky po ústí) konkrétně na 1,900 říčním kilometru.

Do tohoto toku se vypouští nebo přitéká vyčištěná voda z ČOV:

ČOV Čenkov u Malšic

Vodní tok: Čenkovský potok

Říční kilometr ČOV od PVL_9453: 11,287

Říční kilometr od ústí toku: 0,800

Bsk₅ 2015: Množství produkovaného znečištění za období: 2,77 t

Množství vypouštěného znečištění za období: 0,13 t

Účinnost čištění odpadních vod: 95 %

Bsk₅ 2022: Množství produkovaného znečištění za období: 4,33 t

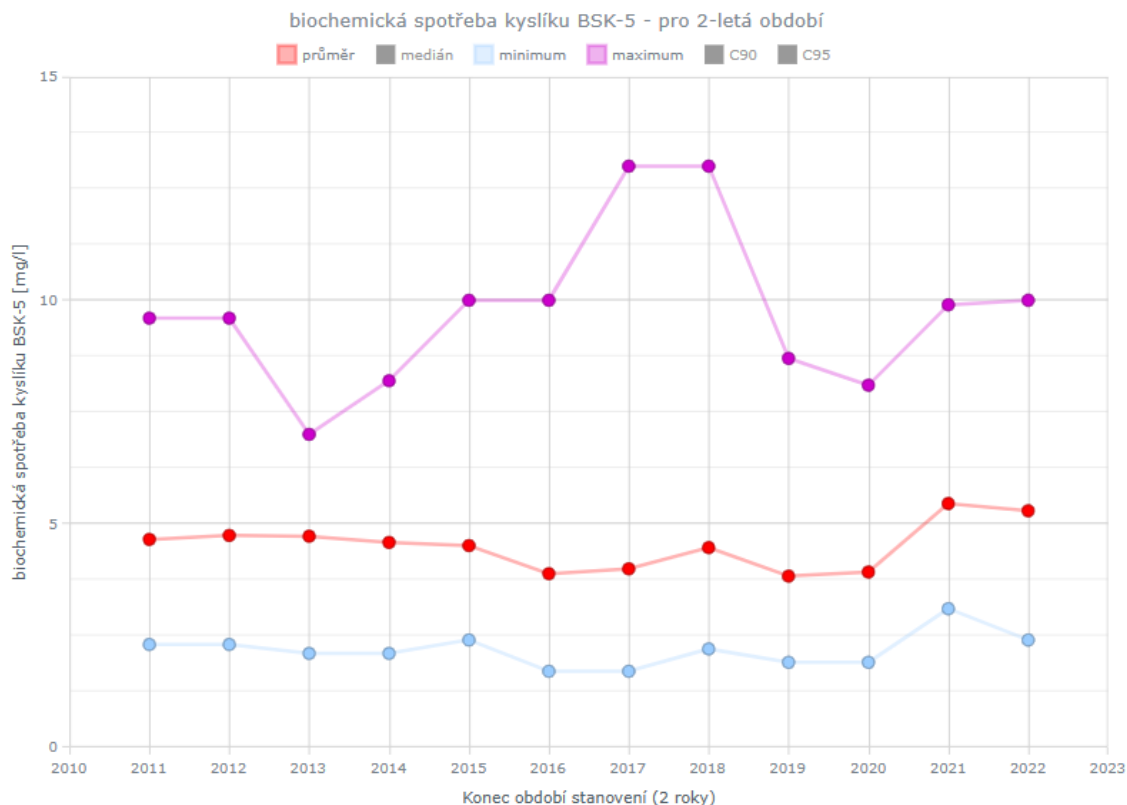
Množství vypouštěného znečištění za období: 0,17 t

Účinnost čištění odpadních vod: 96 %

ČOV Bezděčín na (<https://heis.vuv.cz/>) není evidována

Vodní tok: Bezděčínský potok

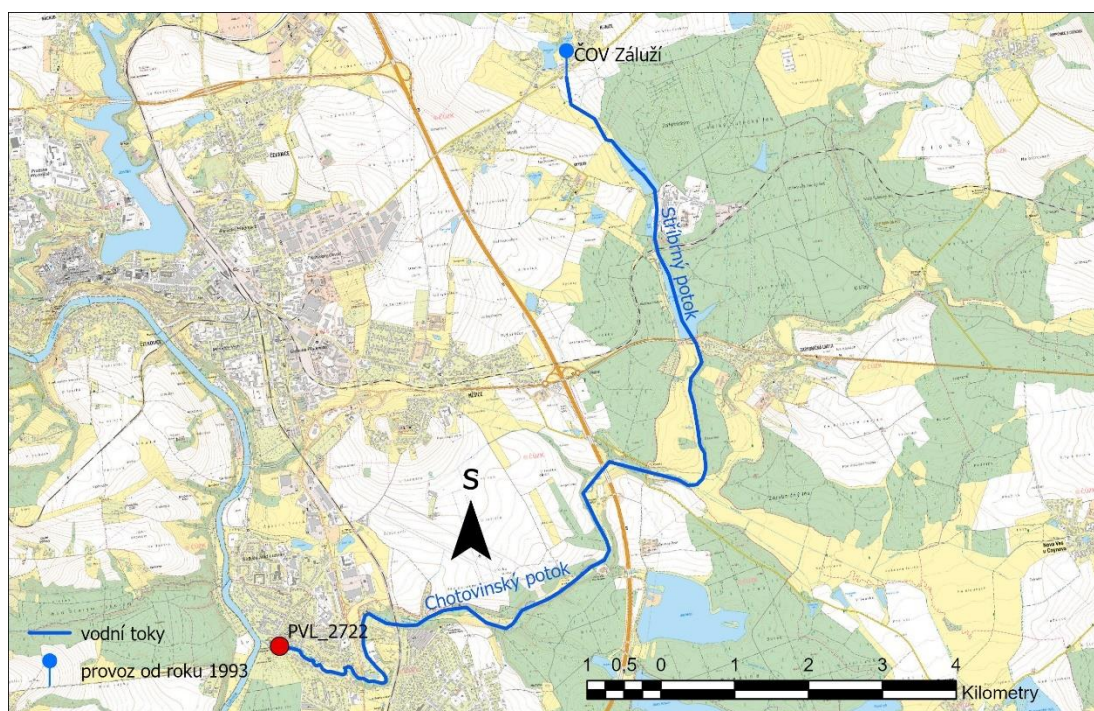
Říční kilometr ČOV od PVL_9453: 8,722



Graf 8.7: Biochemická spotřeba kyslíku BSK₅ – pro 2letá období PVL_9453 (ČHMÚ, 2024)

Z grafu lze vyčíst, že od počátku sledování až do roku 2021 byla koncentrace BSK₅ stabilně pod 5 mg/l, což odpovídá III. třídě jakosti povrchových vod (Graf 8.7). V nedávné době došlo k zhoršení třídy na úroveň IV. Nejvyšší hodnota BSK₅ byla zaznamenána v období 2016-2018, kdy dosahovala hodnoty 13 mg/l. V období 2015-2017 byla zaznamenána nejnižší hodnota koncentrace, a to 1,7 mg/l.

Profil sledování jakosti povrchových vod: PVL_2722



Obrázek 8.10: Profil sledování jakosti povrchových vod: PVL_2722
(vlastní zdroj, Jelínková, 2024)

Profil se nachází v obci Sezimovo Ústí na vodním toku Chotovinský potok (Obrázek 8.10) (s hydrologickým povodím I. řádu Labe, II. řádu Lužnice a Vltava od Lužnice po Otavu, III. řádu Lužnice od Nežárky po ústí) konkrétně na 1,000 říčním kilometru.

Do tohoto toku se vypouští nebo přitéká vyčištěná voda z ČOV:

ČOV Záluží

Vodní tok: Stříbrný potok

Říční kilometr ČOV od PVL_2722: 15,622

Říční kilometr od ústí toku: 4,000

Bsk₅ 2006: Množství produkovaného znečištění za období: 4,97 t

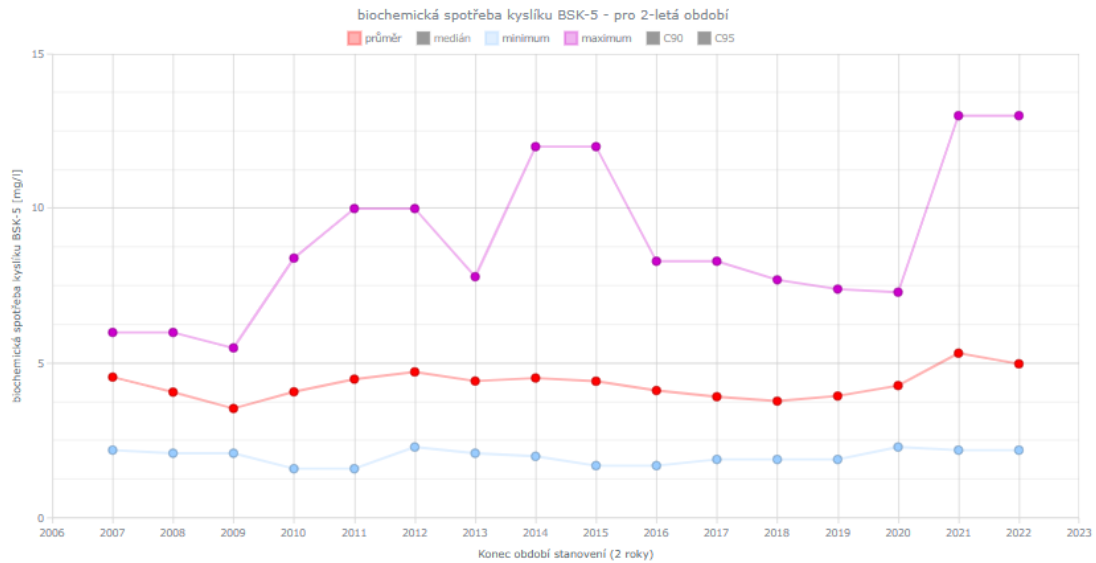
Množství vypouštěného znečištění za období: 0,12 t

Účinnost čištění odpadních vod: 98 %

Bsk₅ 2022: Množství produkovaného znečištění za období: 4,90 t

Množství vypouštěného znečištění za období: 0,10 t

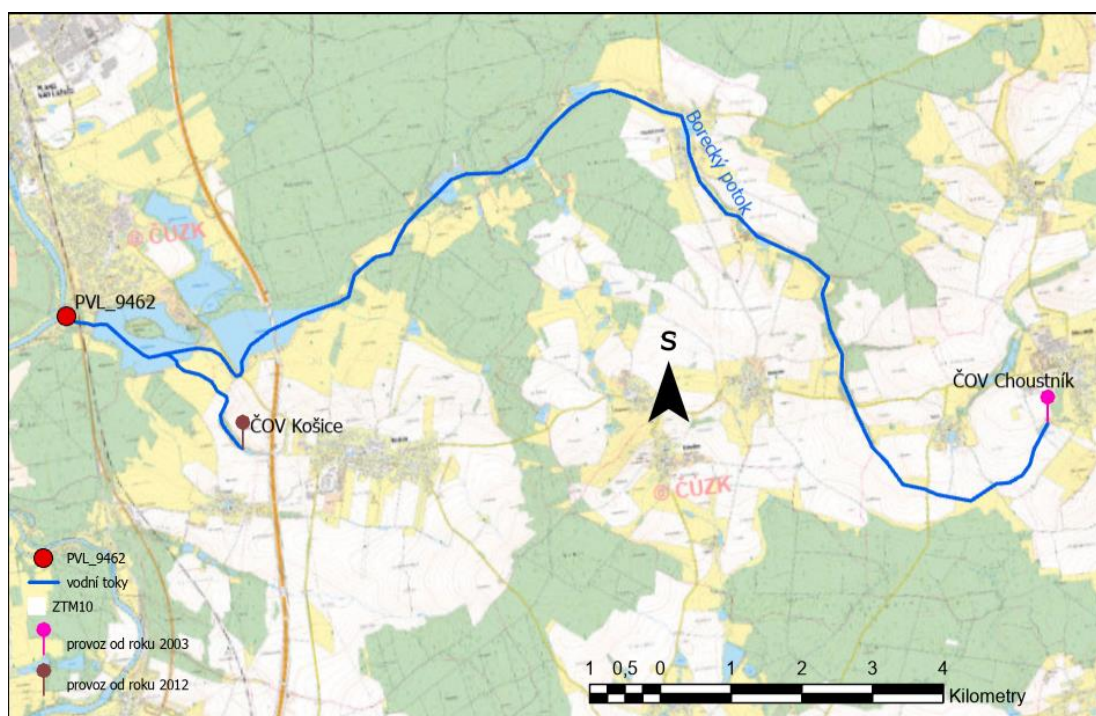
Účinnost čištění odpadních vod: 98 %



Graf 8.8: Biochemická spotřeba kyslíku BSK₅ – pro 2letá období PVL_2722 (ČHMÚ, 2024)

Grafový záznam začal provádět měření v roce 2006 a od té doby až do roku 2020 se udržovala kvalita vody na úrovni třídy III (Graf 8.8). Tato kontinuita byla pozorována po dlouhou dobu, nicméně v nedávné době došlo k mírnému zhoršení, přičemž třída kvality vody přešla na úroveň IV. V posledních letech měření byly naměřeny i nejhorší výsledky BSK₅, a to 13 mg/l. V období 2014-2016 byla identifikována nejnižší hodnota koncentrace, a to 1,7 mg/l.

Profil sledování jakosti povrchových vod: PVL_9462



Obrázek 8.11: Profil sledování jakosti povrchových vod: PVL_9462
(vlastní zdroj, Jelínková, 2024)

Profil se nachází v obci Planá nad Lužnicí na vodním toku Borecký potok (Obrázek 8.11) (s hydrologickým povodím I. řádu Labe, II. řádu Lužnice a Vltava od Lužnice po Otavu, III. řádu Lužnice od Nežárky po ústí) konkrétně na 0,020 říčním kilometru.

Do tohoto toku se vypouští nebo přitéká vyčištěná voda z ČOV:

ČOV Košice

Vodní tok: Borecký potok

Říční kilometr ČOV od PVL_9462: 3,569

Říční kilometr od ústí toku: 1,150

Bsk₅ 2011: Množství produkovaného znečištění za období: 1,35 t

Množství vypouštěného znečištění za období: 0,29 t

Účinnost čištění odpadních vod: 79 %

Bsk₅ 2022: Množství produkovaného znečištění za období: 2,27 t

Množství vypouštěného znečištění za období: 0,98 t

Účinnost čištění odpadních vod: 57 %

ČOV Choustník

Vodní tok: Borecký potok

Říční kilometr ČOV od PVL_9462: 20,099

Říční kilometr od ústí toku: 12,900

Bsk₅ 2006: Množství produkovaného znečištění za období: 70,64 t

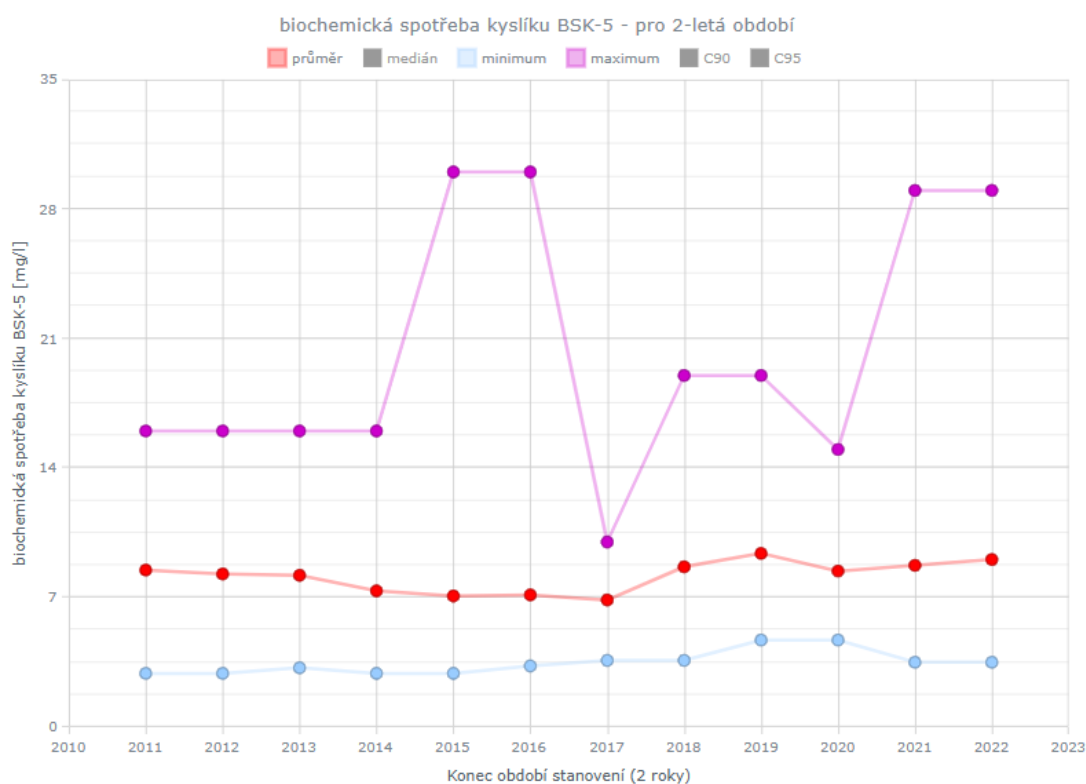
Množství vypouštěného znečištění za období: 2,12 t

Účinnost čištění odpadních vod: 97 %

Bsk₅ 2022: Množství produkovaného znečištění za období: 61,39 t

Množství vypouštěného znečištění za období: 2,50 t

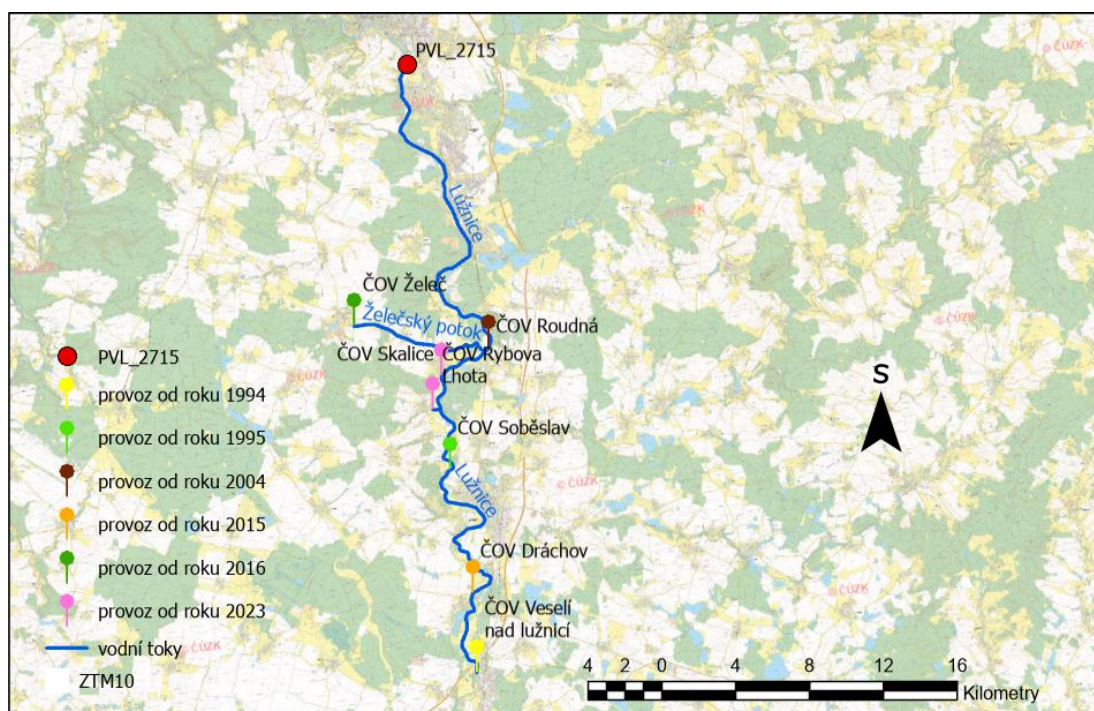
Účinnost čištění odpadních vod: 96 %



Graf 8.9: Biochemická spotřeba kyslíku BSK₅ – pro 2letá období PVL_9462 (ČHMÚ, 2024)

Graf dokládá konstantní úroveň třídy jakosti IV. V porovnání s ostatními profily (Graf 8.9) se řadí mezi ty s nižší kvalitou vody, ačkoliv relativně velká čistírna v Choustníku vykazuje vysokou účinnost čištění vody. Nejvyšší hodnota BSK₅ byla zaznamenána v období mezi lety 2014-2016, dosahující úrovně 30 mg/l, zatímco nejnižší hodnota BSK₅, což určuje nejlepší kvalitu vody, byla zaznamenána v časovém období mezi lety 2010-2012 a 2013-2015, kdy dosahovala hodnoty 2,9 mg/l.

Profil sledování jakosti povrchových vod: PVL_2715



**Obrázek 8.12: Profil sledování jakosti povrchových vod: PVL_2715
(vlastní zdroj, Jelínková, 2024)**

Profil se nachází v obci Tábor na vodním toku Lužnice (Obrázek 8.12) (s hydrologickým povodím I. řádu Labe, II. řádu Lužnice a Vltava od Lužnice po Otavu, III. řádu Lužnice od Nežárky po ústí) konkrétně na 42,000 říčním kilometru.

Do tohoto toku se vypouští nebo přitéká vyčištěná voda z ČOV:

ČOV Roudná

Vodní tok: Lužnice

Říční kilometr ČOV od PVL_2715: 20,296

Říční kilometr od ústí toku: 55,200

Bsk₅ 2006: Množství produkovaného znečištění za období: 9,56 t

Množství vypouštěného znečištění za období: 0,51 t

Účinnost čištění odpadních vod: 95 %

Bsk₅ 2022: Množství produkovaného znečištění za období: 7,68 t

Množství vypouštěného znečištění za období: 0,45 t

Účinnost čištění odpadních vod: 94 %

ČOV Dráčov

Vodní tok: Lužnice

Říční kilometr ČOV od PVL_2715: 42,016

Říční kilometr od ústí toku: 69,620

Bsk₅ 2015: Množství produkovaného znečištění za období: 1,12 t

Množství vypouštěného znečištění za období: 0,06 t

Účinnost čištění odpadních vod: 95 %

Bsk₅ 2022: Množství produkovaného znečištění za období: 5,24 t

Množství vypouštěného znečištění za období: 0,05 t

Účinnost čištění odpadních vod: 99 %

ČOV Želeč

Vodní tok: Želečský potok

Říční kilometr ČOV od PVL_2715: 28,122

Říční kilometr od ústí toku: 5,200

Bsk₅ 2016: Množství produkovaného znečištění za období: 2,70 t

Množství vypouštěného znečištění za období: 0,27 t

Účinnost čištění odpadních vod: 90 %

Bsk₅ 2022: Množství produkovaného znečištění za období: 6,72 t

Množství vypouštěného znečištění za období: 1,34 t

Účinnost čištění odpadních vod: 80 %

ČOV Veselí nad Lužnicí

Vodní tok: Lužnice

Říční kilometr ČOV od PVL_2715: 47,108

Říční kilometr od ústí toku: 72,500

Bsk₅ 2006: Množství produkovaného znečištění za období: 347,14 t

Množství vypouštěného znečištění za období: 2,05 t

Účinnost čištění odpadních vod: 99 %

Bsk₅ 2022: Množství produkovaného znečištění za období: 318,40 t

Množství vypouštěného znečištění za období: 1,81 t

Účinnost čištění odpadních vod: 99 %

ČOV Skalice

Vodní tok: Lužnice

Říční kilometr ČOV od PVL_2715: 23,469

Říční kilometr od ústí toku: 57,000

Bsk₅ 2006: Množství produkovaného znečištění za období: 4,05 t

Množství vypouštěného znečištění za období: 0,84 t

Účinnost čištění odpadních vod: 79 %

Bsk₅ 2022: Množství produkovaného znečištění za období: 1,96 t

Množství vypouštěného znečištění za období: 0,91 t

Účinnost čištění odpadních vod: 54 %

ČOV Rybova Lhota

Vodní tok: Radimovský potok

Říční kilometr ČOV od PVL_2715: 25,911

Říční kilometr od ústí toku: 0,250

Bsk₅ 2014: Množství produkovaného znečištění za období: 3,13 t

Množství vypouštěného znečištění za období: 0,18 t

Účinnost čištění odpadních vod: 94 %

Bsk₅ 2022: Množství produkovaného znečištění za období: 1,63 t

Množství vypouštěného znečištění za období: 0,19 t

Účinnost čištění odpadních vod: 89 %

ČOV Soběslav

Vodní tok: Lužnice

Říční kilometr ČOV od PVL_2715: 30,848

Říční kilometr od ústí toku: 63,900

Bsk₅ 2006: Množství produkovaného znečištění za období: 164,31 t

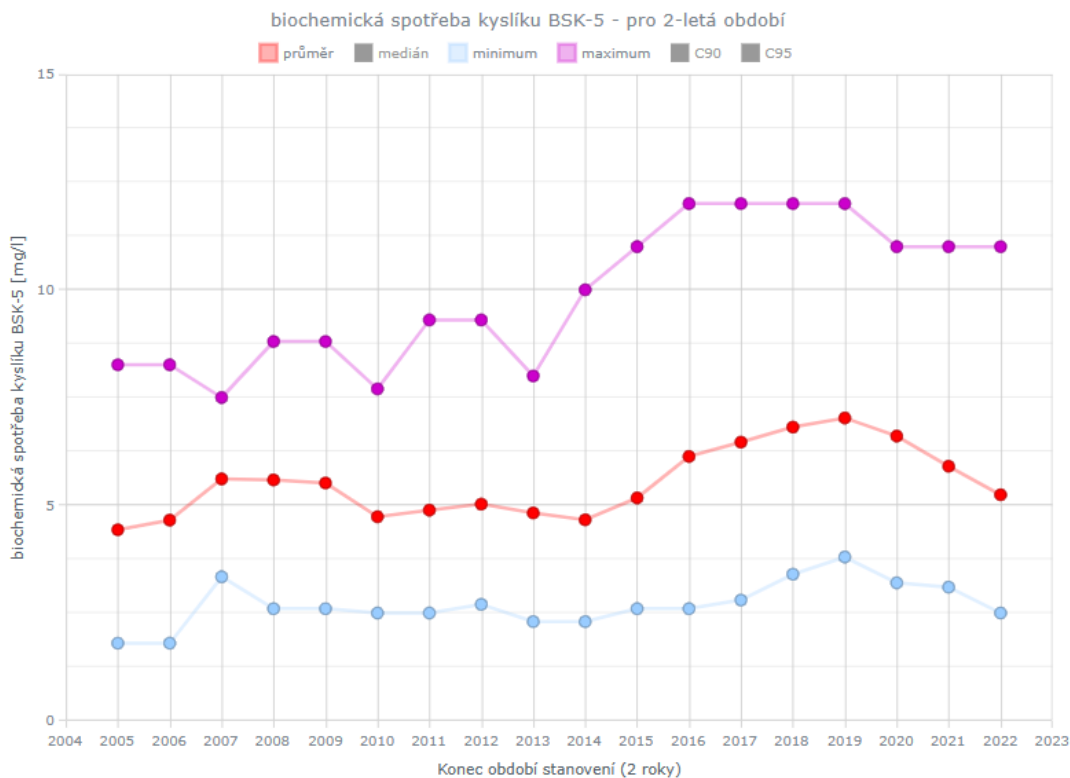
Množství vypouštěného znečištění za období: 5,50 t

Účinnost čištění odpadních vod: 97 %

Bsk₅ 2022: Množství produkovaného znečištění za období: 213,37 t

Množství vypouštěného znečištění za období: 6,15 t

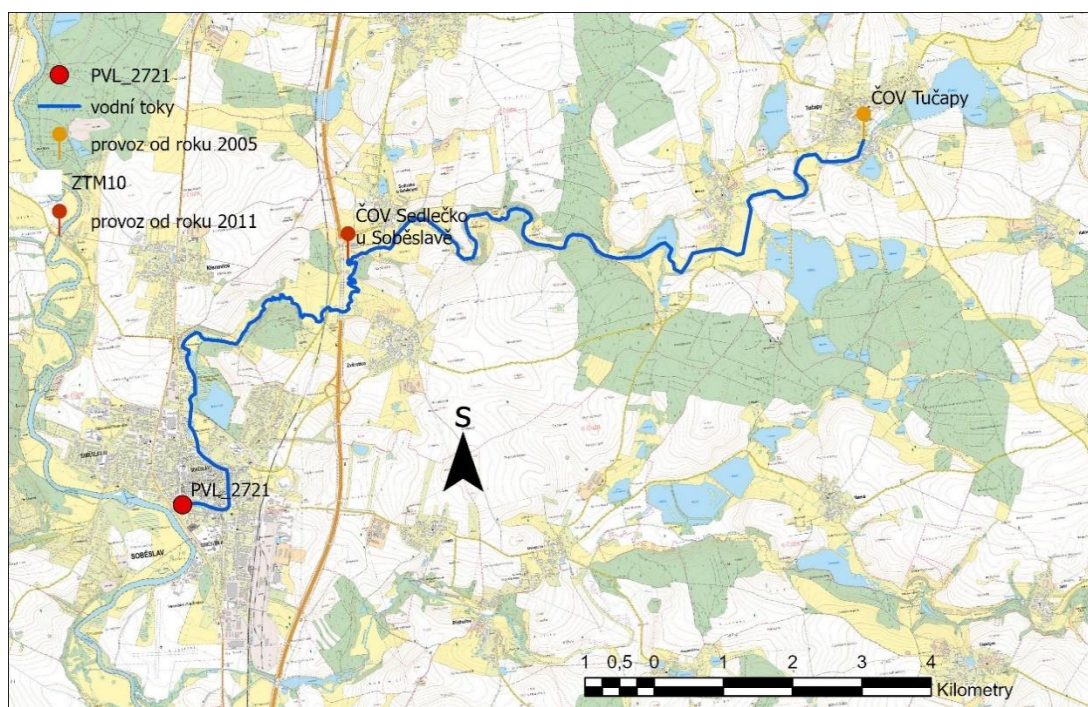
Účinnost čištění odpadních vod: 97 %



Graf 8.10: Biochemická spotřeba kyslíku BSK₅ – pro 2letá období PVL_2715 (ČHMÚ, 2024)

V minulosti byla kvalita vody lepší než v současnosti (Graf 8.10). Po dobu 10 let se udržovala na úrovni třídy III, konkrétně od roku 2004 až do roku 2014. Na začátku měření, v prvním a druhém dvouletí, byla na profilu zaznamenána nejnižší hodnota BSK₅, přesněji dosahující 1,8 mg/l. Ke konci roku 2014 se kvalita vody zhoršila na úroveň IV, následně v letech 2015-2019 se na profilu vyskytla nejhorší kvalita od počátku měření s koncentrací BSK₅ 12 mg/l. Od roku 2015 se již kvalita vody v podobě třídy jakosti vody nezlepšila.

Profil sledování jakosti povrchových vod: PVL_2721



Obrázek 8.13: Profil sledování jakosti povrchových vod: PVL_2721
(vlastní zdroj, Jelínková, 2024)

Profil se nachází v obci Soběslav na vodním toku Černovický potok (Obrázek 8.13) (s hydrologickým povodím I. řádu Labe, II. řádu Lužnice a Vltava od Lužnice po Otavu, III. řádu Lužnice od Nežárky po ústí) konkrétně na 0,500 říčním kilometru.

Do tohoto toku se vypouští nebo přitéká vyčištěná voda z ČOV:

ČOV Tučapy

Vodní tok: Černovický potok

Říční kilometr ČOV od PVL_2721: 19,655

Říční kilometr od ústí toku: 0,500

Bsk₅ 2006: Množství produkovaného znečištění za období: 5,40 t

Množství vypouštěného znečištění za období: 0,22 t

Účinnost čištění odpadních vod: 96 %

Bsk₅ 2022: Množství produkovaného znečištění za období: 6,42 t

Množství vypouštěného znečištění za období: 0,69 t

Účinnost čištění odpadních vod: 89 %

KČOV Sedlečko u Soběslavě

Vodní tok: Černovický potok

Říční kilometr ČOV od PVL_2721: 7,466

Říční kilometr od ústí toku: 6,210

Bsk₅ 2011: Množství produkovaného znečištění za období: 0,79 t

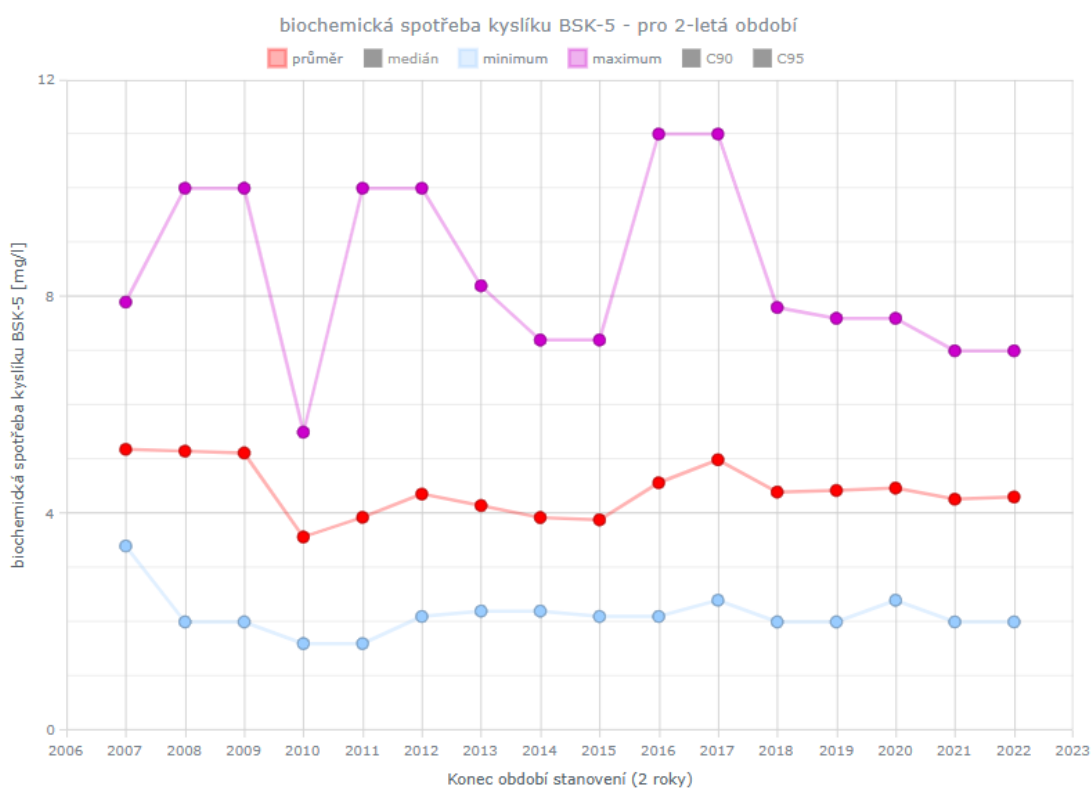
Množství vypouštěného znečištění za období: 0,13 t

Účinnost čištění odpadních vod: 83 %

Bsk₅ 2022: Množství produkovaného znečištění za období: 1,37 t

Množství vypouštěného znečištění za období: 0,10 t

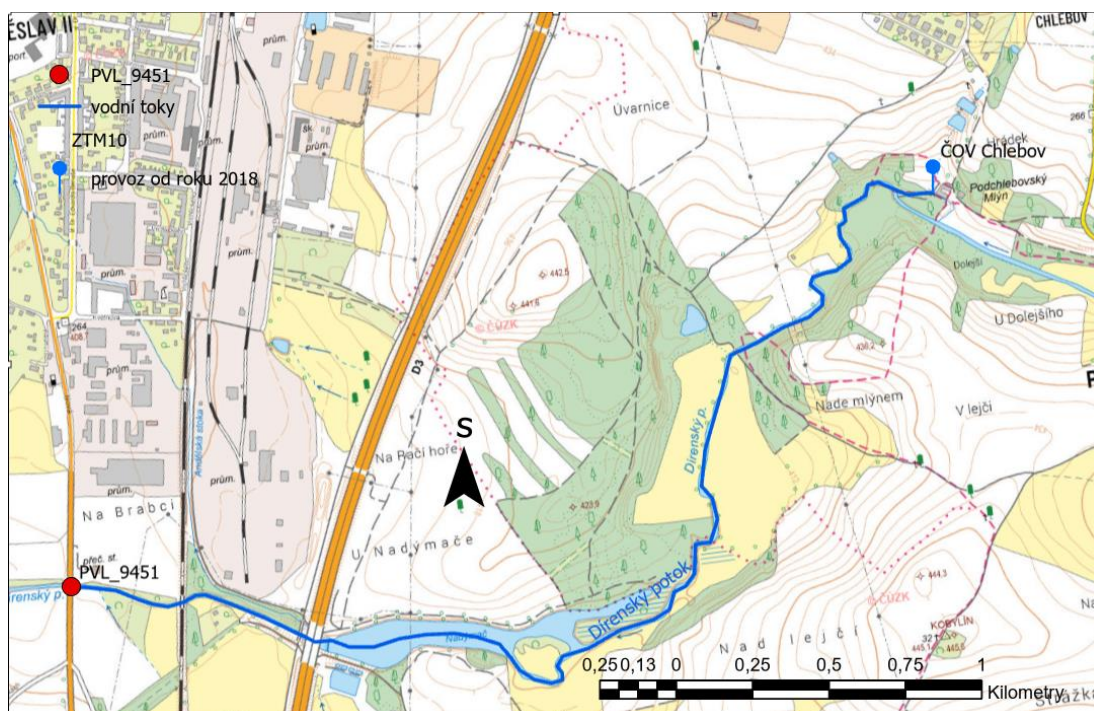
Účinnost čištění odpadních vod: 93 %



Graf 8.11: Biochemická spotřeba kyslíku BSK₅ – pro 2letá období PVL_2721 (ČHMÚ, 2024)

Třída jakosti vody na tomto profilu (Graf 8.11) setrvává na úrovni III, s jedinou výjimkou ve dvouletí 2008-2009, kdy docházelo k mírnému poklesu na nižší úroveň. Během let 2009-2011 byla zaznamenána nejnižší hodnota BSK₅, dosahující 1,6 mg/l, což naznačuje optimální čistotu vody. Naopak, nejvyšší hodnota BSK₅ byla naměřena v období let 2015-2017, kdy dosáhla 11 mg/l, což může svědčit o zvýšené organické zátěži vody. Tento profil se vyznačuje jedním z nejlepších výsledků v porovnání s ostatními měřeními, což naznačuje vysokou úroveň čistoty vody a úspěšnost opatření na ochranu vodního prostředí.

Profil sledování jakosti povrchových vod: PVL_9451



Obrázek 8.14: Profil sledování jakosti povrchových vod: PVL_9451
(vlastní zdroj, Jelínková, 2024)

Profil se nachází v obci Soběslav na vodním toku Dírenský potok (Obrázek 8.14) (s hydrologickým povodím I. řádu Labe, II. řádu Lužnice a Vltava od Lužnice po Otavu, III. řádu Lužnice od Nežárky po ústí) konkrétně na 1,300 říčním kilometru.

Do tohoto toku se vypouští nebo přitéká vyčištěná voda z ČOV:

ČOV Chlebov

Vodní tok: Dírenský potok

Říční kilometr ČOV od PVL_9451: 4,260

Říční kilometr od ústí toku: 4,100

Bsk₅ 2018: Množství produkovaného znečištění za období: 1,77 t

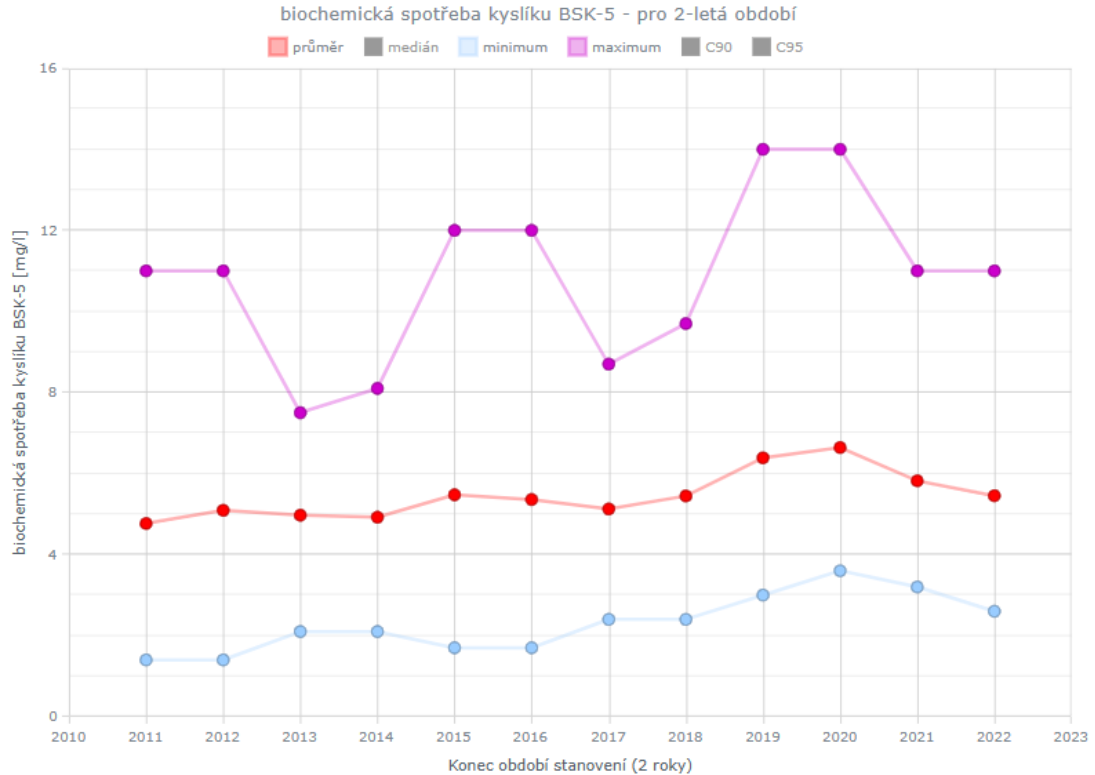
Množství vypouštěného znečištění za období: 0,58 t

Účinnost čištění odpadních vod: 67 %

Bsk₅ 2022: Množství produkovaného znečištění za období: 6,88 t

Množství vypouštěného znečištění za období: 0,92 t

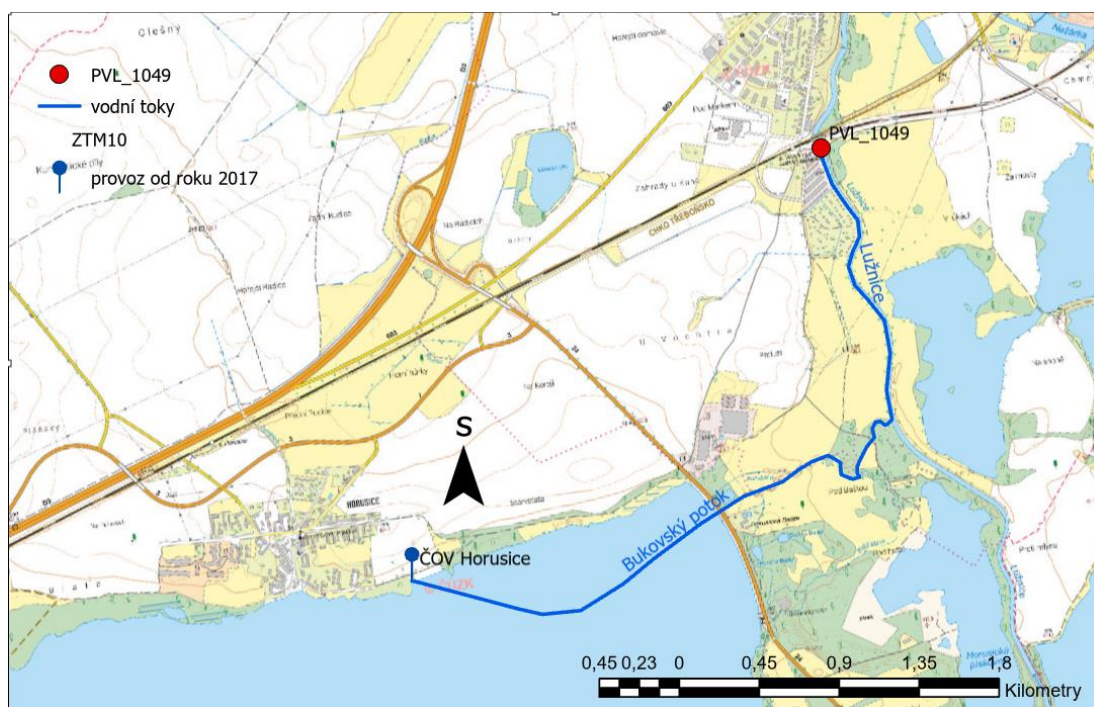
Účinnost čištění odpadních vod: 87 %



Graf 8.12: Biochemická spotřeba kyslíku BSK₅ – pro 2letá období PVL_9451 (ČHMÚ, 2024)

Měření BSK₅ bylo zahájeno v roce 2010, kdy byla kvalita vody klasifikována do třídy IV (Graf 8.12) podle příslušných standardů. Mezi roky 2011 a 2018 bylo zaznamenáno celkové zlepšení o jednu třídu, kromě období mezi lety 2015 a 2016, kdy došlo ke zhoršení na IV. třídu. Od roku 2018 až do současnosti byla kvalita vody opět zhoršena na IV. třídu. Právě v roce 2018 BSK₅ dosahovala svého maxima 14 mg/l, a tato hodnota se na profilu vyskytovala až do roku 2020. V rámci změřených hodnot bylo zaznamenáno minimální množství BSK₅ od počátku sledování až do roku 2012, kdy dosáhlo hodnoty 1,4 mg/l. Tato data naznačují dynamiku změn v koncentraci BSK₅ a potenciální vliv vnějších faktorů na kvalitu vody v průběhu zkoumaného období.

Profil sledování jakosti povrchových vod: PVL_1049



Obrázek 8.15: Profil sledování jakosti povrchových vod: PVL_1049
(vlastní zdroj, Jelínková, 2024)

Profil se nachází v obci Bošilec na vodním toku Bukovský potok (Obrázek 8.15) (s hydrologickým povodím I. řádu Labe, II. řádu Lužnice a Vltava od Lužnice po Otavu, III. řádu Rybná a Lužnice od rybné po Nežárku) konkrétně na 76,000 říčním kilometru.

Do tohoto toku se vypouští nebo přitéká vyčištěná voda z ČOV:

ČOV Horusice

Vodní tok: Bukovský potok

Říční kilometr ČOV od PVL_1049: 5,020

Říční kilometr od ústí toku: 2,100

Bsk₅ 2018: Množství produkovaného znečištění za období: 1,74 t

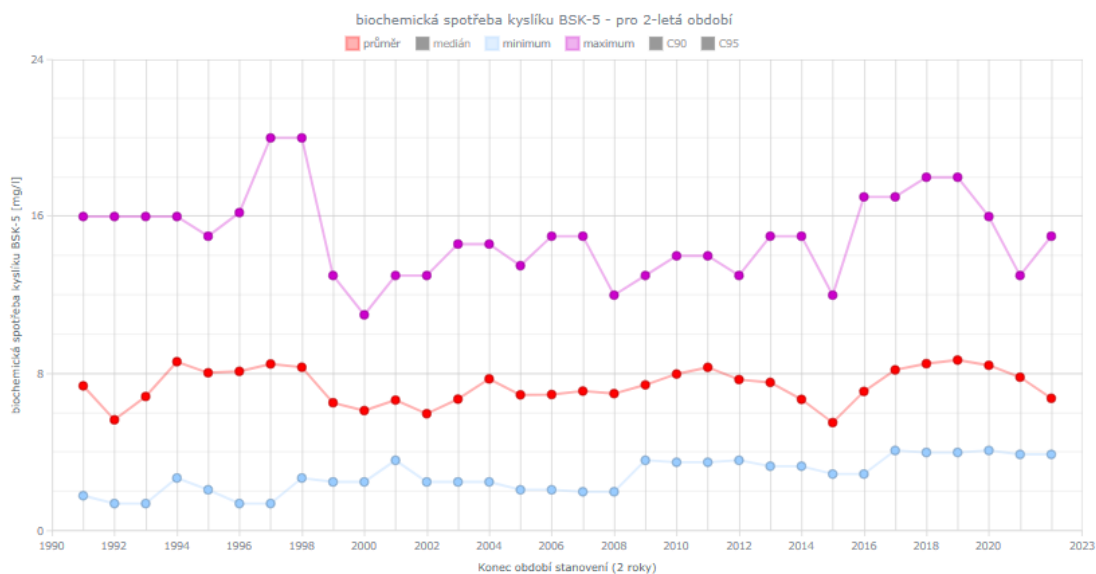
Množství vypouštěného znečištění za období: 0,06 t

Účinnost čištění odpadních vod: 97 %

Bsk₅ 2022: Množství produkovaného znečištění za období: 2,14 t

Množství vypouštěného znečištění za období: 0,05 t

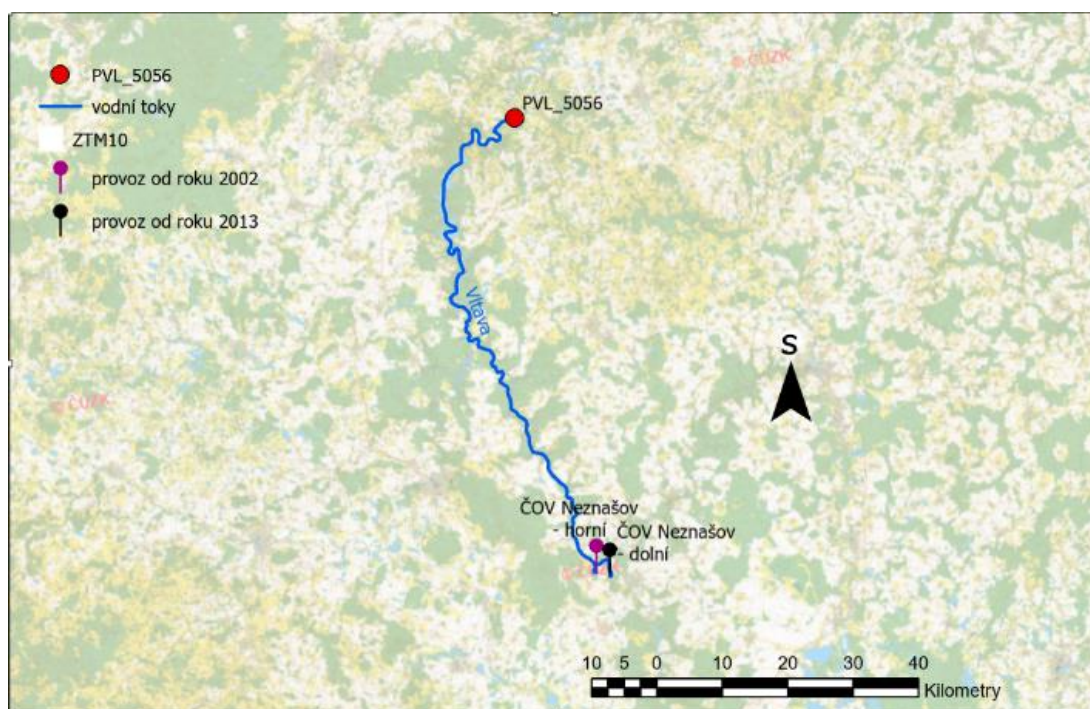
Účinnost čištění odpadních vod: 98 %



Graf 8.13: Biochemická spotřeba kyslíku BSK₅ – pro 2letá období PVL_1049 (ČHMÚ, 2024)

Tento graf sleduje vývoj BSK₅ nejdélší dobu (Graf 8.13). První měření proběhlo již v roce 1990, kdy byla kvalita vody klasifikována jako IV. třída. V letech 1991 a 1992 došlo ke zlepšení na úroveň III. Od roku 1992 až do současnosti zůstává kvalita vody stabilizována na úrovni IV. Minimální hodnoty BSK₅, konkrétně 1,4 mg/l, byly dosaženy opakovaně v několika obdobích, a to v letech 1991–1993 a 1995–1997. Naopak, maximální hranice BSK₅ byla dosažena v letech 1996–1998, kdy dosáhla koncentrace 20 mg/l. Tyto údaje poskytují důležitý pohled na dlouhodobý vývoj a stav kvality vody v průběhu času, což umožňuje analýzu dlouhodobých trendů a identifikaci případných zlepšení nebo zhoršení.

Profil sledování jakosti povrchových vod: PVL_5056



Obrázek 8.16: Profil sledování jakosti povrchových vod: PVL_5056
(vlastní zdroj, Jelínková, 2024)

Profil se nachází v obci Kamýk nad Vltavou na vodním toku Vltava (Obrázek 8.16) (s hydrologickým povodím I. řádu Labe, II. řádu Otava a Vltava od Otavy po Sázavu, III. řádu Vltava od Otavy po Sázavu) konkrétně na 3,400 říčním kilometru.

Do tohoto toku se vypouští nebo přitéká vyčištěná voda z ČOV:

ČOV Neznašov – horní

Vodní tok: Vltava

Říční kilometr ČOV od PVL_5056: 103,052

Říční kilometr od ústí toku: 1,100

Bsk₅ 2006: Množství produkovaného znečištění za období: 0,92 t

Množství vypouštěného znečištění za období: 0,11 t

Účinnost čištění odpadních vod: 88 %

Bsk₅ 2022: Množství produkovaného znečištění za období: 0,89 t

Množství vypouštěného znečištění za období: 0,15 t

Účinnost čištění odpadních vod: 84 %

ČOV Neznašov – dolní

Vodní tok: Vltava

Říční kilometr ČOV od PVL_5056: 106,867

Říční kilometr od ústí toku: 0,580

Bsk₅ 2013: Množství produkovaného znečištění za období: 1,42 t

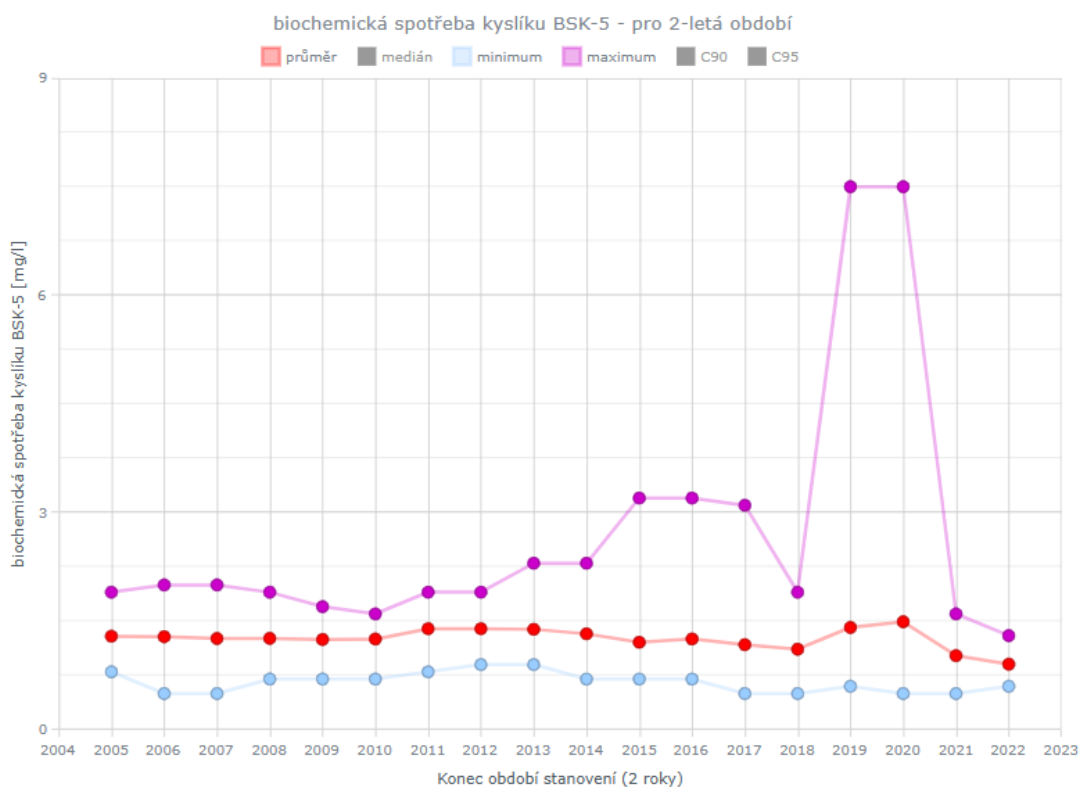
Množství vypouštěného znečištění za období: 0,05 t

Účinnost čištění odpadních vod: 97 %

Bsk₅ 2022: Množství produkovaného znečištění za období: 5,27 t

Množství vypouštěného znečištění za období: 0,07 t

Účinnost čištění odpadních vod: 99 %



Graf 9.14: biochemická spotřeba kyslíku BSK₅ – pro 2letá období PVL_5056 (ČHMÚ, 2024)

Tento profil (Graf 8.14) vykazuje vysokou kvalitu povrchové vody. Po celou dobu sledování zůstala třída neustále na nejlepší úrovni, což je třída I. Nejvyšší hodnoty byly zaznamenány v období let 2018 až 2020, kdy byla koncentrace BSK₅ 7,5 mg/l, zatímco nejnižší hodnoty byly dosaženy v letech 2005 až 2007 s pouhými 0,5 mg/l. Tím lze potvrdit, že koncentrace BSK₅ na tomto měrném profilu je zřetelně lepší než v řece Lužnici a než na dalších menších tocích, kde jsou umístěny zájmové čistírny odpadních vod.

Také je třeba poznamenat, že neznašovské čistírny nemají za běžných podmínek zjevný vliv na výsledky tohoto profilu, pokud vezmeme v úvahu kapacitu ČOV a vzdálenost evidovaného profilu, který se nachází přes 100 km od výpustí čistíren v Kamýku nad Vltavou. Mezi výpustí z ČOV a měřeným profilem se nachází 3 vodní díla patřící do Vltavské kaskády (vodní nádrž Kořensko, vodní nádrž Orlík a vodní nádrž Kamýk), které naprosto zásadním způsobem ovlivní kvalitu vody (a samozřejmě i ukazatel BSK₅).

Závěr

V této bakalářské práci byla prozkoumána problematika kvality povrchových vod a efektivita čistíren odpadních vod, což jsou klíčové faktory pro ochranu životního prostředí a lidského zdraví.

Z provedeného výzkumu lze vyvodit následující závěry:

Pokud jde o stav kvality povrchových vod, studie potvrdila, že jakost povrchových vod je stále ohrožena znečištěním. Zacíleno bylo na popis čistíren odpadních vod v Severní oblasti provozovaných společností ČEVAK, koncentraci BSK₅ a bodové zdroje znečištění.

Hodnoty efektivy čistíren odpadních vod ukázaly, že tyto zařízení dosahují vysokých úrovní účinnosti, avšak mohou se mírně lišit v závislosti na lokalitě a technologii provozu.

V souhrnu lze konstatovat, že obvykle dochází k zařazení kvality vody na sledovaných profilech do třídy kvality III. a IV. Pravdou také je, že ve většině případů byla v posledním dvouletí zhoršena kvalita vody, přestože účinnost ČOV je na vysoké úrovni. ČOV v Severní oblasti nejsou jedinými bodovými zdroji znečištění. Dalšími zdroji, které ovlivňují kvalitu povrchových vod jsou ČOV provozované obcemi, jiné další specializované ČOV jako např. průmyslové čistírny odpadních vod, volné kanalizační výustě nebo odlehčovací komory. Tyto odlehčovací komory jsou využívány v případech prudkých dešťů. V takových případech je voda vypouštěna odlehčovací komorou do toků, aniž by byla vyčištěna.

Podle výsledků Povodí Vltavy (2024) na Milevském potoce převažují nízké průtoky. Tento stav nízkých průtoků spolu s příchozím bodovým znečištěním do toků, kde jsou průtoky nízké, vede k menšímu ředění znečištění. V důsledku toho jsou výsledky monitoringu na konkrétním profilu pravděpodobně horší než za podmínek, kdy jsou průtoky vyšší (Graf 8.3). Nízké průtoky povrchových vod jsou nežádoucí, pokud jde o udržení stability jejich kvality. Průtoky vodních toků a stav vodních ekosystémů mohou být ovlivněny různými faktory, včetně změn klimatu, jako je zvýšená variabilita srážek a teplot, a také lidskou činností, včetně využívání vody pro zemědělství, průmysl a lidské osídlení.

Existuje mnoho příčin, které mohou mít do budoucna vliv na jakost povrchových vod. Například intenzita průmyslové produkce, vodní eroze, přírodní události, extrémními klimatické podmínky nebo změny klimatu a jiné.

Dle mého názoru i trend narůstajícího počtu populace podporuje potřebu pokračovat v budování čistíren odpadních vod, aby byla zachována kvalita vodních zdrojů.

Celkově lze konstatovat, že kvalita povrchových vod a efektivita čistíren odpadních vod jsou klíčové oblasti, které vyžadují neustálou pozornost a inovativní přístupy.

Seznamy

Seznam použité literatury

Seznam klasické literatury

1. ADÁMEK, Z., HELEŠIC, J., MARŠÁLEK, B., RULÍK, M. (2010). Aplikovaná hydrobiologie. Jihočeská univerzita v českých Budějovicích, Vodňany ISBN 978-80-87437-4.
 2. AHEARN, D. S., SHEIBLEY, R. W., DAHLGREN, R. A., ANDERSON, M., JOHNSON, J., TATE, K. W. (2005). *Land use and land cover influence on water quality in the last freeflowing river draining the western Sierra Nevada, California*. Journal of Hydrology, California. vol. 313, no. 3-4, pp. 324-247. ISSN 0022-1694.
 3. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION, WATER ENVIRONMENT FEDERATION. (2014). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 23. vydání. John Baronn, Denver. ISBN 978-1625762405.
 4. BARÁNKOVÁ, L. A KOLEKTIV. (2023). Zpráva o životním prostředí České republiky 2022. *Terminologický slovník*. Česká informační agentura životního prostředí, Praha. ISBN 978-80-7674-102-7.
 5. BARTRAM, J., BALLANCE, R. (1996). *Water Quality Monitoring*. Taylor & Francis, London. ISBN 0-419-21730-4.
 6. BECHMANN, M., STÅLNACKE, P., KVAERNØ, S., EGGESTAD, H. O., ØYGARDEN, L. (2009). *Integrated tool for risk assessment in agricultural management of soil erosion and losses of phosphorus and nitrogen*. Science of The Total Environment. vol. 407, no. 2, pp. 749-759. ISSN 0048-9697.
 7. BINDZAR, J., JANDA, V., JENIČEK, P., STRNADOVA, N., RŮŽIČKOVÁ, I. (2009). *Základy úpravy a čištění vod*. VŠCHT, Praha. pp. 251. ISBN 978-80-7080-729-3.
 8. BLAŽEK, V. A KOLEKTIV. (2006). *Voda v České republice*. Consult, Praha. ISBN 80-903482-1-1.
 9. BREZONIK, P. L., ARNOLD, W. A. (2011). *Water chemistry: an introduction to the chemistry of natural and engineered aquatic systems*. Oxford University Press, New York. ISBN 978-0-19-973072-8.
-

-
10. BUCHANAN, J. R., SEABLOOM R. W. (2004). *Aerobic Treatment Of Wastewater and Aerobic Treatment Units*. University Curriculum Development for Decentralized Wastewater Management. pp 22.
 11. BURGEROVÁ, K. (1998). *Možnosti využití vegetačních kořenových čistíren na čištění průsakových vod ze skládek komunálního odpadu*. 1. vydání. VUT v Brně, Brno. pp. 4. ISBN 8021412658.
 12. CABLÍK, J., JŮVA, K. (1963). *Protierozní ochrana půdy*. Státní zemědělské nakladatelství Praha, Praha.
 13. FORMAN, R. T. T., GODRON, M. (1993): *Krajinná ekologie*. Academia, Praha. ISBN 80-2000-464-5.
 14. GAŽO, J., KOHOUT, J., SERÁTOR, M., ŠRAMKO, T., ZIKMUND, M. (1974). *Všeobecná a anorganická chemia*. SNTL, Praha. pp. 807.
 15. HETEŠA, J., SUKOP, I. (1994). *Ekologie vodního prostředí*. Mendelova univerzita, Brno. ISBN 80-7157-131-8.
 16. HETEŠA, J., KOČKOVÁ, E. (1997). *Hydrochemie*. MZLU, Brno. ISBN 80-7157-289-6.
 17. HLAVÍNEK, P., MIČÍN, J., PRAX, P. (2001). *Příručka stokování a čištění*. NOEL 2000, Brno. ISBN 80-860-2030-4.
 18. HLAVÍNEK, P., MIČÍN, J., PRAX, P. (2006). *Příručka stokování a čištění odpadních vod*. ARDEC, Brno.
 19. HORÁKOVÁ, M. A KOLEKTIV. (2003). *Analytika vody*. VŠCHT, Praha. ISBN 978-80-7080-520-6.
 20. HOUSE, W. A., WARWICK, M. S. (1998). *Hysteresis of the solute concentration/discharge relationship in rivers during storms*. Water Research 32. pp. 2279-2290.
 21. HRABÁNKOVÁ, A. (2016). *Ochrana vod před dusičnany ze zemědělství*. Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v. v. i., Praha.
 22. HUBALOVÁ, P., MERTOVARÁ, D. (2022). *Zpráva o stavu vodního hospodářství České republiky v roce 2022*. Ministerstvo zemědělství, Praha. ISBN 978-80-7434-702-3.
 23. CHAPMAN, D. (1996). *Water Quality Assessments*. 2. vydání. Taylor & Francis, New York. ISBN 0-419-21600-6.
-

-
24. CHRISTOPHER, S. F., MITCHELL, M. J., MCHALE, M. R., BOYER, E. W., BURNS, D. A., KENDALL, C. (2008). *Factors controlling nitrogen release from two forested catchments with contrasting hydrochemical responses*. Hydrological Processes 22. pp. 46-62.
 25. CHUDOBA J., DOHÁNYOS, M., WANNER, J. (1991). *Biologické čištění odpadních vod*. Nakladatelství technické literatury, Praha. ISBN 80-03-00611-2.
 26. IWA PUBLISHING. (2015). *Water science and technology*. vol. 88, no. 8. ISSN 0273-1223.
 27. JANEČEK, M. A KOLEKTIV. (2005). *Ochrana zemědělské půdy před erozí*. ISV nakladatelství, Praha. ISBN 80-86642-38-0.
 28. JANSKÝ, B., ŠOBR, M. A KOLEKTIV. (2003). *Jezera České republiky*. Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovi, Praha. ISBN 80-86561-05-4.
 29. JELÍNEK, J. (2010). *NAUKA O ZEMI pro technické obory*. Institut geologického inženýrství, Ostrava.
 30. JOUANNEAU, S., RECOULES, L., DURAND, M. J., BOUKABACHE, A., PICOT, V., PRIMAULT, Y., LAKEL, A., SENGELIN, M., BARILLON, B. THOUAND, G. (2014). *Methods for assessing biochemical oxygen demand*. vol. 49, pp. 62-82. ISSN 0043-1354.
 31. KOČÍ, V., BUKHARD, J., MARŠALEK, B. (2000). Eutrofizace na přelomu tisíciletí. In: *Eutrofizace*. Fakulta technologie ochrany prostředí, Praha. pp. 3-13.
 32. KOMÍNKOVÁ, D., BENEŠOVÁ L., ŠŤASTNÁ, G. (2014). *Úprava pitných a čištění odpadních vod*. ČZU, Praha.
 33. KUMAR, R., KUMAR, A. (2005). Water analysis. *Biochemical oxygen demand*. Encyclopedia of analytical science, Elsevier. pp. 315–324.
 34. KVÍTEK, T., TIPPL, A. (2003). *Ochrana povrchových vod před dusičnany z vodní eroze a hlavní zásady protierozní ochrany v krajině*. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha. ISBN 80-7271-140-7.
 35. KVÍTEK, T., GERGEL, J., KVÍTKOVÁ, G. (2005). *Využití a ochrana vodních zdrojů*. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, České Budějovice. ISBN 80-704-0773-5.
-

-
36. KVÍTEK, T. A KOLEKTIV. (2018). *Retence a jakost vody v povodí Vodárenské nádrže Švihov na Želivce*. 2. vydání. Povodí Vltavy, Praha. ISBN 978-80-270-5244-8.
 37. KYNCL, M. (2007). *Technologie, zpracování a využití vodárenských kalů: monografie*. Vysoká škola báňská – Technická univerzita, Ostrava. ISBN 978-80-248-1604-3.
 38. LELLÁK, J., KUBÍČEK, P. (1991). *Hydrobiologie*. Karolinum, Praha. ISBN 80 7066-530-0.
 39. LEPIČOVÁ, P. (2020) *Zpráva o životním prostředí České republiky v roce 2020*. Česká informační agentura životního prostředí, Praha. ISBN 978-80-7674-028-0.
 40. LEPIČOVÁ, P. (2021). *Zpráva o stavu vodního hospodářství České republiky v roce 2021*. Ministerstvo zemědělství, Praha. pp. 151.
 41. MALÝ, J., MALÁ J. (1996). *Chemie a technologie vody*. NOEL 2000, Brno. ISBN 80-860-2013-4.
 42. MALÝ, J. (1997). *Moderní trendy v čištění odpadních vod*. NOEL 2000, Brno. ISBN 80-86020-07-X.
 43. MALÝ, J., MALÁ, J. (2006). *Chemie a technologie vody*. 2. vydání. ARDEC, Brno. ISBN 80-860-2050-9.
 44. MCDOWELL, R., SHARPLEY, A. N., CONDRON, L.M., HAYGARTH, P. M., BROOKES, P. C. (2001). *Processes controlling soil phosphorus release to runoff and implications for agricultural management*. Nutrient Cycling in Agroecosystems. vol. 59, pp. 269-284.
 45. MITTAL, A. (2011). *Biological Wastewater Treatment*. Environmental Science, Biology. pp. 32-33.
 46. NEEDELMAN, B. A., GBUREK, W. J., SHARPLEY, A. N., PETERSEN, G. W. (2001). Environmental management of soil phosphorus: *modeling spatial variability in small fields*. Soil Science Society American Journal, vol. 65, pp. 1516-1522.
 47. NOVÁKOVÁ, M. (2016). *Objekty usazovacích nádrží a odkališť v topografických databázích a digitální kartografii.*, Bakalářská práce, Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta.
 48. NOVOTNY, V. (2003). *Water Quality*. John Wiley & Sons, New Jersey, pp. 864. ISBN 0-471-39633-8.
-

-
49. NOVOTNÝ, I. A KOLEKTIV. (2017). *Příručka ochrany proti erozi zemědělské půdy*. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha. ISBN 978-80-87361-67-2.
 50. NYPL, V., SYNÁČKOVÁ, M. (1998). *Zdravotně inženýrské stavby 30: stokování*. České vysoké učení technické, Praha. ISBN 80-010-1729-X.
 51. PENN, C. J., MULLINS, G. L., ZELAZNY, L. W., SHARPLEY, A. N. (2006). *Estimating dissolved phosphorus concentrations in runoff from three physiographic regions of Virginia*. Soil Science Society of American Journal. vol. 70, pp. 1967-1974.
 52. PITTER, P. (2009). *Hydrochemie*. 4. vydání. VŠCHT, Praha. ISBN 978-80-7080-701-9.
 53. PIVKONSKÝ, M., VAŠATOVÁ, P., NAČERADSKÁ, J., a PIVKONSKÁ, L. (2020). *Koagulace při úpravě vody: teorie a praxe*. Academia, Praha. ISBN 978-80-200-3116-7.
 54. PLECHÁČ, V., (1989). *Voda problém současnosti a budoucnosti*. Svoboda, Praha. ISBN 80-205-0096-0.
 55. POŠTA, J. A KOLEKTIV. (2005). *Čistírny odpadních vod*. ČZÚ, Praha. ISBN 80-213-1366-8.
 56. POVODÍ VLTAVY. (2024). *Stavy a průtoky na vodních tocích*. Praha.
 57. RICHTER, R., ŘÍMOVSKÝ, K. (1996). *Organická hnojiva, jejich výroba a použití*. IVV MZe ČR, Praha. pp. 40. ISBN 80-7105-117-9.
 58. ŘÍHA, J. (1987). *Voda a společnost*. SNTL, Praha.
 59. SAFARIKOVA, J., BARESOVA, M., PIVKONSKY, M., KOPECKA, I. (2013). *Influence of peptides and proteins produced by cyanobacterium Microcystis aeruginosa on the coagulation of turbid waters*. vol. 118, pp. 49-57. ISSN 1383-5866.
 60. SEMORÁDOVÁ, E. (1998). *Ekologie krajiny*. Univerzita J.E. Purkyně, Ústí nad Labem. ISBN 80-7044-224-7.
 61. SERRANO, S.E., (2011). *Hydrology for engineers, geologists and enviromental professionals*. HydroScience Inc., Lexington, Kentucky. ISBN 0-9655643-9-8.
 62. SHARPLEY, A. N. (1995a). *Dependence of runoff phosphorus on extractable soil phosphorus*. Journal of Environmental Quality. vol. 24, pp. 920-926. ISSN 0047-2425.
-

-
63. SHARPLEY, A. N. (1995b). Soil phosphorus dynamics: *agronomic and environmental impacts*. Ecological Engineering. vol. 5, no. 2–3, pp. 261-279. ISSN 0925-8574.
 64. SLAVÍČKOVÁ, K., SLAVÍČEK. (2013). *Vodní hospodářství obcí 1: úprava a čištění vody*. 2. vydání. ČVUT, Praha. ISBN 978-80-01-05390-4.
 65. SLÁDEČEK, V., SLÁDEČKOVÁ, A. (1996). *Atlas vodních organismů se zřetelem na vodárenství, povrchové vody a čistírny odpadních vod*. ČVTVHS, Ústav technologie vody, Praha.
 66. SOJKA, J. (2013). *Čistírny odpadních vod: pro rodinné domy*. Grada, Praha ISBN 978-80-247-4504-6.
 67. STEHLÍK, V. A KOLEKTIV. (1968). *Naučný slovník zemědělský*. Státní zemědělské nakladatelství Praha, Praha.
 68. SYNÁČKOVÁ, M., (1994). *Čistota vod*. České vysoké učení technické, Praha. ISBN 80-01-01083-X.
 69. ŠAFARÍČKOVÁ, S., PEŠATA, M. (2006). *Živiny v krajině: dusík, fosfor eutrofizace půdy a vody, indikace dusíku*. DAPHNE ČR – Institut aplikované ekologie, České Budějovice.
 70. ŠARAPATKA, B., URBAN, J. (2003). *Ekologické zemědělství*. Ministerstvo životního prostředí ČR, Praha. pp. 280. ISBN 80-7212-274-6.
 71. ŠÁLEK, J. A KOLEKTIV. (2012). *Voda v domě a na chatě: Využití srážkových a odpadních vod*. Grada Publishing, Praha. ISBN 978-80-247-3994-6.
 72. ŠEBELA, M. (2014). *Šrablovací zařízení dosazovací nádrže*. Bakalářská práce, Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství.
 73. ŠIMEK, M., COOPER, J. E. (2004). *Biogeochemical cycles of elements*. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, České Budějovice. pp. 64. ISBN 80-7040-668-2.
 74. ŠRAČEK O., DATEL J., MLS J. (2002). *Kontaminační hydrogeologie*. 2. vydání. Karolinum, Praha. ISBN 80-246-0521-X.
 75. ŠTAMBEROVÁ, M., MICHALOVÁ, M., MIKŠOVSKÝ, J., PRCHALOVÁ, H. (1998). *Vodní zdroje v České republice*. Výzkumný ústav vodohospodářský TGM, Brno.
 76. ŠTĚPÁNEK, M., ČERVENKA, R. (1974). *Problémy eutrofizace v praxi*. Avicenum, Praha.
-

-
77. ŠVEHLA, P., TLUSTOŠ, P., BALÍK, J. (2007). *Odpadní vody*. 2. vydání. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha. pp. 142. ISBN 978-80-213-1716-1.
78. TANSEL, B. (2008). *New Technologies for Water and Wastewater Treatment: A Survey of Recent Patents. Recent Patents on Chemical Engineering*. pp. 17-26.
79. TLAPÁK, V., ŠÁLEK, J., LEGÁT, V. (1992). *Voda v zemědělské krajině*. Brázda (zemědělské nakladatelství), Praha. ISBN 80-209-0232-5.
80. VANĚK, V. (2002). *Výživa a hnojení polních a zahradních plodin*. 3. vydání. Ing. Martin Sedláček, Praha. ISBN 80-902-4137-9
81. VALENOTVÁ, O., MACHOVÁ, J., KROUPOVÁ, K. H. (2013). *Základy hydrochemie - návody pro laboratorní cvičení*. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Vodňany. ISBN 978-80-87437-9.
82. VISCO, G., CAMPANELLA, L., NOBILI, V. (2005). *Organic carbons and TOC in waters: an overview of the international norm for its measurements*. *Microchemical Journal*. vol. 79, no. 1-2, pp. 185-191. ISSN 0026-265X.
83. VYMAZAL, J. (1995). *Čištění odpadních vod v kořenových čistírnách*. ENVI, Třeboň. Pp. 147.
84. WITTLINGEROVÁ, Z., JONÁŠ, F. (1999). *Ochrana životního prostředí*. Česká zemědělská univerzita, Praha. ISBN 80-213-0515-0.

Seznam legislativy

85. ČESKO. Nařízení vlády č.401/2015 Sb. *Nařízení vlády o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech*. In: Sbíрка zákonů České republiky. (2015). Částka 166. [Vodní zákon]. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2015-401/zneni-20160101>.
86. ČESKO. Vyhláška č. 252/2013 Sb. *Vyhláška o rozsahu údajů v evidencích stavu povrchových vod a podzemních vod a o způsobu zpracování, ukládání a předávání těchto údajů do informačních systémů veřejné správy*. (2013). Částka 97. [Vodní zákon].
87. ČESKO. Zákon č. 254/2001 Sb. *Zákon o vodách a o změně některých zákonů*. (2001). Částka 98. [Vodní zákon].
-

-
88. ČSN 75 7221 (1998). *Jakost vod – Klasifikace jakosti povrchových vod*. Český normalizační institut, Praha.
89. SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY. (2000/60/ES). „*O stanovení rámce pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky.*“ Official Journal of the European Union, pp. 275–346.
90. SMĚRNICE RADY. (91/676/EHS). *O ochraně vod před znečištěním způsobeném dusičnany ze zemědělských zdrojů*. Úřední věstník Evropské unie, pp. 68-77.
91. SMĚRNICE RADY. (91/271/EHS). *O čištění městských odpadních vod*. Úřední věstník Evropské unie.

Seznam internetových zdrojů

92. EKOPROGRES. (2024). *Lapák šterku*. [online] [cit. 04-01-2024]. Dostupné z: <https://www.ekoprogres.cz/soubor/lapak-sterku/>
93. EuroClean.cz, (2000). *Těžké kovy ve vodě*. [online] [cit. 04-01-2024]. Dostupné z: <https://euroclean.cz/problemy-vody/tezke-kovy/>.
94. Geologie.vsv.cz, (n. d.). *Hydrosféra*. [online]. [cit. 04-01-2024]. Dostupné z: <http://geologie.vsb.cz/jelinek/tc-hydrosfera.htm>.
95. HOFMAN, J. A KOLEKTIV. (2018). *Rezidua pesticidů v orných půdách České republiky*. [online]. [cit. 06-02-2024]. Dostupné z: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/ochrana-obecne/rezidua-pesticidu-v-ornych-pudach-ceske-republiky>.
96. Kořenovky. cz. (n. d.). *Jak fungují kořenové čistírny*. [online][cit. 06-02-2024]. Dostupné z: <https://www.korenova-cisticka.cz/korenove-cistirny/jak-funguji-korenove-cistirny>.
97. LANGHAMMER, J. (2009). *Kvalita povrchových vod a jejich ochrana*. [online] [cit. 06-02-2024]. Dostupné z: <https://web.natur.cuni.cz/~langhamr/>.
98. MICROBIOLOGYNOTE. (2022). *Mikrobiologické poznámky MN*. [online] [cit. 05-12-2023]. Dostupné z: [https://microbiologynote.com/cs/biologick%C3%A1-spot%C5%99ebakysl%C3%ADkut%C4%9Blo/#What is Biological Oxygen Demand BOD](https://microbiologynote.com/cs/biologick%C3%A1-spot%C5%99ebakysl%C3%ADkut%C4%9Blo/#What%20is%20Biological%20Oxygen%20Demand%20BOD).
99. Moni.cz, (n. d.). *Jaké jsou hlavní zdroje znečištění vody v ČR?* [online] [cit. 06-02-2024]. Dostupné z: <https://www.moni.cz/aktuality/zdroje-znecistení-vody>. [cit. 2024-02-26].
-

-
100. PECHÁČEK, J. (2019). *Čištění odpadních vod*. [online] [cit. 22-10-2023].
Dostupné z:
https://projekty.fs.vsb.cz/010/downloads/prednasky/Cistení_odpadnich_vod-Pechacek.pdf .
101. Poradme.se, (2018). *Jak funguje čistírna odpadních vod*. [online] [cit. 22-10-2023]. Dostupné z: <http://www.poradme.se/index.php> .
102. SEPARATE SEWERS. (2020). *Sustainable Sanitation and Water Management Toolbox*. [online] [cit. 22-10-2023]. Dostupné z: <https://sswm.info/content/separate-sewers>.
103. TvořímeEvropu, (2005). *Vstup ČR do EU*. [online] [cit. 22-10-2023]. Dostupné z: <https://tvorimevropu.cz/evropska-unie/cr-a-eu/vstup-cr-do-eu/>.
104. VTEI, (2017). *Klasifikace kvality povrchových vod*. [online] [cit. 03-01-2024]. Dostupné z: <https://www.vtei.cz/2017/12/klasifikace-kvality-povrchovych-vod/>.
-

Seznam obrázků

Obrázek 2.1: Kvalita povrchových vod v České republice v letech 1991–1992.....	14
Obrázek 2.2: Kvalita povrchových vod v České republice v letech 2021–2022.....	15
Obrázek 3.1: Koloběh dusíku ve vodách (Synáčková, 1994)	23
Obrázek 4.1: Plošná vodní eroze (Novotný et al., 2017)	30
Obrázek 6.1: Schéma technologické linky mechanicko-biologické ČOV (Komínková et al., 2014).....	36
Obrázek 6.2: Schéma DČOV Stoklasná Lhota (vlastní zdroj, Jelínková, 2024).....	38
Obrázek 6.3: Ruční česle na ČOV Bošilec (vlastní zdroj, Jelínková J., 2023)	41
Obrázek 6.4: Strojní česle na ČOV Tábor (vlastní zdroj, Jelínková J., 2023)	42
Obrázek 6.5: Vertikální lapák písku na ČOV Malšice (vlastní zdroj, Jelínková, 2023)	43
Obrázek 7.1: Umístění zájmových ČOV v rámci mapy ČR (vlastní zdroj, Jelínková, 2024)	49
Obrázek 8.1: Vývoj počtu ČOV před vstupem do EU (vlastní zdroj, Jelínková, 2024)	53
Obrázek 8.2: Vývoj počtu ČOV po vstupu do EU do roku 2010 (vlastní zdroj, Jelínková, 2024).....	58
Obrázek 8.3: Vývoj počtu ČOV od roku 2011 do současnosti (vlastní zdroj, Jelínková, 2024)	62
Obrázek 8.4: Profil sledování jakosti povrchových vod: PVL_2725	67
Obrázek 8.5: Profil sledování jakosti povrchových vod: PVL_2723	70
Obrázek 8.6: Profil sledování jakosti povrchových vod: PVL_9460	72
Obrázek 8.7: Profil sledování jakosti povrchových vod: PVL_2727	74
Obrázek 8.8: Profil sledování jakosti povrchových vod: PVL_4004	76
Obrázek 8.9: Profil sledování jakosti povrchových vod: PVL_9453	78
Obrázek 8.10: Profil sledování jakosti povrchových vod: PVL_2722	80
Obrázek 8.11: Profil sledování jakosti povrchových vod: PVL_9462	82
Obrázek 8.12: Profil sledování jakosti povrchových vod: PVL_2715	84
Obrázek 8.13: Profil sledování jakosti povrchových vod: PVL_2721	88
Obrázek 8.14: Profil sledování jakosti povrchových vod: PVL_9451	90
Obrázek 8.15: Profil sledování jakosti povrchových vod: PVL_1049	92
Obrázek 8.16: Profil sledování jakosti povrchových vod: PVL_5056	94

Seznam tabulek

Tabulka 3.1: Typických hodnot BSK a jejich indikace (Sládeček et al., 1996).....	19
Tabulka 6.1: Emisní standardy: přípustné hodnoty (Nařízení vlády č. 401/2015 Sb.)	39
Tabulka 6.2: Minimální roční četnosti odběrů vzorků vypouštěných městských odpadních vod pro sledování jejich znečištění (Nařízení vlády č. 401/2015 Sb.)	39

Seznam grafů

Graf 8.1: Vývoj počtu ČOV provozovaných a.s. ČEVAK (oblast Sever).....	52
Graf 8.2: Biochemická spotřeba kyslíku BSK ₅ – pro 2letá období PVL_2725	69
Graf 8.3: Biochemická spotřeba kyslíku BSK ₅ – pro 2letá období PVL_2723	71
Graf 8.4: Biochemická spotřeba kyslíku BSK ₅ – pro 2letá období PVL_9460	73
Graf 8.5: Biochemická spotřeba kyslíku BSK ₅ – pro 2letá období PVL_2727	75
Graf 8.6: Biochemická spotřeba kyslíku BSK ₅ – pro 2letá období PVL_4004	77
Graf 8.7: Biochemická spotřeba kyslíku BSK ₅ – pro 2letá období PVL_9453 (ČHMÚ, 2024)	79
Graf 8.8: Biochemická spotřeba kyslíku BSK ₅ – pro 2letá období PVL_2722	81
Graf 8.9: Biochemická spotřeba kyslíku BSK ₅ – pro 2letá období PVL_9462	83
Graf 8.10: Biochemická spotřeba kyslíku BSK ₅ – pro 2letá období PVL_2715	87
Graf 8.11: Biochemická spotřeba kyslíku BSK ₅ – pro 2letá období PVL_2721	89
Graf 8.12: Biochemická spotřeba kyslíku BSK ₅ – pro 2letá období PVL_9451	91
Graf 8.13: Biochemická spotřeba kyslíku BSK ₅ – pro 2letá období PVL_1049	93

Seznam použitých zkratek

As – arsen

BSK – biochemická spotřeba kyslíku

Cd – kadmium

CO₂ – oxid uhličitý

Co – kobalt

Cr – chrom

ČOV – čistírny odpadních vod

DČOV – domovní čistírna odpadních vod

EO – počet ekvivalentních obyvatel

EU – Evropská unie

Fe – železo

Hg – rtuť

CHSK – chemická spotřeba kyslíku

CHSK_{Cr} – chemická spotřeba kyslíku dichromanem

CHSK_{Mn} – chemická spotřeba kyslíku manganistanem

KČOV – kořenová čistírna odpadních vod

Mn – mangan

N – dusík

Ni – nikl

NOM – natural organic matter

OPŽP – Operační program Životní prostředí

OV – odpadní voda

OL – odpadní látky

P – fosfor

Pb – olovo

TOC – total organic carbon

V – vanad

Zn – zinek
