

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta životního prostředí

Katedra vodního hospodářství a environmentálního
modelování



Diplomová práce

Vyhodnocení provozu ČOV Sedlčany a návrh
intenzifikace

Vedoucí práce: Ing. Marcela Synáčková, CSc

Diplomant: Elena Mrázková

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Elena Mrázková

Krajinné inženýrství

Název práce

Vyhodnocení provozu ČOV Sedlčany a návrh intenzifikace

Název anglicky

Evaluation of the operation of the Sedlčany WWTP and proposal for intensification

Cíle práce

Diplomová práce je typu zpracování již existujících dat. Cílem práce je rozbor problematiky čištění odpadních vod. V praktické části na vyhodnocení provozu ČOV Sedlčany s návrhem na intenzifikaci provozu ČOV.

Metodika

Zásady pro zpracování:

1. Úvod
2. Cíle práce
3. Metodika
4. Literární rešerše
5. Charakteristika studijního území
6. Výsledky
7. Diskuze
8. Závěr a přínos práce
9. Použité zdroje
10. Přílohy

Doporučený rozsah práce

60 stran textu + grafické přílohy

Klíčová slova

čistírna odpadních vod, ukazatele znečištění, vyhodnocení provozu

Doporučené zdroje informací

HENZE M., HARREMOËS P., ARVIN E. (2002): Wastewater treatment. Springer- Verlag, Berlin Heidelberg- New York, 433 s.

HENZE M., LOOSDRECHT M., EKANA G., BRDJANOVIC D. (2003): Biological wastewater treatment. Principls, modelling and design. IWA Publishing , Cambridge University Press , 517 s.

HLAVÍNEK P., HLAVÁČEK J., 1996 : Čištění odpadních vod Praktické příklady výpočtů.NOEL 2000 s.r.o, Brno196 s.

HLAVÍNEK P., MIČÍN J., PRAX P., 2001 : Příručka stokování a čištění. NOEL 2000, s.r.o., Brno, 251 s.

PYTLI V. a kol., 2004 : Příručka provozovatele čistírny odpadních vod.

Předběžný termín obhajoby

2023/24 LS – FŽP

Vedoucí práce

Ing. Marcela Synáčková, CSc.

Garantující pracoviště

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

Elektronicky schváleno dne 22. 2. 2024

prof. Ing. Martin Hanel, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 23. 2. 2024

prof. RNDr. Michael Komárek, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 11. 03. 2024

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma: Vyhodnocení provozu ČOV Sedlčany a návrh intenzifikace vypracovala samostatně a citovala jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použila a které jsem rovněž uvedla na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

Jsem si vědoma, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

Jsem si vědoma, že odevzdáním diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V Praze dne:.....

.....

Elena Mrázková

Poděkování

Tímto bych chtěla poděkovat Ing. Marcele Synáčkové, CSc. za vedení mé diplomové práce, cenné rady a vstřícné jednání. Dále bych chtěla poděkovat Ing. Romanovi Peclovi a panu Jiřímu Jaloveckému za velmi milý přístup při poskytování potřebných informací a podkladů. Velké díky patří také mé rodině za podporu během celého studia.

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá vyhodnocením provozu ČOV ve městě Sedlčany, ležícím ve Středočeském kraji. ČOV byla v roce 2018 významně ovlivněna postupným ukončováním provozu Povltavských mlékáren, a. s., díky čemuž došlo ke značné změně ve složení odpadních vod v důsledku výrazného snížení organického znečištění. Odpadní vody, které měly převážně průmyslový charakter, mají nyní charakter spíše městských odpadních vod. Ovlivněn byl rovněž i chod kalového hospodářství, produkce bioplynu a výroba tepelné energie. Rešeršní část je zaměřena na problematiku čištění odpadních vod, konkrétně na jednotlivé druhy odpadních vod, jejich složení, dílčí ukazatele znečištění, technologii čištění a také legislativní rámec. V druhé části práce, spíše praktické, jsou uvedeny základní údaje o řešeném území a širších vztazích. Dále je zde popsána technologie čištění a jednotlivé objekty nacházející se na ČOV doplněné fotodokumentací. Na základě poskytnutých dat bylo provedeno vyhodnocení ČOV dle jednotlivých ukazatelů v letech 2017 až 2022. U žádného z ukazatelů nedošlo k překročení přípustné ani maximální hodnoty emisních limitů stanovených dle rozhodnutí o vypouštění odpadních vod do vod povrchových. Z vyhodnocených dat lze dále konstatovat, že výrazný růst celkového dusíku na odtoku byl zapříčiněn nedostatečným množstvím živin pro denitrifikační bakterie právě v důsledku snížení dobře biologicky rozložitelného substrátu. S tím také souvisí kolísání hodnot celkového fosforu a přemnožení fosfát akumulujících bakterií, které slouží pro zachytávání fosforu, ale v případě nedostatku kyslíku a deficitu živin fosfor naopak vylučují. V tomto případě mělo však ukončení provozu Povltavských mlékáren a. s. vliv pozitivní, jelikož s ukončením provozu problém vymizel. Závěr a přínos práce je věnován shrnutí studií, které byly vypracovány na základě nežádoucího ovlivnění kalového hospodářství a návrhu využití čistírenského kalu, a to kompostováním.

Klíčová slova

Čistírna odpadních vod, ukazatele znečištění, vyhodnocení provozu

Abstract

The diploma thesis deals with the evaluation of the operation of the wastewater treatment plant in Sedlčany, located in the Central Bohemia Region. The WWTP was significantly affected in 2018 by the gradual closure of Povltavské mlékárny a. s., which resulted in a significant change in the composition of wastewater due to a significant reduction in organic pollution. The wastewater, which was predominantly industrial in nature, is now more of an urban wastewater. The operation of sludge management, biogas production and thermal energy production have also been affected. The review part focuses on wastewater treatment issues, specifically on the different types of wastewater, their composition, partial pollution indicators, treatment technology and the legislative framework. The second part of the thesis, which is more practical, provides basic data on the area and the broader relations. Furthermore, the treatment technology and the individual objects located at the WWTP are described, accompanied by photographic documentation. On the basis of the data provided, an evaluation of the WWTP according to individual indicators was carried out between 2017 and 2022. None of the indicators exceeded the permissible or maximum emission limits set according to the decision on the discharge of wastewater into surface waters. From the evaluated data, it can be further concluded that the significant increase in total nitrogen at the outfall was caused by insufficient nutrients for denitrifying bacteria precisely due to the reduction of a well biodegradable substrate. This is also related to the fluctuation in total phosphorus values and the overgrowth of phosphate accumulating bacteria, which serve to sequester phosphorus but in turn excrete phosphorus in the event of oxygen deficiency and nutrient deficiency. In this case, however, the closure of Povltavské mlékárny a. s. had a positive effect, as the problem disappeared with the closure. The conclusion and contribution of the thesis is devoted to the summary of the studies that were made on the basis of the undesirable influence of sludge management and the proposal of the use of sewage sludge, namely by composting.

Keywords

Wastewater treatment plant, pollution indicators, traffic evaluation

Seznam použitých zkratk

BRO	biologicky rozložitelný odpad
BSK	biochemická spotřeba kyslíku
BSK ₅	biochemická spotřeba kyslíku za 5 dní
C _{org}	organický uhlík
ČHMÚ	Český hydrometeorologický úřad
ČOV	čistírna odpadních vod
ČSN	Česká státní norma
ČSÚ	Český statistický úřad
EO	ekvivalentní obyvatel
HCO ₃ ⁻	hydrogenuhličitanový anion
CHSK	chemická spotřeba kyslíku
CHSK _{Cr}	chemická spotřeba kyslíku stanovená dichromanovou metodou
CHSK _{Mn}	chemická spotřeba kyslíku stanovená manganistanovou metodou
KÚ	Krajský Úřad
„m“	maximální nepřekročitelná hodnota
MěÚ	Městský Úřad
MZe	Ministerstvo zemědělství
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
N-NH ₄ ⁺	amoniakální dusík
NL	nerozpuštěné látky
N _C	celkový dusík
OK	odlehčovací komora (dnes dešťový odlehčovač)
OŽP	odbor životního prostředí
O ₂	kyslík
„p“	přípustná hodnota
P _C	celkový fosfor
pH	záporný dekadický logaritmus číselné hodnoty koncentrace vodíkových iontů v roztoku (kyselost / zásaditost roztoku)

ŘSD	Ředitelství silnic a dálnic
ŘÚ	řešené území
SSK	surový směsný kal
TKO	tuhý komunální odpad
VN	vyhnívací nádrž
ZPF	zemědělský půdní fond

Obsah

1. ÚVOD	12
2. CÍL PRÁCE	13
3. METODIKA	14
4. LITERÁRNÍ REŠERŠE	15
4.1 Odpaní vody	15
4.1.1 Definice odpadních vod	15
4.1.2 Druhy odpadních vod	15
Splaškové (domovní) odpadní vody	15
Městské (komunální) odpadní vody	16
Průmyslové odpadní vody	17
Zemědělské odpadní vody	17
Srážkové (dešťové) odpadní vody	17
Vody balastní	18
4.1.3 Složení jednotlivých druhů odpadních vod	18
Složení splaškových vod	18
Složení vod městských (komunálních)	19
Složení vod z průmyslu a zemědělství	20
Složení srážkových (dešťových) vod	20
Složení vod balastních	21
4.1.4 Znečištění odpadních vod	21
4.1.5 Ukazatelé znečištění odpadních vod	22
Chemická spotřeba kyslíku CHSK	23
Biochemická spotřeba kyslíku BSK	23
Vztah CHSK a BSK	24
Organický uhlík C_{org}	24
Nerozpuštěné látky NL	24
Celkový dusík N_C	25
Amoniakální dusík $N-NH_4^+$	25
Celkový fosfor P_C	25
4.2 Čištění odpadních vod	25
4.2.1 Mechanické předčištění	26
4.2.2 Biologické čištění	26
4.2.3 Kalové hospodářství	27
4.3 Legislativa	28
Zákon č. 254/2001 Sb.,	28
Zákon č. 283/2021 Sb.,	28
Zákon č. 274/2001 Sb.,	29
Zákon č. 541/2020 Sb.,	29

Nařízení vlády č. 401/2015 Sb.,.....	30
Vyhláška č. 328/2018 Sb.,.....	30
Vodní politika EU.....	31
5. CHARAKTERISTIKA STUDIJNÍHO ÚZEMÍ.....	32
5.1 Základní informace a historie	32
5.2 Klimatické poměry	33
5.3 Hydrologické poměry	34
5.4 Horninové prostředí a geologie	35
5.5 Fauna a flóra.....	35
5.6 Zemědělství a průmysl.....	36
5.7 Inženýrské sítě.....	37
5.8 Zásobování pitnou vodou a odkanalizování	39
6. ČISTÍRNA ODPADNÍCH VOD	41
6.1 Historie ČOV.....	41
6.2 Popis ČOV a technologie čištění	42
6.3 Emisní standardy	54
6.4 Chemikálie používané v procesu čištění odpadních vod	57
6.5 Vodní recipient	57
7. VYHODNOCENÍ.....	59
7.1 Množství vypouštěných odpadních vod	59
7.2 Odlehčení.....	61
7.3 Chemická spotřeba kyslíku.....	62
7.4 Biochemická spotřeba kyslíku.....	66
7.5 Nerozpuštěné látky	70
7.6 Celkový fosfor	73
7.7 Celkový dusík.....	76
7.8. Amoniakální dusík.....	79
8. DISKUZE.....	88
9. ZÁVĚR A PŘÍNOS PRÁCE	91
10. POUŽITÉ ZDROJE.....	92
11. SEZNAM OBRÁZKŮ.....	98
12. SEZNAM TABULEK	100
13. SEZNAM GRAFŮ.....	102
14. SEZNAM PŘÍLOH	104
15. PŘÍLOHY	105

1. ÚVOD

Nejvíce zastoupenou látkou na zemském povrchu je pochopitelně voda, která je zároveň nepostradatelnou podmínkou pro žítí. Tato jednoduchá chemická sloučenina vodíku a kyslíku se účastní všech klíčových biologických, fyzikálních i chemických procesů a též je nezbytnou složkou při tvorbě klimatu. Přestože je její celkové množství na Zemi relativně konstantní, rozložení je velmi nerovnoměrné. Více než 97 % se nachází v oceánech a mořích ve formě slané vody a zbylá 3% tvoří vodu sladkou, která je primárně využívána pro potřeby lidstva.

Správné nakládání a ochrana vod je problematikou značně rozsáhlou a komplikovanou, avšak vedoucí k zajištění udržitelné budoucnosti. Klimatické podmínky a samotná poptávka po vodě tvoří dva klíčové faktory, které vyvíjejí obrovský tlak na zdroje sladké vody, ať už z hlediska kvality či kvantity. V České republice je markantní objem vody získáván prostřednictvím atmosférických srážek, jejichž roční odhad činí přibližně 94 m³. S růstem počtu obyvatel se pochopitelně zvyšuje i objem spotřebované vody. Lze tedy konstatovat, že nedostatek vody z hlediska srážkově podprůměrných měsíců i globálního oteplování bude hrát významnou roli a na mnoha místech už tvoří limitující faktor pro rozvoj společnosti.

Jelikož jsou téměř všechny lidské činnosti spojeny s produkcí značného množství odpadu, z něhož významnou část tvoří právě odpadní vody, je důležité se zaměřit na odpovídající technologii čištění. Samotné množství a složení odpadních vod se pochopitelně odvíjí mimo jiné od místa vzniku. Odlišné složení můžeme tedy předpokládat u vod pocházejících z průmyslových závodů, zemědělství či z jednotlivých domácností. Významnou roli však také hraje životní styl, chování a životní úroveň obyvatel. Jestliže odpadní voda neprojde dostatečným procesem čištění, může docházet k negativním dopadům na životní prostředí z hlediska vodního recipientu a života vodních organismů, volně žijících živočichů a v neposlední řadě také z pohledu omezení rekreačního využití (Henze a Comeau, 2008; Tuser, 2020).

2. CÍL PRÁCE

Diplomová práce je typu zpracování již existujících dat. Cílem práce je rozbor problematiky čištění odpadních vod a úzce souvisejících témat, jako je výčet druhů odpadních vod, jejich složení, ukazatelé znečištění, technologie čištění či legislativní rámec. Cílem praktické části je popsání základních údajů o řešeném území a širších vztazích, technologie čištění a jednotlivých objektů nacházejících se na ČOV Sedlčany. Dále je práce zaměřena na vyhodnocení provozu na základě poskytnutých dat a návrh intenzifikace, který zahrnuje námět na využití čistírenského kalu, a to kompostováním.

3. METODIKA

Ke zpracování teoretického základu daného tématu bylo nutné shromáždit potřebnou českou i zahraniční literaturu, ať už ve formě odborných publikací, odborných článků, legislativních předpisů či internetových zdrojů. Po prostudování těchto zdrojů byla sepsána literární rešerše, která se zabývá problematikou čištění odpadních vod v obecné rovině. Konkrétně definuje odpadní vody, popisuje jednotlivé druhy odpadních vod a jejich složení, sledované ukazatele znečištění, technologii čištění a rovněž legislativní rámec.

Následující kapitola byla věnována charakteristice území, ve kterém se zájmová ČOV nachází. Jednalo se tedy o shromáždění a zpracování podkladů vztahujících se k městu Sedlčany, kterými byly převážně dokumenty nacházející se na místní akční skupině Sedlčanska (MAS Sedlčansko, o.p.s.) a také platný územní plán. Území bylo popsáno z hlediska historie města, klimatických a hydrologických podmínek, horninového prostředí, geologie, zemědělství a průmyslu, inženýrských sítí a v neposlední řadě bylo popsáno zásobování pitnou vodou a stokový systém.

Před zpracováním kapitoly týkající se zájmové ČOV jsem navštívila samotný areál, kde mě provedl specialista – technolog odpadních vod Ing. R. Pecl a také strojník vodohospodářského zařízení, J. Jalovecký. Díky tomu jsem se seznámila s provozem, jednotlivými objekty a technologií čištění z dvojího pohledu. Během prohlídky byla pořizena také fotodokumentace a byly mi poskytnuty potřebné materiály. Další důležité podklady pro zpracování mi byly poskytnuty na MěÚ Sedlčany na Vodoprávním úřadě a OŽP, stejně tak jako při zpracovávání následujících částí.

Hlavní náplní mé diplomové práce bylo vyhodnocení provozu a návrh intenzifikace. Data zahrnující naměřené hodnoty sledovaných ukazatelů v letech 2017 - 2022 pro vyhodnocení provozu mi byla poskytnuta od 1.SčV také prostřednictvím Ing. R. Pecla. Data byla statisticky vyhodnocena a vzhledem k jejich množství byly využívány především měsíční a roční průměry, hodnoty minimální a maximální. Vyhodnocení bylo prováděno na základě stanovených limitních hodnot daných rozhodnutím KÚ Středočeského kraje a MěÚ Sedlčany a zaznamenáno prostřednictvím přehledných tabulek a grafů.

Závěr a přínos práce byl věnován shrnutí studií, které byly vytvořeny na základě nežádoucího ovlivnění kalového hospodářství ukončením provozu Povltavských mlékáren, a. s.. Z hlediska toho byl vytvořen návrh využití čistírenského kalu, a to kompostováním. Z důvodu nedostatečného prostoru v areálu ČOV na vytvoření ploch určených ke kompostování byl vytvořen návrh dovozu čistírenských kalů do cca 5 km vzdálené obce Kosova Hora. I tento areál jsem měla možnost navštívit, jedná se o areál překládací stanice, též areál bývalé skládky, kde se již plochy pro kompostování nacházejí. Byly tedy navrženy 2 varianty, a to na zvětšení této již existující plochy o 1000 a 2500 m². Vycházela jsem především z dostupných údajů na katastru nemovitostí a z podkladů poskytnutých pracovníky z MěÚ Sedlčany.

4. LITERÁRNÍ REŠERŠE

4.1 Odpaní vody

4.1.1 Definice odpadních vod

Dle zákona o vodách č. 254/2001 Sb. a o změně některých zákonů (dále jen „vodní zákon“) se pojmem odpadní vody rozumí veškeré vody použité v obytných, průmyslových, zemědělských a jiných stavbách, zařízeních nebo dopravních prostředcích, v případě, že mají po použití změněnou jakost (konkrétně složení či barvu). Dále jsou to směsi odpadních vod a vod srážkových a dalších vod odtékajících z těchto objektů, zařízeních nebo dopravních prostředků, které mohou ohrozit jakost povrchových nebo podzemních vod. Mezi odpadní vody rovněž patří průsakové vody vznikající při provozu skládek a odkališť nebo při jejich následné péči. Do odpadních vod se však nezahrnují vody, které jsou zpětně využívány pro vlastní potřebu organizace, a vody odtékající do vod důlních.

4.1.2 Druhy odpadních vod

Odpadní vody se dle původu dělí na:

- splaškové odpadní vody,
- městské odpadní vody,
- průmyslové odpadní vody,
- zemědělské odpadní vody,
- srážkové odpadní vody,
- vody balastní.

Splaškové (domovní) odpadní vody

Vody splaškové jsou odpadní vody pocházející především z domácností, sociálních zařízení, kuchyní a umývár. Vzhledem k tomu, že se jedná převážně o odpadní vody z obytných celků, je tento název často nahrazován pojmem domovní odpadní vody (Hlavínek a kol., 2006). Do této kategorie také ovšem patří odpadní vody mající podobné složení, jako jsou odpadní vody ze škol, školek, hotelů či jiných služeb občanské vybavenosti (Pošta a kol., 2005).

Splaškové odpadní vody obsahují přibližně $\frac{3}{4}$ organických látky pocházejících z fekálií a moči. Další hojně zastoupenou skupinou jsou látky pocházející z domácností, jako jsou např. potraviny či saponáty (Hlavínek a kol., 2006).

Splaškové odpadní vody obsahující pouze fekálie jsou označovány jako voda černá a splaškové odpadní vody naopak bez fekálií a moči jako voda šedá (Nemerow a kol., 2009).

Množství splaškové odpadní vody prakticky odpovídá spotřebě pitné vody a je závislé na vybavení dané bytové jednotky. Specifické množství odpadních vod,

respektive množství od jednoho obyvatele za den, představuje rozmezí 43,8 - 153,4 l (Pytl a kol., 2004). Směrná čísla roční potřeby vody pro bytový fond uvádí Tab. 1.

Tab. 1: Směrná čísla roční potřeby vody pro bytový fond - byty v m³ (vyhláška MZe č. 48/2014 Sb, příloha č. 12).

Na jednu osobu bytu s tekoucí studenou vodou mimo byt za rok	15 [m ³]
Na jednu osobu bytu bez tekoucí teplé vody (teplé vody na kohoutku) za rok	25 [m ³]
Na jednu osobu bytu s tekoucí teplou vodou (teplá voda na kohoutku) za rok	35 [m ³]

Pojem „teplá voda na kohoutku“ označuje teplou vodu vytékající přímo do dřezu, umyvadla, vany, sprchy apod., ale není rozhodující, zda je voda ohřívána elektrickým zásobníkem, průtokovým ohřevem, plynovým kotlem nebo je dostupná centrálně pro celou obec nebo město, tedy ze zdroje mimo fakturační vodoměr studené vody.

Směrná čísla roční potřeby vody v rodinných domech jsou dána vyhláškou 48/2014 Sb. tak, že se připočítává 1m³ na spotřebu spojenou s očištěním okolí rodinného domu i s očištěním osob při aktivitách na zahradě apod. Konkrétně provoz bazénu a krojení zahrady je samostatnou složkou, která nespadá pod kategorii bytový fond.

Orientační hodnoty uvádějící specifické znečištění v g/den na 1 obyvatele u sídel s vyšší vybaveností jsou uvedeny v Tab. 2 a s tím související pojem ekvivalentní obyvatel (EO), který je definován produkcí znečištění 60 g BSK₅/den.

Tab. 2: Orientační hodnoty specifického znečištění v g/den na 1 obyvatele (ČSN 75 6401).

Látky	Specifické znečištění						
	Látky			Ostatní			
	Minerální	Organické	Veškeré	BSK ₅	CHSK	N _c	P _c
Nerozpuštěné							
-usaditelné	10	30	40	20	40	1	0,2
-neusaditelné	5	10	15	10	20	-	-
Rozpuštěné	75	50	125	30	60	10	2,3
Celkem	90	90	180	60	120	11	2,5

Městské (komunální) odpadní vody

Městské odpadní vody jsou tvořeny vodami splaškovými, průmyslovými, srážkovými a balastními. Ve velkých městech tvoří převažující podíl ve složení vody splaškové. Pokud se jedná o malá města, zde je složení městských odpadních vod závislé na průmyslové výrobě (Pošta a kol., 2005).

Průmyslové odpadní vody

Průmyslové odpadní vody jsou dle normy ČSN 75 0161 definovány jako vody použité a znečištěné při výrobním procesu daného oboru (včetně vod topných), které jsou z daného podniku vypouštěny a jsou již pro daný proces nevyužitelné.

Znečištění průmyslových odpadních vod je rozmanité v závislosti na druhu výroby, jelikož vznikají ve specifických průmyslových výrobnách (např. pivovarnictví, mlékárenství, textilní průmysl) a tím mají i specifické složení znečištění (Pošta a kol., 2005).

Tyto odpadní vody často obsahují toxické látky, jako jsou těžké kovy, pesticidy apod., a i přes to byly v minulosti běžně vypouštěny do kanalizace, bez ohledu na možnosti koncové ČOV (Junga a kol., 2015). V současné době se proto velmi často využívá předčištění z důvodu snížení koncentrace znečištění, které je nežádoucí pro již zmíněný provoz veřejné kanalizace a koncovou ČOV (Hlavínek a kol., 2006). Většina průmyslových podniků má proto možnost předčištění či vlastní čistírnu odpadních vod. Další možností je čištění těchto vod na komunálních ČOV jako součást městských odpadních vod (Junga a kol., 2015).

Zemědělské odpadní vody

Tyto odpadní vody vznikají v zemědělství, jejich složení je velmi různorodé a odvíjí se od konkrétní zemědělské činnosti (Bindzar a kol., 2009).

Stejně jako průmyslové odpadní vody se i tyto vody stávají významným zdrojem znečištění povrchových vod v důsledku intenzifikace, velkovýroby či využíváním hnojiv. Konkrétní zdroje znečištění mohou být rozděleny do tří skupin. V první řadě zdroje ze živočišné výroby (např. odpady ze siláží), dále zdroje z rostlinné výroby (např. pesticidy) a zdroje ostatní (např. úniky provozních látek) (Hubačiková, 2015; Švehla, Tlustoš, Balík, 2007).

Srážkové (dešťové) odpadní vody

Nejprve se jedná o přirozené srážkové vody, které jsou znečištěny průchodem atmosférou a kontaktem se zemským povrchem (Spellman, 2013).

Srážkové odpadní vody jsou odváděny veřejnou kanalizací, do které jsou přiváděny především pomocí chodníkových nebo uličních vpustí. Z důvodu vyšších průtokových hodnot jsou pro srážkové odpadní vody dimenzovány samostatné dešťové kanalizace. Množství srážkových vod odváděných jednotnou nebo samostatnou kanalizací je závislé na průměrném součiniteli, intenzitě dešťových srážek, ploše odkanalizovaného území, době trvání dešťové události a také na povrchové retenci území, zda je voda zachycována na zpevněných plochách (komunikace, střechy atp.), či na plochách s vegetačním krytem (Hlavínek a kol., 2006; Pytl a kol., 2004).

Na stokové síti v systému jednotné kanalizace jsou vystavěny dešťové oddělovače, objekty sloužící k odvedení dešťové vody. Jsou konstruovány tak, aby při vysokém průtoku, který je způsobený vlivem silného přívalového deště, došlo k přepadu vody do odlehčovací stoky. Odtud je voda vedena přímo do recipientu. I přesto, že je odpadní voda velmi silně naředěna dešťovými vodami, dochází k znečištění recipientu čerstvými fekáliemi. Za odlehčovací komorou pokračuje stoková síť v původním profilu až na čistírnu odpadních vod (Synáčková, 2014; Marshalek a kol., 2007).

Vody balastní

Dle ČSN 75 0161 jsou balastní vody definovány jako nežádoucí přítok podzemních vod do systému stokových sítí a kanalizačních přípojek v důsledku netěsností na daném stokovém systému. Z hlediska objemu tvoří tyto vody významný podíl, i přesto že v pravém slova smyslu nepatří do odpadních vod odváděných veřejnou kanalizací (Hlavínek a kol., 2006).

Nárazově vypouštěnými balastními vodami jsou vody podzemní, voda vypouštěná do stok při haváriích vodovodů, či podzemní voda vypouštěná do stokové sítě za účelem snížení hladiny při provádění staveb. Zdroji kontinuálně odváděných balastních vod jsou vody podzemní vypouštěné do stok za účelem trvalého snížení hladiny podzemní vody, voda podzemní vnikající do stokového systému vlivem netěsností a voda pitná vnikající do stok v důsledku netěsných vodovodů a domovních instalací (Pytl a kol., 2004).

4.1.3 Složení jednotlivých druhů odpadních vod

Složení splaškových vod

Splaškové odpadní vody obsahují látky pocházející především z pitné vody, produktů metabolismu (exkrementů) a produktů lidské činnosti běžně vykonávané v jednotlivých domácnostech, jako jsou např. zbytky jídla, prací či čisticí prostředky (Hlavínek a kol., 2006).

Tab. 3: Průměrné orientační hodnoty složení splaškových vod (Pytl a kol., 2004).

Hodnota pH	6,5-8,5
Nerozpuštěné látky:	200-400 mg/l
- z toho usaditelné	73 %
- z toho neusaditelné	27 %
Rozpuštěné látky	600-800 mg/l
BSK ₅ (s potlačením nitrifikace)	100-400 mg/l
CHSK _{Cr}	250-800 mg/l
N _C	30-70 mg/l
N-NH ₄ ⁺	20-45 mg/l
P _C	5-15 mg/l

Průměrná koncentrace nerozpuštěných látek je 350 mg/l se 73 % podílem organické hmoty. Zatímco průměrná koncentrace rozpuštěných látek je 800 mg/l se 40 % podílem organické hmoty. Průměrná hodnota BSK₅ činí 400 mg/l při platnosti poměru CHSK_{Cr} : BSK₅ = 2 : 1. Průměrné orientační hodnoty ostatních ukazatelů jsou uvedeny výše v Tab. 3 a vyplývají ze specifické potřeby vody a hodnot znečištění v jednotlivých ukazatelích produkovaných 1 obyvatelem za den (Pytl a kol., 2004).

Z hlediska zastoupení organických látek ve splaškových odpadních vodách se jedná o tři hlavní kategorie, které jsou součástí přírodních materiálů. Jsou jimi proteiny, sacharidy a lipidy (především tuky).

Nejčastěji zastoupeným lidským metabolitem ve splaškových odpadních vodách je moč, i přes to že je obsažena pouze v nízké koncentraci (pod 10 mg/l), jelikož je převážná část rozložena na amoniak. Ten tvoří dominantní podíl z celkového dusíku. Dalším produktem metabolismu je fosfor vylučovaný ve formě fosfátové (fosforečnaný) rovněž prostřednictvím moči. Jeho specifická produkce je přesto podstatně vyšší, než je produkce metabolitů, jelikož je značný podíl obsažen především v polyfosfátech, které jsou součástí pracích prostředků (Hlavínek a kol., 2006).

Složení vod městských (komunálních)

Složení městských odpadních vod je velmi proměnlivé v důsledku nerovnoměrného poměru jednotlivých částí, kterými mohou být odpadní vody splaškové, průmyslové, balastní a srážkové. Ke zvýšení koncentrace znečištění přispívají svým složením průmyslové odpadní vody, naopak vody srážkové pomáhají k naředění.

Hlavním ukazatelem pro hodnocení kvality městských odpadních vod je BSK₅, jehož průměrná hodnota bývá v rozmezí 150 až 400 mg/l. Jak již bylo zmíněno, koncentrace CHSK_{Cr} bývá dvojnásobná.

Koncentrace nerozpuštěných látek činí zpravidla 100 až 500 mg/l a koncentrace rozpuštěných látek bývá v rozmezí 500 až 1000 mg/l. V jednotkách mg/l bývá obsažen celkový fosfor, v desítkách mg/l pak amoniakální dusík a v neposlední řadě HCO₃⁻ jehož obsah bývá i několik set mg/l.

Významnou vlastností městských odpadních vod je teplota ovlivňující rychlost biochemických reakcí. Průměrná roční teplota se pohybuje v rozmezí 10 °C až 20 °C, přičemž nižší hodnoty jsou způsobené pronikáním chladných podzemních vod a vyšší hodnoty jsou naopak způsobené přítokem odpadních vod průmyslových (Hlavínek a kol., 2006).

Složení vod z průmyslu a zemědělství

Složení průmyslových a zemědělských odpadních vod je velice různorodé a závisí na jednotlivých výrobních odvětvích.

Organické znečištění obsahují odpadní vody především z papírenského, textilního, potravinářského a také farmaceutického průmyslu. Dále se jedná o tepelné zpracování uhlí ze závodů na výrobu léčiv, kosmetiky, organických barviv či lepidel. Anorganické látky pocházejí převážně z těžby a úpravy uhlí a rud, dále z hutního, keramického a sklářského průmyslu, z výroby hnojiv a taktéž z povrchových úprav kovů.

Z hlediska této kategorie odpadních vod se také hovoří o recyklaci chladících vod v daném závodě, jelikož se sice jedná o odpadní vody, ale jen s velmi malým znečištěním (Shi, 2011).

Podstatným kritériem při hodnocení složení těchto odpadních vod je posouzení přípustných koncentrací toxických, hořlavých a výbušných látek, které mohou být škodlivé pro kanalizační systém a pro chod ČOV. Např. průmyslové vody z tepelného zpracování uhlí obsahují organické látky, které jsou sice toxické, ale přitom velmi dobře biologicky rozložitelné (Chudoba, Dohanyos, Wanner, 1991).

Přípustné koncentrace těžkých kovů pro biologické procesy jsou uvedeny v Tab. 4.

Tab. 4: Přípustné koncentrace těžkých kovů pro biologické procesy (Hlavínek a kol., 2006).

Kov	Zn	Ni	Cu, Cr (III)	As, Cd	Cr (VI), Pb, Ag	Hg
Přípustná koncentrace [mg/l]	2,0	1,0	0,5	0,2	0,1	0,005

Složení srážkových (dešťových) vod

Kvalita srážkových vod je velmi proměnlivá a závisí na mnoha okolnostech. Atmosférické srážky průchodem atmosféry a kontaktem se zemským povrchem získávají organické i anorganické znečištění a dle způsobu znečištění se dělí na znečištěné a neznečištěné. Do kategorie neznečištěných srážkových vod řadíme vody, které obecně odtékají z neznečištěných povrchů, kterými mohou být střechy, komunikace s nízkou dopravní hustotou, ale také zahrady a parky (Synáčková, 2014). Znečištěné srážkové vody tvoří druhou kategorii vod, která se musí před vypouštěním do recipientu čistit. Jedná se např. o splach nečistot z povrchu vozovek s vysokou dopravní hustotou především po delším bezdeštném období (Pytl a kol., 2004). Všeobecně lze však tvrdit, že srážkové odpadní vody zředí odpadní vody a to častokrát velmi podstatně (Hlavínek a kol., 2006).

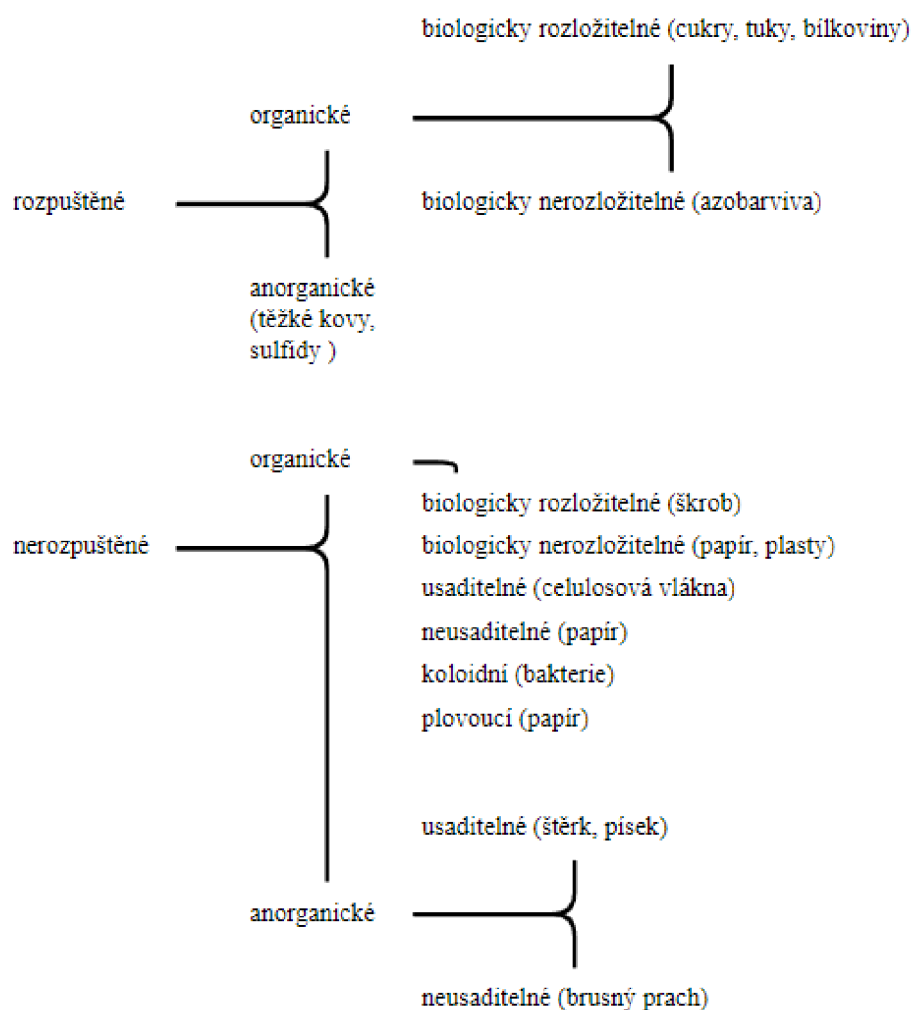
Složení vod balastních

U vod balastních převládá velmi nízké znečištění, které přispívá k naředění městských odpadních vod. Problémem však je, pokud je naředění natolik významné, že způsobuje nízkou koncentraci znečištění (BSK₅ pod 50 mg/l) a znesnadňuje tím biologické čištění na ČOV (Hlavínek a kol., 2006).

4.1.4 Znečištění odpadních vod

Znečištění vod označuje změnu jejich fyzikálních, chemických, biologických a organoleptických vlastností v takové míře, že nejsou vhodné pro další využití.

Znečišťující látky rozdělujeme na rozpuštěné a nerozpuštěné, které se nadále dělí dle schématu uvedeném níže (Junga a kol., 2015). Jelikož jsou znečišťující látky velice pestré, nelze pro jejich odstranění použít jeden ekonomický přijatelný a univerzální proces. Abychom odstranili veškeré formy znečištění, je nutné zařadit několik procesů čištění, čímž vytvoříme technologickou linku čištění (Švehla, Tlustoš, Balík, 2004).



Obr. 1: Rozdělení znečišťujících látek (Junga a kol., 2015).

Pokud se zaměříme na znečištění přírodních vod, rozeznáváme dva typy zdrojů znečištění. Prvním z nich jsou bodové zdroje, které přinášejí znečišťující látky do vodního toku či vodní nádrže v jednom konkrétním proudu a ve známém místě. Příkladem tohoto znečištění je odtok z ČOV. Druhou variantou je plošné znečištění. Plošné zdroje znečištění pocházejí z různých ploch vyskytujících se v okolí vodního toku či vodní nádrže. Do vodního prostředí se dostávají znečišťující látky zpravidla v nízkých koncentracích, avšak ve více proudech a v podstatě v jakémkoli místě. Příkladem jsou splachy z půdy, kde jsou požívána chemická hnojiva. Ve skutečnosti může pochopitelně docházet ke kombinaci bodového a plošného znečištění.

Znečištění vypouštěných odpadních vod do vodních toků a nádrží nese celou řadu negativních následků. Mezi nejpodstatnější patří zanášení vodních toků. Konkrétně se v korytech vodních toků usazují látky, které současně znečišťují břehy, na nichž se velmi často zachytávají. Odpadní vody také samozřejmě negativně ovlivňují estetické a organoleptické vlastnosti vody. Mikrobiálním rozkladem organických látek dochází k vyčerpání rozpuštěného kyslíku, což znemožňuje život vyšších organismů v daném ekosystému. Odpadní vody obsahují mimo jiné patogenní organismy, kteří způsobují špatné epidemiologické situace také v rámci vodního ekosystému. S tím souvisí problém kontaminace vody toxickými nebo jinak škodlivými látkami, jako jsou např. těžké kovy, fenoly, chlorované organické látky. V neposlední řadě je nutno zmínit eutrofizaci povrchových vod, která je příčinou zhoršení kvality přírodní vody a omezení možnosti dalšího zpracování. Vypouštěné odpadní vody svým obsahem zvyšují solnost a také zvyšují/snižují teplotu vody, např. pokud je vypuštěno velké množství vod chladících (Švehla, Tlustoš, Balík, 2004).

4.1.5 Ukazatelé znečištění odpadních vod

Existuje mnoho různých ukazatelů znečištění, které se volí s ohledem na daný účel. Liší se tedy pochopitelně např. ukazatele pro pitnou vodu a vody odpadní.

Ukazatele znečištění můžeme rozdělit do následujících skupin:

- fyzikální ukazatele (teplota, barva, zákal, průhlednost, vodivost, REDOX potenciál),
- chemické ukazatele (pH, chemické složení, tvrdost vody),
- radiologické ukazatele (celková aktivita alfa, beta, aktivita Rn),
- mikrobiologické ukazatele (koliformní ukazatele, fekální koliformní ukazatele, enterokoky, mezofilní, psychofilní bakterie),
- biologické ukazatele (saprobní index),
- ekologické ukazatele (podmínky pro život ryb, samočistící schopnost) (Pošta a kol., 2005).

Odpadní vody obsahují velmi pestrou směs organických látek, avšak kvalitativní a kvantitativní stanovení jednotlivých látek by bylo velmi pracné, časové náročné a pravděpodobně i nákladné. Proto se organické látky stanovují skupinově, tzn. jako suma všech organických látek (Pošta a kol., 2005). Jedná se tedy

o biochemickou spotřebu kyslíku BSK, chemickou spotřebu kyslíku CHSK, organický uhlík C_{org} , nerozpuštěné látky NL, celkový dusík N_C a celkový fosfor P_C (Říha a kol, 2002).

Chemická spotřeba kyslíku CHSK

Chemická spotřeba kyslíku CHSK udává množství kyslíku, které je spotřebované na chemickou oxidaci všech organických látek. Jednotkou jsou mg/l tzn. množství O_2 v mg na jeden l odpadní vody.

Určení CHSK probíhá následovně. Do vzorku odpadní vody se přidá známé množství oxidačního činidla. Vzorek se dá do uzavřené varné nádoby a vaří se v čase dvou hodin. Tím dojde k chemické oxidaci oxidovatelných látek, kterými jsou všechny organické látky. Mimo to se během standardní dichromanové metody rovněž oxidují i některé anorganické sloučeniny, především chloridy. Následně se stanoví zbytkový obsah oxidačního činidla a z výsledných hodnot se vypočítá CHSK. Jak již bylo zmíněno výše, používají se oxidační činidla, konkrétně dichroman draselný nebo manganistan draselný. Dichroman draselný se používá převážně na hodnocení vod odpadních (označení $CHSK_{Cr}$), zatímco manganistan draselný se využívá při hodnocení vod pitných (označení $CHSK_{Mn}$) (Pošta a kol., 2005; Chudoba, Dohanyos, Wanner, 1991).

Biochemická spotřeba kyslíku BSK

Biochemická spotřeba kyslíku udává množství kyslíku, které je spotřebované na biochemickou oxidaci organických látek. V tomto případě se využívá schopnosti některých mikroorganismů k rozkladu organických látek za přítomnosti kyslíku, tedy za aerobních podmínek. Aerobní mikroorganismy využívají organické látky jako zdroj energie a zdroje uhlíku pro syntézu zásobních látek a nových buněk. Stejně jako u CHSK jsou i zde jednotky mg/l.

Stanovení BSK probíhá tak, že se vzorek odpadní vody zředí čistou vodou, která je nasycená kyslíkem. Vzorek je uzavřený a uložený ve tmě při teplotě $20^\circ C$. Po pěti dnech se znovu stanoví obsah kyslíku a z výsledných hodnot se určí hodnota BSK.

Nejčastěji se využívá doba 5 dní (označení BSK_5) i přesto, že oxidace nově vzniklých zásobních látek a bílkovin v buňkách probíhá při standardní metodě BSK 10 až 20 dní, z hlediska praktického upotřebení výsledků je tato doba příliš dlouhá (Pošta a kol., 2005; Chudoba, Dohanyos, Wanner, 1991). Zajímavostí je, že tato pětidenní inkubace byla původně navržena v Anglii. Důvodem však bylo, že tento časový úsek představuje maximální dobu zdržení vody v anglických řekách před jejich vyústěním do moře (McKinney, 1962).

Vztah CHSK a BSK

Vztah CHSK a BSK je vždy $CHSK > BSK$. Je to z toho důvodu, že $CHSK_{Cr}$ udává spotřebu kyslíku na oxidaci všech oxidovatelných látek. Těmi mohou být i látky biologicky obtížně rozložitelné nebo nerozložitelné. Naopak BSK_5 udává spotřebu kyslíku na oxidaci biochemicky rozložitelných látek.

Tento poměr je také příznivým ukazatelem z hlediska biologické rozložitelnosti organických látek v odpadních vodách. Pokud je tento poměr vyšší než 0,5, je organické znečištění odpadní vody dobře biologicky rozložitelné. V dokonale biologicky vyčištěných vodách je tento poměr běžně nižší než 0,1. (Pošta a kol., 2005).

Organický uhlík C_{org}

Organický uhlík je dalším ukazatelem míry obsahu organického znečištění. Jeho použití je dáno rozvojem analyzátorové techniky (Pošta a kol., 2005).

K určení obsahu organického uhlíku v odpadní vodě, (např. pro výpočet spotřeby kyslíku v aktivačních nádržích či pro výpočty samočisticích pochodů v řekách) je důležité znát i hodnotu CHSK, jelikož potřebujeme znát znečištění v kyslíkových jednotkách. Pokud máme dvě odpadní vody, které mají stejný obsah organického uhlíku, i přesto mohou představovat různé potenciální znečištění z hlediska nároku na kyslík (Chudoba, Dohanyos, Wanner, 1991).

Nerozpuštěné látky NL

Tvoří skupinu látek, které nelze z odpadních vod odstranit usazováním, avšak velkou část nerozpuštěných látek lze odstranit poměrně jednoduše již na počátku procesu čištění jejich zachycením (Pošta a kol., 2005).

Nerozpuštěné látky suspendované sedimentují, na rozdíl od nesuspendovaných, které se vznášejí ve vodě, dokud není přidán flokulant, který zajistí sedimentaci v přiměřené době (Hlavínek, Mičín, Prax, 2001; Pytl a kol., 2004).

Ovlivňují pH, pach, ale také negativně ovlivňují život organismů ve vodním prostředí. Konkrétním příkladem je toxicita pocházející ze solí těžkých kovů (olova, rtuti, selenu), která se ve vysokých koncentracích dostává a hromadí v tělech vodních organismů (Henze, Harremoës, Arvine, 2002). Část nerozpuštěných látek se při vypouštění do vodních toků usazuje a tvoří kalové lavice, ve kterých vyhnívají organické látky, a to bez přístupu kyslíku. Rovněž vznikají plyny, které po rozvření a náhlém zvýšení spotřeby kyslíku mohou způsobit nežádoucí situaci, jako např. úhyn ryb či jiných vodních živočichů (Pošta a kol., 2005).

Celkový dusík N_c

V odpadních vodách se vyskytuje dusík, který je nezbytný pro rozvoj mikroorganismů jak ve formě organické – močovina, tak ve formě anorganické – dusičnany, dusitany a amoniakální dusík. Celkový dusík je pochopitelně součtem obou výše zmíněných forem.

Sloučeniny dusíku vznikají primárně rozkladem organických dusíkatých látek živočišného i rostlinného původu. Velmi podstatnými zdroji jsou také splachy ze zemědělské půdy, jež jsou hnojeny dusíkatými hnojivy či některé průmyslové vody (Pitter, 2009).

Amoniakální dusík N-NH₄⁺

Amoniakální dusík je vhodným indikátorem, jelikož je jedním z primárních produktů rozkladu organických dusíkatých látek. Zajiště je součástí dusíkového cyklu a je zásadní pro tvorbu nové biomasy mikroorganismů. Na odtoku fungující čistírny odpadních vod by nemělo být více amoniakálního dusíku, než jsou 2 mg/l (Ilavský, Barloková, Biskupič, 2008).

Celkový fosfor P_c

Celkový fosfor je dán součtem rozpuštěného a nerozpuštěného fosforu. Nejčastějšími zdroji z antropogenního hlediska jsou saponáty či jiné převážně chemické prostředky běžně využívané např. v domácnostech. Významným zdrojem jsou také hnojiva pocházející primárně ze zemědělství. Přírodním zdrojem fosforu je rozklad biomasy.

S celkovým fosforem je také velice úzce spjatý pojem eutrofizace vod, která značí nadměrné množství živin, převážně dusíku a fosforu ve vodách (Lellák a Kubíček, 1992). Odstranění může být chemické nebo biologické. Chemickým odstraněním fosforu z odpadních vod se rozumí srážení. Dochází tedy k převádění rozpuštěného anorganického fosforu na málo rozpustné fosforečnany kovů za tvorby hydroxidů. Pokud se jedná o biologické odstranění fosforu z odpadních vod je fosfor začleněn do nové syntetizované biomasy a odstraněn jako kal přebytečný (Hubačíková, 2015).

4.1 Čištění odpadních vod

Pravidelná lidská činnost samozřejmě vede ke značnému znečištění vody, a proto je nutné této problematice věnovat značnou pozornost. Téměř každá odpadní voda musí být předčištěna na ČOV, která představuje soubor objektů a zařízení určených k čištění znečištěných vod. Cílem tohoto procesu je srovnatelná kvalita vyčištěné vypouštěné vody s kvalitou vody v přírodě. Jedním z mnoha důvodů je snížení přenosu nemocí souvisejících s vylučováním a snížení znečištění vody, které

by mělo negativní účinek na životní prostředí, především vodní biotu (Driscoll, 2008; Duncan, 2013).

4.2.1 Mechanické předčištění

První fáze čištění surové odpadní vody se zaměřuje na odstranění hrubých nečistot větších rozměrů, které by mohly poškodit v dalších krocích procesu čištění objekty a zařízení na ČOV (Hlavínek a kol., 2006). Separace znečišťujících látek se běžně provádí ve dvou stupních. První z nich slouží k odstranění hrubších nečistot za pomoci lapáků, česlí a sít. Druhý stupeň je určen k sedimentaci látek v usazovacích nádržích (Pytl a kol., 2004).

4.2.2 Biologické čištění

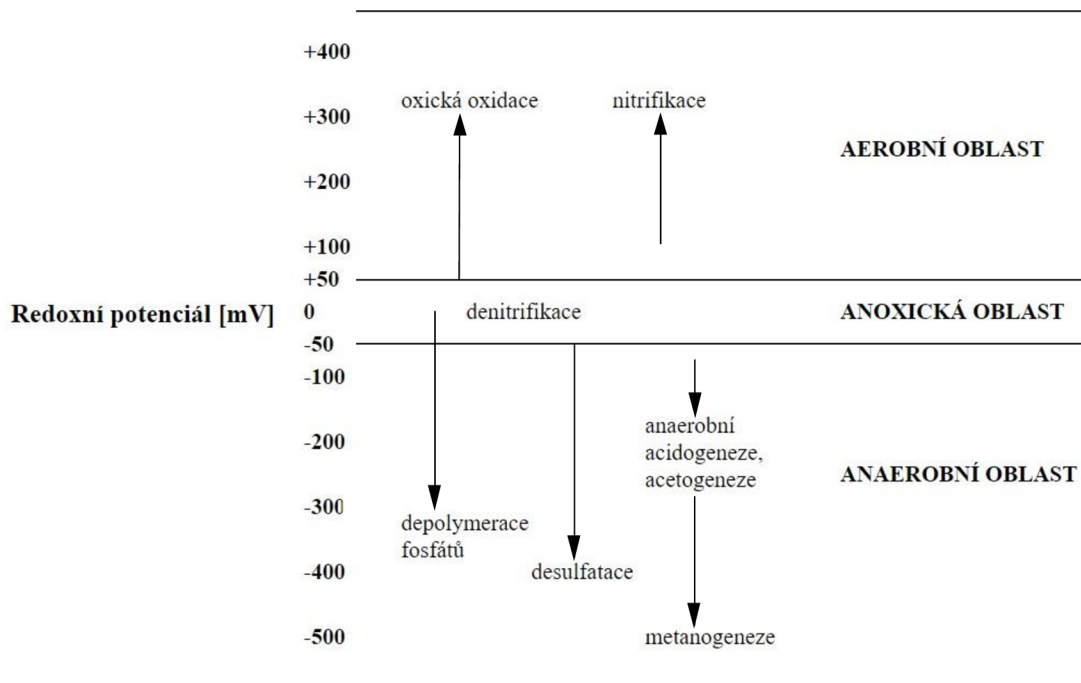
Následuje biologické čištění, jehož cílem je koagulovat a odbourat neusaditelné koloidní látky a přeměnit tedy organické znečištění a další biogenní prvky na biomasu, která je odebírána z dosazovacích nádrží (Hlavínek a Hlaváček, 1996; Henze a kol., 2003). Toho lze dosáhnout za předpokladu, že organické látky způsobují znečištění v odpadních vodách nebo se vyskytují v jiných odpadních vodách a jsou substrátem, jinak řečeno potravou, pro mikroorganismy. Jedná se v podstatě o řízené kultivace mikroorganismů (Švehla, Tlustoš, Balík, 2004).

Všechny biologické procesy mají společný znak, kterým jsou biochemické oxidačně redukční reakce. Biologické procesy probíhající v rámci čištění odpadních vod lze rozdělit do 3 oblastí, a to na základě konečného akceptoru elektronů. Konečný akceptor elektronů lze definovat jako chemickou látku, která je redukována při biochemické oxidaci znečištění zpracovávané odpadní vody.

První oblast je nazývána jako *aerobní*, též oxická či kyslíkatá. Probíhají zde procesy oxidace organických látek a nitrifikace. Konečným akceptorem elektronů je molekulární kyslík. Tato oblast se nachází při hodnotách oxidačně-redoxních potenciálů nad +50 mV.

Druhou oblastí je oblast *anoxická*, též bezkyslíkatá, tzn. že zde není přítomen rozpuštěný kyslík. Nejvýznamnějším procesem probíhajícím v této oblasti je denitrifikace. Akceptorem elektronů je tedy dusík ve formě dusičnanů či dusitanů a jedná se o oblast, kde se hodnoty oxidačně-redoxního potenciálu vyskytují v rozmezí -50 mV až + 50 mV.

Poslední oblastí je oblast *anaerobní*, kde není přítomen rozpuštěný kyslík, dusičnany ani dusitany a typické hodnoty oxidačně-redoxního potenciálu jsou pod - 50 mV. Konečným akceptorem elektronů je vlastní organická látka, kdy se část molekuly oxiduje a část naopak redukuje. V této kategorii probíhají procesy depolymerace polyfosfátů, desulfatace, anaerobní acidogeneze, acetogeneze a methanogeneze (Švehla, Tlustoš, Balík, 2004).



Obr. 2: Hladiny redoxního potenciálu charakterizující biologické čištění odpadních vod (Švehla, Tlustoš, Balík, 2004).

4.2.3 Kalové hospodářství

Kalové hospodářství je konečnou fází procesu čištění odpadních vod, které je nezbytné posuzovat vzhledem k hlavní technologické lince a současně v souladu s požadavky na ochranu životního prostředí.

Kal představuje disperzní systém, který se skládá z rozpuštěných, koloidních i suspendovaných látek, kde objem vody převažuje nad obsahem pevných částic (Hlavínek a kol., 2006). Primární kal vzniká v usazovacích nádržích v mechanickém stupni čištění a je závislý na množství nerozpuštěných látek přitékajících na ČOV. Sekundární kal též přebytečný biologický kal, vzniká v biologickém stupni čištění, konkrétně při procesu aktivace v dosazovacích nádržích (Henze, Harremoës, Arvine, 2002). Terciální kal je uváděn nejčastěji v souvislosti s chemickým srážením fosforu (Pytl a kol., 2004).

Technologie zpracování kalu je rozdělena do následujících částí:

Prvním krokem při zpracování kalu je zpravidla *zahušťování*, jelikož je manipulace s velmi řídkým kalem nepraktická. Tento proces slouží ke snížení objemu vody až na méně než polovinu původního objemu. Nicméně je nutné ponechání konzistence s obsahem sušiny v rozmezí 5 – 9 % z důvodu snadného čerpání. (Nathanson, 2024).

Stabilizace kalu je chápána jako vhodnost kalu pro další zpracování. Obecně by měl stabilizovaný kal splňovat hygienickou nezávadnost, snadnou odvodnitelnost a nepřítomnost zápachu. Požadavky na stabilizaci se stále zvyšují, jelikož nestabilizovaný kal může obsahovat např. infekční látky. Kaly jsou stabilizovány, aby se zabránilo přirozenému anaerobnímu rozkladu během skladování kalů (Bennamoun, 2012). Anaerobní stabilizace probíhá bez přístupu vzduchu a je označována pojmem metanizace či vyhnívání. Během vyhnívání dochází k přeměně většiny rozložitelných organických látek na bioplyn. Dominantním prvkem kalového hospodářství jsou tedy anaerobní reaktory neboli vyhnívací nádrže. Vzniklý bioplyn je využíván k výrobě tepla a případně elektrické energie (Raclavská, 2007). Aerobní stabilizace probíhá pochopitelně za přístupu vzduchu, kdy je organická hmota oxidována na oxid uhličitý a vodu. Dále následuje stabilizace chemická, při níž je zvýšeno pH na hodnotu alespoň 11,5 za účelem zničení patogenních organismů.

Odvodňování je prováděno např. na odstředivkách či kalolisech. Požadovaným výsledkem je kal rýpatelné konzistence, podobné vlastnostem zeminy o obsahu sušiny 20 – 50 %.

Zpracování kalu končí jeho likvidací, která může zahrnovat využití v zemědělství jako hnojivo, kompostování, začlenění do stavebních materiálů či spalování (Hlavínek a kol, 2006).

4.3 Legislativa

Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon)

Cílem vodního zákona je především ochrana povrchových a podzemních vod, které tvoří ohrožené a nenahraditelné složky životního prostředí a také významné přírodní zdroje. Dále stanovení podmínek pro hospodárné využívání vodních zdrojů a jejich zachování. Nadále je snaha o předcházení nedostatku vody, o zlepšení jakosti povrchových a podzemních vod a také snížení nepříznivých dopadů povodní a sucha. V neposlední řadě zajišťuje bezpečnost vodních děl v souladu s právem Evropských společenství.

Mimoto zákon upravuje právní vztahy k povrchovým a podzemním vodám. Vztahy fyzických i právnických osob k užívání povrchových a podzemních vod, vztahy k pozemkům a stavbám, na kterých se tyto vody vyskytují či s nimi souvisejí, a to ve snaze o trvale udržitelné využívání těchto vod.

Zákon č. 283/2021 Sb. (stavební zákon)

Stavební zákon stanovuje pravomoci orgánů stavební správy, územního plánování a územní samosprávy v oblasti územního plánování a stavebního řádu. Dále stanovuje cíle, úkoly a nástroje územního plánování, požadavky na výstavbu

a stavební řád. Kromě toho se zabývá ochranou veřejných zájmů při územním plánování, povolování staveb a výstavbě, povinnostmi osob při přípravě a provádění staveb, podmínkami pro projektovou činnost a provádění staveb, některými účely vyvlastnění, oprávněním autorizovaných inspektorů a výkonem kontroly.

Cílem stavebního zákona je zajištění ochrany veřejného zájmu, a to během územního plánování, povolování staveb a výstavby. Zároveň je snaha o vytvoření podmínek pro udržitelný rozvoj území a zlepšování kvality stavebního prostředí, architektury a stavební kultury.

Zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích)

Zákon o vodovodech a kanalizacích upravuje vztahy, které vznikají při rozvoji, výstavbě a provozu vodovodů a kanalizací (a k nim příslušících přípojek) sloužících pro veřejnou potřebu, které jsou tedy zřizovány a provozovány ve veřejném zájmu. Dále i působnost orgánů územních samosprávných celků a správních úřadů.

Tento zákon platí pro vodovody a kanalizace, které jsou využívány trvale alespoň 50 fyzickými osobami a pokud je průměrná produkce pitné nebo odpadní vody 10 m³ za den. Dále je tento zákon platný pro každý vodovod nebo kanalizaci provozně související s výše zmíněným.

Naopak se tento zákon nevztahuje na vodovody, které slouží k rozvodu jiné než pitné vody, dále na oddílné kanalizace odvádějící povrchové vody vzniklé odtokem vod srážkových a na vodovody a kanalizace, na které není připojen alespoň 1 odběratel.

O dalším rozhodování platnosti tohoto zákona z hlediska ochrany veřejného zdraví, ochrany zdraví zvířat nebo ochrany ŽP rozhoduje Vodoprávní úřad.

Zákon č. 541/2020 Sb., o odpadech

Smyslem zákona o odpadech je zajištění vysoké úrovně ochrany ŽP, zdraví lidí a trvale udržitelné využívání přírodních zdrojů prostřednictvím předcházení vzniku odpadů a nakládání s nimi dle hierarchie odpadového hospodářství za nynější sociální únosnosti a ekonomické přijatelnosti a dosažení cílů odpadového hospodářství takovým způsobem, aby byl možný přechod k oběhovému hospodářství.

Tento zákon upravuje zásady pro předcházení vzniku odpadu a nakládání s ním, práva a povinnosti osob, působnost orgánů veřejné správy z hlediska odpadového hospodářství.

Odpadní vody jsou z tohoto zákona vyjmuty, jelikož s nimi nakládají jiné právní předpisy. Přesto se §67 zabývá kaly. Konkrétně se jedná o kal z čistíren odpadních vod zpracovávajících městské odpadní vody nebo odpadní vody z domácností, kal ze septiků a kal z čistíren odpadních vod, které svými vlastnostmi odpovídají odpadním vodám městským a z domácností, zejména se jedná o odpadní vody pocházející z potravinářského průmyslu a zemědělství. Dále se jedná o kal upravený, který je dle tohoto zákona definován jako kal podrobený biologické, chemické nebo tepelné úpravě nebo jinému vhodnému procesu, který sníží obsah patogenních organismů či kal, který splňuje mikrobiologická kritéria stanovená vyhláškou ministerstva. §68 se zabývá úpravou kalů před použitím na zemědělské půdě a §69 povinnostmi při používání kalů na zemědělské půdě.

Nařízení vlády č. 401/2015 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech

Toto nařízení stanovuje v souladu s právem Evropské unie ukazatele a hodnoty přípustného znečištění povrchových a odpadních vod a také upravuje náležitosti povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací. Dále se věnuje tzv. citlivým oblastem, které jsou v tomto nařízení definovány jako všechny útvary povrchových vod na území České republiky. Také se jedná o ukazatele a hodnoty přípustného znečištění pro zdroje povrchových vod, které se využívají nebo se jejich využití předpokládá jako zdroj pitné vody, dále vody vhodné pro život a reprodukci původních druhů ryb či dalších živočichů a vody využívané ke koupání.

Vyhláška č. 328/2018 Sb., o postupu pro určování znečištění odpadních vod, provádění odečtů množství znečištění a měření objemu vypouštěných odpadních vod do vod povrchových

Jak již vyplývá z názvu, vyhláška slouží jako postup pro určování znečištění odpadních vod, konkrétně provádění odečtů množství znečištění a měření objemu vypouštěných odpadních vod do vod povrchových.

Zdroj znečištění je dle této vyhlášky definován jako území obce, popřípadě její územně oddělená a samostatně odkanalizovaná část, dále území vojenského újezdu nebo areál průmyslového podniku či jiného objektu, pokud samostatně vypouštějí odpadní vody do povrchových vod.

Postup pro určování znečištění odpadních vod zahrnuje odběr vzorků, jejich následnou úpravu, uchování a převoz. Dále jsou prováděny rozbory vzorků a jejich výsledné vyhodnocení, z čehož se stanovuje množství znečištění.

Měření objemu, které zahrnuje určení místa, způsob a četnost vypouštěných odpadních vod, zajišťuje poplatník v souladu s povolením k vypouštění odpadních vod do pro příslušnou výpust.

Vodní politika EU

Jedním z nejvýznamnějších legislativních nástrojů v oblasti vodní politiky a současně nejkomplicovanější směrnici, která byla vytvořena na úrovni Evropské unie, je Směrnice 2000/60/ES Evropského parlamentu a Rady. Směrnice ze dne 23. října 2000 nabyla účinnosti dne 22. prosince 2000 a stanovuje rámec pro činnost Evropského společenství v oblasti zmíněné vodní politiky.

Důvodem jejího vzniku je sjednocení různých způsobů stávající ochrany vod uvnitř Evropských společenství a prosazování integrované péče o životní prostředí.

Směrnice zahrnuje řadu cílů, jež mají napomáhat např. k eliminaci znečištění vod podzemních a povrchových, k hospodárnému využívání vod, k dodržení závazků ohledně toxických látek, ke zlepšení vodních a také suchozemských ekosystémů či mokřadů a v neposlední řadě k podpoře trvale udržitelného užívání vod založeném na dlouhodobé ochraně dosažitelných vodních zdrojů.

Klíčovým cílem Rámcové směrnice je dosažení dobrého stavu vod do roku 2015 s možností prodloužení do roku 2027, s výjimkou míst, u kterých kvůli přírodním podmínkách nelze stanovené cíle dosáhnout.

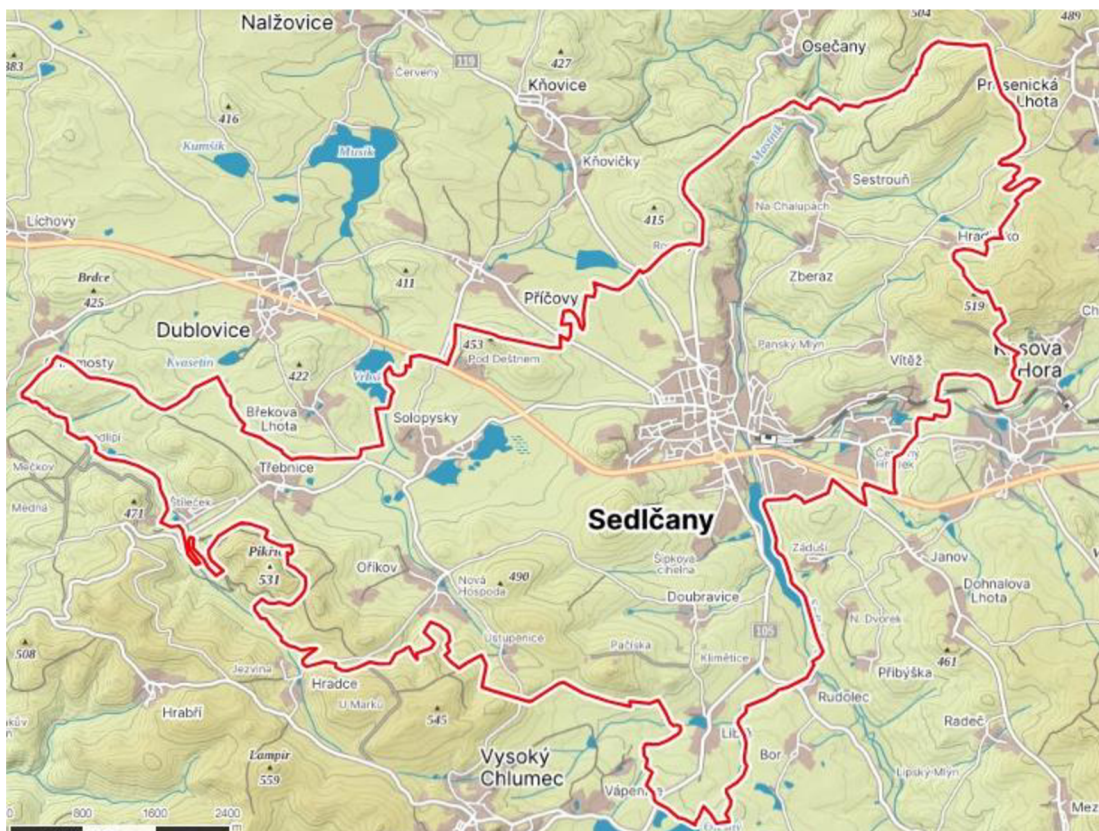
Nástroji k výše zmíněným cílům jsou plány povodí, konkrétně jimi stanovený program opatření. Tyto plány jsou zásadním podkladem výkonu veřejné správy, konkrétně pak pro územní plánování a vodoprávní řízení, a jsou sestavovány Ministerstvem zemědělství a Ministerstvem životního prostředí (MŽP, ©2008–2023a; MŽP, ©2008–2023b).

5. CHARAKTERISTIKA STUDIJNÍHO ÚZEMÍ

5.1 Základní informace a historie

V jihovýchodní části příbramského okresu leží jeho třetí největší město, kterým jsou Sedlčany. Leží konkrétně v tzv. Sedlčanské kotlině na soutoku Mastníku a Sedleckého potoka. Žije zde přibližně 7000 obyvatel (přesněji 6833 k roku 2023). Rozloha činí 36,47 km² a nadmořská výška je 321 m n. m.

Město je administrativně rozděleno do deseti částí na sedmi katastrálních územích. V katastrálním území Sedlčany leží město samotné, dále pak čtvrť Lhotka, Červený Hrádek, Na Skalách a část obce Vítěž. V severní části města se nachází katastrální území Sestrouň. Toto katastrální území zahrnuje vesnici Sestrouň, Hradištko, Zberaz a malé osady Na Chalupách a Roudný. Západní část území tvoří katastrální území Solopysky u Třebnic, které zahrnuje vesnici Solopysky a osadu Šaldovna. Dále katastrální území Třebnice, zahrnující vesnici Třebnice, osady Štíleček, Mleč a Podlipí. Katastrální území Oříkov zahrnuje vesnici Oříkov a osady Oříkovec a Nová Hospoda. Na jihozápadě se nachází katastrální území Doubravice u Sedlčan s vesnicí Doubravice a osadou Ústupenice. Na jihu města se nachází poslední katastrální území, kterým je Libíň zahrnující kromě Libíň také osadu Klimětice (Mapy.cz, ©2024).



Obr. 3: Zájmové území Sedlčany (Mapy.cz, ©2024).



Obr. 4: Pohled na město Sedlčany, Willenberg 1604 (Město Sedlčany, ©2019a).

První písemná zmínka o Sedlčanech je datována do roku 1294. V této době byly Sedlčany trhovou vsí ve vlastnictví pánů z Hradce a během husitských válek v polovině 14. století byly získány Rožmberky v čele s Oldřichem II. z Rožmberka. V roce 1418 byly povýšeny na město a patrně dostaly do znaku rožmberskou červenou pětistlou růži ve stříbrném poli. Město se postupně stávalo hospodářským a současně správním střediskem tehdejšího Vltavského kraje. Dominantou byl raně gotický kostel sv. Martina, který byl obehnaný vysokou zdí nahrazující chybějící opevnění města. V 16. století bylo město proslulé výrobou kvalitního sukna, vařením piva, kvetl obchod s obilím, sladem a též solí. Ve městě působilo literátské bratrstvo, které mělo bohatě zdobené kancionály, tím nejznámějším je tzv. Krčínův. V roce 1580 získal město Jakub Krčín, proslulý stavitel rybníků, výměnou od Viléma z Rožmberka. V 17. století bylo město součástí panství Vysoký Chlumeč pod vrchnostenstvím Lobkowiczů. V roce 1619 byla snaha o povýšení města na královské město, avšak změna přišla až v roce 1850, kdy se Sedlčany staly okresním městem. Druhá polovina 19. století se pojí se značným rozmachem hospodářství i kultury, současně bylo město připojeno k železniční dopravě. Obě světové války významně zasáhly město a mimo to v roce 1943 sloužilo jako zřízení nacistického výcvikového prostoru – SS-Truppenübungsplatz Beneschau. V roce 1960 přestalo být město okresním městem, kterým se stala Příbram. Od roku 2003 jsou obcí s rozšířenou působností (Město Sedlčany, ©2019a).

5.2 Klimatické poměry

Řešené území se nachází v mírně teplé klimatické oblasti. Klimatická regionalizace dle Quitta (1975) odpovídá okrskům MT 10 a MT 11, jejichž charakteristiky jsou uvedeny v Tab. 5. Průměrná roční teplota se pohybuje v rozmezí 7 až 8 °C. Průměrné roční úhrny srážek se pohybují v rozmezí 500 – 600 mm, což je také zčásti způsobeno srážkovým stínem Brdské vrchoviny (MAS Sedlčansko, o.p.s., ©2015).

Tab. 5: Charakteristiky klimatických okrsků (MAS Sedlčansko, o.p.s., ©2015).

Charakteristiky zastoupených klimatických okrsků	MT 10	MT 11
Léto		
Počet letních dní	40 - 50	40 - 50
Teplota v červenci [°C]	17 - 18	17 - 18
Úhrn srážek ve vegetačním období [mm]	400 - 450	350 - 400
Přechodné období		
Počet mrazových dní	110 - 130	110 - 130
Teplota v dubnu [°C]	7 - 8	7 - 8
Teplota v říjnu [°C]	7 - 8	7 - 8
Zima		
Počet ledových dní	30 - 40	30 - 40
Teplota v lednu [°C]	-2 až -3	-2 až -3
Úhrn srážek v zimním období	200 - 250	200 - 250
Počet dní se sněhovou pokrývkou	50 - 60	50 - 60

5.3 Hydrologické poměry

Celé území tvoří oblast jednoho povodí, kterým je povodí Vltavy s číslem hydrologického pořadí 1-08-05 (MAS Sedlčansko, o.p.s., ©2018).

Reliéf řešeného území je poměrně členitý a je odvodňován hustou sítí převážně však drobných vodních toků. Dle zákona o vodách jsou významnými vodními toky pouze Mastník a Sedlecký potok. Ostatní vodoteče spadají do kategorie drobných vodních toků. Výčet vodních toků je uveden v příloze 1. Většina z nich je silně ovlivněna technickými úpravami, což významně narušuje jejich původní přirozený stav. Rozsah technických úprav (přímé trasy s prohloubeným dnem, opevnění koryta betonovými prefabrikáty, zatrubnění souvislých úseků, absence vegetace na březích) byl přizpůsoben intenzivnímu zemědělskému hospodaření, zejména odvodnění půd, které bylo prosazováno v 70. a 80. letech 20. století. I přes to, že se výše uvedené charakteristiky vztahují k většině vodních toků, lze za nejvíce upravené označit Lužnici, Musík, Třebnický a Solopyský potok (Město Sedlčany, ©2019b).

Vodní nádrže mají pozitivní vliv na místní vodní režim a plní řadu dalších krajinně prospěšných funkcí. Nejvýznamnější vodní nádrží plošně i objemově je Sedlčanská retenční nádrž, sloužící dle původních záměrů primárně k zadržení vody, ale také ke sportovním aktivitám (loděnice TJ Tatran), včetně rybářství. Podstatnými jsou i rybníky Horní a Dolní Solopyský a Libiňský, též i malé rybníky rozptýlené v krajině s plochou do 0,5 ha (Město Sedlčany, ©2019b).

5.4 Horninové prostředí a geologie

V zájmovém území se setkáváme s různými typy půd. Nejvíce rozšířené jsou půdy hnědé a půdy hnědé kyselé včetně jejich oglejených variant. V údolích a nivách vodních toků převažují nivní půdy glejové, glejové a oglejené půdy. Dále se zde vyskytují také pseudogleje. Na svazích jsou mělké hnědé půdy a půdy nevyvinuté. Co se týče zrnitosti, dominují hlinitopísčité půdy.

Geologické a hydrogeologické poměry

Z geologického hlediska patří toto území k rozsáhlé regionálně-geologické jednotce zvané Český masiv. V rámci této jednotky patří zejména ke středočeskému plutonu, na kterém převažuje biotický a amfibolicko-biotický granodiorit až křemenný diorit. Tento horninový materiál je středně zrnitý melatokratní a převážně usměrněný. Ve východní části území, konkrétně na jeho hranici, se setkáváme s moldanubikem, kde převažují leukokratní ortoruly a biotické pararuly. V některých částech pronikají do území žilné porfyry a leukokratní žilné žuly. Na jihozápadním a severozápadním okraji území pak nacházíme horniny moldanubického plutonu, konkrétně se jedná o amfibolicko-biotický melanokratní granit až syenodiorit.

Z hydrologického hlediska se toto území nachází v hydrogeologickém rajonu 6320 nazývaném se Krystalinikum v povodí Střední Vltavy.

Geomorfologické poměry

Z geomorfologického hlediska se řešené území nachází v regionu, kde se střídají vrchoviny a pahorkatiny. Tyto jednotky jsou charakteristické rozčleněným reliéfem. Území náleží do geomorfologické provincie Česká vysočina, do subprovincie Česko-moravské a oblasti Středočeské pahorkatiny, celku Vlašimské pahorkatiny a podcelku Votické vrchoviny. Dále pak náleží do okrsků Jistebnická vrchovina, Kovářovská pahorkatina, Nechvalická vrchovina, Sedlecká kotlina, Miličinská vrchovina, dále pak celku Benešovská pahorkatina, podcelku Březnická pahorkatina, okrsků Sedlčanská a Krásnohorská pahorkatina (Město Sedlčany, ©2019c).

5.5 Fauna a flóra

Je zde zastoupena běžná hercynská fauna zkulturněných pahorkatin a běžná středoevropská květena. Z hlediska fytogeografického obvodu se jedná o mezofytikum, které se vyznačuje jako oblast vegetace listnatých opadavých lesů mírného pásu. Nejdůležitějšími jednotkami přirozené vegetace jsou acidofilní doubravy, bikové bučiny a jedliny a také květnaté bučiny. Převažujícím vegetačním stupněm je dubo-jehličnatá varianta 4. vegetačního stupně, jejíž výskyt je podmíněn relativně suchým kontinentálním podnebím. Obvyklé nadmořské výšky dosahují hodnot 350 – 600 m n. m. Dochází zde častěji ke stagnaci chladného vzduchu

a k výskytu časných a pozdních mrazů. V současnosti má řešené území s převahou dubo-jehličnatého vegetačního stupně zpravidla vyvážený podíl lesních porostů a zemědělsky využívané půdy. Z hlediska lesních porostů se jedná převážně o borové a smrkové monokultury a z hlediska zemědělsky využívaných půd značnou část zaujímají louky s vlhkomilnými druhy. Biota je také ovlivněna bohatým výskytem vodních ploch.

Jehličnaté lesy zde tvoří 78,2 % a listnaté lesy 21,8 %. Z jehličnatých dřevin je nejhojněji zastoupen smrk ztepilý a borovice lesní, z listnatých se jedná o buk lesní.

Fauna je výrazně hercynská a převažují zde západní vlivy. Většina území tedy náleží do hercynské provincie zvířeny listnatých lesů (Město Sedlčany, ©2019c).

Konkrétně se na území nachází řada zajímavých rostlin, kterými jsou sasanka lesní, vstavač kukačka, prstnatec Fuchsův a lilie zlatohlavá. Ze skupiny živočichů se jedná o raka říčního, orla mořského, ledňáčka říčního, kulíška nejmenšího, mlouka skvrnitýho či ještěrku zelenou (MAS Sedlčansko, o.p.s, 2024).

5.6 Zemědělství a průmysl

Zemědělství

Zemědělství zaujímá významný podíl v krajině řešené oblasti. I když v ČR dochází k úbytku kvalitní zemědělské půdy na úkor výstavby průmyslových nebo bytových areálů, v Sedlčanech to zatím není aktuální.

Ochrana ZPF se řídí třídami a v zájmovém území převažují třídy III, IV A V. Třída III. zahrnuje půdy s průměrnou produkční schopností a středním stupněm ochrany. Třída IV. sdružuje půdy s převážně podprůměrnou produkční schopností, které mohou být využity také pro výstavbu, jelikož mají jen omezenou ochranu. Poslední V. třída zahrnuje zbývající bonitované půdně ekologické jednotky, které se vyznačují velmi nízkou produkční schopností, jsou velmi mělké, svažité a až štěrkovitě či kamenitě podložené se značnou erozní ohrožeností. Obvykle jsou tyto půdy pro zemědělské účely postradatelné (Město Sedlčany, ©2019c).

Nicméně v posledních 20 letech došlo k výraznému snížení zemědělské produkce. Největší zemědělské areály jsou využívány jen částečně, nebo slouží k jiným účelům. V roce 2001 bylo v zemědělství zaměstnáno 234 osob (4,6 %), což představuje polovinu počtu pracovníků zaměstnaných z roku 1991 a k poklesu dochází nadále. Vyšší podíl ekonomicky aktivních osob v zemědělství a lesnictví je zaznamenán v oblastech Oříkov, Zberaz a Sestrouň. Přičemž se největší zemědělský areál nachází na okraji Sedlčan v oblasti Červeného Hrádku (Město Sedlčany, ©2019b).

Průmysl

V ekonomické struktuře aktivního obyvatelstva dominují převážně nezemědělská odvětví, konkrétně průmysl, stavebnictví a terciární sféra. I přesto, že ve městě Sedlčany existuje rozvinutá průmyslová základna, podíl ekonomicky aktivních osob v průmyslu a stavebnictví odpovídá vyšším územním jednotkám. Ostatní odvětví, jako je občanská vybavenost a placené služby, jsou silně zastoupena ve všech částech obce (Město Sedlčany, ©2019b).

Prvním důležitým odvětvím je potravinářský průmysl, konkrétně Povltavské mlékárny. Sedlčanská mlékárna začala svou výrobu v 50. letech minulého století. Sýr Hermelín byl původně vyráběn ručně pouze v malém množství. V roce 1981 přišla na trh Lučina. Mlékárna byla v letech 1963 až 1991 součástí podniku Laktos a v roce 1992 se stala akciovou společností Povltavské mlékárny. Od roku 1996 je závod součástí francouzské skupiny Bongrain. Od roku 2016 se mlékárenské podniky ze Sedlčan, Hodonína a Příbyslavi prezentují pod jednotným názvem Savencia a provoz v Sedlčanech byl koncem roku 2019 ukončen (Šrámek, 2019).

Dalším významným průmyslovým podnikem je STROS – Sedlčanské strojírny, a.s., které byly založeny roku 1960. Jejich výrobky jsou využívány po celém světě a výroba je soustředěna na průmyslové výtahy, speciální výtahy, nákladní výtahy, závěsné lávky a pracovní plošiny. Kromě toho se zabývají také výrobou ocelových konstrukcí a zakázkovou strojírenskou výrobou.

KDS Sedlčany je nožířské výrobní družstvo s dlouholetou tradicí. Firma byla založena v roce 1950 sloučením dvou původních výrobců nožířského zboží. Výroba je soustředěna na výrobu nožů, nůžek a podobných nástrojů primárně do domácností (Vanžura, 2006).

V minulosti výše zmíněné největší průmyslové podniky STROS, KDS a také BIOS (výrobce líhni s dlouholetou tradicí) ve velkém množství používaly chlorované uhlovodíky, které následně znečistily podzemní vody, proto jsou od roku 1994 prováděny sanační práce.

5.7 Inženýrské sítě

Silniční doprava

Silniční síť je tvořena silnicemi I., II., a III. třídy a také místními komunikacemi. Z celkové délky silniční sítě tvoří téměř polovinu silnice III. třídy. Nejdůležitější osou je silnice I. třídy s označením I/18 tvořící osu Rožmitál pod Třemšínem - Příbram – Sedlčany – Votice. Silnice II. třídy jsou zastoupeny následovně: II/105, II/119, II/120 a silnice III třídy: 10230, 10232, 10233, 10521, 10522 a 11438. Na celém území se postupně zvyšuje provoz, zejména ve vazbě na Prahu (Město Sedlčany, ©2019c; ŘSD ČR).

Železniční doprava

Nákladní a osobní železniční doprava je součástí dopravního systému ovlivňujícího rozvoj území. Zájmovým územím prochází jediná regionální trať č. 223 spojující Sedlčany a Olbramovice. Tato trať navazuje na hlavní trať spojující Prahu a České Budějovice. U železniční dopravy však dochází ke klesající tendenci jak v osobní, tak v nákladové dopravě (pila Sedlčany a Kosova Hora) a je často nahrazována autobusovými spoji či individuální automobilovou dopravou.

Hromadná doprava

Autobusová doprava je hlavním a jediným prostředkem hromadné dopravy. Propojuje město Sedlčany s okolními obcemi. Přímé autobusové spojení směřují do Prahy a Českých Budějovic. Ostatní linky místní nebo přestupové zajišťují dopravní obsluhu celého území.

Nemotorová doprava

Nemotorová doprava je soustředěna na cyklotrasy, pěší trasy a naučné stezky, kterými je území protkáno. Veškeré tyto trasy jsou dobře značené a zahrnují i odpočinková místa. Mezi hlavní cyklotrasy patří např. Krčínova cyklostezka vedoucí ze Sedlčan do Sedlce-Prčice.

Informační a telekomunikační technologie

Z důvodu narůstajícího využívání mobilních technologií mobilní operátoři kladou stále vyšší nároky na pokrytí mobilním signálem. Proto byly do krajiny umístěny základnové stanice, které slouží převážně k technickým účelům. Pouze u některých staveb se podařilo realizovat spojení s jinou funkcí.

Mimo jiné jsou zde bezdrátové telefonní sítě od mobilních operátorů. Telefonní a rozhlasový signál lze rovněž přijímat ze stávajících vzdušných sítí nebo využít služby satelitního vysílání.

Zásobování zemním plynem a elektrickou energií

V řešeném území je vybudována síť vzdušných vedení 22 kV, které je napájena z uzlu 110/22 kV. Tento uzel se nachází na západním okraji Sedlčan a je napojen na celostátní nadřazenou síť 400/110 kV a prostřednictvím trafostanic 22/0,4 kV a rozvodů vysokého napětí zásobuje elektřinou jednotlivé odběratele. Město Sedlčany je také plynofikováno z vysokotlakového plynovodu o DN 100 napojeném na celostátní síť plynovodů. Je zakončen vysokotlakou regulační stanicí (s označením RS Sedlčany) nacházející se mezi Kliměticemi a Doubravicí. Samotná rozvodná síť města je středotlaká (Město Sedlčany, ©2019c).

5.8 Zásobování pitnou vodou a odkanalizování

Zásobování pitnou vodou

Město Sedlčany je převážně zásobeno pitnou vodou prostřednictvím veřejného vodovodu, který spravuje 1. SčV a.s.. Na tento vodovod je napojeno 6 539 obyvatel prostřednictvím 1 197 přípojek. K roku 2017 bylo průměrně fakturováno 936 m³/den pitné vody (1.SčV, a.s., ©2018).

Město Sedlčany je v současné době výhradně zásobeno pitnou vodou prostřednictvím přivaděče pitné vody Benešov – Sedlčany (zdroj Želivka). Vodní dílo se nachází v kat. územích Benešov u Prahy, Jírovice, Nesvačily u Bystřice, Drachkov, Božkovice, Rudoltice u Vrchotových Janovic, Vrchotovy Janovice, Bezmíř, Vojkov u Votic, Kosova Hora, Janov u Kosovy Hory a Sedlčany. (Městský úřad Sedlčany, ©2013)

Dalším zdrojem pitné vody je prameniště Solopysky. Je tvořeno 7 vrtů a voda z těchto 7 zdrojů je čerpána do společně sběrné studny o průměru 3 m. Celková vydatnost činí 6 l/s. Jelikož kvalita surové vody nevyhovovala vyhlášce č. 376/2000 Sb., dnes už tedy vyhlášce č. 252/2004 Sb., stanovující hygienické požadavky, četnost a rozsah její kontroly, byla postavená nástavba, kde dochází k odstranění radonu z vody. Čerpací stanice Solopysky o výkonu $Q = 6$ l/s dopravuje vodu z prameniště do vodojemu Sedlčany II o objemu 2×1500 m³. Do tohoto vodojemu je voda také čerpána stanicí nacházející se u vodojemu Sedlčany I.

Dříve využívaným zdrojem pitné vody bylo prameniště Sedlčany III, které je v současné době odstaveno z důvodu vysokého obsahu chlorovaných uhlovodíků. Prameniště tvoří 5 vrtů o vydatnosti $Q = 5$ l/s.

Náhradním zdrojem jsou prameniště bývalých Povltavských mlékáren.

Ve městě i v jednotlivých osadách jsou rovněž domácnosti zásobeny vodou z domovních nebo obecních studní (Středočeský kraj, ©2004).

Odkanalizování

V Sedlčanech byla vybudována gravitační jednotná kanalizace, na kterou je napojeno 99% obyvatelstva. Kanalizace oddílná je pouze na sídlišti rodinných domků „Pod Strosem“ (1.SčV, a.s., ©2018). Správu této kanalizace zajišťuje společnost AQUA, s.r.o. Systém byl vybudován z různých typů trub, jedná se o trouby kameninové DN 200 – DN 400, dále o trouby z PVC DN 250 – DN 500 a též o trouby betonové DN 500 – DN 1500. Celková délka kanalizační sítě činí 23, 572 km. Součástí kanalizační sítě je shybka (profil 250, 350 a délka 35 m) umístěná pod vodním tokem Mastník, kterou je napojena kanalizace z pravého břehu na přivaděč k ČOV. Dále se zde nachází řada odlehčovacích komor, které jsou uvedeny v Tab. 6. a také znázorněny v příloze 2.

Tab. 6: Seznam odlehčovacích komor na stokové síti (I.SčV, a.s., ©2018).

Objekt	Umístění	Vyústění	Ředění
OK1	V blízkosti křížení ulic Jateční, Lidická a Tyršova	Mastník	1:1,5 až 1:2,5
OK3	Parkoviště v ulici Pod Potoky, parc. č. 1644/2	Mastník	
OK4	Parkoviště u mostu, parc. č. 219/2	Mastník	
OK5	U sběrného dvora, parc. č. 459	Sedlecký potok	
OK6	Parc. č. 1930/4	Mastník	
OK7	Ul. Zberazská, parc. č. 1664/2	Mastník	

Odpadní vody jsou odváděny již zmíněnou jednotnou kanalizací na stávající ČOV. Tato čistírna využívá mechanicko-biologické procesy a má kapacitu 2300 m³/den, což odpovídá 1380 kg/den. Vyčištěné odpadní vody jsou vypouštěny do vodního toku Mastník.

Zbylé odpadní vody, převážně v okrajových částech města a okolních osadách, jsou zachycovány v bezodtokých jímkách, odkud se vyvážejí na ČOV, popřípadě na zemědělsky využívané pozemky. Rovněž se staví domovní čistírny odpadních vod, na které město finančně přispívá.

Většina dešťových vod je odváděna jednotnou kanalizací. Zbylá část je řešena pomocí příkopů, struh a propustků do místních vodotečí, nejčastěji do Sedleckého potoka a Mastníku (Středočeský kraj, ©2004).

6. ČISTÍRNA ODPADNÍCH VOD

6.1 Historie ČOV

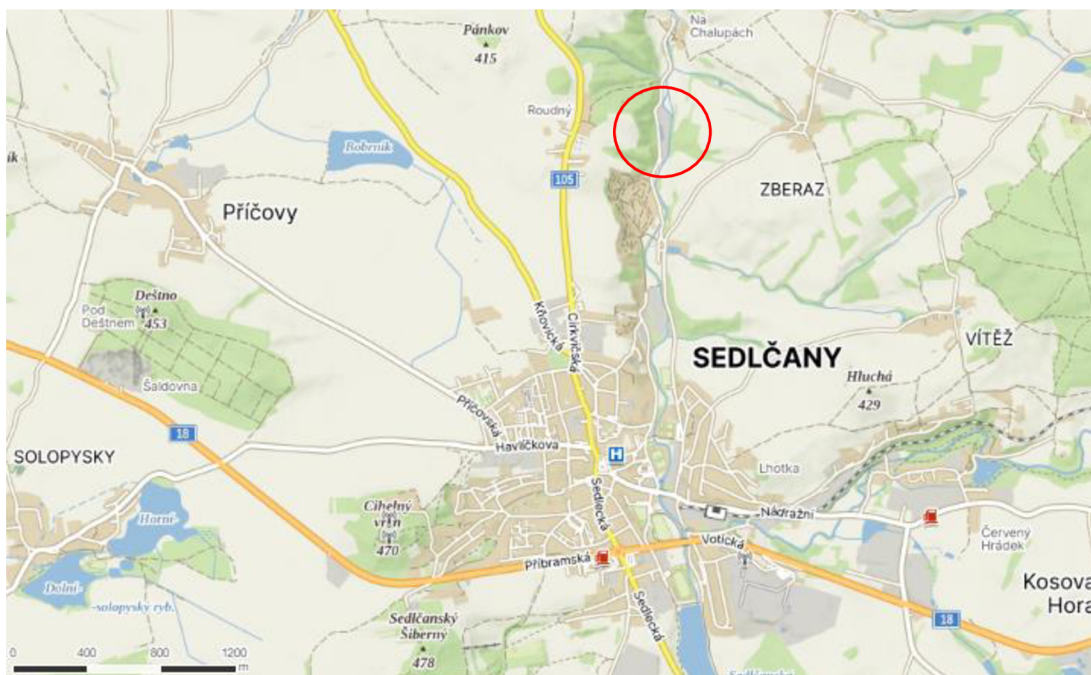
Zkušební provoz čistírny odpadních vod byl zahájen v roce 1994. V roce 1996 byla čistírna uvedena do stálého provozu a v roce 2003 prošla rekonstrukcí a intenzifikací technologie (1.SčV, a.s., ©2012). ČOV byla původně projektována pro bezdeštný průtok 5,3 m³ odpadní vody se znečištěním 1,6 kg BSK₅, tedy pro 26 300 EO. Zpracovaný projekt byl vztažen pouze k odbourávání uhlíkatého znečištění (Porazil, 2000). Instalace systému předčištění v Povltavských mlékárnách, a.s., způsobila snížení vstupního znečištění. V roce 2000 odpovídalo přiváděné znečištění 21 667 EO a odpadní vody odváděné jednotnou kanalizací byly s výraznou převahou vod průmyslových. Dle organického znečištění činila hodnota až 65 % (CENTROPROJEKT, 2001).

Z hlediska nedostatečné funkce ČOV bylo nutné řešit látkové přetížení a odbourávání nutrientů, tedy odbourání sloučenin dusíku (převážně amoniakálního) a fosforu, a proto bylo v roce 2003 přistoupeno k její modernizaci a intenzifikaci. Byla vybudována dešťová zdrž a upraveny stávající nádrže pomocí přepážek tak, aby vznikl prostor pro systém denitrifikace – nitrifikace. Denitrifikační nádrže byly vybaveny vrtulovými míchadly a jemnobublinovým aeračním systémem. Nitrifikační část byla též vybavena jemnobublinovým aeračním systémem s dmychadly na rozdíl od původních méně účinných aerátorů. Rekonstruovaná ČOV byla také doplněna o třetí stupeň čištění díky mikrosítům. Dále byla doplněna o hygienizaci kalu tepelnou pasterizací a centrální řídicí systém. Znovu byla uvedena do trvalého provozu v roce 2005 (Lerl, 2005).

Od roku 2018 docházelo k postupnému ukončení provozu Povltavských mlékáren, a.s. a zároveň byl ukončen provoz pivovaru na Vysokém Chlumci. Výroba rybích lahůdek ATLANTIK PRODUKT Třešňák, s.r.o., v rámci provozu nainstaloval čistící zařízení před odtokem odpadních vod do kanalizace.

V roce 2022 bylo na základě žádosti vydáno nové povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových s počtem napojených EO 8 544. Změna se uskutečnila, jelikož se významně změnilы provozní podmínky ČOV a skončila platnost původního povolení. V tomto roce také proběhla sanace dešťové zdrže z důvodu popraskaného laminátového dna (Městský úřad Sedlčany, 2022).

6.2 Popis ČOV a technologie čištění



Obr. 5: Umístění ČOV Sedlčany (Mapy.cz, ©2024).

Mechanicko-biologická ČOV je umístěna na levém břehu vodního toku Mastníku v těsné blízkosti Sedlčanské kotliny, jak je znázorněno na Obr. 5. Odpadní vody jsou přiváděny jednotnou stokovou sítí, tedy splaškové i srážkové odpadní vody společně. Tab. 7 zahrnuje projektové hydraulické zatěžovací parametry a Tab. 8 zahrnuje projektové látkové zatěžovací parametry (1.SčV, a.s., ©2012).

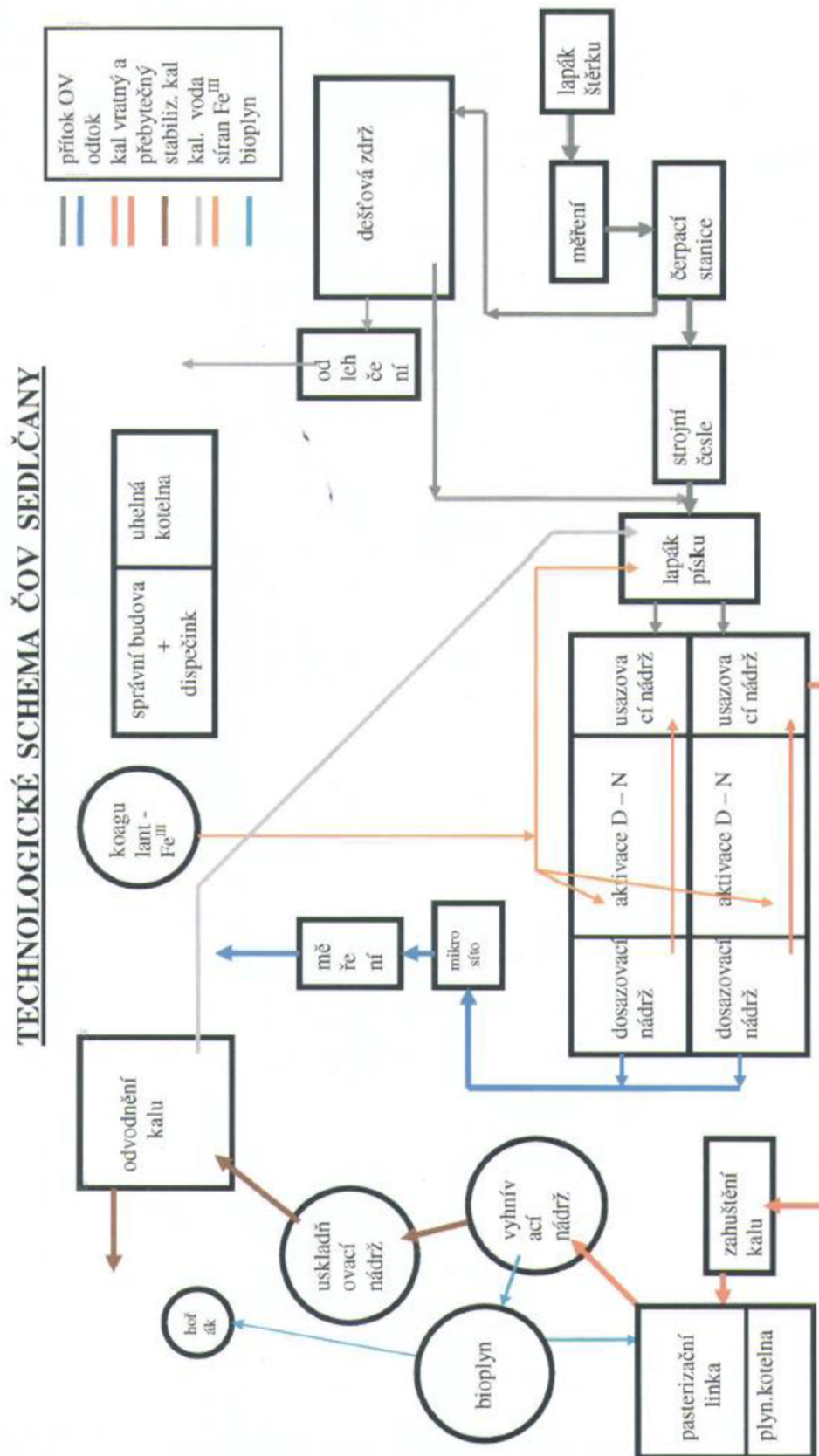
Tab. 7: Projektové hydraulické zatěžovací parametry ČOV Sedlčany (AQUA CONTACT Praha v.o.s, 2020).

Průtok	m ³ /den	m ³ /h	l/s
Q ₂₄	2 957	123,2	34,2
Q ₄	3 698	154,1	42,8
Q _{max}	-	277,0	77,0
Q _{dešť} do ČOV	-	1 116,0	310,0
Q _{dešť} do aktivace	-	277,0	77,0

Tab. 8: Projektové látkové zatěžovací parametry ČOV Sedlčany (AQUA CONTACT Praha v.o.s, 2020).

Ukazatel	g*(EO*den) ⁻¹	kg/den	mg/l
Počet EO dle BSK ₅ 23 000			
BSK ₅	60	1 380	466,7
CHSK	120	2 760	933,4
NL	34,3	790	267,2
N-NH ₄ ⁺	-	-	-
N _c	5,9	135	45,7
P _c	1,0	23	7,8

Na Obr. 6 je znázorněné schéma technologie ČOV.



Obr. 6: Schéma technologie ČOV (poskytnuto od specialisty - technologa odpadních vod Ing. R. Pecla).

Přehled objektů na ČOV

Nátokový žlab slouží zároveň i jako výpustní místo pro přivázení odpadních vod pomocí cisteren.



Obr. 7: Nátokový žlab (zdroj: vlastní).

Mechanické předčištění

Odpadní voda nejprve přitéká na *lapák štěrku*. Jedná se o podélný lapák s drapákovým vyklížením zachyceného štěrku do připraveného kontejneru. Dále je odpadní voda vedena přes *hrubé česle*, které slouží primárně k ochraně čerpadel v čerpací stanici. Šneková *čerpací stanice* kombinovaná s ponornými čerpadly (dvojice ponorných čerpadel Sigma GFHU) slouží ke zdvihu odpadní vody do objektu *česlovny*, rovněž čerpá zachycenou odpadní vodu z dešťové zdrže. Díky tomu nadále procházejí odpadní vody přes ČOV samospádem (gravitačně). Následují *jemně strojně stírané česle* (dvojice česlí Fontana) vybavené praním a lisováním shrabků s dopravou shrabků *šnekovým dopravníkem* do pytlovacího zařízení. Několikrát denně dochází ke kontrole množství shrabků a v prostoru česlovny je umístěna tlaková nádrž provozní vody k čištění strojních česlí a pH sonda určující kvalitu odpadní vody.



Obr. 8: Jemně strojně stírané česle se šnekovým dopravníkem (zdroj: vlastní).

Následuje dvojitý provzdušňovaný *lapák písku* s hydraulickým vyklížením. Odstranění písku je důležité z hlediska poškození strojního vybavení ČOV. Doprava písku do integrovaného separátoru s praním je zajištěna čerpadlem ze záchytné jímky hydrosměsi písku a vody. Písek je měněn každé 2 hodiny a dává se do kontejneru.



Obr. 9: Lapák písku (zdroj: vlastní).



Obr. 10: Separátor s praním písku a kontejnerem (zdroj: vlastní).

Na ČOV se také nachází *dešťová zdrž*. Jedná se o dešťovou zdrž s vyplachovací klapkou o objemu cca 500 m³ umístěnou vedle budovy hrubého předčištění. Nátok je realizován v profilu za velmi jemnými česleli. Součástí objektu je trubní napojení na odlehčovací systém a řízené čerpání zadržené odpadní vody zpět do biologického stupně v množství 85 l/s. Před lapákem písku za přepadovou hranou odlehčení do dešťové zdrže je umístěn *měrný objekt s ultrazvukovým snímačem*. Dešťová zdrž by

měla pojmout intenzivnější déšť cca 10 min., poté se naplní a přepadá do vodního toku. Zdrž je vybavena nerezovým válcem, tzv. vyplachovací klapkou. Pokud v dešťové zdrži zůstanou usazené nečistoty, klapka se napustí vodou, svojí váhou se překlopí a vytvoří vlnu, která nečistoty spláchne k čerpadlu, kde jsou čerpány zpět do procesu čištění.



Obr. 11: Dešťová zdrž (zdroj: vlastní).



Obr. 12: Měrný objekt s ultrazvukovým snímačem před dešťovou zdrží (zdroj: vlastní).

Biologické čištění

Biologický stupeň tvoří soustava dvou identických liniových nádrží, před kterými je umístěn rozdělovací objekt sloužící k rovnoměrnému rozdělení odpadních vod do obou linek. Nejprve voda natéká do *usazovacích nádrží*, kde dochází k sedimentaci usaditelných nerozpuštěných látek. Nádrže mají velikost 9,0 x 7,3 m, hloubku 4,0 m a objem jedné nádrže činí 263 m³. Nádrže jsou vybaveny pojezdovými mosty určenými k vyklízení dna (táhnou usazený kal k čerpadlům, kde jsou pomocí nich přepouštěny do kalové jímky) a ke stírání plovoucích nečistot z hladiny. Zachycený primární kal je veden do kalového hospodářství.



Obr. 13: Usazovací nádrž (zdroj: vlastní).

Odtok z usazovacích nádrží do denitrifikačních nádrží aktivačního systému biologického stupně je řešen přes stavitelnou nerezovou přelivnou hranu. Zde dochází ke smíchání odpadní předčištěné vody s aktivovaným vratným kalem. *Denitrifikační nádrž* je rozdělena na dvě části. Obě části jsou vybaveny ponornými horizontálními míchadly i jemnobublinným aeračním systémem. To umožňuje využití objemu druhé sekce denitrifikačních nádrží ke zvýšení užitého objemu nádrží nitrifikace pro průběh procesu za nepříznivých podmínek, tzn. při nízkých teplotách vody. Denitrifikační sekce slouží primárně k biologické denitrifikaci oxidovaných forem dusíku, které jsou přiváděny interní recirkulací aktivační směsi a proudem vratného kalu. Nádrž je promíchávána v dolní části míchadly, aby se bakterie – aktivovaný kal neusadil u dna a mohl probíhat proces denitrifikace. První denitrifikační reaktor (sekce) obou linek je tvořen nádržemi o velikosti 9,0 x 7,4 m, hloubce 4,0 m a účinný objem jedné nádrže činí 267 m³. Druhý denitrifikační reaktor (sekce) obou linek je tvořen nádržemi o velikosti 9,0 x 4,9 m, hloubce 4,0 m a účinný objem jedné nádrže činí 178 m³.

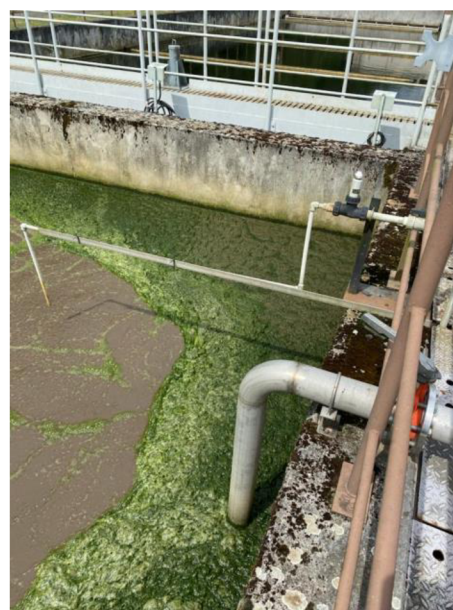


Obr. 14: Denitrifikační nádrž (zdroj: vlastní).

Z denitrifikační sekce natéká aktivační směs do následné *nitrifikační sekce*, která slouží k biologické nitrifikaci amoniakálního dusíku a k oxidaci a odstraňování zbytkového organického znečištění z aktivační směsi v aerobních podmínkách. Nitrifikační nádrže jsou vybaveny jemnobublinnými aeračními elementy, zajišťujícími dodávku potřebného množství vzduchu a zároveň dokonalé promíchání objemu nádrže. Koncentrace kyslíku v aktivačních nádržích je udržována automaticky na základě měření koncentrace kyslíku v nádržích kyslíkovými sondami. Nitrifikační sekce obou linek jsou zásobovány vzduchem z dmychadel (DT 70/301 o max. výkonu 2,015 m³/hod) umístěných v kolektoru. V koncové části nitrifikačních nádrží, cca 2 m před nátokem do dosazovací nádrže, je osazeno dávkování koagulantu pro chemické srážení zbytkového fosfátu. Jedná se o 41 % roztok síranu železitého. Nádrže mají velikost 9,0 x 24,8 m, hloubka je 4,0 m a účinný objem jedné nádrže činí 891 m³.



Obr. 15: Nitrifikační nádrž (zdroj: vlastní).



Obr. 16: Dávkování koagulantu (zdroj: vlastní).

Dále odtéká aktivační směs do *dosazovacích nádrží*, ve kterých dochází k oddělení aktivovaného kalu od vyčištěné vody. Dosazovací nádrže jsou začleněny v koridoru následně za aktivačními nádržemi. Jedná se o pravoúhlé nádrže s podélným horizontálním průtokem a odčerpáváním kalu z kalových jímek nádrží. Nádrže mají velikost 9,0 x 27,1 m, hloubka je 3,1 m a objem jedné nádrže činí 756 m³. V nádržích dochází ke gravitačnímu oddělení aktivovaného kalu od vyčištěné odpadní vody. Vyčištěná odpadní voda odtéká z hladiny přes pilové přepady odtokových žlabů umístěných podél stěn nádrží přes mikrositový filtr do měrného objektu. Nádrže jsou vybaveny řetězovými shrabovými a aktivovaný kal usazený na dně nádrží je veden zpět do denitrifikačního stupně příslušné linky jako vratný kal, nebo do kalového hospodářství ČOV jako kal přebytečný.



Obr. 17: Dosazovací nádrž (zdroj: vlastní).

Posledním objektem této části je měrný objekt, přes který odtéká vyčištěná odpadní voda do recipientu s automatickým odběrovým zařízením vzorků. Dříve byl 24hodinový vzorek sléváný každé 2 hodiny podle průtoku, nyní se jedná o vzorky „B“, což je 24hodinový vzorek nezávislý na průtoku.



Obr. 18: Měrný objekt (zdroj: vlastní).



Obr. 19: Automatické odběrné zařízení vzorků (zdroj: vlastní).



Obr. 20: Výústní objekt (zdroj: vlastní).

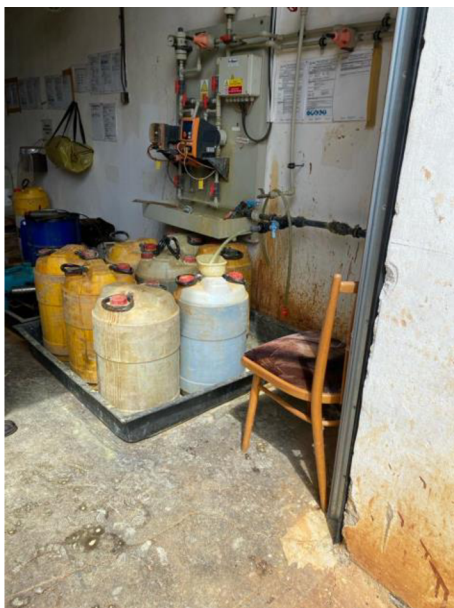
Kalové hospodářství

Přebytečný aktivovaný kal je veden do *akumulační (zahušťovací) nádrže*, která je využita jako vyrovnávací homogenizační nádrž periodicky načerpávaného surového kalu z usazovacích nádrží před řízeně čerpaným objemem na zahušťovací lis. Jedná se o kruhovou nádrž o průměru 9,0 m a objemu 200 m³.



Obr. 21: Akumulační (zahušťovací) nádrž (zdroj: vlastní).

Zahušťovací lis je umístěn do nadzemního prostoru čerpací stanice kalu s dávkováním organického flokulantu pro zahuštění kalu. Zahuštěný kal je veden dále do jímky směsného kalu. Tam je také zaústěn proud primárního kalu z usazovacích nádrží.



Obr. 22: Dávkovací zařízení síranu železitého (zdroj: vlastní).



Obr. 23: Kalová jímka (zdroj: vlastní).

Rekupační a dohřívací trubkový výměník tvoří dvoutrubkový výměník, kde vnitřní trubkou protéká kal a mezitrubkovým prostorem topná voda. Před výměníkem je instalován drtič kalu, aby se omezilo zanášení rozvodů a prodloužila doba provozu mezi potřebným provozním čištěním výměníku. Směsný kal je dále veden do *pasterizační jednotky*, které je tvořena čtyřmi výdržníkovými nádržemi, každá o objemu 5m³. Směsný kal je zde zahříván na teplotu 60 - 65 °C. Z pasterizační jednotky je kal dále veden do *vyhřívací nádrže*. Ocelová nádrž pro anaerobní stabilizaci kalu o objemu 1260 m³ je míchána mechanicky vrtulovým míchadlem se sací rourou. Anaerobně stabilizovaný kal přetéká do *uskladňovací nádrže* s využitelným objemem 1414 m³. Z uskladňovací nádrže je kal přepouštěn do homogenizační nádrže a podávacím čerpadlem po přidavku roztoku flokulantu dávkován na *odvodňovací pásový lis* (Vanex VX8). Vylisovaný kal o sušině cca 25 % padá z pásového lisu stávajícím otvorem na připravený kontejner, kalová voda se odvádí zpět před lapák písku.



Obr. 24: Vyhňivací nádrž (zdroj:vlastní).



Obr. 25: Uskladňovací nádrž (zdroj:vlastní).



Obr. 26: Odvodňovací lis (zdroj: vlastní).

Množství vyprodukovaného kalu z ČOV Sedlčany v tunách je uvedeno v Tab. 9. Kal má v posledních 3 letech sušinu cca 21 – 22 %.

Tab. 9: Množství vyprodukovaného kalu z ČOV Sedlčany (specialista - technolog odpadních vod Ing. R. Pecl).

Množství vyprodukovaného kalu z ČOV Sedlčany [t/rok]	
2017	1390
2018	1853
2019	1186
2020	941
2021	1061
2022	774
2023	1053

Plynové hospodářství

Vyprodukovaný bioplyn je jímán do plynojemu o objemu 500 m³. Bioplyn je využíván v plynové kotelně k ohřevu kalu, konkrétně při pasterizaci a k vytápění budov. Pokud je objem bioplynu větší než 450 m³ nebo vzroste tlak nad 2,5 kPa, je automaticky zapálen havarijní hořák tzv., fléra. Kotelna byla zrekonstruovaná a v případě nedostatku bioplynu slouží pro ohřev teplé vody, k vytápění provozní budovy a může být také využita na ohřívání kalu vstupujícího do vyhnívací nádrže a k ohřevu během hygienizace kalu (AQUA CONTACT Praha v.o.s., 2020; I.SČV a.s., 2006; specialista - technolog odpadních vod Ing. R. Pecl; strojník vodohospodářského zařízení J, Jalovecký).



Obr. 27: Plynojem (zdroj: vlastní).

6.3 Emisní standardy

Nařízení vlády č. 401/2015 Sb., uvádí emisní standardy: přípustné hodnoty, maximální hodnoty a hodnoty průměru koncentrace ukazatelů vypouštěných odpadních vod, které jsou uvedeny v Tab. 10. Dále Emisní standardy: přípustné minimální účinnosti čištění vypouštěných odpadních vod uvedené v Tab. 11., Tab. 12 uvádí minimální roční četnosti odběrů vzorků vypouštěných městských odpadních vod pro sledování jejich znečištění a Tab. 13 přípustný počet vzorků nesplňujících v jednotlivých ukazatelích znečištění statisticky formulované limity („p“) ve vypouštěných odpadních vodách v období kalendářního roku.

Tab. 10: Emisní standardy: přípustné hodnoty (p), maximální hodnoty (m) a hodnoty průměru koncentrace ukazatelů znečištění vypouštěných odpadních vod v mg/l (nařízení vlády č. 401/2015 Sb.).

Kategorie ČOV (EO)	CHSK _{Cr}		BSK ₅		NL		N-NH ₄ ⁺		N _C		P _C	
	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	-	-	-	-
2001-10 000	120	170	25	50	30	60	15	30	-	-	3	8
10 001-100 000	90	130	20	40	25	50	-	-	15	30	2	6
<100 000	75	125	15	30	20	40	-	-	10	20	1	3

Tab. 11: Emisní standardy: přípustná minimální účinnost čištění vypouštěných odpadních vod v % (nařízení vlády č. 401/2015 Sb.).

Kategorie ČOV (EO)	CHSK _{Cr}	BSK ₅	N-NH ₄ ⁺	N _C	P _C
<500	70	80	-	-	-
500-2000	70	80	50	-	-
2001-10 000	75	85	60	-	70
10 001-100 000	75	85	-	70	80
<100 000	75	85	-	70	80

Tab. 12: 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
2001-10 000	B	12
10 001-100 000	C	26
<100 000	C	52

Tab. 13: Přípustný počet vzorků nesplňujících v jednotlivých ukazatelích znečištění statisticky formulované limity („p“) ve vypouštěných odpadních vodách v období kalendářního roku (nařízení vlády č. 401/2015 Sb.).

Celkový počet vzorků	Přípustný počet nevyhovujících vzorků
4-7	1
8-16	2
17-28	3
29-40	4
41 -53	5
54-67	6
68-81	7
82-95	8
96-110	9
111 -125	10
126-140	11
141 -155	12
156-171	13
172-187	14
188-203	15
204-219	16
220-235	17
236-251	18
252 - 268	19
269 - 284	20
285 - 300	21
301 -317	22
318-334	23
335-351	24
352 - 366	25

Data jsou vyhodnocována v období 2017 - 2022 a z důvodu změny kategorie ČOV jsou uvedena obě rozhodnutí.

Rozhodnutí vydané Krajským úřadem s platností od 16. 12. 2011 uvádí hodnoty uvedené v Tab. 14 a Tab. 15. ČOV spadá do kategorie ČOV (EO) 10 001 – 100 000.

Tab. 14: Povolené množství vypouštěných odpadních vod z ČOV Sedlčany (Krajský úřad Středočeského kraje, 2011).

Q průměr [l/s]	Q maximální [l/s]	Q měsíční [m ³ /měsíc]	Q roční [m ³ /rok]
30,5	85	130 000	965 000

Tab. 15: Emisní limity-průměrné a nejvýše přípustné ukazatele koncentrace a množství znečištění vypouštěných odpadních vod z ČOV Sedlčany (10 001 – 100 000) (Krajský úřad Středočeského kraje, 2011; Krajský úřad Středočeského kraje, 2017).

Ukazatel	p [mg/l]	m [mg/l]	bilance [t/rok]
CHSK_{cr}	55	100	53,8
BSK₅	14	20	13,44
NL	15	25	14,5
N_c	průměr 14*	25*	13,5
P_c	průměr 1,5*	(3) 6	1,45

*hodnota platí pro období, ve kterém je teplota odpadní vody na odtoku z biologického stupně vyšší než 12°C

p = přípustná hodnota

m = maximální nepřekročitelná hodnota

Četnost provádění odběrů vypouštěných odpadních vod se stanovuje na minimální počet 26 vzorků za rok, s pravidelným rozložením četnosti min. 1x za 14 dní. Vzorek bude typu C, tedy 24hodinový směsný vzorek získaný sléváním 12 dílčích vzorků odebíraných v intervalu 2 hodin o objemu úměrném aktuální hodnotě průtoku v době odběru dílčího vzorku, dle přílohy č. 4 nařízení vlády č. 401/2015 Sb., ve znění pozdějších předpisů. Odběr vzorků a měření množství bude prováděno na odtoku z ČOV v měrném žlabu. Současně budou odebírány vzorky na přítoku ČOV pro vyhodnocení kvality přítoku a účinnosti čištění.

V roce 2017 byla provedena změna limitu „m“ v ukazateli P_c, a to z hodnoty 3 mg / l na hodnotu 6 mg / l s platností od 25. 1 2017. Změna je uvedena v Tab. 12 (Krajský úřad Středočeského kraje, 2017).

Rozhodnutí vydané Městským úřadem Sedlčany dne 1.2.2022 uvádí hodnoty uvedené v Tab. 16. Povolené množství vypouštění odpadních vod z ČOV je stejné jako v předchozí kategorii a je tedy uvedeno v Tab. 14. ČOV spadá do kategorie ČOV (EO) 2001 – 10 000.

Tab. 16: Emisní limity-průměrné a nejvýše přípustné ukazatele koncentrace a množství znečištění vypouštěných odpadních vod z ČOV Sedlčany (2001 – 10 000) (Městský úřad Sedlčany, 2022).

Ukazatel	p [mg/l]	„m“ [mg/l]	bilance [t/rok]
CHSK_{cr}	70	120	48,3
BSK₅	18	25	10,2
NL	20	30	11,4
N-NH₄⁺	průměr 8	15*	7,7
P_c	průměr 2	5	1,9

Na odtoku z ČOV v měrném žlabu jsou odebírány vzorky vyčištěné odpadní vody minimálně 12 x ročně. Jedná se o vzorek typu B, tedy 24hodinový směsný vzorek, získaný sléváním 12 objemově stejných dílčích vzorků odebíraných

v intervalu 2 hodin, dle přílohy č. 4 nařízení vlády č. 401/2015 Sb., ve znění pozdějších předpisů. Odběry vzorků musí být rovnoměrně rozloženy v průběhu roku (Městský úřad Sedlčany, 2022).

Limity dle Rozhodnutí MěÚ i KÚ jsou „přísnější“ než jsou limity dle platné legislativy nařízení vlády č. 401/2015 Sb. Pouze ukazatel P_C u kategorie ČOV 10 001 – 100 000 má stejnou hodnotu, jako je uvedena ve výše zmíněném nařízení vlády.

6.4 Chemikálie používané v procesu čištění odpadních vod

V procesu čištění odpadních vod se využívají dvě hlavní chemikálie, kterými jsou síran železitý a flokulant. Na samotné vodní lince se využívá 41 % síran železitý (Prefloc) sloužící k chemickému srážení fosforu. Jeho roční spotřeba na ČOV Sedlčany činí přibližně 50 – 60 tun. Flokulant se využívá v kalovém hospodářství konkrétně k zahuštění a odvodnění kalu. Jedná se tedy o polymerní organickou látku ve formě prášku, která funguje po rozpuštění ve vodě jako pojivo.

Vedlejšími chemikáliemi mohou být např. kyselina dusičná či kyselina chlorovodíková, které se primárně používají na provozní účely, jako je čištění potrubí (specialista - technolog odpadních vod Ing. R. Pecl).

6.5 Vodní recipient

Vyčištěná odpadní voda je vypouštěna do vodního toku Mastník, který představuje přítok Vltavy.

Tab. 17: Základní údaje o vodním recipientu (I.SčV, a.s. ©2018).

Název recipientu	Mastník
Číslo hydrologického pořadí	1-08-05-067
Identifikátor vodního toku dle HEIS	124 060 000 100
Kategorie dle vyhlášky č. 178/2012 Sb.	Významný vodní tok
Identifikační číslo vypouštění odpadních vod	124012
ID vodního toku	10100071
Správce toku	Povodí Vltavy s. p.

Odběrná místa: Kosova Hora, Radíč

Výpočet ovlivnění recipientu Mastník odpadními vodami z ČOV Sedlčany dle provozního předpisu pro trvalý provoz:

Průtok vody recipientem $Q_{335} = 96$ l/s (hodnota je z roku 2002, místo odběru Kosova Hora – 6 km nad ČOV Sedlčany). Lze očekávat příznivější hodnoty z toho důvodu, že nad ČOV je nepochybně vyšší průtok než u Kosovy Hory.

Tab. 18: Základní údaje o vodním recipientu použité pro výpočet směšovací rovnice (I.SčV a.s., 2006).

Ukazatel	Vodní recipient Mastník [mg/l]	Odtok z ČOV dle NV 401/2015 Sb. „p“ a „m“ hodnota [mg/l]		Projektované hodnoty [mg/l]	Vypočtené znečištění toku [mg/l]
BSK ₅	2,25	20	40	20	6,53
CHSK _{Cr}	17,25	90	130	90	34,80
N _{anorg} /N _C	5,825	15	20	20	9,24
P _C	0,115	2	6	2	0,33*

*pro výpočet byla použita koncentrace P 1 mg/l

Očekávané znečištění recipientu dle směšovací rovnice

$$c_{sm} = \frac{Q_r * c_r + Q_{OV} * c_{OV}}{Q_r + Q_{OV}}$$

kde:

c_{sm} koncentrace po smíšení [mg/l]

Q_r minimální průtok vody ve vodním toku po dobu 355 dní [l/s]

Q_{OV} průměrný přítok z ČOV (Q_{24}) [l/s]

C_r kvalita vody ve vodním toku (koncentrace před smíšením [mg/l])

C_{OV} koncentrace na odtoku z ČOV (emisní hodnota) [mg/l]

$$BSK_5 = \frac{96 * 2,25 + 30,5 * 20}{126,5} = 6,52 [mg/l]$$

$$CHSK_{Cr} = \frac{96 * 17,25 + 30,5 * 90}{126,5} = 34,8 [mg/l]$$

$$N_{anorg} = \frac{96 * 5,825 + 30,5 * 20}{126,5} = 9,24 [mg/l]$$

$$P_C = \frac{96 * 0,115 + 30,5 * 1}{126,5} = 0,328 [mg/l]$$

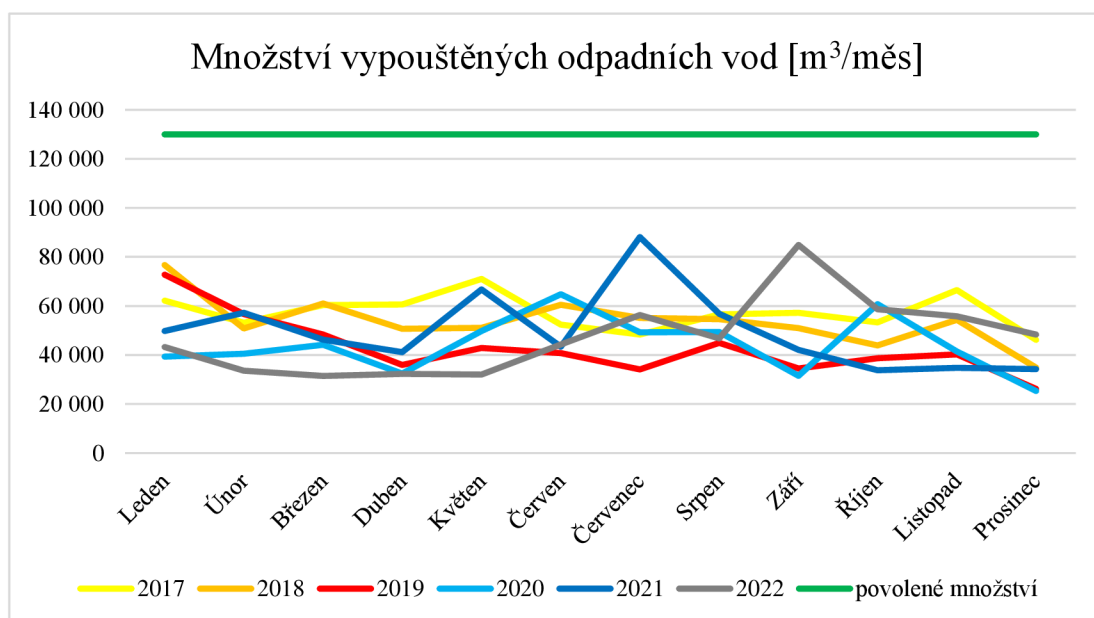
7. VYHODNOCENÍ

7.1 Množství vypouštěných odpadních vod

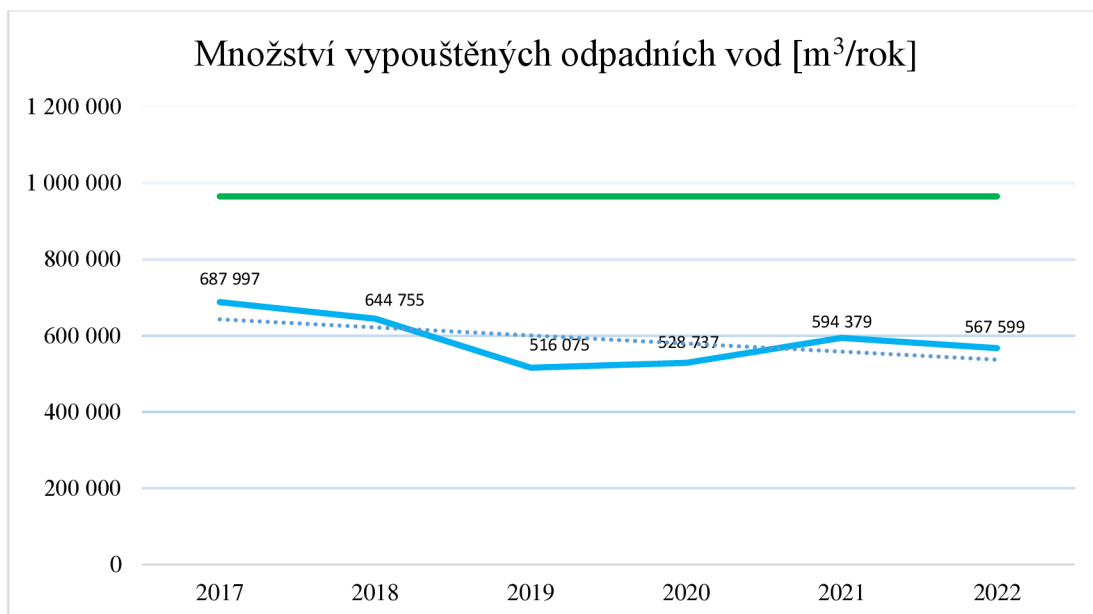
Jak je patrné z Tab. 19 a grafu 1, povolené měsíční množství vypouštěných odpadních vod 130 000 m³ nebylo překročeno v žádném z měsíců. Stejně tak jako je zřejmé z grafu 2, nebyla překročena ani hodnota povoleného ročního množství vypouštěných odpadních vod, 965 000 m³. V příloze 3 jsou uvedena množství vypouštěných odpadních vod samostatně pro jednotlivé roky.

Tab. 19: Množství vypouštěných odpadních vod v letech 2017 – 2022 (I.SčV, 2017-2022).

Vyčištěná voda [m ³]						
Období	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Leden	62 196	76 715	72 744	39 381	49 769	43 229
Únor	53 176	50 801	56 750	40 522	57 250	33 606
Březen	60 340	60 988	48 389	44 130	46 281	31 456
Duben	60 603	50 756	35 935	32 405	41 137	32 230
Květen	71 040	51 124	42 830	49 774	66 76	32 052
Červen	52 441	60 516	40 738	64 789	43 375	44 279
Červenec	48 339	55 134	34 103	49 320	88 113	56 336
Srpen	56 592	54 664	44 949	49 432	56 779	46 826
Září	57 258	50 972	34 547	31 477	42 068	84 907
Říjen	53 293	43 884	38 635	60 766	33 780	58 595
Listopad	66 541	54 347	40 241	41 407	34 787	55 738
Prosinec	46 181	34 854	26 184	25 344	34 279	48 345
Celkem [rok]	687 997	644 755	516 075	528 737	594 379	567 599



Graf 1: Měsíční množství vypouštěných odpadních vod v letech 2017 – 2022.



Graf 2: Roční množství vypouštěných odpadních vod v letech 2017 – 2022.

Dle hodnot uvedených v Tab. 19 a z příloženého grafu 2, ve kterém jsou hodnoty proloženy lineárním trendem, je patrné, že v letech 2017 – 2022 docházelo k postupnému snížení celkového množství vyčištěných vod. Z ročního přehledu lze tedy konstatovat největší průtočné množství v roce 2017.

Největší průtočné množství bylo registrováno v sedmém měsíci roku 2021 – 88 113 m³, kdy ale nebylo překročeno povolené měsíční množství 130 000 m³. Tuto situaci lze odůvodnit na základě hydrometeorologické situace na území ČR. Tento měsíc vykazoval vysoký úhrn srážek, vyjma 4 dní se srážky vyskytovaly každý den alespoň jednou desetinou milimetru (ČHMÚ, ©2021).

Naopak nejmenší průtočné množství bylo zaznamenáno v měsíci prosinci roku 2020 – 25 334 m³. Tento stav lze na základě měsíční zprávy o hydrometeorologické situaci a sucha na území ČR zdůvodnit podprůměrným úhrnem srážek v tomto měsíci. Prosinec byl srážkově podnormální, vzhledem k normálu za období 1981-2012 napršelo průměrně pouze 56,9 % (ČHMÚ, ©2020).

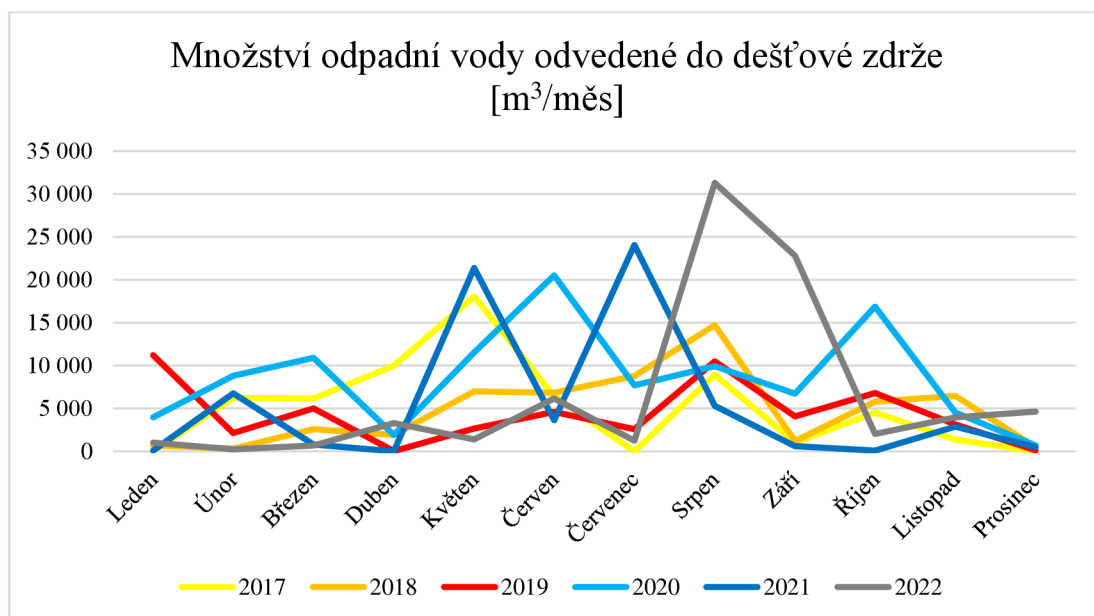
Jedním z hlavních důvodů celkového poklesu vyčištěných odpadních vod je ukončení provozu Povltavských mlékáren, a.s.

7.2 Odlehčení

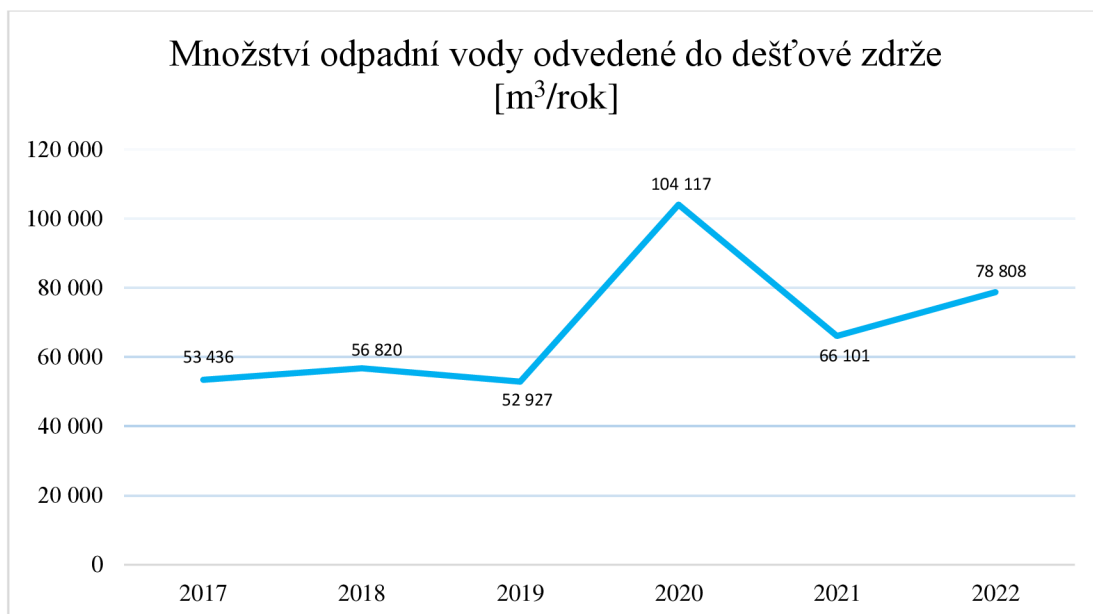
Tab. 20 uvádí množství odpadní vody, která byla odvedena do dešťové zdrže, stejně tak jako graf 3 a 4. V příloze 4 jsou uvedena množství odpadní vody odvedené do dešťové zdrže samostatně pro jednotlivé roky.

Tab. 20: Množství odpadní vody odvedené do dešťové zdrže v letech 2017 – 2022 (I.SčV, 2017-2022).

Odhledená voda [m ³]						
Období	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Leden	0	672	11 210	3 964	88	1 018
Únor	6 256	320	2 152	8 823	6 749	244
Březen	6 152	2 599	5 018	10 924	783	698
Duben	9 976	1 914	31	1 926	11	3 315
Květen	18 062	6 987	2 680	11 524	21 379	1 402
Červen	6 418	6 844	4 608	20 523	3 647	6 152
Červenec	0	8 794	2 573	7 703	24 060	1 258
Srpen	8 915	14 712	10 481	9 921	5 295	31 305
Září	1 039	1 219	4 081	6 721	615	22 788
Říjen	4 531	5 798	6 810	16 865	102	2 015
Listopad	1 378	6 476	3 161	4 526	2 874	3 986
Prosinec	0	485	122	697	498	4 627
Celkem [rok]	53 436	56 820	52 927	104 117	66 101	78 808



Graf 3: Měsíční množství odpadní vody odvedené do dešťové zdrže v letech 2017 – 2022.



Graf 4: Roční množství odpadní vody odvedené do dešťové zadržky v letech 2017 – 2022.

Dešťová zadržka má kapacitu 500 m³ a měla by pojmout intenzivnější 10minutový dešť, po naplnění přepadá do vodního toku.

Jak je patrné z grafu 4, největší roční odlehčení odpadní vody bylo v roce 2020 – 104 117 m³. Naopak nejmenší roční odlehčení odpadní vody bylo v roce 2019 – 52 927 m³. V měsíci srpnu roku 2022 činilo odlehčení odpadní vody 31 305 m³. Tento měsíc byl obecně vlhčí, začátkem srpna postupovala 90 % území studená fronta s průměrným denním úhrnem srážek 10,6 mm. Další srážkově významné období bylo přibližně v polovině měsíce a nejdešivějším dnem byl 20. srpen s průměrným srážkovým úhrnem 20,4 mm a 22. srpen, kdy spadlo 13,2 mm srážek. V této srážkové události byly zaznamenány srážky také 100 mm, ale spíše na Táborsku a Benešovsku. Na konci měsíce spadlo 8,6 mm srážek, což bylo způsobeno převážně bouřkami (ČHMÚ, ©2022). V měsíci lednu, červenci a prosinci roku 2017 naopak nebyla odlehčena žádná odpadní voda.

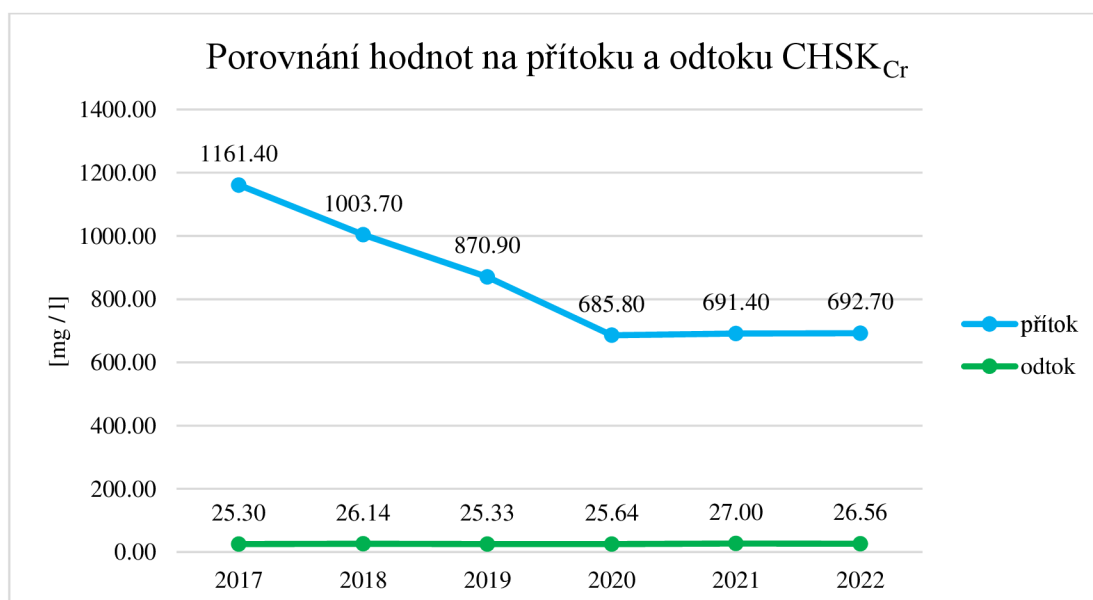
7.3 Chemická spotřeba kyslíku

Chemická spotřeba kyslíku (CHSK) udává celkovou spotřebu kyslíku na chemickou oxidaci veškeré organické hmoty ve vzorku odpadní vody (Bogáňová a Hluštík, 2023). Pro stanovení hodnoty CHSK_{Cr} v odpadní vodě je do vzorku přidáváno předem známé množství oxidačního činidla, konkrétně se tedy jedná o dichroman draselný K₂Cr₂O₇ (Hubáčiková, Pokrývková, Marková, 2020).

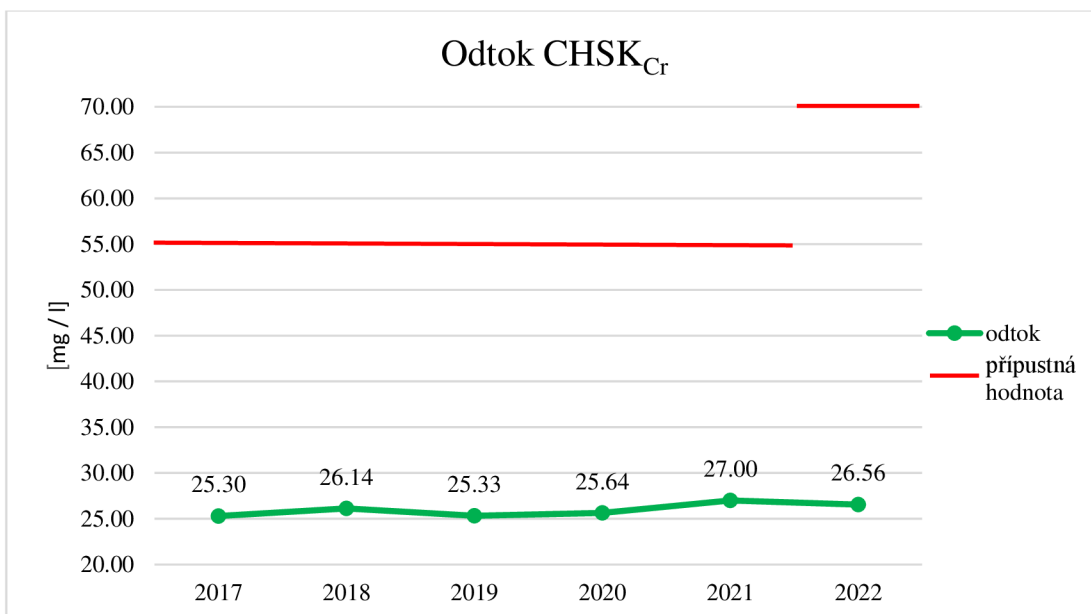
Tab. 21: Průměrné roční hodnoty $CHSK_{Cr}$ na přítoku a odtoku v mg/l, účinnost čištění v % (I.SčV, 2017-2022).

Rok	$CHSK_{Cr}$		
	Přítok [mg/l]	Odtok [mg/l]	Účinnost [%]
2017	1161,40	25,30	97,8
2018	1003,70	26,14	97,4
2019	870,90	25,33	97,2
2020	685,80	25,64	96,3
2021	691,40	27,00	96,1
2022	692,70	26,56	96,2

Hodnoty uvedené v Tab. 21 a graf 5 uvádějí, že od roku 2017 do roku 2020 docházelo k výraznému snížení průměrných ročních hodnot $CHSK_{Cr}$ na přítoku. Jedním z důvodů je postupné ukončování provozu Povltavských mlékáren, a.s., od roku 2018. (V roce 2017 činilo množství odpadních vod z mlékárny 180 721 m³.) Odpadní vody, které měly spíše průmyslový charakter, mají nyní charakter spíše městských odpadních vod a došlo tedy k výraznému snížení organického znečištění. Od roku 2020 do roku 2022 jsou průměrné roční hodnoty na přítoku poměrně stabilní. Stejně tak jsou stabilní i průměrné hodnoty na odtoku. Emisní limit $CHSK_{Cr}$ pro vypouštění odpadních vod do vod povrchových je dle rozhodnutí pro ČOV Sedlčany „p“ hodnota 55 mg/l a „m“ hodnota 100 mg/l (2017 – 2021) a „p“ hodnota 70 mg/l a „m“ hodnota 120 mg/l (2022).

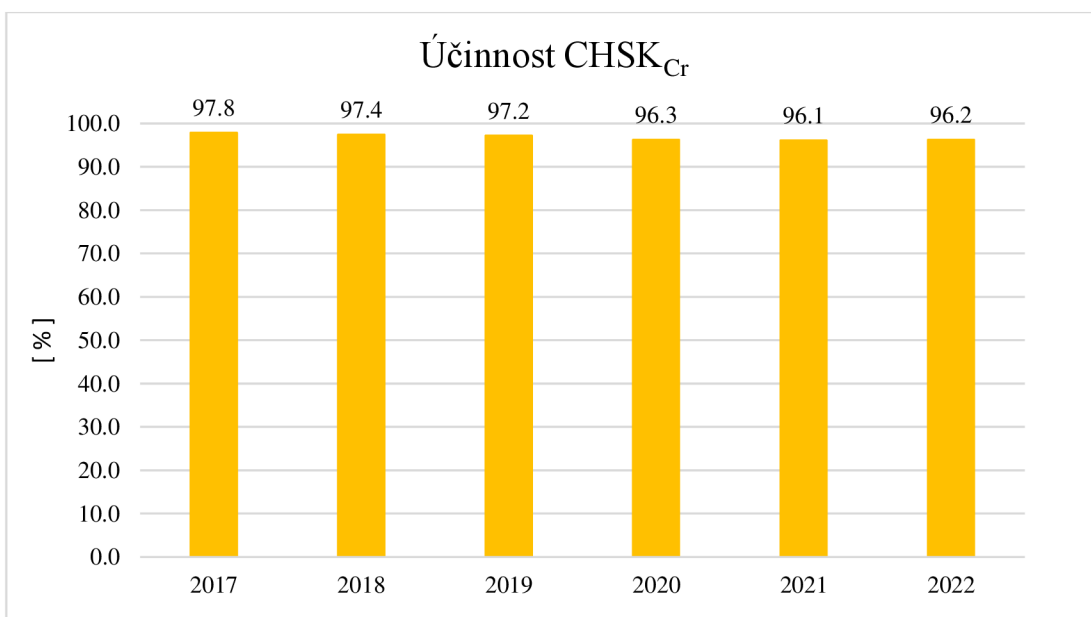


Graf 5: Porovnání hodnot na přítoku a odtoku ukazatele $CHSK_{Cr}$ v letech 2017 – 2022.



Graf 6: Hodnoty $CHSK_{Cr}$ na odtoku v porovnání s přípustnou hodnotou v letech 2017 – 2022.

Nejnižší průměrnou roční hodnotou na odtoku byla hodnota 25,30 mg/l v roce 2017, hodnotou nejvyšší byla hodnota 27,00 mg/l v roce 2021. Jak je patrné z grafu 6, hodnoty nepřesahují přípustné hodnoty a ani jich zdaleka nedosahují.



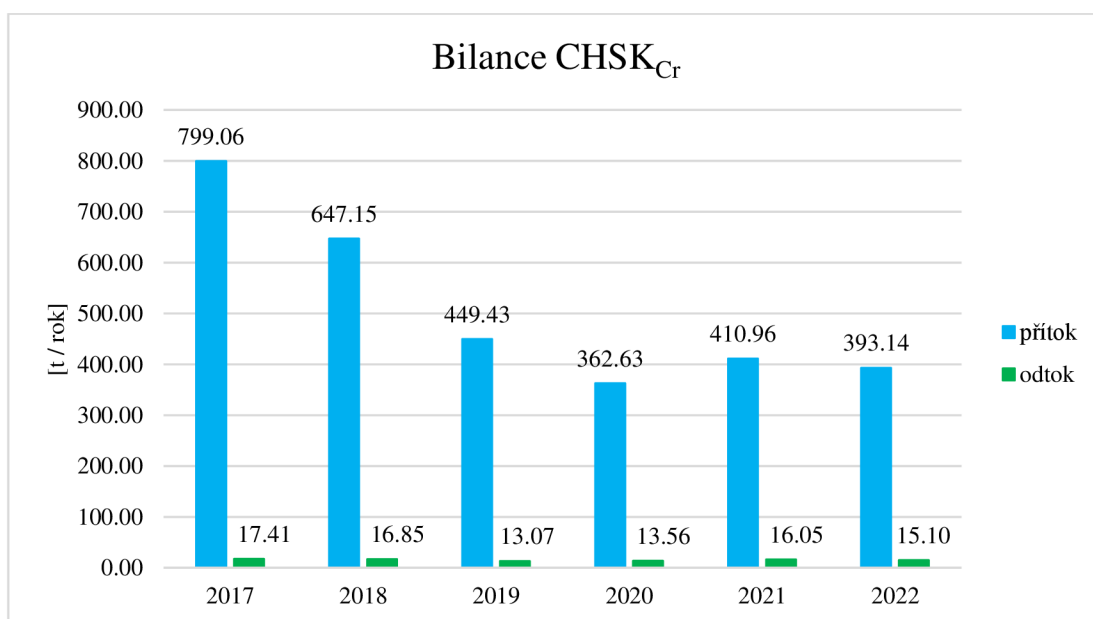
Graf 7: Účinnost ukazatele $CHSK_{Cr}$ v letech 2017 – 2022.

Hodnoty účinnosti znázorněné v grafu 7 jsou poměrně stabilní. Průměrná účinnost ČOV v letech 2017 – 2020 v případě ukazatele $CHSK_{Cr}$ činí 96,8 %.

Tab. 22: Průměrné roční maximální a minimální hodnoty $CHSK_{Cr}$ na přítoku a odtoku v mg/l, hmotnostní bilance v t/rok (I.SčV, 2017-2022).

Rok	$CHSK_{Cr}$					
	Přítok			Odtok		
	Min [mg/l]	Max [mg/l]	Suma [t/rok]	Min [mg/l]	Max [mg/l]	Suma [t/rok]
2017	550	2500	799,06	13	48	17,41
2018	350	1900	647,15	13	51	16,85
2019	270	2800	449,43	17	38	13,07
2020	240	1700	362,63	17	42	13,56
2021	200	2300	410,96	16	45	16,05
2022	230	1100	393,14	12	46	15,10

Maximální naměřená hodnota $CHSK_{Cr}$ činí na přítoku 2800 mg/l a byla naměřena v roce 2019. Nejvyšší naměřená hodnota $CHSK_{Cr}$ činí na odtoku 51 mg/l a byla naměřena v roce 2018. Tato hodnota však nepřekračuje hodnotu přípustnou danou rozhodnutím.



Graf 8: Hmotnostní bilance ukazatele $CHSK_{Cr}$ v letech 2017 – 2022.

Bilance vypouštěného znečištění je dle rozhodnutí pro ukazatel $CHSK_{Cr}$ 53,8 t/rok (2017-2021) a 48,3 t/rok (2022). Tento limit nebyl ve sledovaných letech dosažen.

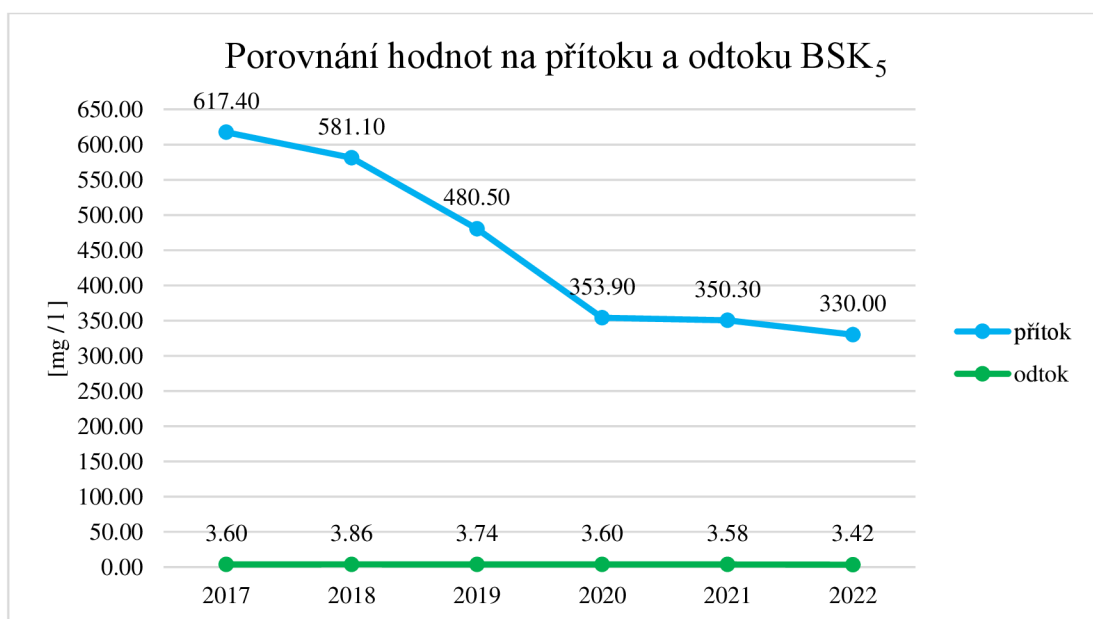
7.4 Biochemická spotřeba kyslíku

Biochemická spotřeba kyslíku určuje množství biologicky odbouratelného organického znečištění prostřednictvím některých mikroorganismů za aerobních podmínek. Významnými zdroji jsou vody komunální a také např. potravinářský průmysl. (Švehla, Tlustoš, Balík, 2004).

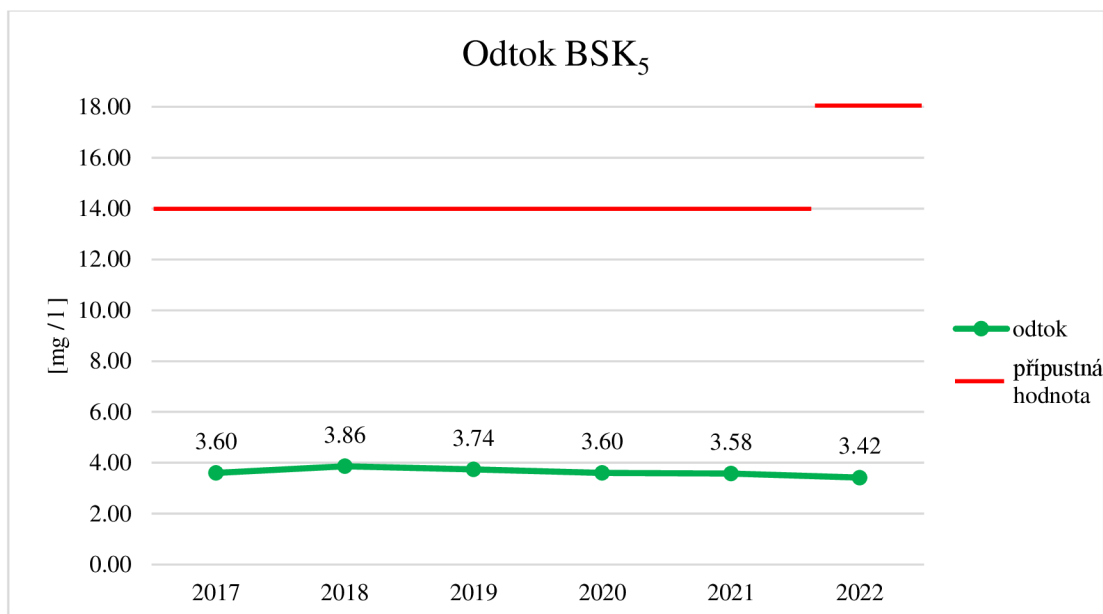
Tab. 23: Průměrné roční hodnoty BSK₅ na přítoku a odtoku v mg/l, účinnost čištění v % (1.SčV, 2017-2022).

Rok	BSK ₅		
	Přítok [mg/l]	Odtok [mg/l]	Účinnost [%]
2017	617,40	3,70	99,5
2018	581,10	3,86	99,4
2019	480,50	3,74	99,4
2020	353,90	3,60	99,2
2021	350,30	3,58	99,1
2022	330,00	3,42	99,3

Z hodnot uvedených v Tab. 23 a z grafu 9 je patrné, že od roku 2017 do roku 2020 docházelo k výraznému snížení průměrných ročních hodnot BSK₅ na přítoku. Stejně tak jako u ukazatele CHSK_{Cr} je jedním z důvodů postupné ukončování provozu Povltavských mlékáren, a.s., od roku 2018. Během toho tedy došlo k výraznému snížení dobře rozložitelného organického znečištění. Od roku 2020 do roku 2022 jsou průměrné roční hodnoty na přítoku poměrně stabilní. Stejně tak jsou relativně stabilní i průměrné hodnoty na odtoku. Emisní limit BSK₅ pro vypouštění odpadních vod do vod povrchových je dle rozhodnutí pro ČOV Sedlčany „p“ hodnota 14 mg/l a „m“ hodnota 20 mg/l (2017 – 2021) a „p“ hodnota 18 mg/l a „m“ hodnota 25 mg/l (2022).

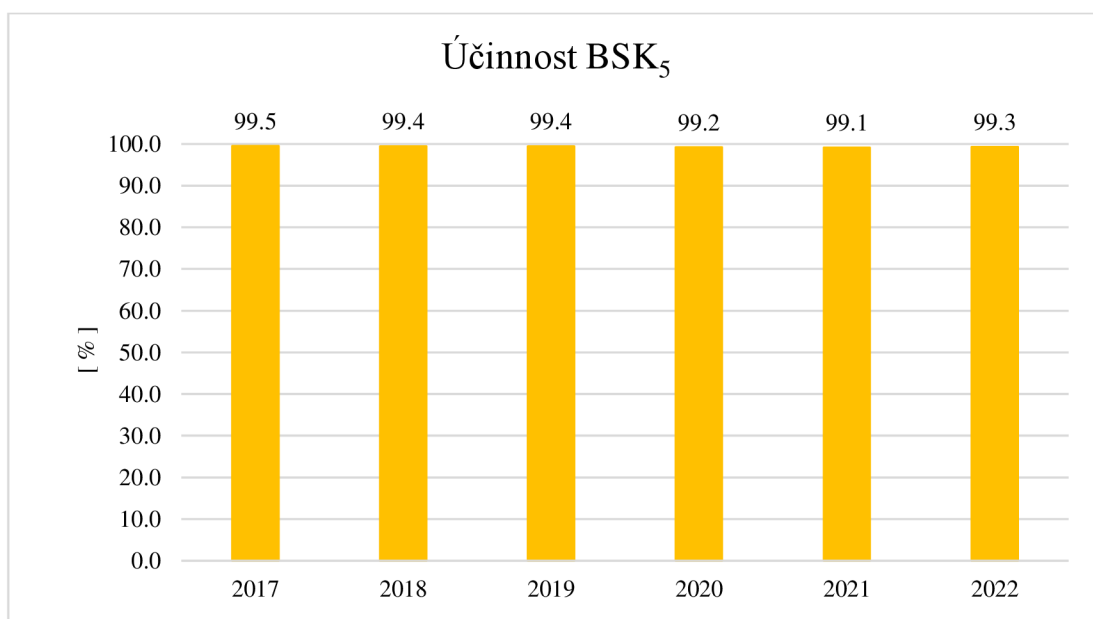


Graf 9: Porovnání hodnot na přítoku a odtoku ukazatele BSK₅ v letech 2017 – 2022.



Graf 10: Hodnoty BSK₅ na odtoku v porovnání s přípustnou hodnotou v letech 2017 – 2022.

Nejnižší průměrnou roční hodnotou na odtoku byla hodnota 3,42 mg/l v roce 2022, hodnotou nejvyšší byla hodnota 3,86 mg/l v roce 2018. Jak je patrné z grafu 10, hodnoty nepřesahují přípustné hodnoty a ani jich zdaleka nedosahují.



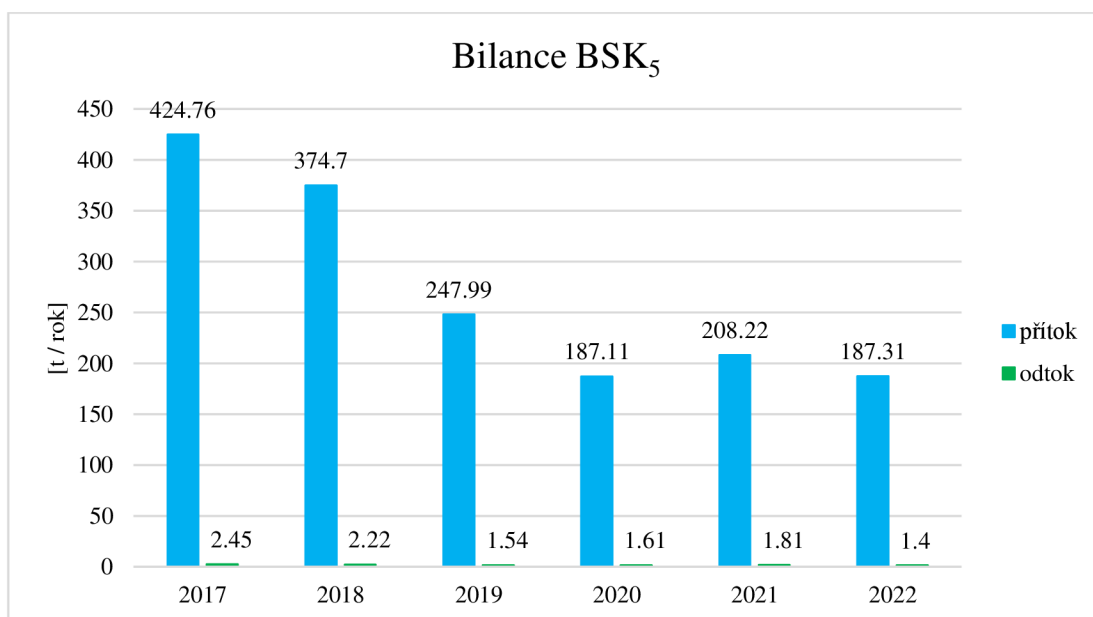
Graf 11: Účinnost ukazatele BSK₅ v letech 2017 – 2022.

Hodnoty účinnosti znázorněné v grafu 11 jsou poměrně stabilní. Průměrná účinnost ČOV v letech 2017 – 2020 v případě ukazatele BSK₅ činí 96,3 %.

Tab. 24: Průměrné roční maximální a minimální hodnoty BSK₅ na přítoku a odtoku v mg/l, hmotnostní bilance v t/rok (I.SčV, 2017-2022).

Rok	BSK ₅					
	Přítok			Odtok		
	Min [mg/l]	Max [mg/l]	Suma [t/rok]	Min [mg/l]	Max [mg/l]	Suma [t/rok]
2017	270	1400	424,76	< 2,5	6,5	2,45
2018	300	920	374,70	< 2,5	6,2	2,22
2019	98	1100	247,99	< 2,5	7,9	1,54
2020	110	980	187,11	< 2,5	5,5	1,61
2021	90	820	208,22	< 2,5	7,2	1,81
2022	110	690	187,31	< 2,5	5,5	1,40

Maximální naměřená hodnota BSK₅ činí na přítoku 1400 mg/l a byla naměřena v roce 2017. Nejvyšší naměřená hodnota BSK₅ činí na odtoku 7,9 mg/l a byla naměřena v roce 2019. Tato hodnota však nepřekračuje hodnotu přípustnou danou rozhodnutím.



Graf 12: Hmotnostní bilance ukazatele BSK₅ v letech 2017 – 2022.

Bilance vypouštěného znečištění je dle rozhodnutí pro ukazatel BSK₅ 13,44 t/rok (2017-2021) a 10,2 t/rok (2022). Tento limit nebyl ve sledovaných letech dosažen.

Poměr BSK₅/CHSK_{Cr}

Jak již bylo zmíněno v teoretické části této práce, vztah mezi ukazateli CHSK a BSK je vždy $CHSK > BSK$. Důvodem je, že $CHSK_{Cr}$ udává spotřebu kyslíku na oxidaci všech oxidovatelných látek, tzn. látky biologicky rozložitelné i nerozložitelné. Naopak BSK_5 udává spotřebu kyslíku na oxidaci pouze biochemicky rozložitelných látek. Tento poměr je vhodným ukazatelem biologické rozložitelnosti látek v odpadních vodách. Pokud je hodnota vyšší než 0,5, značí organické znečištění dobře biologicky rozložitelné. V dokonale biologicky vyčištěných vodách je tento poměr běžně nižší než 0,1 (Pošta a kol., 2005).

V Tab. 25 a 26 se nacházejí průměrné roční hodnoty BSK_5 a $CHSK_{Cr}$ pro jednotlivé roky na přítoku i odtoku. Tab. 21 a 22 rovněž zahrnují vzájemný poměr těchto ukazatelů.

Tab. 25: Poměr $BSK_5/CHSK_{Cr}$ na přítoku (I.SčV, 2017-2022).

Přítok			
Rok	Průměr $CHSK_{Cr}$ [mg/l]	Průměr BSK_5 [mg/l]	Poměr $BSK_5/CHSK_{Cr}$
2017	1161,40	617,40	0,53
2018	1003,70	581,10	0,58
2019	870,90	480,50	0,55
2020	685,80	353,90	0,52
2021	691,40	350,30	0,51
2022	692,70	330,00	0,48

Poměr těchto sledovaných ukazatelů se na přítoku pohybuje v přibližném rozmezí 0,4 – 0,6 mg/l. Z toho lze tedy usoudit, že se jedná o odpadní vody s organickým znečištěním poměrně dobře biologicky rozložitelným.

Tab. 26: Poměr $BSK_5/CHSK_{Cr}$ na odtoku (I.SčV, 2017-2022).

Odtok			
Rok	Průměr $CHSK_{Cr}$	Průměr BSK_5	Poměr $BSK_5/CHSK_{Cr}$
2017	25,30	3,70	0,14
2018	26,14	3,86	0,15
2019	25,33	3,74	0,15
2020	25,64	3,60	0,14
2021	27,00	3,58	0,13
2022	26,56	3,42	0,13

Poměr sledovaných ukazatelů na odtoku se pohybuje v přibližném rozmezí 0,13 – 0,14. Na základě toho lze konstatovat, že do recipientu odtékají téměř dokonale vyčištěné odpadní vody.

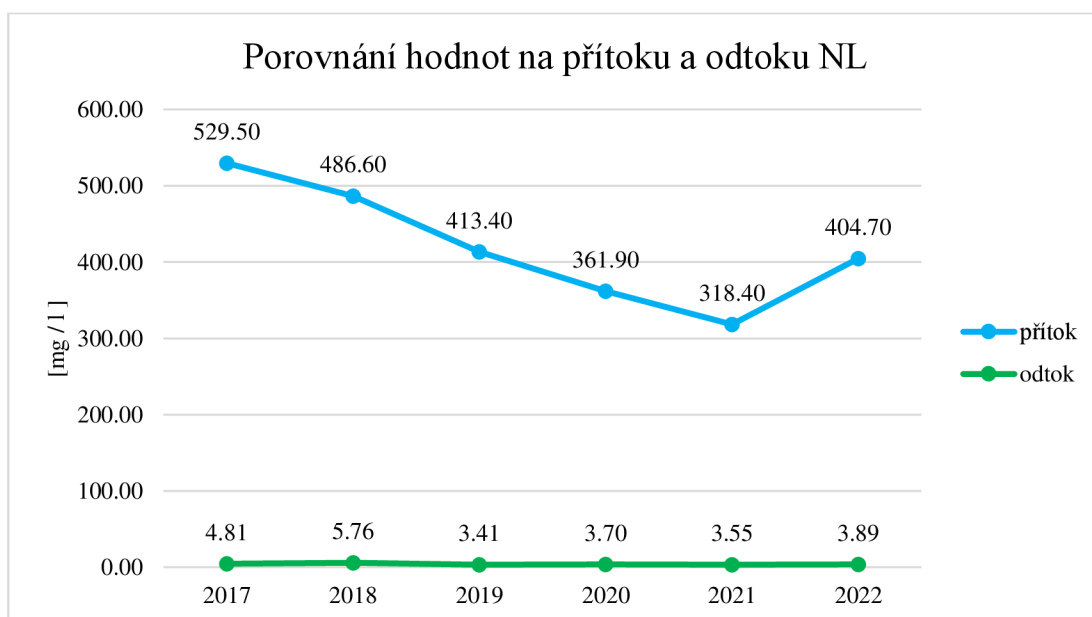
7.5 Nerozpuštěné látky

Nerozpuštěné látky slouží jako ukazatel kvality surových i odpadních vod. Většinu z nich tvoří anorganické látky, avšak mohou být tvořeny i řasami či bakteriemi. Některé nerozpuštěné látky sedimentují na dně, jiné se vznášejí na hladině či zůstávají někde mezi. Nejběžnějšími NL mohou být jíly, šterky, písky či řasy (Campbell, 2021).

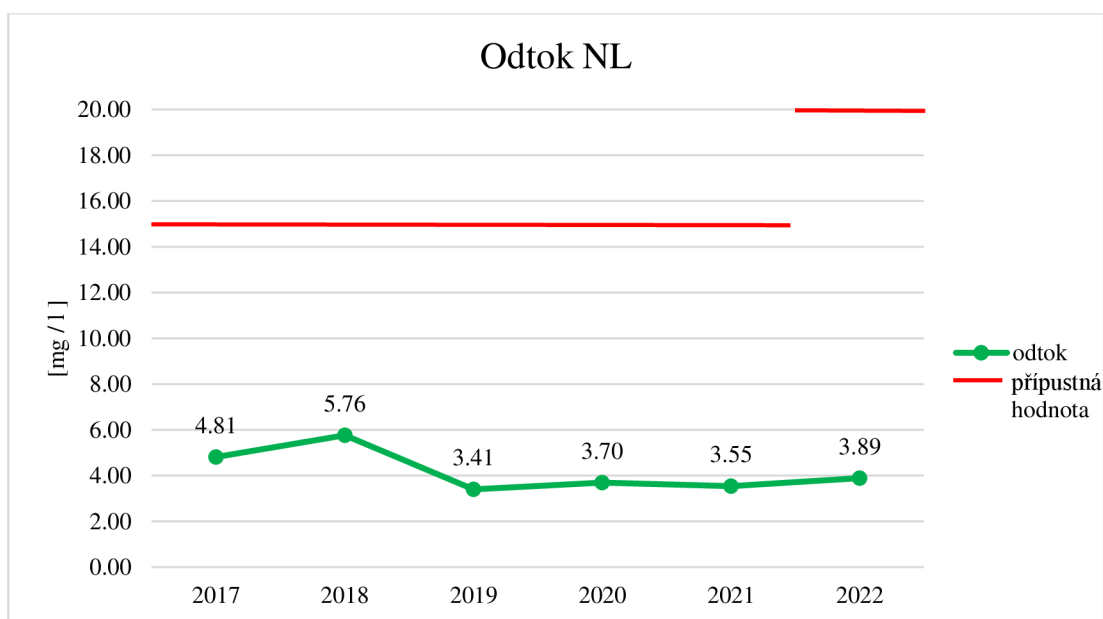
Tab. 27: Průměrné roční hodnoty BSK₅ na přítoku a odtoku v mg/l, účinnost čištění v % (I.SčV, 2017-2022).

Rok	NL		
	Přítok [mg/l]	Odtok [mg/l]	Účinnost [%]
2017	529,50	4,81	99,2
2018	486,60	5,76	98,8
2019	413,40	3,41	99,4
2020	361,90	3,70	99,1
2021	318,40	3,55	99,1
2022	404,70	3,89	99,1

Z hodnot uvedených v Tab. 27 a z grafu 13 je patrné, že od roku 2017 do roku 2021 docházelo k výraznému snížení průměrných ročních hodnot NL na přítoku. Od roku 2021 do roku 2022 došlo naopak k vzrůstu hodnot NL. Průměrné roční hodnoty na odtoku od roku 2017 do roku 2019 mírně kolísají, ale od roku 2019 jsou poměrně stabilní. Emisní limit NL pro vypouštění odpadních vod do vod povrchových je dle rozhodnutí pro ČOV Sedlčany „p“ hodnota 15 mg/l a „m“ hodnota 25 mg/l (2017 – 2021) a „p“ hodnota 20 mg/l a „m“ hodnota 30 mg/l (2022).

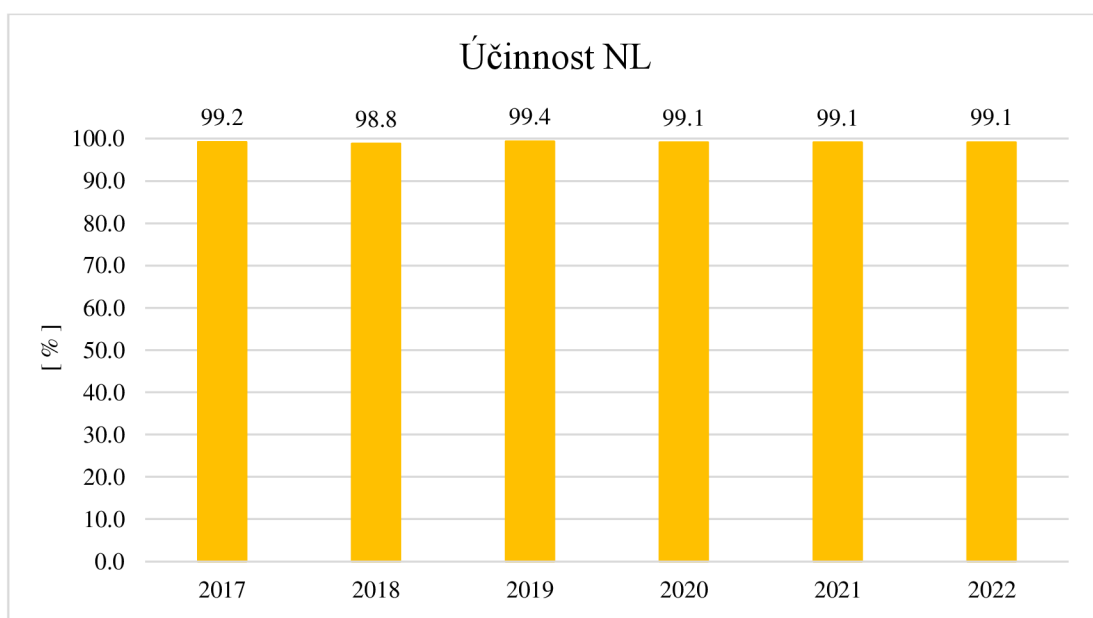


Graf 13: Porovnání hodnot na přítoku a odtoku ukazatele NL v letech 2017 – 2022.



Graf 14: Hodnoty NL na odtoku v porovnání s přípustnou hodnotou v letech 2017 – 2022.

Nejnižší průměrnou roční hodnotou na odtoku byla hodnota 3,41 mg/l v roce 2019, hodnotou nejvyšší byla hodnota 5,76 mg/l v roce 2018. Jak je patrné z grafu 14, hodnoty nepřesahují přípustné hodnoty a ani jich zdaleka nedosahují.



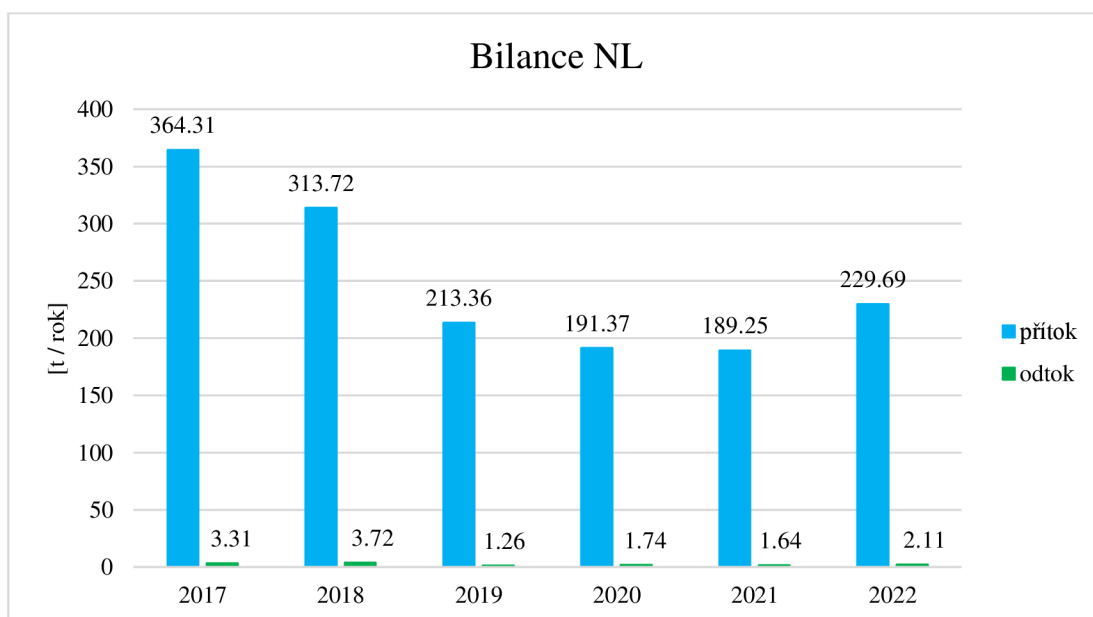
Graf 15: Účinnost ukazatele NL v letech 2017 – 2022.

Hodnoty účinnosti znázorněné v grafu 15 jsou velmi stabilní. Průměrná účinnost ČOV v letech 2017 – 2020 v případě ukazatele NL činí 99,1 %.

Tab. 28: Průměrné roční maximální a minimální hodnoty NL na přítoku a odtoku v mg/l, hmotnostní bilance v t/rok (I.SčV, 2017-2022).

Rok	NL					
	Přítok			Odtok		
	Min [mg/l]	Max [mg/l]	Suma [t/rok]	Min [mg/l]	Max [mg/l]	Suma [t/rok]
2017	210	2400	364,31	< 2,0	11	3,31
2018	150	1900	313,72	2,4	12	3,72
2019	110	1300	213,36	< 2,0	6,4	1,26
2020	110	1900	191,37	< 2,0	5,6	1,74
2021	46	860	189,25	< 2,0	6,4	1,64
2022	110	1400	229,69	< 2,0	7,6	2,11

Maximální naměřená hodnota NL činí na přítoku 2400 mg/l a byla naměřena v roce 2017. Nejvyšší naměřená hodnota NL činí na odtoku 12 mg/l a byla naměřena v roce 2018. Tato hodnota však nepřekračuje hodnotu přípustnou danou rozhodnutím.



Graf 16: Hmotnostní bilance ukazatele NL v letech 2017 - 2022.

Bilance vypouštěného znečištění je dle rozhodnutí pro ukazatel NL 14,5 t/rok (2017-2021) a 11,4 t/rok (2022). Tento limit nebyl ve sledovaných letech dosažen.

7.6 Celkový fosfor

Odpadní voda obsahuje fosfor především z antropogenní činnosti. Nejčastěji se jedná o převážně chemické prostředky určené k úklidu, které se používají jak v domácnostech, tak v průmyslu (U.S. EPA, ©2023).

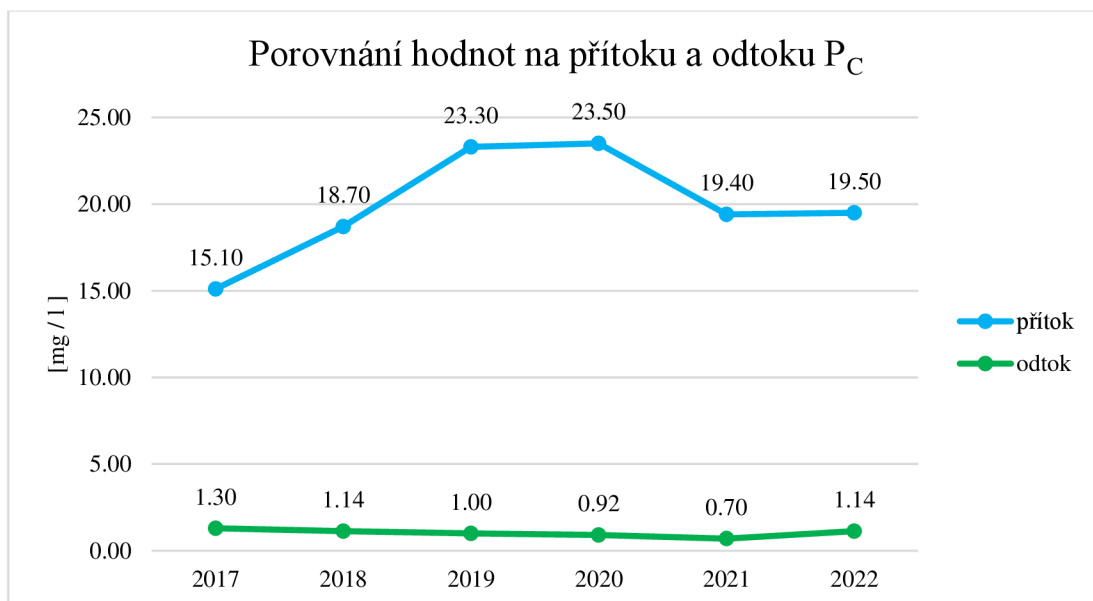
Tab. 29: Průměrné roční hodnoty P_C na přítoku a odtoku v mg/l, účinnost čištění v % (I.SčV, 2017-2022).

Rok	P_C		
	Přítok [mg/l]	Odtok [mg/l]	Účinnost [%]
2017	15,10	1,30	91,8
2018	18,70	1,14	93,9
2019	23,30	1,00	95,2
2020	23,50	0,92	96,1
2021	19,40	0,70	96,2
2022	19,50	1,14	93,9

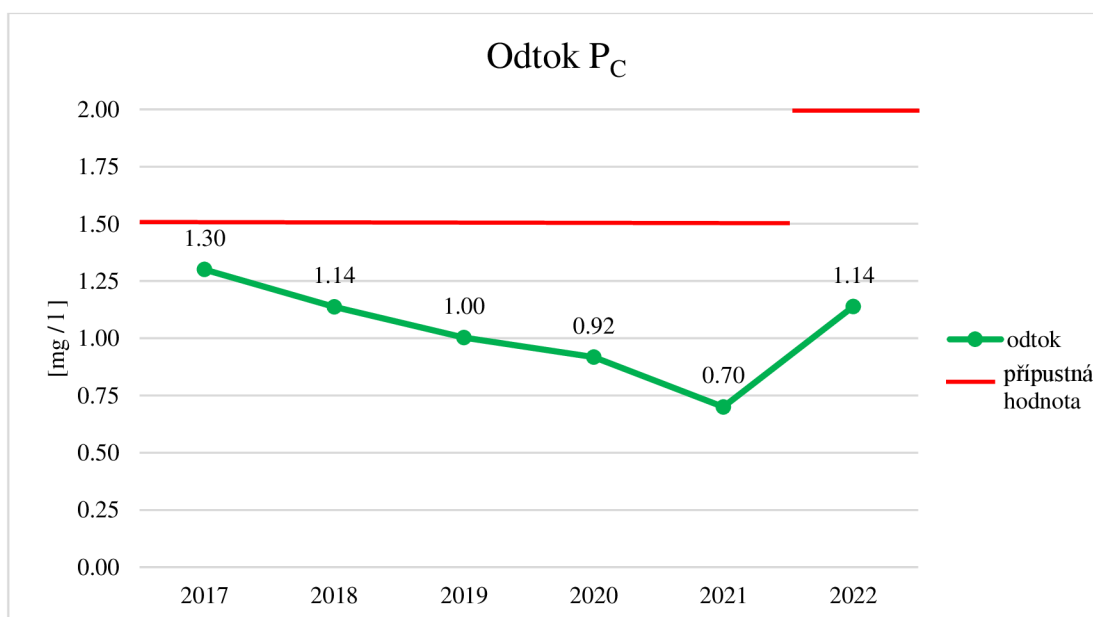
Z hodnot uvedených v Tab. 29 a z grafu 17 je patrné, že od roku 2017 do roku 2019 docházelo k výraznému růstu průměrných ročních hodnot P_C na přítoku. Do roku 2020 byly hodnoty poměrně stabilní a od tohoto roku došlo opět k poklesu. Průměrné hodnoty na odtoku se pohybují v rozmezí 0,7 – 1,3 mg/l.

Důvodem kolísání hodnot je především přemnožení fosfát akumulujících bakterií, které slouží pro zachytávání fosforu, ale v případě nedostatku kyslíku a deficitu živin fosfor naopak vylučují. Jelikož se nepodařilo hodnoty ustálit vysrážením fosforu a docházelo ke kolísání prakticky ze dne na den, bylo také přistoupeno k tomu, že byl limit pro P_C zmírněn z hodnoty 3 mg/l na hodnotu 6 mg/l. V tomto případě mělo ukončení Povltavských mlékáren, a.s., pozitivní vliv, jelikož po ukončení provozu k takto vysokým výkyvům již nedocházelo.

Emisní limit P_C pro vypouštění odpadních vod do vod povrchových je dle rozhodnutí pro ČOV Sedlčany „p“ hodnota průměrná 1,5 mg/l a „m“ hodnota 6 mg/l (2017 – 2021) a „p“ hodnota průměrná 2 mg/l a „m“ hodnota 5 mg/l (2022).

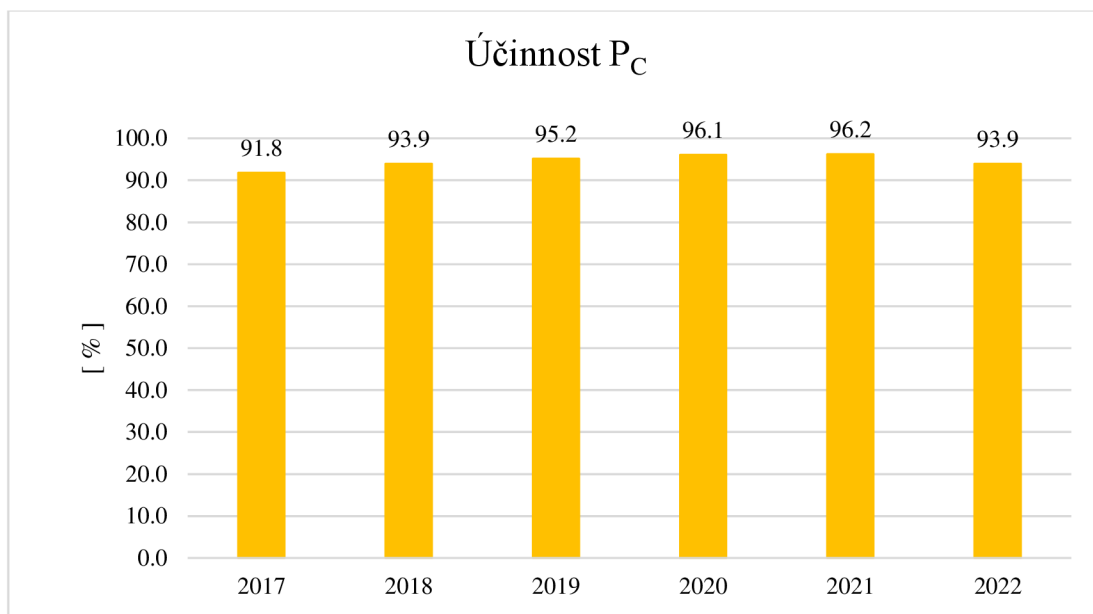


Graf 17: Porovnání hodnot na přítoku a odtoku ukazatele P_C v letech 2017 – 2022.



Graf 18: Hodnoty P_C na odtoku v porovnání s přípustnou hodnotou v letech 2017 - 2022.

Nejnižší průměrnou roční hodnotou na odtoku byla hodnota 0,70 mg/l v roce 2021, hodnotou nejvyšší byla hodnota 1,30 mg/l v roce 2017. Jak je patrné z grafu 18, hodnoty se přibližují k limitní hodnotě pouze v roce 2017. Od tohoto roku dochází k výraznějšímu poklesu až do roku 2021. V roce 2022 hodnota P_C opět vzrostla.



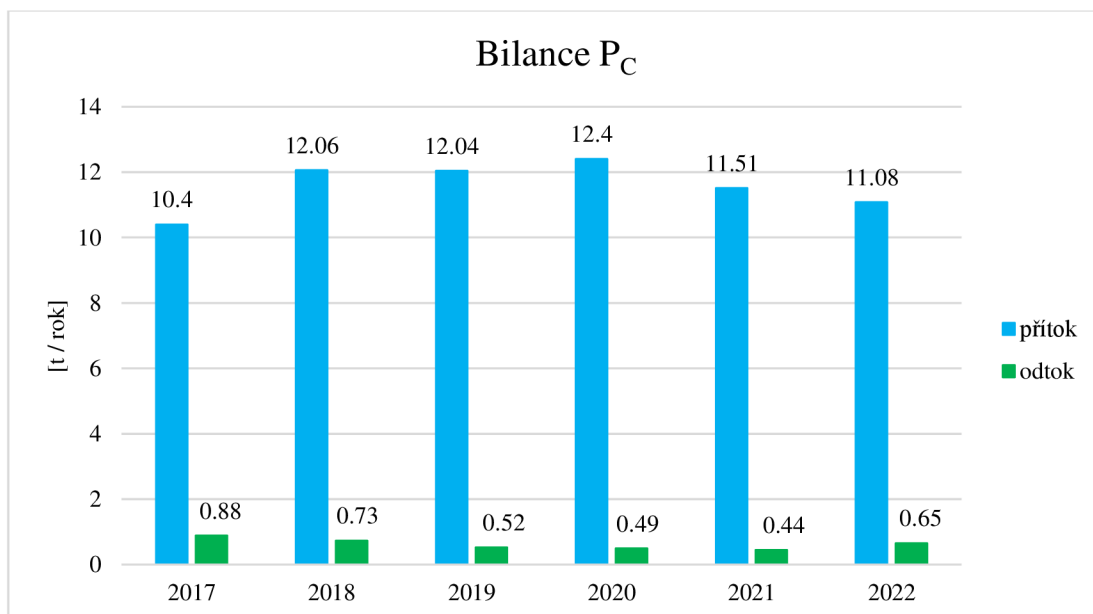
Graf 19: Účinnost ukazatele P_C v letech 2017 – 2022.

Hodnoty účinnosti znázorněné v grafu 19 mírně kolísají. Průměrná účinnost ČOV v letech 2017 – 2020 v případech ukazatele P_C činí 94,5 %.

Tab. 30: Průměrné roční maximální a minimální hodnoty P_C na přítoku a odtoku v mg/l, hmotnostní bilance v t/rok (I.SčV, 2017-2022).

Rok	P _C					
	Přítok			Odtok		
	Min [mg/l]	Max [mg/l]	Suma [t/rok]	Min [mg/l]	Max [mg/l]	Suma [t/rok]
2017	4,1	40	10,40	< 0,1	5,3	0,88
2018	3,9	67	12,06	< 0,1	3,4	0,73
2019	4,9	71	12,04	0,26	3,9	0,52
2020	6,8	55	12,40	0,18	4,2	0,49
2021	4,6	41	11,51	0,2	2,0	0,44
2022	6,9	42	11,08	0,2	2,3	0,65

Maximální naměřená hodnota P_C činí na přítoku 71 mg/l a byla naměřena v roce 2019. Nejvyšší naměřená hodnota P_C činí na odtoku 5,3 mg/l a byla naměřena v roce 2017. Tato hodnota však nepřekračuje hodnotu maximální danou rozhodnutím.



Graf 20: Hmotnostní bilance ukazatele P_C v letech 2017 – 2022.

Bilance vypouštěného znečištění je dle rozhodnutí pro ukazatel P_C 1,45 t/rok (2017-2021) a 1,9 t/rok (2022). Tento limit nebyl ve sledovaných letech dosažen.

7.7 Celkový dusík

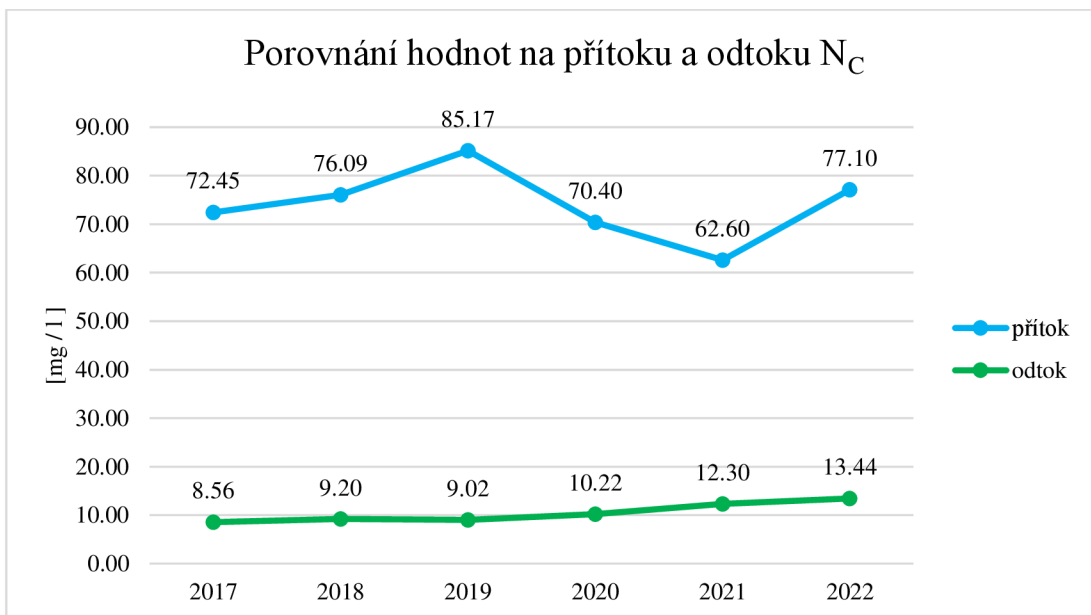
Celkový dusík zahrnuje jak formy anorganické - dusičnanový dusík (NO₂⁻), dusitanový dusík (NO₃⁻) či dusík amoniakální (N-NH₄⁺) tak formy organické – proteiny, aminokyseliny či organické aminy. N_C je důležitým ukazatelem kvality vody, jelikož odráží eutrofizaci vody (ROCKER, ©2023).

Tento ukazatel je limitně omezen pouze do roku 2021. V roce 2022 bylo vydáno nové povolení, ve kterém byl snížen počet EO a ukazatel N_C nemusí být sledován.

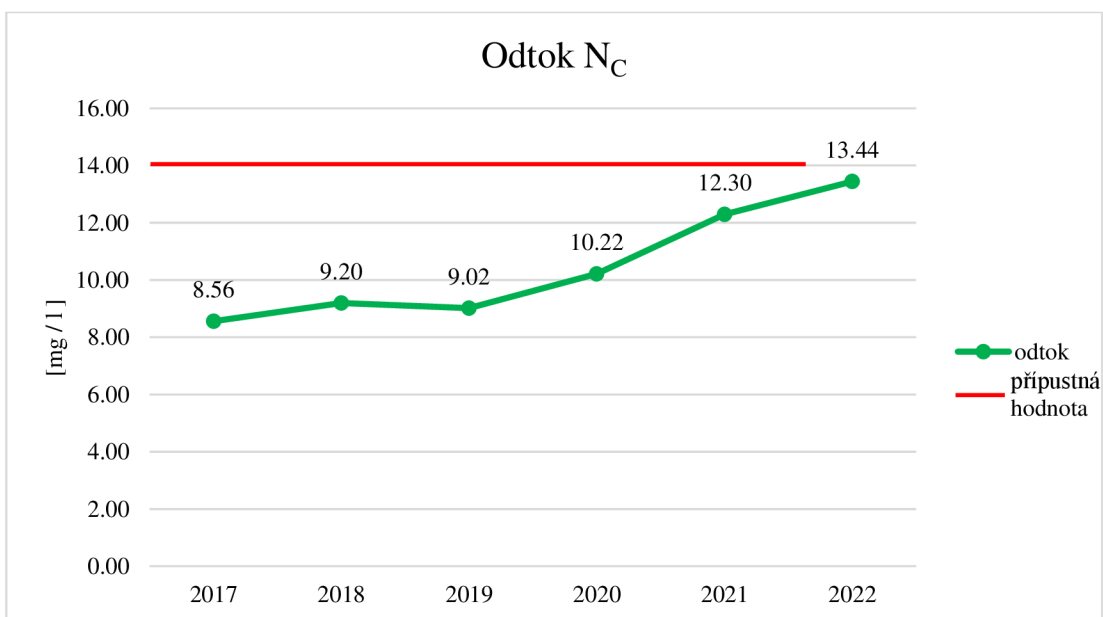
Tab. 31: Průměrné roční hodnoty N_C na přítoku a odtoku v mg/l, účinnost čištění v % (I.SčV, 2017-2022).

Rok	N _C		
	Přítok [mg / l]	Odtok [mg / l]	Účinnost [%]
2017	72,45	8,56	88,2
2018	76,09	9,20	87,9
2019	85,17	9,02	89,1
2020	70,40	10,22	85,5
2021	62,60	12,30	80,4
2022	77,10	13,44	83,5

Z hodnot uvedených v Tab. 31 a z grafu 21 je zřejmé, že průměrné roční hodnoty N_C na přítoku od roku 2017 do roku 2022 výrazně kolísají. Naopak průměrné roční hodnoty N_C na odtoku od roku 2017 poměrně vzrostly. Celkový dusík je limitován velikostí denitrifikace a množstvím živin, které jsou potřebné pro denitrifikační bakterie. Po ukončení provozu Povltavských mlékáren, a.s., došlo ke snížení dobře biologicky rozložitelného substrátu na přítoku a tím se začaly hodnoty N_C výrazně zvyšovat. Emisní limit N_C pro vypouštění odpadních vod do vod povrchových je dle rozhodnutí pro ČOV Sedlčany „p“ hodnota průměrná 14 mg/l a „m“ hodnota 25 mg/l (2017 – 2021).

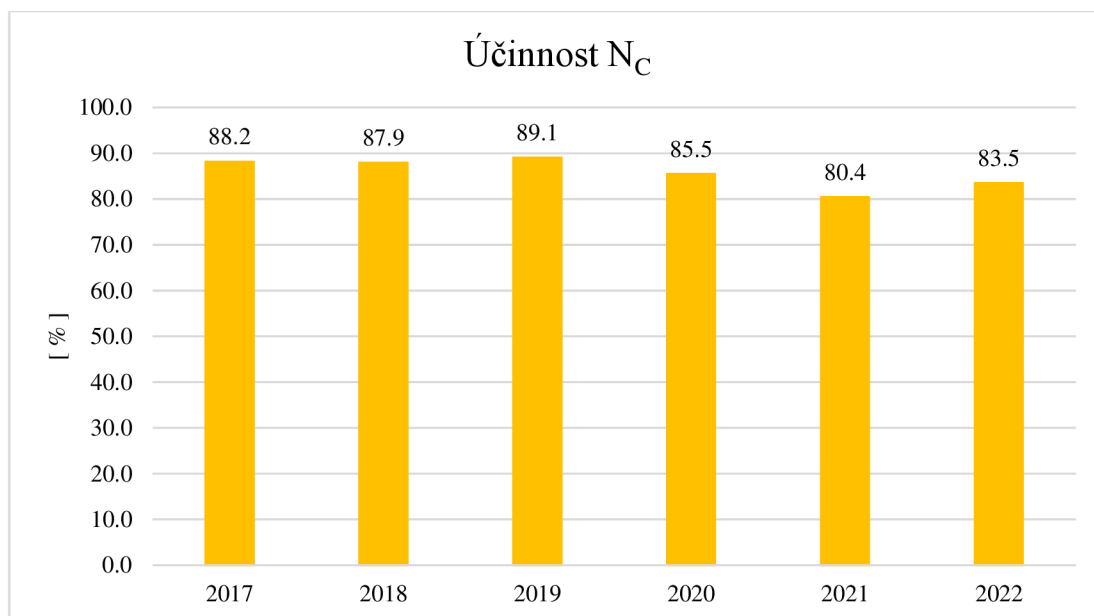


Graf 21: Porovnání hodnot na přítoku a odtoku ukazatele N_C v letech 2017 – 2022.



Graf 22: Hodnoty N_C na odtoku v porovnání s přípustnou hodnotou v letech 2017 – 2022.

Nejnižší průměrnou roční hodnotou na odtoku byla hodnota 8,56 mg/l v roce 2017, hodnotou nejvyšší byla hodnota 13,44 mg/l v roce 2022. Jak je patrné z grafu 22, průměrná hodnota se výrazně přibližuje k hodnotě přípustné, ale nepřekračuje ji.



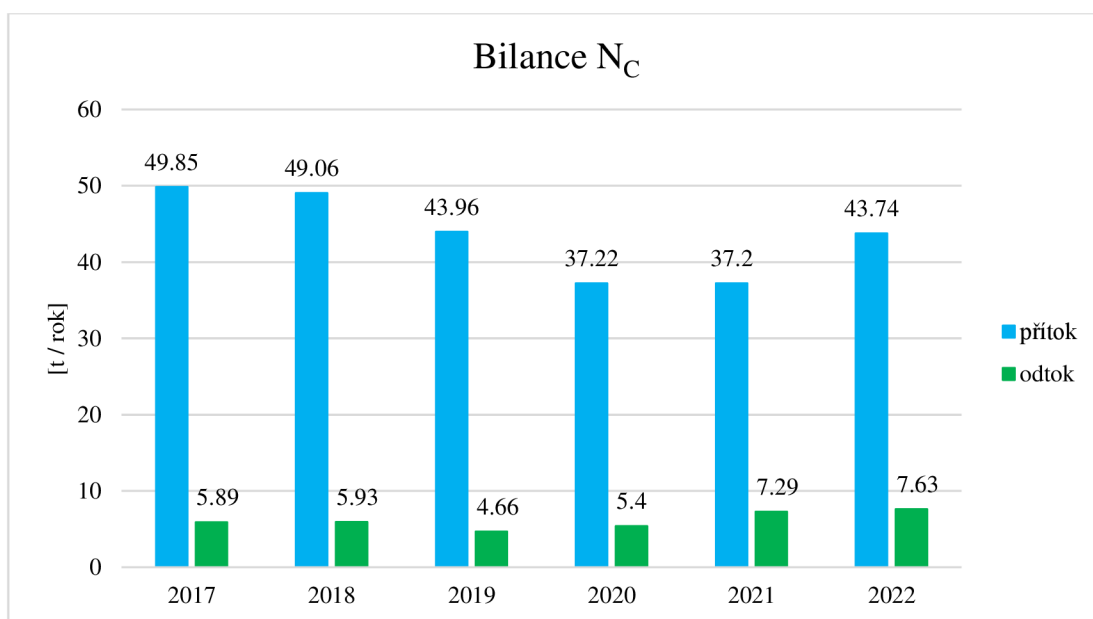
Graf 23: Účinnost ukazatele N_C v letech 2017 – 2022.

Hodnoty účinnosti znázorněné v grafu 23 mírně klesají. Průměrná účinnost ČOV v letech 2017 – 2020 v případě ukazatele N_C činí 85,8 %.

Tab. 32: Průměrné roční maximální a minimální hodnoty N_C na přítoku a odtoku v mg/l, hmotnostní bilance v t/rok (I.SěV, 2017-2022).

Rok	N_C					
	Přítok			Odtok		
	Min [mg/l]	Max [mg/l]	Suma [t/rok]	Min [mg/l]	Max [mg/l]	Suma [t/rok]
2017	36	180	49,85	2,9	29	5,89
2018	49	140	49,06	4,9	17	5,93
2019	25	150	43,96	2	18	4,66
2020	31	93	37,22	4,1	30	5,40
2021	28	120	37,20	4,7	25	7,29
2022	24	170	43,74	5,2	26	7,63

Maximální naměřená hodnota N_C činí na přítoku 180 mg/l a byla naměřena v roce 2017. Nejvyšší naměřená hodnota N_C činí na odtoku 30 mg/l a byla naměřena v roce 2020 v měsíci lednu, ve kterém ale teplota odpadní vody nedosahovala nad 12 °C.



Graf 24: Hmotnostní bilance ukazatele N_C v letech 2017 – 2022.

Bilance vypouštěného znečištění je dle rozhodnutí pro ukazatel N_C 13,5 t/rok (2017-2021). Tento limit nebyl ve sledovaných letech dosažen.

7.8 Amoniakální dusík

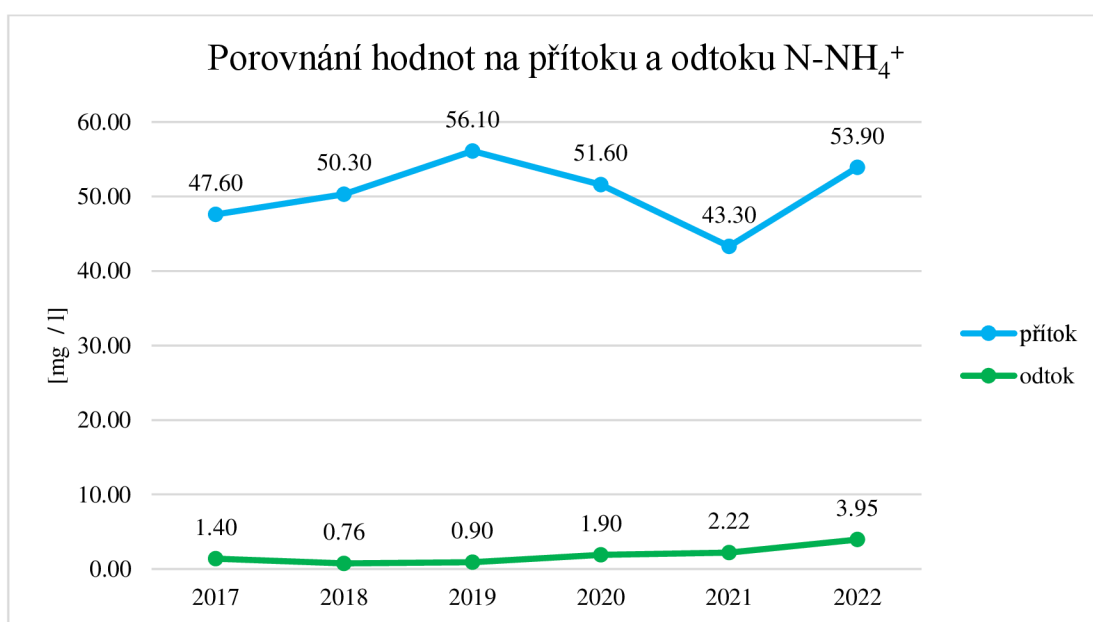
Amoniakální dusík je obecně ve vodním prostředí hojně zastoupen a výrazně ovlivňuje flóru a faunu, stejně tak jako je zásadní pro tvorbu nové biomasy mikroorganismů v procesu čištění odpadních vod (Daoliang a kol., 2020).

Tento ukazatel byl vzorkován během všech pozorovaných let, ale pouze od roku 2022 je limitně omezen dle nově vydaného rozhodnutí.

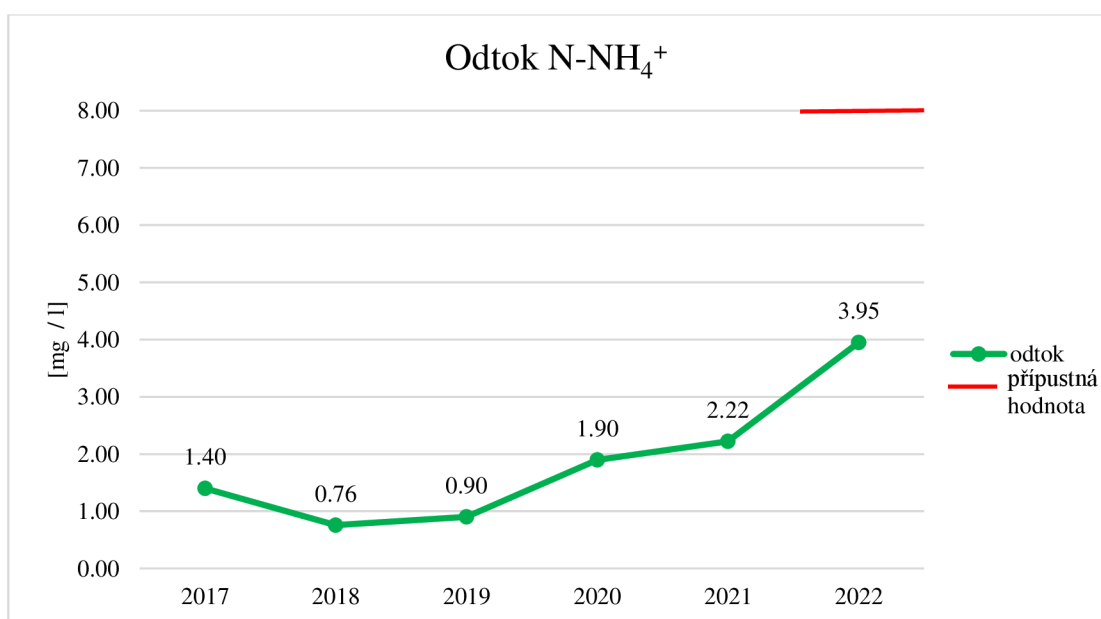
Tab. 33: Průměrné roční hodnoty $N-NH_4^+$ na přítoku a odtoku v mg/l, účinnost čištění v % (I.SčV, 2017-2022).

Rok	$N-NH_4^+$		
	Přítok [mg/l]	Odtok [mg/l]	Účinnost [%]
2017	47,60	1,40	97,5
2018	50,30	0,76	98,7
2019	56,10	0,90	98,6
2020	51,60	1,90	96,7
2021	43,30	2,22	96,2
2022	53,90	3,95	97,9

Z hodnot uvedených v Tab. 33 a z grafu 25 je patrné, že průměrné roční hodnoty N-NH₄⁺ na přítoku od roku 2017 do roku 2022 výrazně kolísají. Naopak průměrné roční hodnoty N-NH₄⁺ na odtoku od roku 2018 výrazně vzrůstají, kromě roku 2017, ve kterém je hodnota vyšší než v roce následujícím, tedy v roce 2018. Emisní limit N-NH₄⁺ pro vypouštění odpadních vod do vod povrchových je dle rozhodnutí pro ČOV Sedlčany „p“ hodnota průměrná 8 mg/l a „m“ hodnota 15 mg/l (2022).

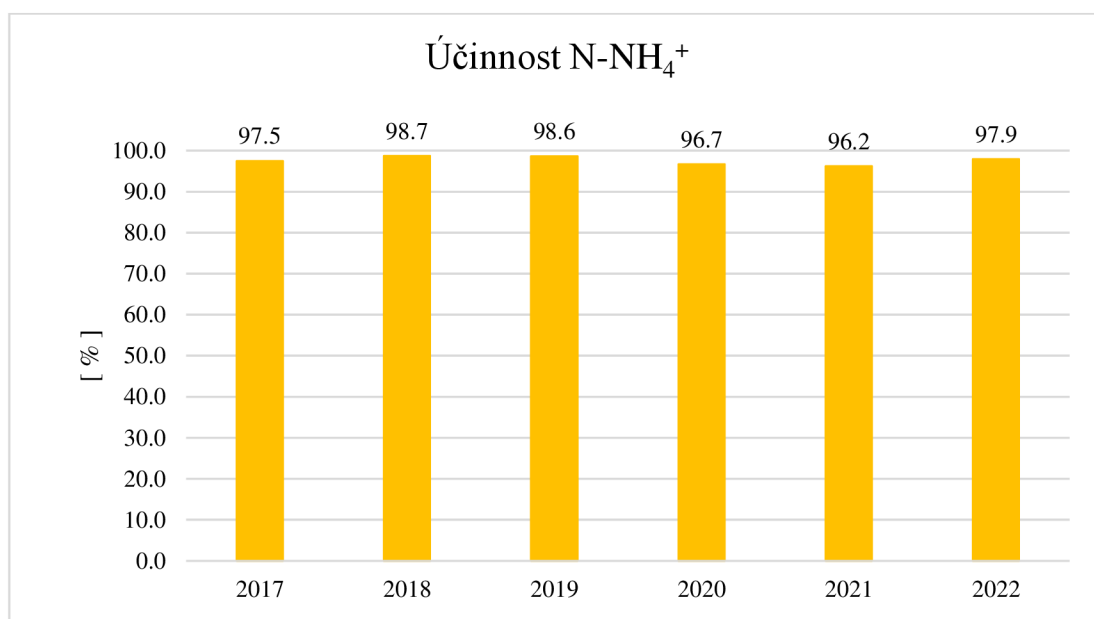


Graf 25: Porovnání hodnot na přítoku a odtoku ukazatele N-NH₄⁺ v letech 2017 – 2022.



Graf 26: Hodnoty N-NH₄⁺ na odtoku v porovnání s přípustnou hodnotou v letech 2017 – 2022.

Nejnižší průměrnou roční hodnotou na odtoku byla hodnota 0,76 mg/l v roce 2018, hodnotou nejvyšší byla hodnota 3,95 mg/l v roce 2022. Jak je patrné z grafu 26, průměrná hodnota se výrazně zvyšuje, ale dosahuje pouze poloviny hodnoty přípustné.



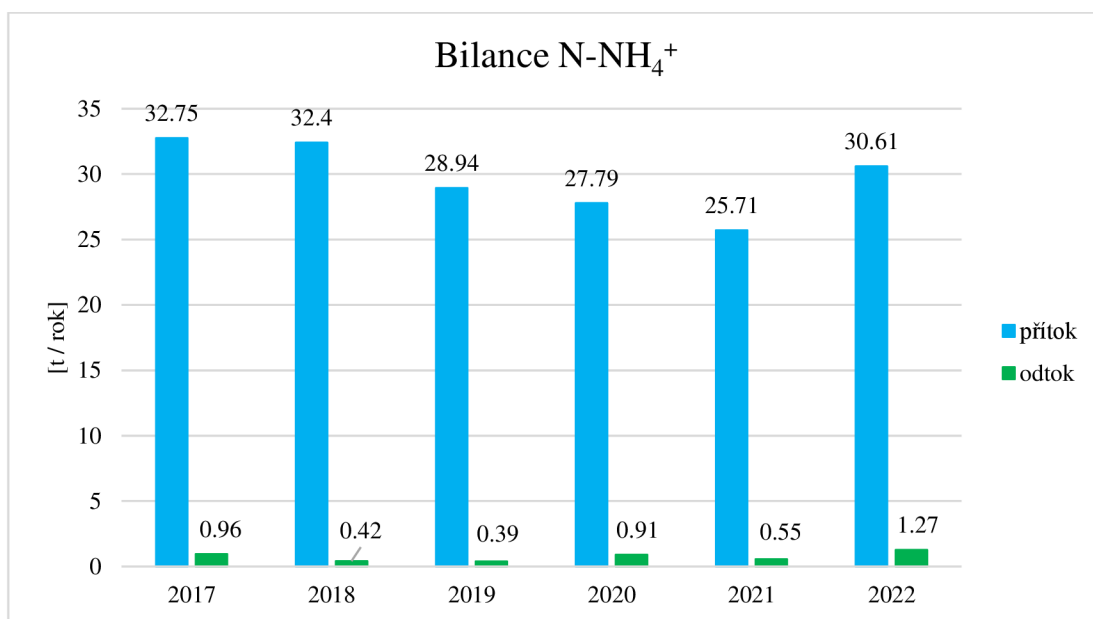
Graf 27: Účinnost ukazatele N-NH₄⁺ v letech 2017 – 2022.

Hodnoty účinnosti znázorněné v grafu 27 jsou poměrně stabilní. Průměrná účinnost ČOV v letech 2017 – 2020 v případě ukazatele N-NH₄⁺ činí 97,6 %.

Tab. 34: Průměrné roční maximální a minimální hodnoty N-NH₄⁺ na přítoku a odtoku v mg/l, hmotnostní bilance v t/rok (I.SčV, 2017-2022).

Rok	N-NH ₄ ⁺					
	Přítok			Odtok		
	Min [mg/l]	Max [mg/l]	Suma [t/rok]	Min [mg/l]	Max [mg/l]	Suma [t/rok]
2017	24	100	32,75	< 0,06	22	0,96
2018	31	90	32,40	< 0,06	10	0,42
2019	16	97	28,94	< 0,06	4,8	0,39
2020	20	71	27,79	< 0,06	22	0,91
2021	13	79	25,71	< 0,06	12	0,55
2022	13	140	30,61	< 0,06	19	1,27

Maximální naměřená hodnota N-NH₄⁺ činí na přítoku 140 mg/l a byla naměřena v roce 2022. Nejvyšší naměřená hodnota N-NH₄⁺ činí na odtoku 22 mg/l a byla naměřena v roce 2017. Pokud se ale zaměříme na období, ve kterém byla hodnota limitně omezena, jedná se o hodnotu 19 mg/l, která byla naměřena v roce 2022. Tato hodnota byla však naměřena v lednu roku 2022, kdy pravděpodobně teplota odpadní vody nedosahovala 12°C.



Graf 28: Hmotnostní bilance ukazatele N-NH₄⁺ v letech 2017 – 2022.

Bilance vypouštěného znečištění je dle rozhodnutí pro ukazatel N-NH₄⁺ 7,7 t/rok (2022). Limitní hodnota nebyla ve sledovaných letech dosažena.

Návrh intenzifikace ČOV v rámci kalového hospodářství

S problematikou kalového hospodářství úzce souvisí také likvidace kalu. Na základě vyhlášky č. 273/2021 Sb. k zákonu o odpadech došlo ke zpřísnění limitů. Konkrétně se jedná o povolené množství mikroorganismů pro čistírenské kaly při aplikaci na zemědělskou půdu. Mezi zařízení, která mají příjem kalů dle podmínek povolen, patří i kompostárny.

Čistírenské kaly vznikají jako odpadní produkt během procesu čištění odpadních vod. Obsah kalu nejčastěji nepřesahuje 2 % objemu odtékajících odpadních vod a jako vedlejší produkt odráží chemické složení vyčištěných odpadních vod, ale samotné složení odpadních vod je dáno také přítokem odpadních vod do ČOV. Kvantitativní a kvalitativní složení čistírenského kalu je poměrně složité. Je bohatý na organické látky, dusík, fosfor, vápník a hořčík, síru a další mikroprvky nezbytné pro život rostlin a půdní fauny. Vyznačuje se tedy velkou hnojivou a půdotvornou hodnotou. Dále může kal obsahovat toxické sloučeniny (těžké kovy, pesticidy) a patogenní organismy (Kosobucki, Chmarzyński, Buszewski, 2000). Nejpreferovanější metodou neutralizace čistírenských kalů je kompostování. Jedná se o složitý proces, jehož cílem je zničení patogenních organismů, stabilizace organické hmoty – zrání, sušení kalu či výroba materiálu, který lze ekologicky využít (Dusza, Saran, Kupka, 2017). V praxi se ke kompostování nejčastěji používají konstrukční materiály obsahující celulózu, (tj. dřevěné hobliny, piliny, kůra, sláma nebo listí (Kosobucki, Chmarzyński, Buszewski, 2000).

Tab. 35: Produkce a nakládání s čistírenskými kaly v ČR v roce 2018 (SOVAK, ©2019).

Rok	Produkce kalů celkem – tun sušiny	Způsob zneškodnění kalů				
		Přímá aplikace a rekultivace	Kompostování	Skládkování	Spalování	Jiné
2018	202 358	88 883	64 515	17 728	19 440	11 792
		43,92 %	31,88 %	8,76 %	9,61 %	5,83 %

Následující informace, které jsem dále zpracovávala, mi byly poskytnuty na OŽP MěÚ Sedlčany a od zaměstnance překládací stanice TKO.

Tyto varianty by mohly být navrženy v případě, že by nebylo možné z nějakého důvodu využívat stávající likvidaci čistírenského kalu z ČOV Sedlčany, kterou je předání kalu pověřené osobě, která má povolení s čistírenskými kaly nakládat.

Vhodnou lokalitou pro navrhovanou stavbu zařízení pro biologické zpracování BRO by dle mého názoru mohla být stávající překládací stanice TKO města Sedlčany, jelikož oplocený areál ČOV Sedlčany svým umístěním neumožňuje vybudování kompostárny uvnitř areálu a ani v jeho blízkém okolí. Překládací stanice TKO se nachází v obci Kosova Hora přibližně 5 km od areálu ČOV. Zde již probíhá na pozemcích parc. č. 1360/12 a 833, kat. území Kosova Hora, výroba kompostu s projektovanou kapacitou 1 200 t/rok biomasy. Umístění je znázorněno na Obr. 29.

Jedná se o vyčleněnou plochu 1500 m², která splňuje platnou legislativu pro daný účel. Svou kapacitou již nevyhovuje, proto se návrh zaměřuje na rozšíření plochy a tím zvýšení kapacity. Další výhodou daného řešení je minimalizování vstupních nákladů při rozšíření a vybavení kompostárny. Současná zpevněná plocha má tvar písmene L a pokud by došlo k rozšíření a vzniku uceleného tvaru přibližně obdélníku nebo čtverce, došlo by k zvýšení plochy o 1000, popřípadě o 2500 m².

Zařízení stávající kompostárny zahrnuje drtiče – pro přípravu surovin do zakládek ke kompostu, překopávače kompostu – pro provzdušňování a promíchání kompostu, prosévací zařízení – pro prosévání hotového kompostu, separátory – pro rozřídění nadsítného odpadu z prosévání a traktory. Dále se zde nachází technické zázemí, váhy, zastřešená plocha, jímka na odpadní vodu, zařízení na vlhčení kompostu, plachty k přikrývání pásových hromad kompostu a zařízení pro jejich manipulaci, skladovací prostory, prostory pro obsluhu a zařízení pro monitoring.

Investiční náklady zahrnují pouze rozšíření dosavadní zpevněné vodohospodářsky zabezpečené plochy – od cca 1,0 / 2,0 mil. Kč (800 – 2000 Kč/m²). Ostatní příslušenství je již součástí stávající kompostárny a pro rozšíření plně dostačující.



Obr. 29: Současný stav kompostárny v areálu překládací stanice TKO (ČÚZK, ©2024).

Návrh rozšíření ploch, výpočet kapacity kompostárny a výpočet množství použitelného kalu

Pro nově rozšířené zařízení na zpracování biologicky rozložitelných odpadů bude k dispozici celková manipulační plocha (varianta A) 2500 m², 500 m² bude tvořit prostor pro vykládku a míchání, zbylých 2000 m² slouží pro zakládku. Druhou variantu (varianta B) tvoří celková manipulační plocha 4000 m², 500 m² bude také tvořit prostor pro vykládku a míchání, zbylých 3 500 m² slouží pro zakládku. Na kompostárně bude zachován stávající kompostovací cyklus 3 – 4 měsíce za rok. Počet zakládek kompostu bude 6 a 8. Šířka zakládky je navržena na 2,5 m a výška 1,5 m. Délka pro variantu A je 40 a 25 m, pro variantu B je 70 a 50 m.

Tab. 36: Kapacita kompostárny [t/rok] při navrhované variantě A.

Počet hromad - zakládek	6	8
Plocha příčného profilu [m ²]	1,87	1,87
Délka hromady [m]	40	25
Max. objem 1 hromady [m ³]	74,8	46,75
Počet ročních obrátek	3	3
Měrná hmotnost bioodpadu [kg/m ³]	365	365
Kapacita 1 hromady při 1 cyklu [t]	27,3	17,1
Kapacita kompostárny [t/rok]	491	410

Celková kapacita kompostárny u varianty A činí 901 t/rok

Tab. 37: Kapacita kompostárny [t/rok] při navrhované variantě B.

Počet hromad - zakládek	6	8
Plocha příčného profilu [m ²]	1,87	1,87
Délka hromady [m]	70	50
Max. objem 1 hromady [m ³]	130,9	93,5
Počet ročních obrátek	3	3
Měrná hmotnost bioodpadu [kg/m ³]	365	365
Kapacita 1 hromady při 1 cyklu [t]	48,2	34,1
Kapacita kompostárny [t/rok]	868	819

Celková kapacita kompostárny u varianty B činí 1 687 t / rok.

Výpočet množství kalů z ČOV pro využití do kompostu

Tab. 38: Množství kalů z ČOV pro využití do kompostu při navrhované variantě A.

Procento kalů z celkového množství bioodpadu [%]	Množství dovezeného kalu [t/rok]	Celkové zpracované množství bioodpadu [t/rok]
20	180,2	901
30	270,3	901
40	360,4	901

Tab. 39: Množství kalů z ČOV pro využití do kompostu při navrhované variantě B.

Procento kalů z celkového množství bioodpadu (%)	Množství dovezeného kalu (t/rok)	Celkové zpracované množství bioodpadu (t/rok)
20	337,4	1 687
30	506,1	1 687
40	674,8	1 687

Z předloženého výpočtu vyplývá, že v případě varianty A s plochou pro kompostování 2500 m² by bylo přijatelné množství 270 t/rok, tedy přibližně ¼ roční produkce kalu ČOV Sedlčany. V případě varianty B s plochou pro kompostování 4000 m² je přijatelné při využití 30% podílu kalů v kompostu dovézt přibližně poloviční množství vyprodukovaného kalu z ČOV. Zbylá část kalu by se musela zlikvidovat dosavadním způsobem, tj. předáním oprávněné osobě. Představené varianty jsou schematicky znázorněny na Obr. 30 a 31.

Jelikož je současná kapacita kompostárny již nedostačující a předpokládá se její rozšíření, bude velmi vhodné možnost využití kalů z ČOV podrobněji vyhodnotit po všech stránkách přínosu a i negativních dopadech vyplývajících ze současné legislativy. Překážkou by však mohla být obava o přijímání „problémových“ kalů z ČOV, které často obsahují vyšší koncentrace kovů (As, Cr, Zn).



Obr. 30: Schématické znázornění navržené varianty A (ČÚZK, ©2024).



Obr. 31: Schématické znázornění navržené varianty B (ČÚZK, ©2024).

8. DISKUZE

Nakládání s čistírenskými kaly je dle mého názoru velmi diskutovaným tématem, ať už z hlediska životního prostředí, ekonomické únosnosti a také legislativního rámce. S tím také souvisí vyhláška č. 273/2021 Sb., která podmiňuje zákon o odpadech a zpřísňuje limit povoleného množství mikroorganismů při aplikaci čistírenských kalů na zemědělskou půdu. Vhodným zařízením pro příjem kalů z ČOV jsou dle stanovených podmínek kompostárny, kterým je věnována závěrečná kapitola.

Jak uvádí Kutil a Dohányos (2005), nejrozšířenější metodou zpracování surových kalů je anaerobní stabilizace. Během procesu dochází k přeměně převážné části rozložitelných organických látek na bioplyn za současné stabilizace a hygienizace kalu. Produktem anaerobní stabilizace je vyhnílý kal obsahující nerozložené organické látky, anorganický podíl a také kalovou vodu. Pro následné využití kalu je vhodné odvodnění na co nejvyšší obsah sušiny. Cílem intenzifikace anaerobních procesů je tedy dosažení vysoké přeměny organických látek do bioplynu, čímž se sníží obsah organických látek ve vyhnílelém kalu na minimum. Využívání bioplynu je velmi ekologicky přínosné, jelikož přispívá ke snižování „skleníkového efektu“. Lépe řečeno, získaná energie je vyrobena z odpadní biomasy, tzn. z obnovitelného zdroje. V případě vhodně provozovaného kalového hospodářství a v podstatě celého areálu ČOV lze takto získanou energii využít na pokrytí veškeré potřebné tepelné i elektrické energie.

S tímto tématem velice úzce souvisí ukončení provozu Povltavských mlékáren a jeho vliv na provoz ČOV Sedlčany. Provoz Povltavských mlékáren, a.s., byl od roku 2018 postupně ukončován a v roce 2019 byl ukončen definitivně. Na základě vzniklé situace si Město Sedlčany nechalo vypracovat 2 studie.

První z nich je „*Posouzení dopadu ukončení provozu Sedlčanské mlékárny na kalové hospodářství, produkci bioplynu a výrobu tepelné energie na ČOV Sedlčany s návrhem opatření*“. Tato studie byla zpracována v roce 2018 a posouzení vycházelo z údajů z roku 2017, kdy ještě nebyla výroba omezena. Z celkového množství nátoky na ČOV, které činilo 687 997 m³ v roce 2017, bylo množství 180 721 m³ právě z mlékárny, tj. 26 % podíl. Byly vytvořeny tři možné varianty návrhu. Varianta A (výchozí hodnoty: výroba tepla z roku 2017, denní spotřeba pro provozní budovu vychází z měsíčních hodnot EA 2008, tepelné ztráty VN v mezofilním provozu vztažené na teplotu okolí 3,6 °C, teplo na ohřátí 40 m³ SSK na 36 °C) ukázala možný deficit ve 3 měsících ve 2. polovině roku. Varianta B (výchozí hodnoty: výroba tepla z výroby bioplynu z roku 2017 snižená o 27 %, denní spotřeba pro provozní budovu vychází z měsíčních hodnot EA 2008, tepelné ztráty VN v mezofilním provozu vztažené na teplotu okolí 3,6 °C, teplo na ohřátí 40 m³ SSK na 36 °C) ukázala možný deficit v 5 měsících ve 2. polovině roku. Poslední varianta C (výchozí hodnoty: výroba tepla z výroby bioplynu z roku 2017 snižená o 27 %, denní spotřeba pro provozní budovu vychází z měsíčních hodnot EA 2008, tepelné ztráty VN v mezofilním provozu vztažené na teplotu okolí 3,6 °C, teplo na ohřátí 25 m³ SSK na 36 °C) poukazuje na možný deficit pouze v prosinci.

Závěrem studie tedy Kutil (2018) konstatuje, že odpojení mlékárny způsobí významné snížení v produkci bioplynu, ale z uvedeného rozboru celé situace by nemělo dojít k absolutnímu nedostatku pro vyhřívání VN a otop provozní budovy. Kompenzace spočívá ve zvýšení zahušťování SSK na 6 % hmotnosti. Podmínkou by bylo také vyřazení pasterizace, zlepšení účinnosti míchání obou cirkulačních okruhů a semi-kontinuální dávkování do VH (pozvolné, rozdělené do delšího časového intervalu, nejlépe do 24hodinového intervalu, s automatickým dávkováním zvoleného objemu za hodinu). Deficit tepla vykazoval pouze v jednom měsíci, jak uvádí varianta C.

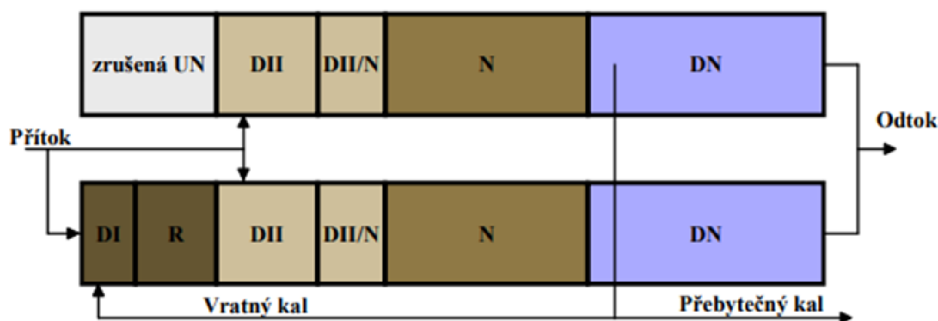
Avšak dle zkušeností provozovatele nebylo nutné využít navržené varianty. Po odpojení Povltavských mlékáren, a.s., byla situace ve výrobě tepla poměrně složitá, jelikož množství bioplynu nestačilo na výrobu tepla pro kalové hospodářství a otop provozních budov. Pokles množství likvidovaných kalů byl značný a není přisuzován pouze ukončení provozu Povltavských mlékáren, a.s., ale také ukončení provozu pivovaru Vysoký Chlumeč či pozastavení dovozu kalů z ČOV Vrchotovy Janovice. Bylo nutné vzniklý deficit dotovat jiným zdrojem, a proto bylo přistoupeno k posílení stávající technologie. Jelikož není do areálu přiveden zemní plyn, řešení spočívalo v provedení rekonstrukce uhelné kotelny. Ta nebyla doposud využívána, ale v případě deficitu je využívána jako alternativní zdroj výroby tepla. Tedy, teplo vzniklé prostřednictvím spalování bioplynu slouží na vyhřívání technologie v rámci kalového hospodářství a uhelná kotelná v potřebných měsících k vytápění provozní budovy.

Na základě druhé studie vytvořené společností AQUA-CONTACT Praha, v.o.s., (2020) s názvem „*Vyhodnocení současného zatížení, posouzení aktuálního technického stavu a návrh kompletní vodní a kalové linky při respektování požadavků na složení finálního odtoku dle platné legislativy včetně odhadu investičních nákladů*“ vznikl návrh na úpravu v rámci biologické linky a kalového hospodářství.

Cílem bylo provedení analýzy stávajících hydraulických a látkových zatěžovacích parametrů ČOV Sedlčany, vyhodnocení, provedení souhrnu technického stavu a návrh opatření k optimalizaci provozu. Jako podklady pro vyhodnocení sloužila data provozního sledování funkce ČOV v letech 2018 a 2019. Doporučený koncept úprav zahrnuje zrušení primární sedimentace, úpravu biologické linky a dodávky vzduchu a změnu kalového hospodářství.

Návrh úpravy biologické linky by spočíval v koncipování ČOV jako aktivačního procesu na bázi tzv. D-R-D-N systému se zvýšeným chemickým odstraňováním fosforu jeho simultánním srážením. Systém by byl dimenzován pro zabezpečení procesu nitrifikace i při relativně nízkých teplotách. V případě D-R-D-N systému je do denitrifikační sekce DI přiváděn proud vratného kalu z dosazovacích nádrží a část odpadních vod, přibližně 10 - 30 % celkového průtoku. Po průchodu sekcí DI odtéká vratný kal a část odpadních vod do aerobní sekce, kterou je regenerace. Dále odtéká směs do sekce denitrifikace DII, která se nachází v hlavním proudu a do které je dále zaústěn proud zbylých odpadních vod a proud interní recirkulace aktivační směsi z konce nitrifikace N. Po průchodu sekcí DII natéká aktivační směs do

nitrifikační sekce N. Pro sekvenci nádrží DI-R (denitrifikace I - regenerace) biologického systému by byla využita jedna usazovací nádrž stávajícího systému, která by musela být pro tyto účely rozdělena nenosnou příčkou. Pro účely sekvence DII-N (denitrifikace II – nitrifikace) by byly využity zbývající nádrže v hlavním proudu. Odtok z nitrifikační sekce každé linky aktivace by byl zaústěn do stávajících dosazovacích nádrží. Pro snazší představu je biologický systém ČOV po navržené intenzifikaci schematicky znázorněn na Obr. 28.



Legenda UN – usazovací nádrž, DI, DII – denitrifikační sekce, DII/N – alternativní denitrifikační / nitrifikační sekce, N - nitrifikační sekce, DN – dosazovací nádrž

Obr. 28: Schematické znázornění biologického stupně ČOV po intenzifikaci (AQUA-CONTACT Praha v.o.s., 2020).

Zvýšení eliminace fosforu by bylo i nadále řešeno procesem simultánního chemického srážení. Nově by byl však řešen systém řízení a dodávky vzduchu do aktivačního procesu prostřednictvím nově nainstalovaných dmychadel. Sekce regenerace i nitrifikace by byla vybavena novým jemnobublinným aeračním systémem a dodávka vzduchu by byla řízena na základě on-line měřené koncentrace rozpuštěného kyslíku v sekci regenerace a sekcích nitrifikace.

V rámci kalového hospodářství byla navržena změna v rámci strojního zahuštění s dávkováním organického flokulantu. Strojně zahuštěný kal by byl přečerpáván do stávající nádrže anaerobní stabilizace, která by byla provozována jako kryofilní anaerobní stabilizace. Dále by kal přetékal do uskladňovací nádrže a následně by byl veden na odvodnění.

Posouzení provozovatele vyhodnotilo, že při využití tohoto řešení by však musely být obětovány usazovací nádrže, bez nichž nelze stávající kalové hospodářství provozovat. Celková kapacita ČOV by pak byla také nižší, přes cca 13 000 EO, a kalové hospodářství by bylo realizováno pouze studeným vyhníváním. Proto bylo přistoupeno k postupnému obnovování stávajících technologických celků formou oprav (ne celkovou rekonstrukcí) a prozatím se neuvažuje o změně technologického uspořádání ČOV.

9. ZÁVĚR A PŘÍNOS PRÁCE

Cílem diplomové práce bylo vytvoření teoretického podkladu v oblasti čištění odpadních vod, vyhodnocení provozu ČOV Sedlčany na základě poskytnutých dat a návrh na zlepšení provozu.

Teoretický základ je zaměřen na problematiku čištění odpadních vod, konkrétně na jednotlivé druhy odpadních vod, jejich složení, dílčí ukazatele znečištění, technologii čištění a také legislativní rámec.

V druhé části práce, spíše praktické, jsou uvedeny základní údaje o řešeném území a širších vztazích. Dále je zde popsána technologie čištění a jednotlivé objekty nacházející se na ČOV doplněné fotodokumentací.

Na základě vyhodnocených dat z let 2017 – 2022 lze konstatovat, že hodnoty jednotlivých ukazatelů nedosahovaly přípustných ani maximálních hodnot emisních limitů stanovených dle rozhodnutí o vypouštění odpadních vod do vod povrchových. Tyto výsledky jsou také patrné z grafického vyjádření jednotlivých ukazatelů pro sledované období. Avšak značným problémem, se kterým se ČOV Sedlčany potýká od roku 2018, je ukončování provozu Povltavských mlékáren, a.s., díky čemuž došlo k významné změně ve složení odpadních vod v důsledku výrazného snížení organického znečištění, jelikož nátok z Povltavských mlékáren, a.s., činil přibližně 26 % podíl z celkového nátoku na ČOV. Odpadní vody, které měly převážně průmyslový charakter, mají nyní charakter spíše městských odpadních vod. Výrazný růst průměrného N_C na odtoku byl zapříčiněn nedostatečným množstvím živin pro denitrifikační bakterie právě v důsledku snížení dobře biologicky rozložitelného substrátu. S tím také souvisí kolísání hodnot celkového fosforu a přemnožení fosfát akumulujících bakterií, které slouží pro zachytávání fosforu, ale v případě nedostatku kyslíku a deficitu živin fosfor naopak vylučují. Jelikož se nedařilo hodnoty ustálit a docházelo ke kolísání prakticky ze dne na den, bylo také přistoupeno ke zmírnění limitu z hodnoty 3 mg/l na hodnotu 6 mg/l. V tomto případě mělo však ukončení provozu Povltavských mlékáren, a.s., vliv pozitivní, jelikož s ukončením provozu problém vymizel.

Ovlivněn byl rovněž i chod kalového hospodářství, produkce bioplynu a výroba tepelné energie. Vzniklý deficit v množství vyrobeného bioplynu bylo nutné dotovat jiným zdrojem, a proto bylo přistoupeno k posílení stávající technologie. Řešení spočívalo v provedení rekonstrukce uhelné kotelny. Ta nebyla doposud využívána, ale v případě deficitu je využívána jako alternativní zdroj výroby tepla. Tedy teplo vzniklé prostřednictvím spalování bioplynu slouží na vyhřívání technologie v rámci kalového hospodářství a uhelná kotelná v potřebných měsících k vytápění provozní budovy. Dále bylo přistoupeno k postupnému obnovování stávajících technologických celků formou oprav, ale prozatím se neuvažuje o změně technologického uspořádání a intenzifikace provozu ČOV.

10. POUŽITÉ ZDROJE

Odborné publikace

Bennamoun, L., 2012: *Solar drying of wastewater sludge: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews* 16(1). S 1061-1073.

Bindzar, J., a kol., 2009: *Základy úpravy a čištění vod. VŠCHT Praha, Praha, 251 s. ISBN 978-80-7080-729-3.*

Daoliang, L., Xianbao, X., Zhen, L., Tan, W., Cong, W., 2020: *Detection methods of ammonia nitrogen in water: A review. TrAC Trends in Analytical Chemistry* 127.16 s. P. 1-2.

Driscoll, T. P., 2008: *Industrial Wastewater Management, Treatment and Disposal. Water Environment Federation, USA, 568 s.*

Duncan, M., 2013: *Domestic wastewater treatment in developing countries. Routledge, 210 s.*

Dusza, E., Saran, E., Kupka, A., M., 2017: *Archives of Waste Management and Environmental Protection. Archiwum Gospodarki Odpadami i Ochrony Środowiska.* 19 (2). S 13-22.

Henze, M., Harremoës, P., Arvine, E., 2002: *Wastewater treatment. Springer- Verlag, Berlin Heidelberg- New York, 433 s.*

Henze, M., Loosdrecht, M., Ekana, G., Brdjanovic, D., 2003: *Biological wastewater treatment. Principles, modelling and design. IWA Publishing, Cambridge University Press, 517 s.*

Henze, M., Comeau, Y., 2008: *Wastewater characterization, Biological wastewater treatment. Principles modelling and design, 33-52s.*

Hlavínek, P., Hlaváček, J., 1996: *Čištění odpadních vod Praktické příklady výpočtů. NOEL 2000 s.r.o., Brno, 196 s.*

Hlavínek, P., a kol., 2006: *Stokování a čištění odpadních vod. Brno, 142 s.*

Hlavínek, P., Mičín, J., Prax, P.: 2001 *Příručka stokování a čištění. NOEL, Brno, 251 s.*

Hubáčiková, V., 2015: *Vodní hospodářství. Mendelova univerzita v Brně, Brno, 128 s. ISBN: 978-80-7509-239-7. 128 s.*

Chudoba, J., Dohanyos, M., Wanner, J., 1991: *Biologické čištění odpadních vod. SNTL, Praha, 465 s.*

Ilavský, J., Barloková, D., Biskupič F., 2008: *Chémia vody a hydrobiológia. STU, Bratislava, 303 s. ISBN 8022729307.*

Junga, P., a kol., 2015: *Technika pro zpracování odpadů II. Mendelova univerzita v Brně, Brno, 154 s. ISBN 978-80-7509-208-3.*

- Kosobucki, P., Chmarzyński, A., Buszewski, B., 2000: *Sewage Sludge Composting. Polish Journal of Environmental Studies* 9 (4). S 243-248.
- Lellák, J., Kubiček, F., 1992: *Hydrobiologie. Karolinum, Praha*, 257 s. ISBN 80-7066-530-0.
- Marshalek, J., Jiménez-Cisneros B. E., Malmquist P. A., Karamouz M., Goldenfum J., Chocat B., 2007: *Urban water cycle processes and interactions. IHP-VI, Paris*. 87 s.
- McKinney, R. E., 1962: *Microbiology for sanitary engineers. McGraw-Hill, New York*. 293 s.
- Nemerow, L. N., Agardy J. F., Sullivan J. P., Salvato A. J., 2009: *Environmental Engineering: Water, Wastewater, Soil and Groundwater Treatment and Remediation. Wiley*. 400 s ISBN 978-0-470-08303-1.
- Pitter, P., 2009: *Hydrochemie. VŠCHT Praha, Praha*, 568 s. ISBN 978-80-7080-701-9.
- Pošta, J., a kol., 2005: *Čistírny odpadních vod. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha*, 208 s. ISBN 978-213-1366-8.
- Pytl, V., a kol, 2004: *Příručka provozovatele čistírny odpadních vod-SOVAK. Medium, spol. s.r.o., 209 s. ISBN 80-239-2528-8.*
- Quitt, E., 1971: *Klimatické oblasti Československa. Geografický ústav ČSAV. Brno*.
- Raclavská, H., 2007: *Technologie zpracování a využití kalu z ČOV. VŠB – Technická univerzita, Ostrava*, 171 s. ISBN 978-80-248-1600-5.
- Říha, J., a kol., 2002: *Jakost vody v povrchových tocích a její matematické modelování. NOEL 2000, Brno*, 269 s.
- Spellman, R. F., 2013: *Handbook of Water and Wastewater Treatment Plant Operations. CRC Press, Boca Raton*. 923 s.
- Synáčková, M., 2014: *Vodárenství a stokování. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha*, 99 s.
- Švehla P., Thustoš P., Balík J., 2004: *Odpadní vody. Česká zemědělská univerzita, katedra agrochemie a výživy rostlin, Praha*, 107 s.
- Švehla, P., Thustoš P., Balík J., 2007: *Odpadní vody. Česká zemědělská univerzita, katedra agrochemie a výživy rostlin, Praha*, 142 s. ISBN 978-80-213-1716-1.

Legislativní zdroje

ČSN 75 6401: *Čistírny odpadních vod pro ekvivalentní počet obyvatel (EO) větší než 500. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha*, 2014. 40 s.

ČSN 75 0161: *Vodní hospodářství - Terminologie v inženýrství odpadních vod*. Český normalizační institut, Praha, 2008. 80 s.

Nářízení vlády č. 401/2015 Sb., Nářízení 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.

Rámcová směrnice o vodách 2000/60/ES.

Vyhláška č. 428/2001 Sb., kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích)

Vyhláška č. 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody.

Vyhláška č. 48/2014 Sb., kterou se mění vyhláška č. 428/2001 Sb., kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích), ve znění pozdějších předpisů

Vyhláška č. 328/2018 Sb., o postupu pro určování znečištění odpadních vod, provádění odečtů množství znečištění a měření objemu vypouštěných odpadních vod do vod povrchových.

Vyhláška č. 273/2021 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady

Zákon č. 254/2001 Sb., Zákon o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon).

Zákon č. 274/2001 Sb., Zákon o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích).

Zákon č. 541/2020 Sb., Zákon o odpadech.

Zákon č. 283/2021 Sb. (stavební zákon).

Internetové zdroje

I.SčV, a.s. ©2012: ČOV Sedlčany (online) [cit.2024.03.12], dostupné z <<https://www.1scv.cz/provozovane-objekty/o-spolecnosti/technicka-a-vyrobni-data/cistirny-odpadnich-vod/cov-sedlcany/>>.

I.SčV, a.s., ©2018: Kanalizační řád Sedlčany (online) [cit.2024.03.01], dostupné z <<https://www.1scv.cz/formulare-ke-stazeni/zakaznici/kanal-rady/?page=4>>.

Bogaňová, A., Hlušík P., 2023: Ecotoxicity of Wastewater in the Czech Republic (online) [cit. 2024.03.08], dostupné z <<https://www.mdpi.com/2673-4591/57/1/37>> .

Campbell, B., 2021: What is Total Suspended Solids (TSS)? (online) [cit. 2024.03.09], dostupné z <<https://www.wwdmag.com/utility-management/article/10939708/what-is-total-suspended-solids-tss>> .

ČHMÚ, ©2020: *Měsíční zpráva o hydrometeorologické situaci a suchu na území ČR* (online) [cit.2024.03.08], dostupné z https://www.chmi.cz/files/portal/docs/hydro/sucho/Zpravy/2020/12_prosinec_2020.pdf >.

ČHMÚ, ©2021: *Měsíční zpráva o hydrometeorologické situaci a suchu na území ČR* (online) [cit.2024.03.08], dostupné z https://www.chmi.cz/files/portal/docs/hydro/sucho/Zpravy/2021/07_cervenec_2021.pdf>.

ČHMÚ, ©2022: *Měsíční zpráva o hydrometeorologické situaci a suchu na území ČR* (online) [cit.2024.03.11], dostupné z https://www.chmi.cz/files/portal/docs/hydro/sucho/Zpravy/2022/08_srpen_2022.pdf >.

ČÚZK, ©2024: *Nahlížení do katastru nemovitostí – zobrazení mapy* (online) [cit.2024.03.18], dostupné z <https://sgi-nahlizenidokn.cuzk.cz/marushka/default.aspx?themeid=3&MarWindowName=Marushka&MarQueryId=6D2BCEB5&MarQParam0=670014&MarQParamCount=1> >.

Hubáčiková, V., Pokrývková, J., Marková J., 2020: *Change of Hydrological Regime and Water Quality Due to Reduced Wastewater Discharged into Surface Waters* (online) [cit. 2024.03.08], dostupné z <https://www.pjoes.com/Change-of-Hydrological-Regime-and-Water-nQuality-Due-to-Reduced-Wastewater-Discharged,111440,0,2.html>>.

Kutil, J., Dohányos, M., 2005: *Efektivní využití a likvidace čistírenských kalů* (online) [cit.2024.03.17], dostupné z <https://biom.cz/cz/odborne-clanky/efektivni-vyuziti-a-likvidace-cistirenskych-kalu-2>>.

Mapy.cz, ©2024: *Sedlčany* (online) [cit.2024.02.22], dostupné z <https://mapy.cz/zakladni?q=sedl%C4%8Dany&source=muni&id=4379&ds=2&x=14.3976809&y=49.6588645&z=12>>.

MAS Sedlčansko, o.p.s., ©2015: *Životní prostředí – příroda a krajina* (online) [cit.2024.02.23], dostupné z <https://www.mas-sedlcansko.eu/wp-content/uploads/2016/01/%C5%BDivotn%C3%AD-prost%C5%99ed%C3%AD.pdf>>.

MAS Sedlčansko, o.p.s., ©2018: *Místní akční plán vzdělávání pro region Sedlčanska - Analytická část* (online) [cit.2024.02.22], dostupné z <https://www.mas-sedlcansko.eu/wp-content/uploads/2016/11/Analytick%C3%A1-%C4%8D%C3%A1st-MAP-final-1.pdf>>.

MAS Sedlčansko, o.p.s., 2024: *Příroda a krajina* (online) [cit.2024.02.26], dostupné z <https://storymaps.arcgis.com/stories/5ee59907cbf94c689cfbb3c103f08c94> >.

Město Sedlčany, ©2019a: *Z historie* (online) [cit.2024.02.22], dostupné z <https://www.mesto-sedlcany.cz/cs/mesto-sedlcany/o-meste-vice/z-historie.html>>.

Město Sedlčany, ©2019b: *Platný územní plán Města Sedlčany – textová část (online)* [cit.2024.02.22], dostupné z <<https://www.mesto-sedlcany.cz/filemanager/files/418145.pdf>>.

Město Sedlčany, ©2019c: *Územně analytické podklady ORP Sedlčany (online)* [cit.2024.02.26], dostupné z <<https://www.mesto-sedlcany.cz/cs/mestsky-urad-a-samosprava/odbory-a-oddeleni/odbor-vystavby-a-uzemniho-planovani/portal-uzemniho-planovani/uzemne-analyticke-podklady-orp-sedlcany-4-aktualizace-navrh-5-aktualizace-uap-orp-sedlcany/>>.

MŽP, ©2008–2023a: *Vodní politika EU (online)* [cit.2024.2.12.], dostupné z <https://www.mzp.cz/cz/vodni_politika_eu>.

MŽP, ©2008–2023b: *Rámcová směrnice o vodách (online)* [cit.2024.2.12.], dostupné z <https://www.mzp.cz/cz/ramcova_smernice_o_vodach>.

Nathanson, J., A., 2024: *Sludgetreatment and disposal(online)* [cit 2024.02.20] dostupné z <<https://www.britannica.com/technology/wastewater-treatment/Dewatering>>.

ROCKER, ©2023: *Wastewater Testing (online)* [cit. 2024.03.09], dostupné z <<https://www.rocker.com.tw/en/application/wastewater-quality-tests/>>.

ŘSD ČR: *Silniční a dálniční síť ČR (veřejná aplikace) (online)* [cit.2024.02.26] dostupné z <https://geoportal.rsd.cz/apps/silnicni_a_dalnicni_sit_cr_verejna/>.

Shi, H., 2011: *Industrial Wastewater-Types, Amounts and Effects (online)* [cit.2024.02.07] dostupné z <<https://www.eolss.net/sample-chapters/c09/e4-11-02-02.pdf>>.

SOVAK, ©2019: *Nakládání s čistírenskými kaly v České republice (online)* [cit.2024.03.18], dostupné z <<https://www.sovak.cz/sites/default/files/2019-11/SOVAK%20%c4%8cR%20Studie%20nakl%c3%ad%c3%a1n%c3%ad%20s%20%c4%8dist%c3%adrensk%c3%bdmi%20kaly%20v%20%c4%8cR%20FINAL.pdf>>.

Středočeský kraj, ©2004: *Plán rozvoje vodovodů a kanalizací Středočeského kraje – 2004, (online)* [2024.02.26], dostupné z <<https://kr-stredocesky.cz/web/zivotni-prostredi/prvkuk-2004>>.

Šrámek, V., 2019: *Slavná výroba sýrů v Sedlčanech po desítkách let skončila. Zaměstnanci zabalili v neděli poslední výrobky, firma se přesouvá na Vysočimu (online)* [cit.2024.02.26], dostupné z <<https://region.rozhlas.cz/slavna-vyroba-syru-v-sedlcanech-po-desitkach-let-skoncila-zamestnanci-zabalili-v-7799745>>.

Tuser, C., 2020: *What is wastewater tretment (online)* [cit. 2024.03.20] dostupné z: <<https://www.wwdmag.com/wastewater-treatment/article/10938537/what-is-wastewater-treatment>>.

U. S. EPA, ©2023: *Sources and Solutions: Wastewater (online)* [cit. 2024.03.09], dostupné z <<https://www.epa.gov/nutrientpollution/sources-and-solutions-wastewater>> .

Ostatní zdroje

I.SčV a.s., 2006: ČOV Sedlčany – provozní předpis pro trvalý provoz. 35s.

AQUA CONTACT Praha v.o.s., 2020: ČOV SEDLČANY. 39s.

CENTROPROJEKT., 2001: Sedlčany – rekonstrukce a intenzifikace ČOV. 26 s. „nepublikováno“. Dep: archiv MěÚ Sedlčany.

Data: I.SčV 2017-2022.

Kutil, J., 2018: Posouzení dopadu ukončení provozu Sedlčanské mlékárny na kalové hospodářství, produkci bioplynu a výrobu tepelné energie na ČOV Sedlčany s návrhem opatření. 15s.

Krajský úřad Středočeského kraje, 2011: Rozhodnutí o povolení k nakládání s vodami – vypouštění odpadních vod do vod povrchových. 4 s. „nepublikováno“. Dep.: archiv MěÚ Sedlčany.

Krajský úřad Středočeského kraje, 2017: Rozhodnutí o změně limitu „m“ v ukazateli P_{celk} . 3 s. „nepublikováno“. Dep.: archiv MěÚ Sedlčany.

Lerl, Z., 2005: Stanovisko projektanta k realizaci díla dle projektu – modernizace a intenzifikace ČOV Sedlčany. 8s. „nepublikováno“. Dep: archiv MěÚ Sedlčany.

Městský úřad Sedlčany, 2013: Stavební povolení k provedení stavby vodního díla přivaděč pitné vody Benešov - Sedlčany „nepublikováno“ Dep.: archiv MěÚ Sedlčany.

Městský úřad Sedlčany, 2013: Kolaudační souhlas, který je dokladem o povoleném účelu užívání stavby vodního díla „přivaděč pitné vody Benešov-Sedlčany“ 4s. „nepublikováno“ Dep.: archiv MěÚ Sedlčany.

Městský úřad Sedlčany, 2022: Rozhodnutí o povolení k nakládání s vodami - vypouštění odpadních vod do vod povrchových. 4 s. „nepublikováno“. Dep.: archiv MěÚ Sedlčany.

Porazil, F., 2000: ČOV Sedlčany rekonstrukce aktivace. 12s. „nepublikováno“. Dep: archiv MěÚ Sedlčany.

Poskytnuté informace: specialista - technolog odpadních vod Ing. R. Pecl, strojník vodohospodářského zařízení J. Jalovecký, zaměstnanec překládací stanice TKO, MěÚ OŽP.

Vanžura, J., 2006: Průmysl v hospodářství Sedlčanska. Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, Katedra sociální geografie a region. Rozvoje, 48 s. (bakalářská práce) „nepublikováno“ Digitální repozitář Univerzity Karlovy.

11. SEZNAM OBRÁZKŮ

- Obr. 1: Rozdělení znečišťujících látek
- Obr. 2: Hladiny redoxního potenciálu charakterizující biologické čištění odpadních vod
- Obr. 3: Zájmové území Sedlčany
- Obr. 4: Pohled na město Sedlčany
- Obr. 5: Umístění ČOV Sedlčany
- Obr. 6: Schéma technologie ČOV
- Obr. 7: Nátokový žlab
- Obr. 8: Jemně strojně stírané česle se šnekovým dopravníkem
- Obr. 9: Lapák písku
- Obr. 10: Separátor s praním písku a kontejnerem
- Obr. 11: Dešťová zdrž
- Obr. 12: Měrný objekt s ultrazvukovým snímačem před dešťovou zdrží
- Obr. 13: Usazovací nádrže
- Obr. 14: Denitrifikační nádrž
- Obr. 15: Nitrifikační nádrž
- Obr. 16: Dávkování koagulantu
- Obr. 17: Dosazovací nádrž
- Obr. 18: Měrný objekt
- Obr. 19: Automatické odběrné zařízení vzorků
- Obr. 20: Výústní objekt
- Obr. 21: Akumulační (zahušťovací) nádrž
- Obr. 22: Dávkovací zařízení síranu železitého
- Obr. 23: Kalová jímka
- Obr. 24: Vyhnivací nádrž
- Obr. 25: Uskladňovací nádrž
- Obr. 26: Odvodňovací lis
- Obr. 27: Plynojem
- Obr. 28: Schematické znázornění biologického stupně ČOV po intenzifikaci

Obr. 29: Současný stav kompostárny v areálu překládací stanice TKO

Obr. 30: Schématické znázornění navržené varianty A

Obr. 31: Schématické znázornění navržené varianty B

12. SEZNAM TABULEK

Tab. 1: Směrná čísla roční potřeby vody pro bytový fond - byty v m³

Tab. 2: Orientační hodnoty specifického znečištění v g/den na 1 obyvatele

Tab. 3: Průměrné orientační hodnoty složení splaškových vod

Tab. 4: Příпустné koncentrace těžkých kovů pro biologické procesy

Tab. 5: Charakteristiky klimatických okrsků

Tab. 6: Seznam odlehčovacích komor na stokové síti

Tab. 7: Projektové hydraulické zatěžovací parametry ČOV Sedlčany

Tab. 8: Projektové látkové zatěžovací parametry ČOV Sedlčany

Tab. 9: Množství vyprodukovaného kalu z ČOV Sedlčany

Tab. 10: Emisní standardy: přípustné hodnoty (p), maximální hodnoty (m) a hodnoty průměru koncentrace ukazatelů znečištění vypouštěných odpadních vod v mg/l

Tab. 11: Emisní standardy: přípustná minimální účinnost čištění vypouštěných odpadních vod v %

Tab. 12: Minimální roční četnosti odběrů vzorků vypouštěných městských odpadních vod pro sledování jejich znečištění

Tab. 13: Příпустný počet vzorků nesplňujících v jednotlivých ukazatelích znečištění statisticky formulované limity („p“) ve vypouštěných odpadních vodách v období kalendářního roku

Tab. 14: Povolené množství vypouštěných odpadních vod z ČOV Sedlčany

Tab. 15: Emisní limity-průměrné a nejvýše přípustné ukazatele koncentrace a množství znečištění vypouštěných odpadních vod z ČOV Sedlčany (10 001 – 100 000)

Tab. 16: Emisní limity-průměrné a nejvýše přípustné ukazatele koncentrace a množství znečištění vypouštěných odpadních vod z ČOV Sedlčany (2001 – 10 000)

Tab. 17: Základní údaje o vodním recipientu

Tab. 18: Základní údaje o vodním recipientu použité pro výpočet směšovací rovnice

Tab. 19: Množství vypouštěných odpadních vod v letech 2017 – 2022

Tab. 20: Množství odpadní vody odvedené do dešťové zdrže v letech 2017 – 2022

Tab. 21: Průměrné roční hodnoty CHSK_{Cr} na přítoku a odtoku v mg/l, účinnost čištění v %

Tab. 22: Průměrné roční maximální a minimální hodnoty CHSK_{Cr} na přítoku a odtoku v mg/l, hmotnostní bilance v t/rok

- Tab. 23: Průměrné roční hodnoty BSK₅ na přítoku a odtoku v mg/l, účinnost čištění v %
- Tab. 24: Průměrné roční maximální a minimální hodnoty BSK₅ na přítoku a odtoku v mg/l, hmotnostní bilance v t/rok
- Tab. 25: Poměr BSK₅ /CHSK_{Cr} na přítoku
- Tab. 26: Poměr BSK₅ /CHSK_{Cr} na odtoku
- Tab. 27: Průměrné roční hodnoty BSK₅ na přítoku a odtoku v mg/l, účinnost čištění v %
- Tab. 28: Průměrné roční maximální a minimální hodnoty NL na přítoku a odtoku v mg/l, hmotnostní bilance v t/rok
- Tab. 29: Průměrné roční hodnoty P_C na přítoku a odtoku v mg/l, účinnost čištění v %
- Tab. 30: Průměrné roční maximální a minimální hodnoty P_C na přítoku a odtoku v mg/l, hmotnostní bilance v t/rok
- Tab. 31: Průměrné roční hodnoty N_C na přítoku a odtoku v mg/l, účinnost čištění v %
- Tab. 32: Průměrné roční maximální a minimální hodnoty N_C na přítoku a odtoku v mg/l, hmotnostní bilance v t/rok
- Tab. 33: Průměrné roční hodnoty N-NH₄⁺ na přítoku a odtoku v mg/l, účinnost čištění v %
- Tab. 34: Průměrné roční maximální a minimální hodnoty N-NH₄⁺ na přítoku a odtoku v mg/l, hmotnostní bilance v t/rok
- Tab. 35: Produkce a nakládání s čistírenskými kaly v ČR v roce 2018
- Tab. 36: Kapacita kompostárny [t/rok] při navrhované variantě A
- Tab. 37: Kapacita kompostárny [t/rok] při navrhované variantě B
- Tab. 38: Množství kalů z ČOV pro využití do kompostu při navrhované variantě A
- Tab. 39: Množství kalů z ČOV pro využití do kompostu při navrhované variantě B

13. SEZNAM GRAFŮ

Graf 1: Měsíční množství vypouštěných odpadních vod v letech 2017 – 2022

Graf 2: Roční množství vypouštěných odpadních vod v letech 2017 – 2022

Graf 3: Měsíční množství odpadní vody odvedené do dešťové zdrže v letech 2017 – 2022

Graf 4: Roční množství odpadní vody odvedené do dešťové zdrže v letech 2017 – 2022

Graf 5: Porovnání hodnot na přítoku a odtoku ukazatele $CHSK_{Cr}$ v letech 2017 – 2022

Graf 6: Hodnoty $CHSK_{Cr}$ na odtoku v porovnání s přípustnou hodnotou v letech 2017 – 2022

Graf 7: Účinnost ukazatele $CHSK_{Cr}$ v letech 2017 – 2022

Graf 8: Hmotnostní bilance ukazatele $CHSK_{Cr}$ v letech 2017 – 2022

Graf 9: Porovnání hodnot na přítoku a odtoku ukazatele BSK_5 v letech 2017 – 2022

Graf 10: Hodnoty BSK_5 na odtoku v porovnání s přípustnou hodnotou v letech 2017 – 2022

Graf 11: Účinnost ukazatele BSK_5 v letech 2017 – 2022

Graf 12: Hmotnostní bilance ukazatele BSK_5 v letech 2017 – 2022

Graf 13: Porovnání hodnot na přítoku a odtoku ukazatele NL v letech 2017 – 2022

Graf 14: Hodnoty NL na odtoku v porovnání s přípustnou hodnotou v letech 2017 – 2022

Graf 15: Účinnost ukazatele NL v letech 2017 – 2022

Graf 16: Hmotnostní bilance ukazatele NL v letech 2017 - 2022

Graf 17: Porovnání hodnot na přítoku a odtoku ukazatele P_C v letech 2017 – 2022

Graf 18: Hodnoty P_C na odtoku v porovnání s přípustnou hodnotou v letech 2017 - 2022

Graf 19: Účinnost ukazatele P_C v letech 2017 – 2022

Graf 20: Hmotnostní bilance ukazatele P_C v letech 2017 – 2022

Graf 21: Porovnání hodnot na přítoku a odtoku ukazatele N_C v letech 2017 – 2022

Graf 22: Hodnoty N_C na odtoku v porovnání s přípustnou hodnotou v letech 2017 – 2022

Graf 23: Účinnost ukazatele N_C v letech 2017 – 2022

Graf 24: Hmotnostní bilance ukazatele N_C v letech 2017 – 2022

Graf 25: Porovnání hodnot na přítoku a odtoku ukazatele N-NH₄⁺ v letech 2017 – 2022

Graf 26: Hodnoty N-NH₄⁺ na odtoku v porovnání s přípustnou hodnotou v letech 2017 – 2022

Graf 27: Účinnost ukazatele N-NH₄⁺ v letech 2017 – 2022

Graf 28: Hmotnostní bilance ukazatele N-NH₄⁺ v letech 2017 – 2022

14. SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1: Přehled vodních toků

Příloha č. 2: Stoková síť města Sedlčany 1:8000

Příloha č. 3: Množství vypouštěných odpadních vod v jednotlivých letech

Příloha č. 4: Množství odlehčené odpadní vody v jednotlivých letech

Příloha č. 5: Hodnoty jednotlivých ukazatelů v letech 2017 – 2022

15. PŘÍLOHY

Příloha č. 1: Přehled vodních toků (Město Sedlčany, ©2019b).

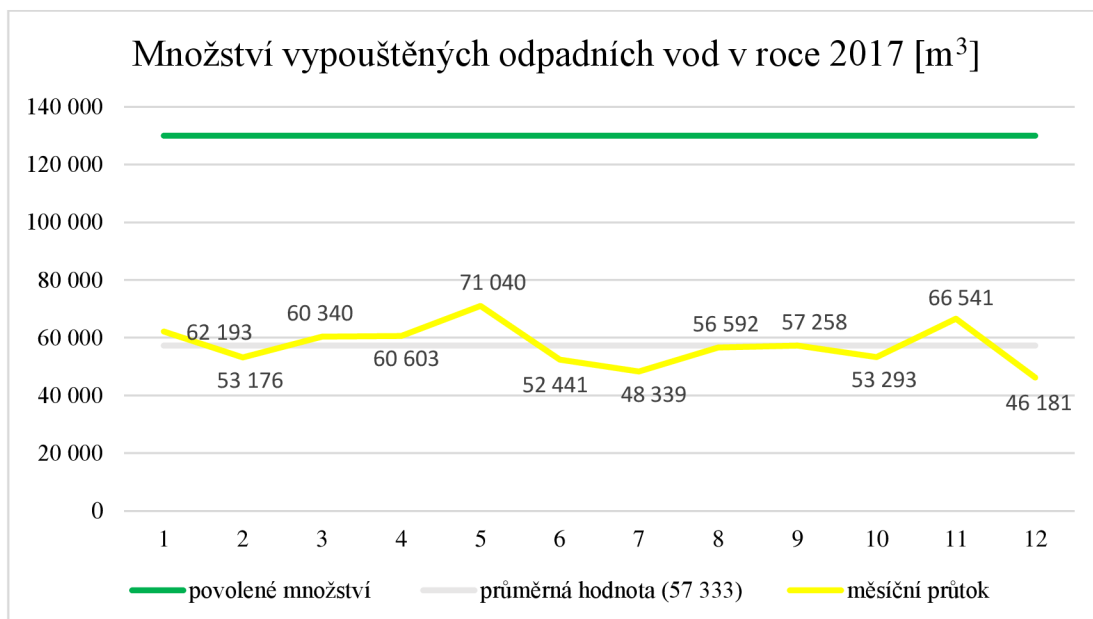
Vodní tok	Délka toku v ŘÚ [km]	Vodní nádrže, rybníky v ŘÚ
Útvar povrchových vod Sedlecký potok		
Sedlecký potok	3,1	Vodní nádrž Sedlčany (20,3ha;525 tis. m ³)
Libiňský potok (přítok Sedleckého p.)	1,9	Libiňský rybník (2,5 ha)
Doubravický potok	1,96	5 drobných rybníků (do 0,2 ha)
Bezejmenný potok „Od cihelny“	2,1	2 rybníky (0,7 a 0,4 ha)
Bezejmenný potok „Od Klimětic“	0,38	1 malý rybník (do 0,3 ha)
Útvar povrchových vod Mastník po soutok se Sedleckým potokem		
Mastník	2,94	Zámecký rybník (1,3 ha)
Janovský potok (přítok Mastníku)	0,9	Bezejmenný rybník (0,8 ha) + 3 drobné rybníky (do 0,1 ha)
Útvar povrchových vod Mastník pod ústím Sedleckého potoka		
Mastník	5,2	Viz. přítoky
Bezejmenný potok „Od Hluché“ (Přítok Mastníku)	0,6	-
Sedlčanský potok	2	8 rybníčních nádrží (0,25 a 0,18 ha) + 6 (do 0,1 ha)
Zberazský potok	1,3	1 malá rybníční nádrž (do 0,1 ha)
Sestrouňský potok	2,8	6 rybníční nádrží (1x0,8 ha, ostatní do 0,1 ha)
Bezejmenný „Od Hradišťa“	-	Zahrnuto v povodí Sestrouň. p.
Útvar povrchových vod Mastník pod ústím Sedleckého potoka – přítoky Mastníku a Vltavy		
Lužnice	1,1	-
Musík	3,4	10 rybníků
Solopyský potok (přítok Mastníku)	1,8	4 rybníky, Horní Solopyský potok (12,9 ha) Dolní Solopyský potok (8 ha)
Třebnický potok	0,72	2 rybníky (0,6 a 0,4 ha)
Oříkovský potok	0,95	1 návesní rybník (0,5 ha)
Oříkovecký	0,9	2 návesní rybníky (do 0,1ha)
Útvar povrchových vod Brzina po vzdutí nádrže Slapy		
Podlipský potok	3	3 malé rybníční nádrže (od 0,1 do 0,8 ha)

Příloha č. 2: Stoková síť města Sedlčany 1:8000 (I.SčV, a.s. ©2018).

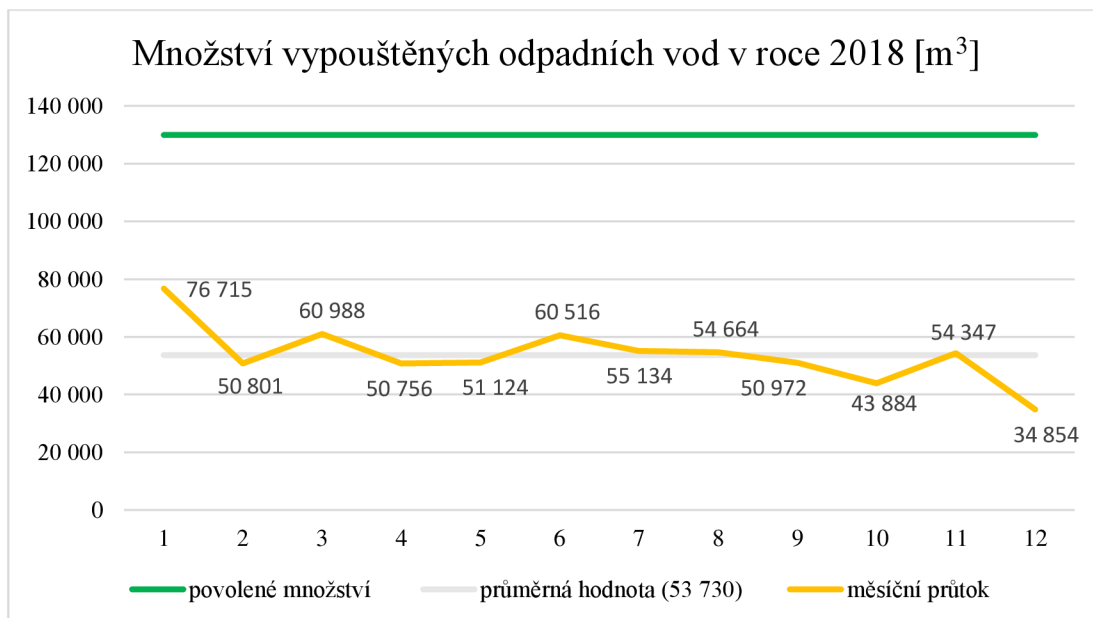


Příloha č. 3: Množství vypouštěných odpadních vod v jednotlivých letech

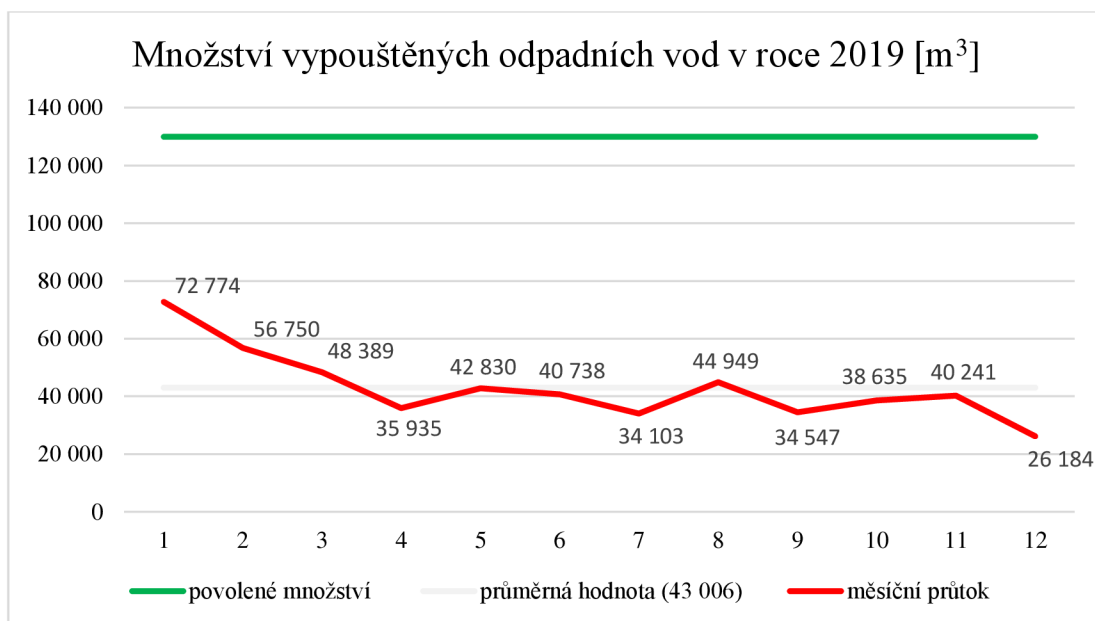
Příloha č. 3a: Množství vypouštěných odpadních vod v roce 2017



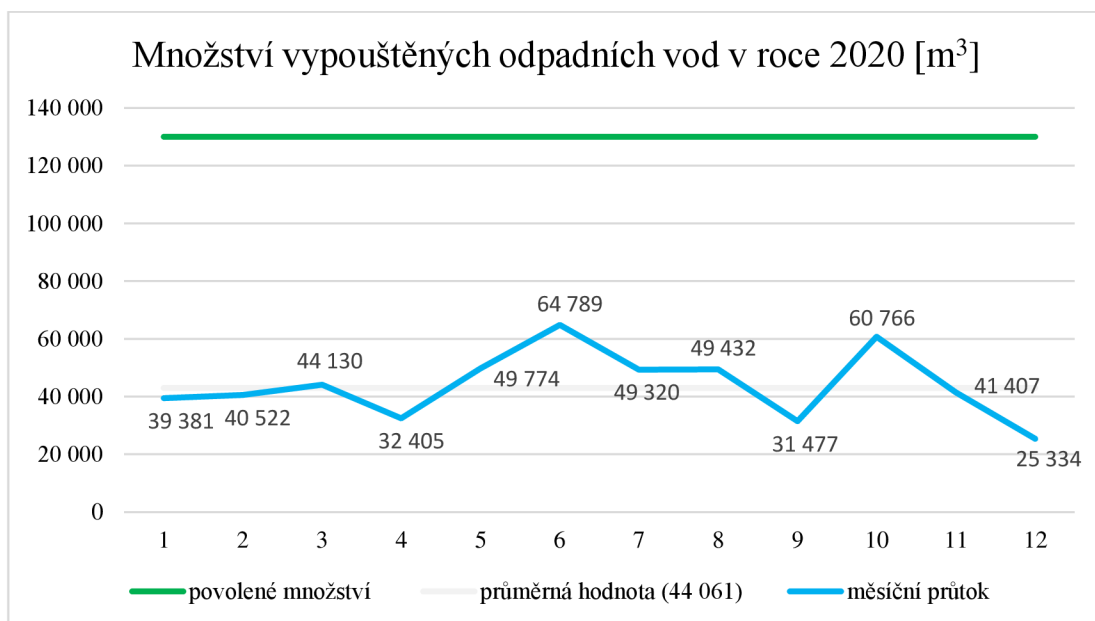
Příloha č. 3b: Množství vypouštěných odpadních vod v roce 2018



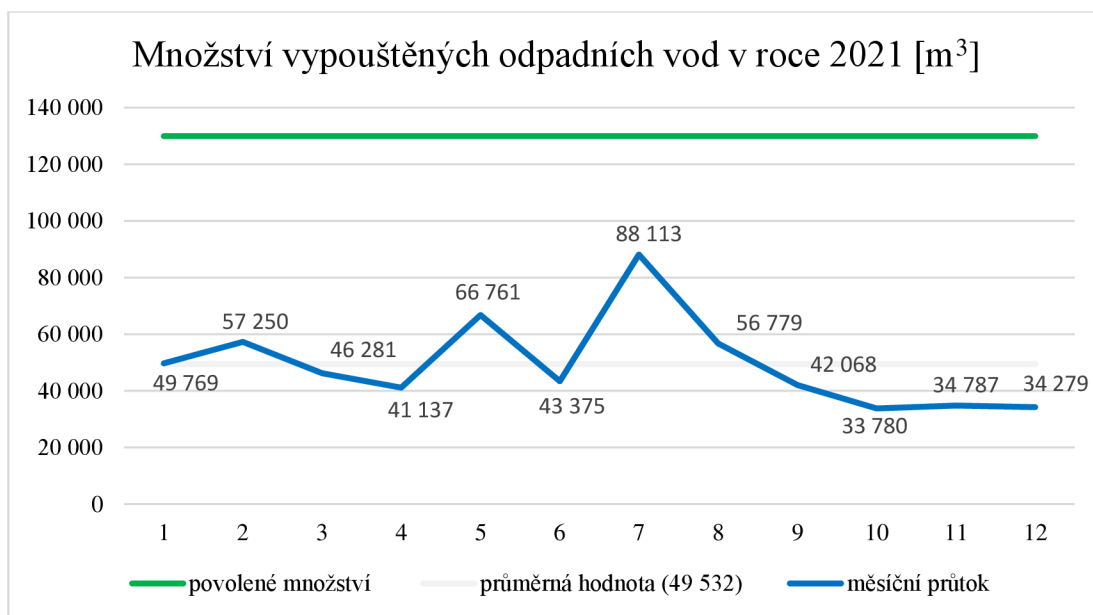
Příloha č. 3c: Množství vypouštěných odpadních vod v roce 2019



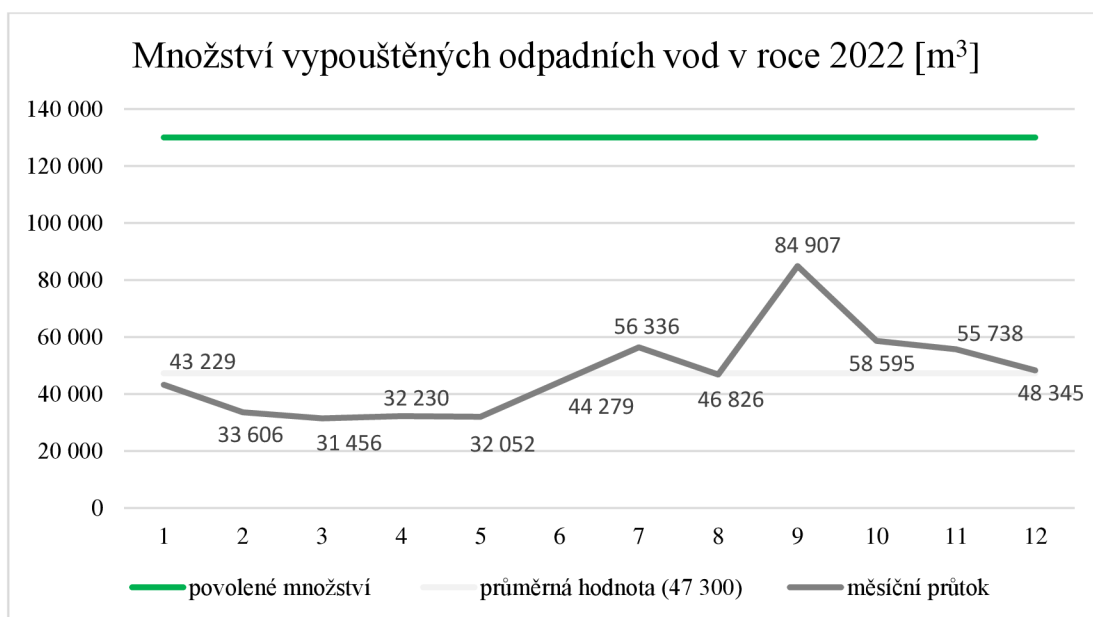
Příloha č. 3d: Množství vypouštěných odpadních vod v roce 2020



Příloha č. 3e: Množství vypouštěných odpadních vod v roce 2021

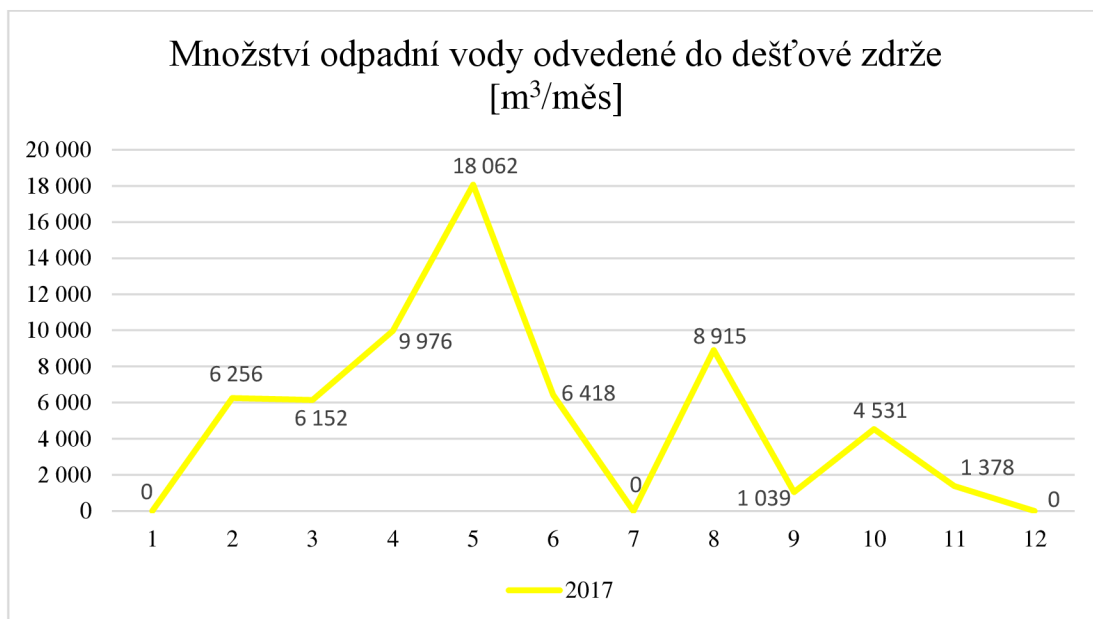


Příloha č. 3f: Množství vypouštěných odpadních vod v roce 2022

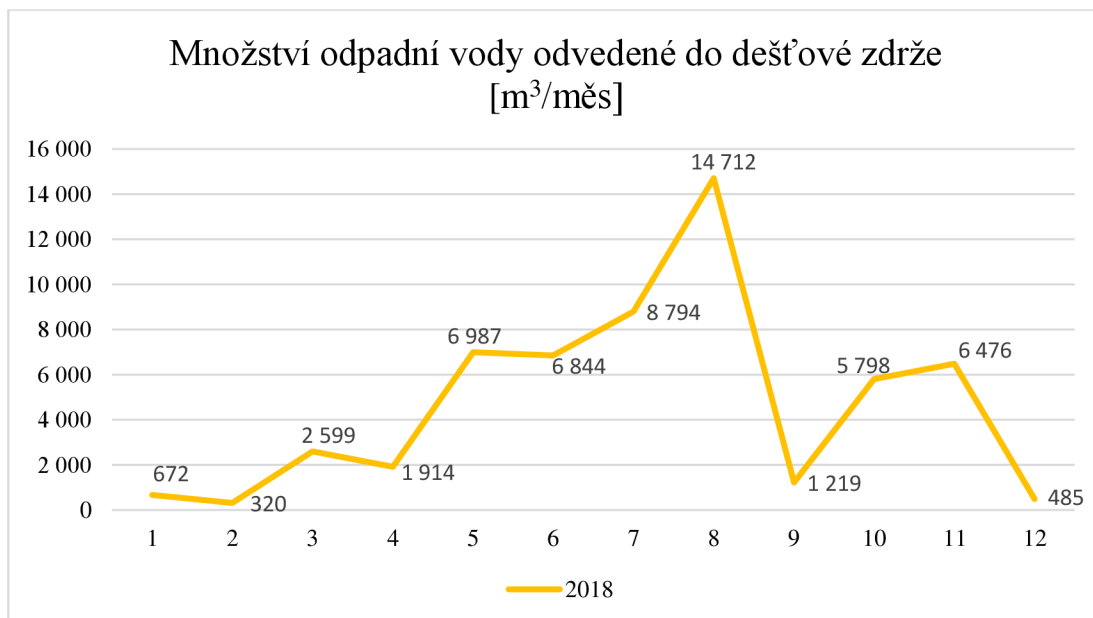


Příloha č. 4: Množství odlehčené odpadní vody v jednotlivých letech

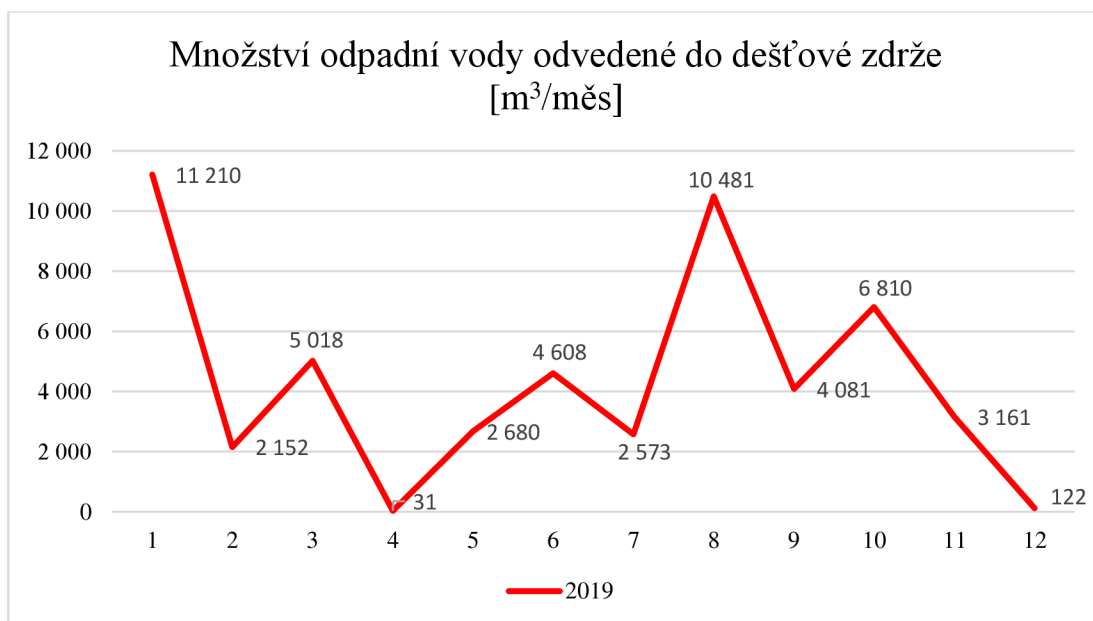
Příloha č. 4a: Množství odlehčené odpadní vody v roce 2017



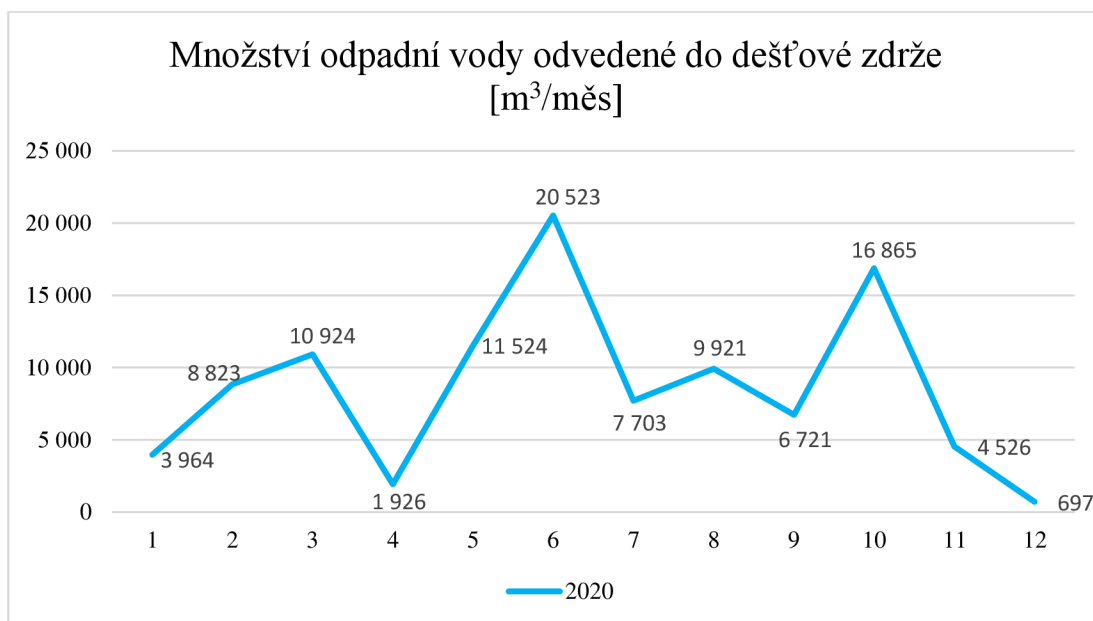
Příloha č. 4b: Množství odlehčené odpadní vody v roce 2018



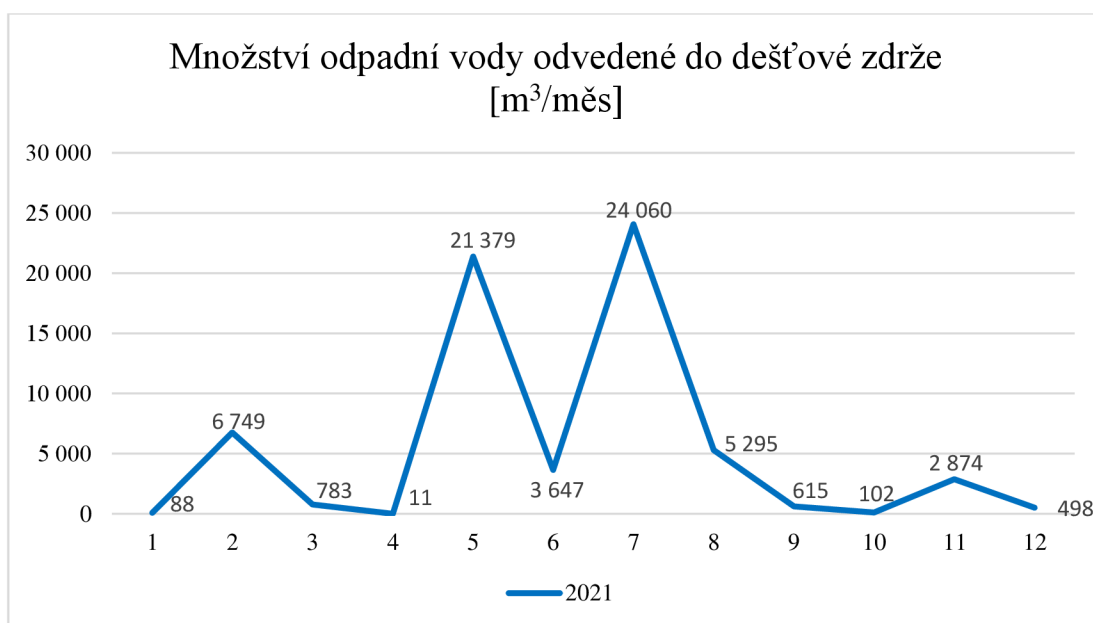
Příloha č. 4c: Množství odlehčené odpadní vody v roce 2019



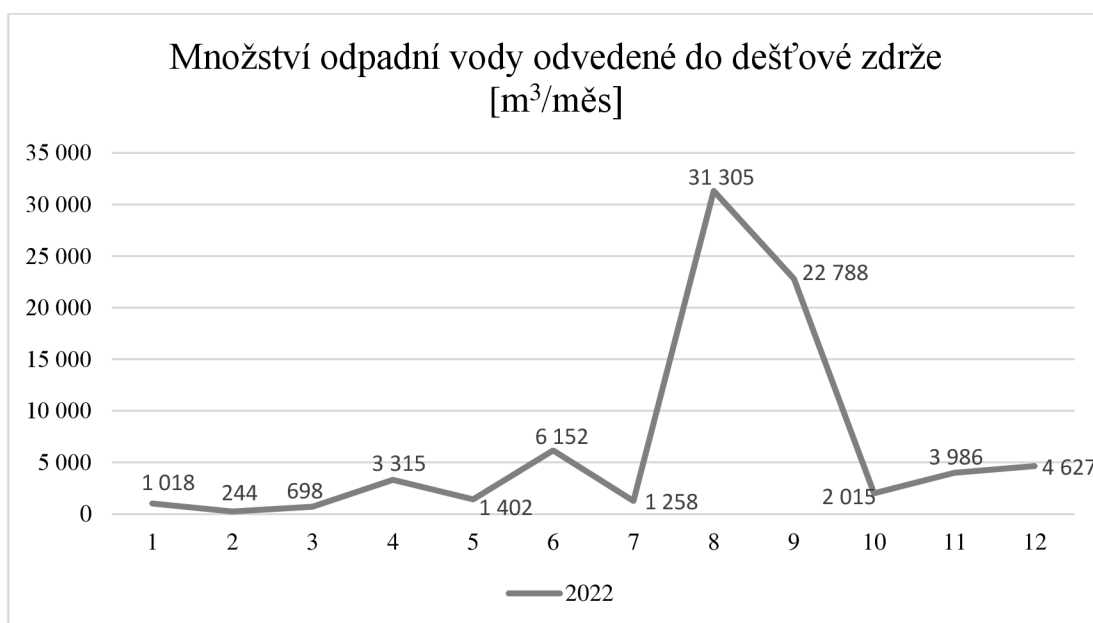
Příloha č. 4d: Množství odlehčené odpadní vody v roce 2020



Příloha č. 4e: Množství odlehčené odpadní vody v roce 2021



Příloha č. 4f: Množství odlehčené odpadní vody v roce 2022



Příloha č. 5: Hodnoty jednotlivých ukazatelů v letech 2017 – 2022

Příloha č. 5a:

Rok	CHSK _{Cr}								
	Přítok [mg / l]	Min na přítoku [mg / l]	Max na přítoku [mg / l]	Suma na přítoku [t / rok]	Odtok [mg / l]	Min na odtoku [mg / l]	Max na odtoku [mg / l]	Suma na odtoku [t / rok]	Účinnost [%]
2017	1161.40	550	2500	799,06	25.30	13	48	17,41	97.8
2018	1003.70	350	1900	647,15	26.14	13	51	16,85	97.4
2019	870.90	270	2800	449,43	25.33	17	38	13,07	97.2
2020	685.80	240	1700	362,63	25.64	17	42	13,56	96.3
2021	691.40	200	2300	410,96	27.00	16	45	16,05	96.1
2022	692.70	230	1100	393,14	26.56	12	46	15,10	96.2

Příloha č. 5b:

Rok	BSK ₅								
	Přítok [mg / l]	Min na přítoku [mg / l]	Max na přítoku [mg / l]	Suma na přítoku [t / rok]	Odtok [mg / l]	Min na odtoku [mg / l]	Max na odtoku [mg / l]	Suma na odtoku [t / rok]	Účinnost [%]
2017	617.40	270	1400	424,76	3.70	< 2,5	6,5	2,45	99.5
2018	581.10	300	920	374,70	3.86	< 2,5	6,2	2,22	99.4
2019	480.50	98	1100	247,99	3.74	< 2,5	7,9	1,54	99.4
2020	353.90	110	980	187,11	3.60	< 2,5	5,5	1,61	99.2
2021	350.30	90	820	208,22	3.58	< 2,5	7,2	1,81	99.1
2022	330.00	110	690	187,31	3.42	< 2,5	5,5	1,40	99.3

Příloha č. 5c:

Rok	NL								
	Přítok [mg / l]	Min na přítoku [mg / l]	Max na přítoku [mg / l]	Suma na přítoku [t / rok]	Odtok [mg / l]	Min na odtoku [mg / l]	Max na odtoku [mg / l]	Suma na odtoku [t / rok]	Účinnost [%]
2017	529.50	210	2400	364,31	4.81	< 2,0	11	3,31	99.2
2018	486.60	150	1900	313,72	5.76	2,4	12	3,72	98.8
2019	413.40	110	1300	213,36	3.41	< 2,0	6,4	1,26	99.4
2020	361.90	110	1900	191,37	3.70	< 2,0	5,6	1,74	99.1
2021	318.40	46	860	189,25	3.55	< 2,0	6,4	1,64	99.1
2022	404.70	110	1400	229,69	3.89	< 2,0	7,6	2,11	99.1

Příloha č. 5d:

Rok	Pc								
	Přítok [mg / l]	Min na přítoku [mg / l]	Max na přítoku [mg / l]	Suma na přítoku [t / rok]	Odtok [mg / l]	Min na odtoku [mg / l]	Max na odtoku [mg / l]	Suma na odtoku [t / rok]	Účinnost [%]
2017	15.10	4,1	40	10,40	1.30	< 0,1	5,3	0,88	91.8
2018	18.70	3,9	67	12,06	1.14	< 0,1	3,4	0,73	93.9
2019	23.30	4,9	71	12,04	1.00	0,26	3,9	0,52	95.2
2020	23.50	6,8	55	12,40	0.92	0,18	4,2	0,49	96.1
2021	19.40	4,6	41	11,51	0.70	0,2	2,0	0,44	96.2
2022	19.50	6,9	42	11,08	1.14	0,2	2,3	0,65	93.9

Příloha č. 5e:

Rok	Nc								
	Přítok [mg / l]	Min na přítoku [mg / l]	Max na přítoku [mg / l]	Suma na přítoku [t / rok]	Odtok [mg / l]	Min na odtoku [mg / l]	Max na odtoku [mg / l]	Suma na odtoku [t / rok]	Účinnost [%]
2017	72.45	36	180	49,85	8.56	2,9	29	5,89	88.2
2018	76.09	49	140	49,06	9.20	4,9	17	5,93	87.9
2019	85.17	25	150	43,96	9.02	2	18	4,66	89.1
2020	70.40	31	93	37,22	10.22	4,1	30	5,40	85.5
2021	62.60	28	120	37,20	12.30	4,7	25	7,29	80.4

Příloha č. 5f:

Rok	N-NH ₄ ⁺								
	Přítok [mg / l]	Min na přítoku [mg / l]	Max na přítoku [mg / l]	Suma na přítoku [t / rok]	Odtok [mg / l]	Min na odtoku [mg / l]	Max na odtoku [mg / l]	Suma na odtoku [t / rok]	Účinnost [%]
2017	47,60	24	100	32,75	1,40	< 0.06	22	0,96	97,5
2018	50,30	31	90	32,40	0,76	< 0.06	10	0,42	98,7
2019	56,10	16	97	28,94	0,90	< 0.06	4,8	0,39	98,6
2020	51,60	20	71	27,79	1,90	< 0.06	22	0,91	96,7
2021	43,30	13	79	25,71	2,22	< 0.06	12	0,55	96,2
2022	53,90	13	140	30,61	3,95	< 0.06	19	1,27	97,9