

Efektivnost čističky odpadních vod v městě Uherské Hradiště. Charakteristika jednotlivých znečišťovatelů.

Simona Horehledová

Bakalářská práce
2016



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta logistiky a krizového řízení

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta logistiky a krizového řízení
Ústav environmentální bezpečnosti
akademický rok: 2015/2016

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Simona Horehledová**
Osobní číslo: **L13013**
Studijní program: **B3953 Bezpečnost společnosti**
Studijní obor: **Řízení environmentálních rizik**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Efektivnost čističky odpadních vod v městě Uherské Hradiště.
Charakteristika jednotlivých znečišťovatelů.**

Zásady pro vypracování:

1. **Definujte vymezení pojmů související s čističkou odpadních vod a s ní související legislativu.**
2. **Vyhodnoťte efektivnost čištění čističky odpadních vod v Uherském Hradišti.**
3. **Doporučte opatření pro zlepšení efektivního čištění čističky odpadních vod v Uherském Hradišti.**



Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

[1] BINDZAR, Jan a kolektiv. Základy úpravy a čištění vod. První. Vysoká škola chemicko-technologická v Praze: VŠCHT Praha. ISBN 978-80-7080-729-3.

[2] CHUDOBA, Jan, Michal DOHÁNYOS a Jiří WANNER. Biologické čištění odpadních vod. První. Praha 1: SNTL - nakladatelství technické literatury, 1991. ISBN 80-03-00611-2.

[3] VÍTĚZ, Tomáš a Bořivoj GRODA. Čištění a čistírny odpadních vod. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2008, 126 s. ISBN 978-80-7375-180-7.

Další odborná literatura dle doporučení vedoucího bakalářské práce.

Vedoucí bakalářské práce:

JUDr. Pavel Mauer

Ústav environmentální bezpečnosti

Datum zadání bakalářské práce:

5. února 2016

Termín odevzdání bakalářské práce:

9. května 2016

V Uherském Hradišti dne 22. února 2016



doc. RNDr. Jiří Dostál, CSc.
děkan



doc. Ing. Pavel Valášek, CSc.
ředitel

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty logistiky a krizového řízení Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen připoustí-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

V Uherském Hradišti 9.5.2016


podpis studenta

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá tématem efektivnost čističky odpadních vod v Uherském Hradišti a charakteristika jednotlivých znečišťovatelů. Je rozdělena na dvě části, teoretickou a praktickou část. V teoretické části je popsána legislativa potřebná k provozu čističek odpadních vod, dále se zabývá způsobem čištění dnes a v minulosti. Poslední část teoretické části je věnována samotnému čištění odpadních vod. V praktické části je popsána čistička odpadních vod v Uherském Hradišti, její historie a největší znečišťovatelé. Další kapitolou je srovnání čištění s předešlými lety. Poslední část se věnuje zkoumání vlivu vypuštěné odpadní vody na životní prostředí, především na vodní organismy.

Klíčová slova: čistička odpadních vod, odpadní voda, čištění, mechanické čištění odpadních vod, biologické čištění odpadních vod, čistírenské kaly, recipient, řeka Morava.

ABSTRACT

The bachelor thesis deals with the topic of efficiency of the wastewater treatment plant in Uherske Hradiste and characteristics of individual polluters. It is divided into two parts, theoretical and practical part. In the theoretical part is described the legislation necessary to the operation of wastewater treatment plants, also deals in the manner of cleaning today and in the past. The last part of the theoretical part is devoted to the actual wastewater treatment. In the practical part is described a wastewater treatment plant in Uherske Hradiste, it is history and the biggest polluters. The next chapter is a comparison of the cleaning with the previous year. The last part is devoted to examining the impact of the spilled waste water on the environment, especially on aquatic organisms.

Keywords: wastewater treatments plants, waste water, clearing, mechanical wastewater treatment, biologic wastewater treatment, sewage sludge, the recipient, Morava river.

Chtěla bych poděkovat mému vedoucímu bakalářské práce JUDr. Pavlu Mauerovi, za jeho vedení, připomínky, ochotu, vstřícný přístup a rady při psaní bakalářské práce. Dále bych chtěla poděkovat Mgr. Janu Skryjovi ze společnosti Slovácké vodárny a kanalizace, a.s. za vysvětlení provozu čističky odpadních vod, ochotu a použité materiály vhodné k napsání této práce. V neposlední řadě bych chtěla poděkovat rodině za její trpělivost při psaní této bakalářské práce.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD	9
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 ZÁKLADNÍ TERMINOLOGIE	11
2 LEGISLATIVA VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ	15
3 HISTORIE ČISTIČEK ODPADNÍCH VOD	17
3.1 TECHNOLOGIE VODY	17
3.2 BIOLOGICKÉ ČIŠTĚNÍ	18
3.3 ČIŠTĚNÍ BEZ ODSTRAŇOVÁNÍ NUTRIENTŮ.....	19
3.3.1 Čistírna s přerušovanou činností	19
3.3.2 Čistírny s kombibloky	20
3.3.3 Čistírny s oxidačními příkopy	20
3.3.4 Čistírny s biofiltry s plastovou náplní	20
3.4 ČIŠTĚNÍ S ODSTRAŇOVÁNÍM NUTRIENTŮ.....	20
4 ČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD	22
4.1 MECHANICKÉ ČIŠTĚNÍ	22
4.2 HRUBÉ PŘEDČIŠTĚNÍ.....	22
4.2.1 Česle	22
4.2.2 Lapáky písku	23
4.2.3 Usazovací a zahušťovací nádrže	24
4.3 BIOLOGICKÉ ČIŠTĚNÍ	25
4.3.1 Aerobní způsoby biologického čištění	26
4.3.2 Anaerobní čištění odpadních vod.....	28
4.4 KALOVÉ HOSPODÁŘSTVÍ	29
4.4.1 Zpracování čistírenských kalů.....	30
4.4.2 Anaerobní reaktory pro stabilizaci kalu	31
4.4.3 Vlastnosti a zpracování anaerobně stabilizovaného kalu.....	31
5 CÍL A POUŽITÉ METODY	33
II PRAKTICKÁ ČÁST	34
6 MĚSTO UHERSKÉ HRADIŠTĚ	35
6.1 KANALIZACE A ČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD.....	35
7 ČISTIČKA ODPADNÍCH VOD V UHERSKÉM HRADIŠTI	36
7.1 HISTORIE ČOV	36
8 PROCES ČIŠTĚNÍ	38
8.1 MECHANICKÉ ČIŠTĚNÍ	39
8.2 BIOLOGICKÉ ČIŠTĚNÍ	41
8.3 KALOVÉ A PLYNOVÉ HOSPODÁŘSTVÍ.....	45
8.4 SYSTÉM TECHNOLOGICKÉHO PROCESU	46
9 NEJVĚTŠÍ ZNEČIŠŤOVATELÉ	47
9.1 KVALITA KONTROLY ODPADNÍCH VOD	47
9.2 VYBRANÍ PRODUCENTI	47
9.2.1 OTMA – SLOKO s.r.o.....	47

9.2.2	Slovácká Fruta a.s.	49
9.2.3	Uherskohradištská nemocnice a.s.	50
9.2.4	ČSAD a.s.	50
9.2.5	CTZ s.r.o.	51
9.2.6	AVX s.r.o.	52
9.2.7	Tradeco s.r.o.	53
9.2.8	Hrates a.s.	54
10	EFEKTIVNOST ČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD	57
11	ENVIRONMENTÁLNÍ HLEDISKO	62
11.1	VLIV NA RYBY	63
11.2	ZÁPACH Z ČOV	64
	ZÁVĚR	66
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	68
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	72
	SEZNAM OBRÁZKŮ	73
	SEZNAM TABULEK	74

ÚVOD

Bakalářská práce se bude zabývat efektivností čističky odpadních vod a jejími největšími znečišťovateli v městě Uherském Hradišti. Práce je vybrána z nabízených témat fakulty. V dnešní době, je velice důležité aby si lidé uvědomovali, jak je voda pro nás pro všechny důležitá. Jednak bychom bez vody nemohli existovat, ale také je nezbytná například ve výrobě a mnoha jiných odvětví.

První část bakalářské práce se bude věnovat základní terminologii týkající se čističky odpadních vod, dále legislativou, podle které se čističky odpadních vod řídí. Další kapitola bude pojednávat o historii čističek, jak se rozvíjela a jak je tomu dnes. Poslední kapitola je už o samotném čištění čističek odpadních vod. Samotný proces čištění je velice důležitý. Většinou se provádí tzv. hrubé předčištění, kde je cílem odstranit velké předměty a nečistoty z přitékajících odpadních vod. Dále je mechanické čištění, sem patří usazování a zahušťování suspenzí, k usazování a následnému zahušťování dochází už při hrubém předčištění. Následuje biologické čištění, které se snaží napodobit systém čištění v přírodních vodách. Jde o tzv. samočištění, při kterém se odpadní vody zbavují znečištění. Posledním krokem je kalové hospodářství, kdy se jedná o zpracování vzniklých kalů z odpadních vod.

Praktická část se bude zabývat pouze čističkou odpadních vod v Uherském Hradišti, její historií a způsobem čištění. Podle dostupných údajů se pokusím srovnat, jak si čistička vede v posledních letech. Práce se bude zabývat hlavně efektivností čističky odpadních vod, která je pro samotnou čističku velice důležitá. Čili účinností její technologie na odstranění cizorodých látek z odpadních vod.

Je velice důležité, aby voda, která se vyčistí a poté vypouští do recipientu, v tomto případě do řeky Moravy, byla bez jakýchkoliv cizorodých látek a chemikálií, které by mohli mít špatný vliv na živočichy žijící v této řece. Cizorodé látky mohou ovlivnit zdravotní stav těchto živočichů, hlavně ryb a to negativním způsobem. U samců může docházet díky cizorodým látkám k biochemickým procesům, typickým pro samice, tudíž může docházet k poruchám při rozmnožování. Dalším problémem je velký přísun živin jako je dusík a fosfor, vedou k tomu, že ve vodách dochází k eutrofizaci. Eutrofizace narušuje přirozenou rovnováhu ve vodách a dochází k nárůstu produkce zelených organismů, jako jsou řasy a sinice. Proto je velice důležité, aby čističky odpadních vod odstranily z odpadních vod co největší množství odpadu, bakterií a cizorodých látek.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 ZÁKLADNÍ TERMINOLOGIE

Pro dobrou orientaci a další studii je zapotřebí se vyznat v následujících pojmech.

Čistírna odpadních vod (ČOV)

Zařízení, sloužící k úpravě a čištění odpadních vod. [1]

Čištění odpadních vod

Proces, při kterém dochází ke zlepšování kvality odpadní vody. Intenzivně probíhá na čistírnách odpadních vod. V přírodě probíhá pomaleji v procesu samočištění. [1]

Odpadní voda

Odpadní voda je voda, která byla zhoršena lidskou činností. Jde o vody používané v obytných, zemědělských, průmyslových, zdravotnických a jiných stavbách, zařízeních nebo v dopravních prostředcích, které mají po použití změněnou jakost (složení nebo teplotu). Jsou to i vody z nich odtékající, pokud mohou ohrozit jakost podzemních a povrchových vod. Za odpadní vody se považují i průsakové vody z odkališť, s výjimkou vod, které jsou využívány zpětně pro svou potřebu organizace a vod, které odtékají do vod důlních. Odpadními vodami jsou i vody průsakové ze skládek odpadů. [1]

Druhy odpadních vod:

Komunální (splašková) odpadní voda vzniká každodenní lidskou činností. Pochází z domácností a sociálních zařízení závodů (záchody, umývárny, kuchyně), neobsahují vody průmyslové. Pokud v daném městě není žádný průmysl, jsou městské odpadní vody vodami splaškovými. Kromě splašků obsahuje v případě jednotné kanalizace i oplachové vody (vody z mytí ulic) a dešťovou vodu ze srážek. Zpracovává se na městských čistírnách odpadních vod. Množství znečištění přiváděného na městskou ČOV se vyjadřuje jako počet ekvivalentních obyvatel. [2]

Průmyslová odpadní voda vzniká v průmyslových podnicích. Míra a charakter znečištění vody záleží na druhu průmyslu, ale i na použité technologii výroby. Průmysl produkuje odpadní vody jednak z technologických vod (voda přímo použitá ve výrobě) a jednak z chladících vod (voda používaná na chlazení zařízení a bává znečištěna tepelně). Průmyslová odpadní voda se předčišťuje přímo v podniku a následně je vypouštěna do kanalizace. Vypouštěné odpadní vody musí splňovat míru znečištění, kterou jsou schopny komunální čistírny odpadních vod dále zpracovat. [2]

Znečišťující látky v odpadních vodách:

Tab. 1. Znečišťující látky v odpadních vodách [2]

Znečišťující látky	Příklady
rozpuštěné	ve filtrátu, za filtrem
<i>organické</i>	
biologicky rozložitelné	cukry, mastné kyseliny
biologicky nerozložitelné	azobarviva
<i>anorganické</i>	
nerozpuštěné	
<i>organické</i>	
biologicky rozložitelné	škrob, bakterie
biologicky nerozložitelné	papír, plasty
usaditelné	celuloseová vlákna
neusaditelné	baktérie, papír
koloidní	baktérie
plovoucí	papír
<i>anorganické</i>	
usaditelné	písek, hlína
neusaditelné	brusný prach

Kanalizace:

Kanalizace (stoková síť) je soustavu trubních rozvodů a dalších zařízení, která slouží odvádění odpadních vod a srážkových vod z jednotlivých nemovitostí a z veřejného prostranství do městské čistírny odpadních vod, nebo přímo do recipientu. Odpadní voda a srážková voda se mohou odvádět buď společně, nebo zvlášť. Odvádí-li se společně, jedná se o jednotnou kanalizaci. Pokud se odvádí samostatně jak odpadní voda, tak i srážková voda, jedná se o kanalizaci oddílnou. [1,3]

Znečišťující látky:

Znečišťující látky silně ovlivňují další nakládání s odpadní vodou, jedná se látky buď rozpuštěné, nebo nerozpuštěné. Rozpuštěné organické látky mohou být biologicky rozložitelné

(monosacharidy), nebo biologicky nerozložitelné (azobarviva). V odpadních vodách se mohou také vyskytovat i rozpuštěné anorganické látky např. anorganické soli. Nerozpuštěné organické látky, které mohou být biologicky rozložitelné např. škrob nebo bakterie, nebo biologicky nerozložitelné např. většina plastů. Lze je dělit i na usaditelné a neusaditelné. Anorganické nerozpuštěné látky jsou usaditelné např. písek, nebo neusaditelné např. hydratované oxidy železa. [1]

Adsorpce

Při adsorpci se ze směsi látek rozpuštěných ve vodě molekuly vážou snadno a pevně k povrchu tuhé fáze. [4]

Aktivace

Biologické čištění odpadních vod oživeným kalem v nádrži za umělého provzdušňování, které může trvat několik dnů až týdnů. [2]

Aktivovaný kal

Směsná kultura mikroorganismů. Krom různých druhů bakterií se zde může objevit menší množství hub, plísní a kvasinek. Z vyšších organismů jsou v aktivovaném kalu různá protozoa, hlístice, vířníci aj. [2]

Čistírenský kal

Vedlejší produkt při procesu čištění odpadních vod. Jedná se o směs anorganických a organických látek. Tyto látky mohou být odsazeny z odpadních vod, nebo mohou vzniknout při technologických procesech. Mohou zlepšovat biologické a fyzikálně-chemické vlastnosti půd, rovněž jsou bohatým zdrojem organické hmoty, stopových prvků i základních živin. Z živin jde nejčastěji o látky dusík a fosfor, nebo i draslík, ten se však tak často neobjevuje. [5]

Účinnost čištění

Účinnost čištění se vyjadřuje v procentech. Jedná se o poměr úbytku koncentrace znečišťující látky, dosažený čištěním, ke koncentraci dané látky před čištěním. [6]

Dezinfekce

Desinfekcí se rozumí proces čištění vody před tím, než je vypuštěna do povrchových vod - vyčištěná odpadní voda = odstranění zbytkového znečištění = dezinfekce. [7]

Ekvivalentní obyvatel (EO)

Pojem je vytvořený pro zjednodušení a zpřehlednění bilancí odpadních vod. Je definován produkcí znečištění v gramech za den (g/d). Vypočítává se z ukazatele znečištění BSK₅. Obvykle je definován produkcí znečištění 60g BSK₅ za den. Vypočítává se z maximálního průměrného týdenního zatížení. Na přítoku do čistírny odpadních vod během roku. Výjimku tvoří neobvyklé situace, přívalové deště a povodně. [8]

2 LEGISLATIVA VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ

Od roku 2004 kdy Česká Republika vstoupila do Evropské Unie je povinna se podřídit evropské legislativě. Nejdůležitějším dokumentem vodního hospodářství je Rámcová vodní směrnice – Směrnice 2000/60/ES evropského parlamentu a rady, která ustavuje rámec pro činnost Společenství v oblasti vodního hospodářství. Zdůrazňuje zvláštní ochranu vod využívaných jako zdroj pitné vody s cílem redukovat technické náklady na úpravu vody. [1,9]

Další přijatá směrnice Evropské unie je ze směrnice Rady ES z 21. 5. 1991 č. 91/271/EEC. Členové musí identifikovat tzv. citlivé oblasti, kde odtoky z čistíren o kapacitě nad 10000 ekvivalentních obyvatel musí po 1. 1. 1999 splňovat kritéria pro fosfor a dusík. [10]

Nařízení vlády České republiky č.82/1999 Sb. stanovuje ukazatele a hodnoty přípustného stupně znečištění vod. Další předpis, který sem můžeme zařadit je Předpis č. 58/1998 Sb. o poplatcích za vypouštění odpadních vod do vod povrchových. [10]

Veškerá legislativa v oblasti vodního hospodářství se odvíjí od *Zákona č.254/2001 Sb. o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon)*. Účelem a předmětem zákona je chránit povrchové a podzemní vody. Dále pak stanovit podmínky pro hospodárné využívání vodních zdrojů a pro zachování i zlepšení jakosti povrchových a podzemních vod. [11]

Dalším zákonem v oblasti vodního hospodářství je *Zákon č. 185/2001 Sb. o odpadech a o změně některých dalších zákonů*. Tento zákon zapracovává příslušné předpisy Evropské unie a upravuje pravidla pro předcházení vzniku odpadů a pro nakládání s nimi při dodržování ochrany životního prostředí, ochrany lidského zdraví a trvale udržitelného rozvoje a při omezování nepříznivých dopadů využívání přírodních zdrojů a zlepšování účinnosti tohoto využívání, práva a povinnosti osob v odpadovém hospodářství a působnost orgánů veřejné správy v odpadovém hospodářství. Působnost zákona se nevztahuje na všechny odpad. Výjimkou je radioaktivní odpad, vyřazené výbušniny a střelivo, odpad z mrtvých těl zvířat, která neuhynula nuceně (porážkou, usmrcení zvířat za účelem vymýcení nákazy). Dále se zákon nevztahuje na exkrementy, pokud se nejedná o vedlejší živočišný produkt, přírodní látky pocházející ze zemědělské nebo lesnické výroby. Tyto látky nesmí vyžadovat nebezpečné vlastnosti, které jsou uvedeny v předpisu Evropské unie o nebezpečných vlastnostech odpadů. Dále sedimenty, které jsou přemísťovány v rámci povrchových vod za účelem správy vod a vodních cest. Pro účely čistírny odpadních vod se tento zákon vztahuje především při nakládání se vzniklým kalem, vytěženého písku a šterku. Čistírenské kaly se nesmí používat např. na zemědělské půdě, která je součástí

chráněných území přírody a krajiny, v pásnu ochrany vodních zdrojů, na zamokřených a zaplavovaných půdách, v plodících ovocných výsadbách nebo pokud kaly nespĺňují mikrobiologická kritéria daná prováděcím právním předpisem.[12]

Zákon č. 274/2001 Sb. o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích). Tento zákon upravuje některé vztahy vznikající při rozvoji, výstavbě a provozu vodovodů a kanalizací sloužících veřejné potřebě (dále jen "vodovody a kanalizace"), přípojek na ně, jakož i působnost orgánů územních samosprávných celků a správních úřadů na tomto úseku. Zákon se vztahuje na vodovody a kanalizace, které využívá alespoň 50 fyzických osob, nebo pokud průměrná denní produkce pitné nebo odpadní vody za den je 10m³ z ročního průměru.[13]

Předpis č. 382/2001 Sb. je vyhláška Ministerstva životního prostředí o podmínkách použití upravených kalů na zemědělské půdě. Tato vyhláška upravuje technické podmínky použití upravených kalů na zemědělské půdě. Kdy a za jakých podmínek se mohou upravené kaly používat. První z podmínek je, že upravený kal se musí nejpozději do 48 hodin od umístění kalů na zemědělskou půdu zapravit do půdy. Na pozemky určené k umístění kalů musí být dodány živiny a doloženy výsledky rozborů agrochemických vlastností půd. Tyto vlastnosti jsou uvedeny v evidenčním listu využití kalů v zemědělství. Na jeden hektar půdy se nesmí použít v průběhu 3 po sobě následujících let více než 5 tun sušiny kalů. V průběhu 5 po sobě následujících let může být množství sušiny kalů zvýšeno na 10 tun, ale to pouze v případě pokud použité kaly obsahují méně než polovinu limitního množství každé ze sledovaných rizikových látek a prvků. Výpočtem zjištěného obsahu dusíku v sušině se dá přesně stanovit dávka sušiny. Každá rostlina s přihlédnutím na živiny požaduje jinou dávku kalů, jako je množství a doba užití. Potřebná dávka kalu je na pozemek aplikována v jedné agrotechnické operaci a v jednom souvislém časovém období. V tomto období musí být příznivé fyzikální a vlhkostní podmínky.[14]

Dále se ČOV musí řídit dalšími nařízeními, které nařizuje vláda České Republiky. Jedním z nich je *nařízení vlády č. 416/2010 Sb. Jde o Nařízení vlády o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění odpadních vod a náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod podzemních.* [15]

3 HISTORIE ČISTIČEK ODPADNÍCH VOD

3.1 Technologie vody

Dříve postavené čističky odpadních vod byly vybudovány v 60. a 70. letech minulého století. Povinností investorů bylo budovat pouze tuzemské strojně-technologické vybavení, bohužel ne vždy bylo optimálním řešením. V této době nebyl dostatek stavebních kapacit, což vedlo k používání výhodnějších stavebních koncepcí a konstrukcí. Tyto koncepce a konstrukce, ale nebyly vhodné z čistírenského hlediska. [16]

Moderní čističky odpadních vod se začaly budovat po roce 1990. Technologická skladba byla zaměřena spíše na zvýšené odstraňování biogenních prvků dusíku a fosforu. Správná jakost vyčištěné vody je nejdůležitějším kritériem, které musí každá ČOV splnit. Technologie čištění a technologická skladba celé linky se obvykle tomuto požadavku podřizují. Dalšími prvky jsou investiční a provozní náklady. Dále sem spadá provozní hledisko, které zahrnuje nároky na kvalifikaci a pracnost obsluhy a také spolehlivost a stabilitu čistícího procesu. Technologická stavba ČOV by měla být co nejvíce jednoduchá s maximálně spolehlivým strojním zařízením. Použití složitější technologie čištění požaduje spolehlivou odpovídající automatizaci provozu. [16]

Z pohledu na stávající stav čištění odpadních vod (v menších lokalitách) je nezbytné si uvědomit, že se neustále setkáváme s biologickými čistírnami, které byly realizovány před 20 a více lety. Čistírny realizované dříve se stavěly podle typových podkladů, ty někdy příslušný projektant a stavební dodavatel upravily za účelem zjednodušení vlastní realizace stavby. V současnosti vzniklo více řešení založených na principu odstraňování dusíku nebo fosforu. Firmy vzniklé po roce 1989 navrhovaly různá technologická řešení. Proto nově zrealizované ČOV splňují podmínky, které jsou na ně kladeny. Nově navrhované čističky pod 10 000 ekvivalentních obyvatel jsou v důsledku své technologické skladby schopny dosahovat lepší kvality odtoku, než požaduje příslušná legislativa. Tímto novým prvkem je zařazení denitrifikačního stupně do technologické linky čistírny odpadních vod. [16]

Každá ČOV musí respektovat určité požadavky na ni kladené. Látkové a hydraulicky zatěžovány jsou ČOV do 10 000 ekvivalentních obyvatel. Aby se zajistila neměnná jakost vyčištěné vody, je nutné respektovat technologický návrh. Pokud je zatížení nerovnoměrné, měla by jemu odpovídat technologická skladba čistírenské linky. [16]

3.2 Biologické čištění

Způsob biologického čištění se používá poměrně dlouho. Biologické čištění se postupně vyvíjelo až do dnešní podoby. Technologické návrhy biologického stupně se soustřeďovaly na organické znečištění odpadní vody. Tomuto dal biologický stupeň nový rozměr - instalování aeračního zařízení. Změna nastala v zavádění biologických procesů na odstranění nutrietů, dusíku a fosforu. Požadavky na aerační systém stouply díky zavedení procesu nitrifikace a denitrifikace, také se zvýšila složitost aktivačního systému. Při procesu odstraňování fosforu je dopad na rozdělení aktivačního systému do sekcí ještě větší. [16]

K provzdušňování aktivačních nádrží se dříve používaly různé typy aeračních zařízení. Byly použity aerátory povrchové až po hydropneumatické. V dnešní době tato oblast směřuje k používání jemnobublinné aerace. Důvody aeračního systému jsou následující:

- lepší míchaní obsahu aktivační nádrže
- šetrný způsob aerace
- využití velkého procenta kyslíku ze vzduchu, s tím souvisí energetická hospodárnost provozu. [16]

U čističek používajících nitrifikaci by aerační systém měl zajistit koncentraci rozpuštěného kyslíku v aktivační směsi okolo 2mg.l^{-1} . Jelikož aerační systém obvykle zajišťuje míchaní aktivační nádrže, může dojít při nízkém zatížení aktivační nádrže k většímu množství kyslíku nad uvedenou hodnotu v důsledku nutnosti dosáhnout určité intenzity aerace k umíchaní aktivační nádrže. [16]

Míchadla v biologickém stupni se používají k homogenizaci anaerobních a anoxických zón. Proto se zde používají ponorná horizontální míchadla, která jsou přidělená na vhodné konstrukci. Ta umožňuje nastavení jejich optimální polohy. Pro zajištění míchání se doporučuje hodnota energie okolo 4 W.m^{-3} u oddělených nádrží. U aktivace oběhové se doporučuje hodnota 1 W.m^{-3} . [16]

Nároky na čištění odpadních vod:

- vysoká účinnost mechanicko-biologického čištění, co nevyšší odstranění biogenních prvků
- minimální vliv ČOV na životní prostředí
- nenáročná obsluha a zvýšená kultura obsluhy
- snížení energetické náročnosti při procesu čištění

- používat kvalitnější zařízení a tím snížit opravy a údržbu
- nasadit vyšší stupeň automatizace a řízení technologického procesu
- minimalizovat provozní náklady [16]

3.3 Čištění bez odstraňování nutrientů

Dřívější technologie byly založeny na principu aktivace s částečnou stabilizací kalu. Proto se postupem času začali snažit o stabilní proces biologického čištění za podmínek velké hydraulické nerovnoměrností množství přitékajících odpadních vod. Odpadní vody se proto začali déle zdržovat v aktivaci, následkem bylo nižší zatížení aktivovaného kalu a jeho vyšší stáří. Při udržení těchto podmínek a vyšší teploty odpadní vody docházelo k částečné nitrifikaci amoniakálního dusíku. Denitrifikace se do linky nezařazovala, mohlo pouze dojít k částečné simultánní denitrifikaci v důsledku slabého míchání nádrže mechanickým aerátorem, nebo při vypínání aeračního válce v oxidačních příkopech. U některých menších ČOV se stále můžeme setkat s původními technologiemi čištění. Mnohé z nich však prošly modernizací. Stále se však můžeme setkat s čističkami používající původní technologii čištění. [16]

3.3.1 Čistírna s přerušovanou činností

Čistírnám s přerušovanou činností se také říkalo monoblokové čistírny. Pracují na stejný způsob jako menší aktivační ČOV na principu dlouhodobé aktivace bez sedimentace splaškové odpadní vody. Odpadní voda se čistila v jedné nádrži, která plnila dvě funkce. Jednak funkci aktivační a dosazovací nádrže. Zátěžové parametry byly nastaveny tak, že v aktivační nádrži společně s biologickým čištěním probíhala částečná aerobní stabilizace kalu. Aeraci tehdy zajišťoval plovoucí aerátor. V době, kdy přítoky odpadních vod byly minimální, byl aerátor vypnut. Začalo probíhat usazování aktivovaného kalu s následným vypouštěním vyčištěné vody do recipientu. Nevýhodou čistíren se stalo nárazové vypouštění vyčištěné vody, což vyžaduje recipient o dostatečném průtoku. Výhodou ČOV je automatizovaný provoz, jelikož snižuje nároky na pracnost obsluhy. Ochrannou část ČOV tvořily ručně stírané česle, šterbinový nebo vertikální lapák písku a někdy i lapák plovoucích nečistot. ČOV byly typované pro 975 obyvatel. Dnes se vyskytují minimálně. [16]

3.3.2 Čistírny s kombibloky

Tyhle čističky představují spolehlivý typ biologické ČOV. Jsou to menší typy ČOV, které patří mezi naše nejlépe pracující a nejspolehlivější. Technologie čištění je založena na principu dlouhodobé aerace s aerobní stabilizací kalu. Zatížení aktivovaného kalu bylo tak nízké, že nevyhovuje i současným požadavkům kladeným na oxický stupeň biologického čištění. Odpadní voda je přečišťována na česlích, lapáku písku a lapáku plovoucích nečistot. Aktivační směs vede z aktivační nádrže na fungující čtvercové dosazovací nádrže. ČOV byla typizována až pro 5000 obyvatel. [16]

3.3.3 Čistírny s oxidačními příkopy

Tyto typy čistíren vynikaly svojí jednoduchostí a stabilním čistícím účinkem. Velký objem oxidačního příkopu zajišťoval dobrou kvalitu odtoku s malým vlivem kolísání hydraulického zatížení na odtokové parametry. Účinnost těchto čističek se pohybuje okolo 90% - 95%. Výhodou je vysoká provozní bezpečnost, možnost vyrovnávat nárazy hydraulického i látkového zatížení a u nepřetížených ČOV možnost biologického odstraňování dusíku simultánní nitrifikací a denitrifikací. Další výhodou může být nenáročnost na spotřebu elektrické energie. Nevýhodou jsou větší nároky na zastavěnou plochu a malá hloubka aktivační nádrže. ČOV byla typizována pro 2000 obyvatel. ČOV s oxidačními příkopy už pomalu dožívají, jelikož nízká hloubka aktivačních nádrží neumožňuje efektivní intenzifikaci. [16]

3.3.4 Čistírny s biofiltry s plastovou náplní

Jde o kombinaci se šterbinovou nádrží provozně jednoduchou mechanicko-biologickou ČOV. Ochranná část je obvykle tvořena ručně stíranými česly a vertikálním lapákem písku. Typizovaná velikostí řada ČOV s biofiltry s náplní z plastů až do 4 450 obyvatel. Největší kapacity biofiltru činila 8 700 obyvatel při standardním zatížení. Jelikož není možnost tohoto typu rekonstrukce, tak i tyto čističky pomalu dožívají. [16]

3.4 Čištění s odstraňováním nutrientů

Způsob čištění, který využívá schopnosti mikroorganismu čerpat živiny z odpadních vod je nejvhodnější biologický způsob čištění. V podstatě je shodný se samočisticími pochody, které probíhají v povrchových vodách. Hlavní rozdíl je zde v odbourávání znečištění. Oproti čistírně, která je v přírodě nízká, lze v čistírně s odstraňováním nutrientů stejného efektu dosáhnout v poměrně krátké době. Je to zapříčiněno v rozdílné koncentraci mikroorganismů

přítomných ve vodách a v čistírně. Dostatečné množství kyslíku potřebného k zajištění aerobního prostředí a dobrý styk biomasy s čištěnou vodou je nutnou podmínkou pro průběh čistících pochodů.

K základním technologickým principům sem patří biofilmové procesy a čištění odpadní vody pomocí aktivovaného kalu. V současné době se tyto typy čističek nenavrhují vzhledem k legislativním požadavkům. [16]

4 ČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD

V této části si popíšeme způsoby čištění odpadních vod. Většinou než dojde k procesu samotného čištění je zahájeno předčištění. Předčištění se realizuje buď v různých firmách, které mají potřebné technologické vybavení, nebo přímo v čističkách odpadních vod.

4.1 Mechanické čištění

Mezi mechanické procesy se řadí usazování a zahušťování suspenzí. K usazování dochází při hrubém předčištění odpadních vod v lapácích písku, v usazovacích (dosazovacích) nádržích, kde současně probíhá zahušťování suspenzí. [2]

4.2 Hrubé předčištění

Slouží k odstranění hrubých nečistot – shrabků, písku – z přitékající odpadní vody. Hrubé předčištění je nazýváno ochrannou částí čistírny. Cílem je odstranění velkých předmětů, které jsou často sunuty vodou. Tyto předměty by mohly narušovat pracovní procesy čištění odpadních vod, nebo by mohly nežádoucím způsobem poškozovat strojní zařízení – lapáky šterku, česle. Lapáky písku jsou významné především v období přívalemých dešťů, kdy se odstraňují velké a těžké předměty. Lapák písku je jímka, která bývá umístěna těsně před čistírnou na přivaděči odpadních vod. Česle, jsou určena k zachycování větších předmětů – hadry, obaly větve – ale i hrubých nerozpuštěných částic – větší zbytky ovoce, zeleniny, korkové zátky apod. jsou tvořeny ocelovými pruty kruhového, obdélníkového či lichoběžníkového profilu. Jsou vloženy do pevného rámu, který je umístěn v přítokovém žlabu za lapákem šterku. [2]

4.2.1 Česle

Rozeznáváme česle hrubé se šířkou mezi česlicemi větší než 60mm a jemné s průlinami menšími než 40mm. Na větších ČOV se zařazují hrubé a jemné česle za sebou, na menších ČOV jsou použity pouze hrubé česle. Shrabky hromadící se mezi česlicemi jsou odstraňovány pomocí strojního či ručního stírání pomocí hrabel. Průtočná rychlost ve žlabu, kde jsou umístěny česle, by neměla klesnout pod 0,3 m za sekundu, aby nedocházelo k usazování písku. Také by neměla být větší než 0,9 m za sekundu, aby proudem vody nebyly strhávány již zachycené částice. Nejbezpečnější likvidace shrabků je jejich spalování při teplotě 680° - 750°C. Uplatňuje se také kompostování, skladování a ukládání v kontejnerech, ve kterých jsou transportovány ke konečnému zpracování. [2]

4.2.2 Lapáky písku

Lapáky písku slouží k odstranění suspendovaných, těžkých anorganických látek, jako je písek, úlomky skla, nebo jemná škvára apod. Je zapotřebí je odstraňovat odděleně od ostatních nerozpuštěných látek organického původu (odstraňovány v sedimentačních nádržích). Při současném odstraňování anorganických i organických látek v sedimentačních nádržích by docházelo ve vyhnívacích nádržích k rozvrstvení kalu, písek by se hromadil u dna nádrže a zmenšoval by celkový účinný objem vyhnívací nádrže. Lapáky písku pracují na principu snížení průtočné rychlosti vody. V dobře konstruovaném lapáku by se měl zachytit pouze minerální podíl suspenze do velikosti zrn 0,1 – 0,2 mm bez organických příměsí. V městských odpadních vodách je množství písku různé. Pohybuje se v rozmezí 5 – 12 litrů na obyvatele za rok. Při velkých srážkách jsou tyto hodnoty až 20 násobně překračovány. Lapáky písku podle směru průtoku rozlišujeme na lapáky písku horizontální, vertikální a s příčnou cirkulací. [2]

Lapák písku s horizontálním průtokem je lapák komorový, obdélníkového profilu. Skládá se ze dvou či více úzkých žlabů, komor, kde je podle potřeby rozdělena voda pomocí stávitků. Většinou je používán dvoukomorový lapák, obě komory bývají zapojeny při maximálním průtoku odpadní vody. Jedna komora se používá v případě malých průtoků. Je-li komora zaplněna pískem, uzavřou se stávitka. Poté se otevře spodní drenážní systém, písek se odvodní a vyklidí. Nevýhodou je kolísání průtočné rychlosti vody během provozu a přetržitý provoz s ručním vyklizením. [2]

Lapák písku s vertikálním průtokem. V principu je vertikální lapák písku šachtou o hloubce asi 3 m vytvořenou v korytu tekoucí odpadní vody. Norná stěna mění směr vody. Nejprve ke dnu a poté za nornou stěnou opět vzhůru o 180°. Zde již stoupá vlastním usazovacím prostorem lapáku. V usazovacím prostoru se zdrží při maximálním průtoku asi 2 minuty. Usazený písek se shlukuje (usazuje) v kalovém prostoru, vyklízí se mamutkou. Nevýhodou je jejich konstantní průtočná plocha, která způsobuje změnu stoupací rychlosti a tím i velikost částic, které jsou v lapáku zachyceny. Důsledkem toho je písek většinou znečištěn suspendovanými organickými látkami a musí se prát. [2]

Lapáky písku s příčnou cirkulací – vírový lapák a provzdušňovaný lapák písku.

4.2.3 Usazovací a zahušťovací nádrže

Usazováním se rozumí odstranění tuhých částic vlivem tíhové vzestupné rychlosti. Pokud se vzájemně jednotlivé částice neovlivňují a klesají konstantní rychlostí, pak se jedná o prostou sedimentaci. Ve více koncentrovanějších suspenzích dochází vlivem sedimentace jedné částice k ovlivňování sedimentační rychlosti částic druhých a jejich pád se zeslabuje, čili zpomaluje. V takovém případě se jedná o rušené usazování, při kterém si jednotlivé částice zachovávají vlastní usazovací rychlost. O zahušťovací suspenzi hovoříme tehdy, pokud vzroste koncentrace suspenze na hodnotu, při které se začíná tvořit fázové rozhraní mezi kapalnou a tuhou fází. Částice ztrácejí svůj individuální charakter. [2]

Usazovací nádrže – k separaci tuhé fáze od kapaliny se používá průtočných usazovacích nádrží. Dekantační nádrže jsou takové, které mají přerušovaný provoz. Základní typy průtočných nádrží jsou:

- pravoúhlé s horizontálním průtokem
- kruhové s horizontálním průtokem
- vertikálně protékané. [2]

Proudění kapaliny v usazovacích nádržích může být buď laminární, nebo turbulentní. V tenkých rovnoběžných vrstvách se kapalina pohybuje při laminárním proudění. Při turbulentním proudění se částice kapaliny nepohybují, ale víří se a vykonávají složité pohyby. Vedle usazovacích nádrží, kde dochází většinou pouze k usazování, existují i zahušťovací nádrže. Zahušťovací nádrže slouží k odvodňování získaného kalu z usazovacích nádrží před jeho dalším zpracováním. Malá hloubka kalového prostoru brání současnému usazování a zahušťování. Použitím zahušťovacích nádrží před vyhnívacími komorami snižuje kubaturu (objem, vyjadřující velikost prostoru) vyhnívacího prostoru a zlepšuje tepelnou bilanci. [2]

Zahušťovací nádrže – pracují s přerušovaným provozem – dekantální zahušťovací nádrže, nebo s kontinuálním provozem – průtočné zahušťovací nádrže.

- Dekantační zahušťovací nádrže: Zde se suspenze po napuštění nechá v klidu. Dochází k usazování a poté k zahušťování suspenze. Po skončení procesu zahušťování a dekantaci zůstává zahuštěný kal v nádrži a napouštění čerstvé suspenze se několikrát opakuje.
- Průtočné zahušťovací nádrže: Rozeznáváme tři pracovní zóny. V horní zóně jsou relativně čisté kapaliny, zde probíhá prostá sedimentace. Pod horní zónou se nachází přechodná oblast, ve které probíhá rušené usazování. V nejspodnější fázi se nachází

zóna zahušťovací. Při navrhování zahušťovacích nádrže je důležitá horní plocha zahušťovací nádrže a její hloubka. [2]

4.3 Biologické čištění

Biologické čištění odpadních vod se snaží napodobit čištění, které se uskutečňuje v přírodních vodách, jedná se o tzv. samočištění, při kterém se tyto vody zbavují znečištění. V odpadní vodě zůstávají látky biologicky nerozložitelné a to se stává nevýhodou biologického čištění. V porovnání s ostatními fyzikálně-chemickými a chemickými procesy je biologické čištění ekonomicky výhodnější. Z pohledu životního prostředí je další výhodou, že odpadní voda, která je úspěšně biologicky vyčištěná neobsahuje látky toxické pro flóru a faunu. Každému biologickému čištění předchází předčištění pomocí různých technologických linek průmyslových a městských odpadních vod a pomocí různých procesů, které jsou zahrnuty do jednotkových operací v těchto linkách. [17]

Základem biologicky čistírenských procesů jsou biochemické oxidačně-redukční reakce. Rozdělení biologických čistírenských procesů je podle hladiny oxidačně redukčních potenciálů. Aerobní oblast se dnes označuje jako oxická (kyslíkatá), zde probíhají pochody oxidace organických látek a nitrifikace. Rozpuštěný kyslík se stává konečným akceptorem elektronů. Oxická oblast je taková, která při hodnotách oxidačně-redukčních potenciálů má nad 50 mV. Pokud se hodnota pohybuje v rozmezí od -50 do 50 mV je tato oblast nazývána oblastí anoxickou (bez kyslíkatou), v této oblasti probíhá denitrifikace. Rozpuštěný kyslík není v roztoku přítomen, ale jsou v něm dusičnany a dusitany. Dusitanový a dusičnanový dusík slouží jako konečný akceptor elektronů. Pokud není přítomen rozpuštěný kyslík, dusitany či dusičnany, dostáváme se do oblasti anaerobní. Pro anaerobní oblast jsou charakteristické hodnoty redoxních potenciálů pod -50 mV. Konečným akceptorem elektronů je vlastní organická látka (část molekuly se oxiduje a část se redukuje). [2]

Biologická rozložitelnost

Mikroorganismy jsou schopny odstraňovat jen organické látky biologicky rozložitelné (mohou je použít jako substrát). Na biologickou rozložitelnost organických látek lze usuzovat z hodnot BSK a jejich poměru k teoretické spotřebě kyslíku (TSK). Poměr BSK/TSK v rozmezí 0,4 – 0,2 signalizuje látku rychle a snadno rozložitelnou. Pokud hodnoty poměru jsou pod 0,4, může jít o látku s pomalými rychlostmi rozkladu, nebo že směsná kultura použitá k rozkladu nebyla na danou látku dostatečně nebo vůbec adaptována. Nenulový poměr

BSK/TSK indikuje biologickou rozložitelnost dané látky, ale neříká nic o rychlosti jejího rozkladu. Množstevní mírou biologické rozložitelnosti dané organické látky je maximální specifická rychlost jejího odstraňování adaptovanou směsnou kulturou. Obecně je specifická rychlost odstraňování dané látky závislá na stáří směsné kultury. [2]

Růst a množení mikroorganismů

Pochody probíhající při biologickém čištění odpadních vod jsou v podstatě stejné jako pochody probíhající při stanovení BSK. Část organických látek odstraněných z odpadní vody se zoxiduje na CO_2 a H_2O , druhá část se spotřebuje na syntézu zásobních látek a nových buněk. Zásobní látky jsou často syntetizovány polysacharidy a lipidy, syntéza se projevuje zvětšováním hmotnosti biomasy a zvyšováním počty mikroorganismů. Je důležité rozlišovat pojmy růst a rozmnožování. Růst je zvýšení koncentrace biomasy, nemusí přitom dojít k dělení buněk. U některých mikroorganismů mateřské buňky podstatně zvětšují hmotnost a svoji velikost před tím, než se rozdělí na dvě buňky. [2]

Aktivační proces

Aktivační proces (aktivace) je nejstarší kontinuální kultivace mikroorganismů v nesterilních podmínkách. Surová nebo odsazení odpadní voda v množství Q_1 a o koncentraci organického znečištění S_1 přitéká do aktivační nádrže, zde se míchá s recirkulovaným (vratným) aktivovaným kalem. Ten se čerpá v množství Q_r a má koncentraci sušiny X_r . Směs je intenzivně provzdušňována buď tlakovým vzduchem, nebo mechanickými aerátory. Recirkulací se dosahuje vyšší koncentrace biomasy. Poté co směs projde aktivační nádrží, se aktivovaný kal separuje od vyčištěné vody v separační nádrži. Zahuštěný aktivovaný kal se vrací zpět na začátek aktivační nádrže. Odstranění organických a nerozpuštěných látek z odpadní vody má za následek tvorbu nové biomasy. Ta se ze systému musí odstraňovat ve formě přebytečného aktivovaného kalu Q_w . [2]

4.3.1 Aerobní způsoby biologického čištění

Aktivace bývá často rozdělována na různé technologické modifikace, na nízkozatíženou, vysokozaříženou, rychloaktivaci apod. Existují čtyři základní uspořádání:

- jednorázový systém
- semikontinuální systém
- kontinuální systém s postupným tokem
- kontinuální systém s ideálním promícháváním. [2]

Jednorázový systém (diskontinuální): Roztok substrátu (např. odpadní voda) se smíchá s aktivovaným kalem a směs se provzdušňuje. Při provzdušňování dochází k úbytku substrátu. S úbytkem substrátu současně dochází k přírůstku sušiny biomasy z počáteční hodnoty X_0 na hodnotu X_t . Charakteristické je, že mikroorganismy jsou v prostředí s měnící se koncentrací substrátu. Po určité době se sledování procesu ukončí, systém se zruší a dál se neprovozuje. [2]

Semikontinuálně systém: Jde o časově se opakující jednorázový proces. Po určité době odebereme část biomasy a kultivačního media, obsah nádrže doplníme novým roztokem substrátu. Pokud stále proces opakujeme, realizujeme uspořádání, kterému říkáme semikontinuální kultivace, nebo systém. [2]

Kontinuální systém s postupným tokem: Aktivační nádrž má tvar dlouhého koryta s relativně malým průtočným profilem. Odpadní voda o koncentraci substrátu S_1 se smíchá s vráceným kalem a směs se přivádí do aktivační nádrže, kde je provzdušňována. Během průtoku dochází k postupnému poklesu substrátu z počáteční hodnoty S_s , na průtokovou hodnotu S_2 , závislou na délce nádrže. Charakteristické pro tento systém je, že směsná kultura je ve styku se substrátem, jehož koncentrace se mění. [2]

Kontinuální systém s ideálním promícháváním: Roztok substrátu o koncentraci S_1 přichází do nádrže odděleně od recirkulovaného kalu. V nádrži dojde ke smíchání, ta je intenzivně provzdušňována a promíchávána. Díky homogenizaci má koncentrace substrátu v odtoku S_2 stejné složení v celé nádrži. Charakteristická je konstantní rychlost odstraňování substrátu v celé nádrži, proto je stejná i rychlost spotřeby kyslíku v celé nádrži. [2]

Vliv pH

Optimální pH pro většinu bakterií je v rozmezí 6,0 – 7,5. Kvasinky mají optimální pH v rozmezí od 4,0 do 5,8 a plísně od 3,8 do 6,0. Aktivovaný kal je v rozmezí poměrně širokém od 6,0 do 9,0. Pokud hodnoty pH, klesnou pod 6,0, hrozí nebezpečí růstu vláknitých hub. Vhodné pH čistěných odpadních vod je závislé na tom, zda kyselost nebo zásaditost je způsobena organickými či anorganickými sloučeninami. Pokud jsou příčinou kyselosti či zásaditosti organické látky může být pH čistěné vody v širokém rozmezí od 5,0 – 11,0, naopak u anorganických látek je nutná neutralizace, aby pH čistěné vody bylo v rozmezí od 6,0 – 8,0. [2]

Vliv nutrientů

Účinnost čištění může být ovlivněna nutriční nevyvážeností odpadní vody, kdy jde většinou o nedostatek makrobiogenních prvků fosforu a dusíku. [2]

Spotřeba kyslíku a vzduchu

Zajištění přísunu kyslíku je nutné z toho důvodu, aby mohly probíhat aerobní biologické pochody. Pro optimální poměr musí být rychlost přísunu kyslíku větší, nebo musí být rovna rychlosti jeho spotřeby. V závislosti na technologických parametrech a koncentraci amonických iontů spotřeby kyslíku na nitrifikaci může být až 25% z celkové spotřeby. [2]

Nitrifikace

Probíhá ve dvou stupních. V první fázi se amoniakální dusík oxiduje na dusitany pomocí bakterií. Ve druhé fázi jsou vzniklé dusitany oxidovány na dusičnany mikroorganismy. Obě skupiny organismů jako zdroj uhlíku potřebují oxid uhličitý a jsou litotrofní. Nitrifikační bakterie patří mezi pomalu rostoucí organismy, také jsou striktně aerobní – dovedou přežít několikahodinový pobyt v anoxických sekcích. [2]

Denitrifikace

Je opakem nitrifikace. Znamená redukci dusičnanů a dusitanů na N_2 nebo N_2O . Oxidovaných forem dusíku mohou organismy využívat asimilačně nebo disimilačně. Nitrátová asimilace je proces redukce dusičnanů na amoniak – získání dusíku pro syntézu buněčné hmoty. Nitrátová disimilace (respirace), je proces, při kterém organismy využívají dusičnanový dusík. Dusičnanový nebo dusitanový dusík figuruje při anoxické respiraci jako akceptor elektronů. [2]

4.3.2 Anaerobní čištění odpadních vod

Rozklad mikrobiální organické hmoty za anaerobních podmínek probíhá v přírodě samovolně. Konečnými produkty tohoto rozkladu jsou metan a oxid uhličitý. Anaerobní rozklad organické hmoty na metan a oxid uhličitý je technologicky využíván jako likvidace organického znečištění. Využití při zpracování různých druhů organických kalů, vodních suspenzí a koncentrovaných roztoků. Anaerobní stabilizaci kalů a anaerobní čištění odpadních vod, kdy mikroorganismy rozkládají organické látky za vzniku methanu, nazýváme methanizace. Jde o soubor procesů, při nichž směsná kultura mikroorganismů postupně rozkládá biologicky rozložitelnou organickou hmotu bez přísunu vzduchu. Konečnými produkty jsou vzniklá biomasa, plyny a nerozložitelný zbytek organické hmoty, který je pro prostředí z hygienického hlediska nezávadný (je stabilizovaný). [2]

Výhody a nevýhody

Podmínky pro anaerobní čištění odpadních vod se neustále rozšiřují. Intenzivní anaerobní procesy umožňují čištění odpadních vod širokým rozsahem koncentrace organického znečištění. Porovnání anaerobních způsobů s aerobními:

- Nízká spotřeba energie: Anaerobní proces je za optimálních podmínek energeticky aktivní.
- Nižší produkce biomasy: Produkce anaerobní biomasy je zhruba desetkrát nižší než produkce aerobní biomasy.
- Nízké požadavky na živiny: Nízká produkce biomasy vede k nízkému poměru potřeby živin.
- Možnost udržet vysokou koncentraci biomasy v reaktoru: V anaerobním reaktoru je koncentrace biomasy limitována pouze vlastnostmi kalu a stavbou reaktoru.
- Nízká reakční rychlost: Rychlost metabolismu v anaerobních systémech je velice nižší než v aerobních, z tohoto důvodu vyžadují anaerobní procesy delší dobu zdržení.
- Poměrně vysoká koncentrace organických látek na odtoku: V mnoha případech je nutné odtok z anaerobních reaktorů aerobně dočistit před vypouštěním do recipientu.
- Citlivost methanogenních bakterií: Bakterie jsou součástí anaerobní biomasy, jsou poměrně citlivé na změny životních podmínek.
- Dlouhá doba zpracování anaerobních procesů: Vyplývá z důvodu, že je nízká růstová rychlost anaerobních mikroorganismů, především methanogenních bakterií.

4.4 Kalové hospodářství

Kalová voda je kalový produkt methanizace kalu. Odděluje se od stabilního kalu. Snadnost oddělení kalové vody od kalu je závislé na funkci methanizační nádrže. Množství a kvalita kalové vody závisí také na kvalitě a koncentraci surového kalu, době stabilizace a na uspořádání procesu. [2]

Bioplyn je produktem procesu methanizace, anaerobního čištění odpadních vod a anaerobní stabilizace kalů. Hlavním cílem je likvidace organického znečištění a stabilizace organického hmoty a to z hlediska ochrany životního prostředí. Skládá se převážně z CH₄, CO₂ a menšího množství H₂, N₂, H₂S. Obsahuje určité množství vody (při výstupu z methanizačního

reaktoru) a také může obsahovat stopové množství amoniaku, mastných kyselin apod. Vysoký obsah CH_4 a vysoká výhřevnost řadí bioplyn mezi ušlechtilé zdroje energie. Z methanizačních reaktorů je bioplyn odváděn do nízkotlakového plynojemu a odtud rozváděn k dalšímu zpracování. Spotřeba bioplynu závisí na druhu čištění odpadních vod a na teplotě a koncentraci substrátu. Nejeftivnější využití bioplynu je pro pohon spalovacích motorů spojených s agregátem na výrobu elektrické energie. [2]

V tomto stádiu kalové hospodářství zajišťuje aerobní nebo anaerobní stabilizaci kalů vyprodukovaných čistírnou a to i včetně jejich zahuštění nebo případně odvodnění. Řešením je akumulace kalu v případě periodického odvozu uskladněného kalu k jeho stabilizaci nebo likvidaci (využití) mimo areál čistírny odpadních vod. Ve větších čistírnách odpadních vod bývají tyto čtyři části od sebe odděleny. U menších velikostí ČOV dochází k jejich slučování. [2]

4.4.1 Zpracování čistírenských kalů

Organické kaly se skoro ve všech čistírnách zpracovávají methanizací. Jde prakticky o nejdokonalější způsob jejich stabilizace, zároveň dochází k hmotnostnímu a objemovému úbytku organické hmoty uvolněním značné části organického uhlíku v plynné formě (oxid uhličitý – CO_2 , methan – CH_4) a uvolněním vody. Kal – suspenze pevných látek nazývaných sušina kalu. Surový kal – kal z ČOV určený k methanizaci. Surový kal pochází z mechanického stupně čistírny (primární kal) a z biologického stupně (přebytečný aktivovaný kal). Složení a obsah sušiny surového kalu závisí, odkud kal pochází – původ kalu (druh kanalizace, složení odpadních vod apod.). Obsah organických látek se určuje stanovením úbytku žíháním sušiny. Ztráta pomocí žíhání představuje celkový úbytek látek těkavých a spalitelných při 550°C . Poměr organických látek v sušině k anorganickým látkám je přibližně 2:1, po methanizaci spadne na 1:1 v městských ČOV v surovém kalu. [2]

Současná technologie

V současnosti se provozují dva způsoby methanizace kalu – normální (standardní, nízko zatížená) a vysoko zatížená (rychlouhňování). V současné době většina pracujících methanizačních nádrží byla navrhována na základě empirie. Výsledným parametrem nádrže bylo množství znečištění připadající na jednoho obyvatele. V městských ČOV se zpracovává směs primárního kalu a přebytečného aktivovaného kalu. Přebytečný aktivovaný kal se vede z dosazovací nádrže do nádrže usazovací, zde se smíchá s primárním kalem. Z usazovací nádrže je kal veden do zahušťovací nádrže. Dochází k zahuštění sušiny kalu na požadovanou

hodnotu. Zahušťovací nádrž má také funkci zásobníku surového kalu pro methanizaci. Surový kal je veden buď v pravidelných intervalech (semikontinuálně), nebo kontinuálně přidávám do methanizační nádrže. [2]

4.4.2 Anaerobní reaktory pro stabilizaci kalu

Nejstarším typem methanizačních nádrží u nás jsou dvouúčelové nádrže, nazývané šterbinové nádrže. V horní části dochází k sedimentaci kalu a odsazený kal propadá šterbinou do methanizačního prostoru. V methanizačním prostoru dochází k jeho stabilizaci. Bioplyn je jímán v jímácím zvonu, nebo je vypouštěn do atmosféry. Stabilizovaný kal se v časových intervalech odčerpává. Dnešní konstrukce methanizačních nádrží má požadavek maximální úspory tepla při provozu nádrže. Teplota a míchání patří mezi nejdůležitější faktory ovlivňující průběh methanizace, proto existuje několik způsobů míchání a vytápění methanizačních nádrží. [2]

Míchání methanizačních nádrží:

- mechanické: Různé druhy míchadel.
- míchání recirkulací kalu: Kal je odčerpáván z nádrže pod určitým tlakem a opět vsunut do nádrže.
- míchání recirkulací plynu: Bioplyn je odsáván z plynového prostoru, pod tlakem je vhaněn do různých míst nádrže, aby došlo k dokonalému promíchání. [2]

Vytápění methanizačních nádrží:

- teplou vodou, párou a topnými tělesy
- teplou vodou, párou ve výměnících tepla vně nádrže
- přímým injektováním vodní páry (přímo do nádrže nebo do recirkulovaného kalu)
- ponořenými plynovými hořáky. [2]

4.4.3 Vlastnosti a zpracování anaerobně stabilizovaného kalu

Dobře vyhníly kal je nepáchnoucí, dobře odvoditelný a z hygienického hlediska nezávadný. Z fyziologického hlediska jde o tmavou amorfni neplastickou heterogenní směs suspendovaných a koloidních látek. Barva kalu je dána nerozpuštěným sulfidem železnatým. Kal je po methanizaci díky příznivému obsahu organických a anorganických látek vhodný jako hnojivo přímo, nebo ke kompostování. V zemědělství však negativně ovlivňuje obsah těžkých kovů. Nejrozšířenějším způsobem dosud bylo odvodňování kalu a to odvodňováním

na kalových polích. Nevýhodou jsou velké požadavky na plochu a sezónní a klimatická závislost funkce kalových polí. V dnešní době se ve všech případech při odvodňování používají flokulanty. Výhodami jsou jejich menší dávky, vysoká účinnost a snadná manipulace. Podle druhu kalu, a vlastnostech flokulantu se určuje dávka a druh flokulantu. Následující čtyři metody jsou nejvýznamnější pro odvodňování aerobně stabilizovaného kalu.

Odstředivky: Používají se celoplašťové šnekové odstředivky, kal se potrubím přivede v ose bubnu. Na vnitřní straně kuželovité části rotačního bubnu se usazuje zahuštěný kal, přes hranu bubnu odtéká ve válcové části. Zahuštěný kal je šnekem doprovázen k úzkému konci komolého kužele, zde vypadává z odstředivky. Zde není nutné používat flokulanty.

Vakuové filtry:Nejběžnějším vakuovým filtrem je bubnový vakuový filtr, má řadu modifikací. Buben má plášť z děrovaného plechu, kolem něj je ovinuta filtrační plachetka. Vnitřní část bubnu je rozdělena na dvě části. Část nasávací a část odstraňování koláče. V nasávací části je udržován velmi nízký tlak, ve druhé části je pomocí tlakového vzduchu nebo vody oddělován koláč z plachetky. Z této vnitřní části bubnu je filtrát odváděn. [2]

Kalolis:Kalolis má 70 až 100 komor, rozměr filtračních rámečků je 1 m x 1 m. Při tlaku 1 MPa se filtrační doba pohybuje v rozmezí 1 – 3 hodin. Kalolis je plněn pomocí tlakových čerpadel. [2]

Sítopásové lisy: V posledních letech se značně používají při odvodňování čistírenských kalů. Mísicím zařízením je vstupující kal smíchán s organickým flokulantem, poté směs přechází do předodvodňovací zóny na povrch filtračního pásu, kde se odděluje větší část volné vody. Kal je vtlačován do klínového prostoru mezi dvěma pásy, zde se vytváří stlačováním kalu kalový koláč. Kalový koláč spolu s pásy je dále veden přes kladky, kde tlakem a střihovými silami dochází k odstranění další vody. Anaerobně stabilizovaný kal lze odvodnit na 25 – 40% sušiny. [2]

5 CÍL A POUŽITÉ METODY

V kapitole cíl a použité metody se rozepíši co je mým cílem a jaké metody jsem použila k napsání bakalářské práce.

Cíl práce:

1. Vymezení pojmů souvisejících s čističkou odpadních vod a s ní související legislativa.
2. Vyhodnocení efektivnosti čištění čističky odpadních vod v Uherském Hradišti.
3. Doporučení opatření pro zlepšení efektivního čištění čističky odpadních vod v Uherském Hradišti.

Metody:

Použité metody, které jsem ke psaní bakalářské práce použila, jsou sběr dat, terénní výzkum a analýza srovnání dat.

- Sběr dat - Metoda sběru dat byla založena na získání informací ohledně čističek odpadních vod. Využila jsem internetové stránky a odbornou literaturu.
- Terénní výzkum - Byl založen na osobním průzkumu čističky odpadních vod v Uherském Hradišti. Mnoho informací mi bylo umožněno vedením ČOV.
- Analýza srovnání – Metoda je založena na srovnání čištění čističky odpadních vod s předešlými lety podle informací od vedení ČOV. Podle této metody bylo možno vyhodnotit čištění odpadních vod.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

6 MĚSTO UHERSKÉ HRADIŠTĚ

V úvodu mé praktické části, bych první chtěla popsat alespoň z části město Uherské Hradiště. Poté bych se dále rozepsala už o samotné čističce odpadních vod, o její historii, způsobu čištění a o jednotlivých znečišťovateliích.

Město Uherské Hradiště bylo založeno Přemyslem Otakarem II. v roce 1257. Uherské Hradiště spadá do Zlínského kraje. Svou rozlohou 21km² nepatří mezi naše největší města. Počet obyvatel se pohybuje okolo 25 600. Leží v nadmořské výšce 179 m. Podél Uherského Hradiště teče řeka Morava, která v mé bakalářské práci hraje důležitou roli. Město Uherské Hradiště je převážně průmyslovým městem, nachází se zde množství firem a také areálů, které ČOV hodně využívají. [18]

Na severozápadě je ohraničeno okresem Kroměříž, na severovýchodě okresem Zlín, na jihozápadě sousedí s okresem Hodonín a jihovýchod je vymezen hranicí se Slovenskem. Do Uherského Hradiště spadá 7 městských čtvrtí: Štěpnice, Míkovice, Popovice, Sady, Vésky, Rybárny a Mařatice. [19]

Uherské Hradiště je také region s řadou zachovalých lidových tradic, např. dobrým vínem, krásnými kroji, proslulým folklórem a cimbálovou muzikou. Je odedávna přirozeným středem Slovácka. K nejvýznamnějším kulturním aktivitám patří Festival hudebních nástrojů lidových muzik, Slavnosti vína, Letní filmová škola, Den otevřených památek a mnoho dalších. [20]

6.1 Kanalizace a čištění odpadních vod

Město se rozkládá na soutoku řek Moravy a Olše. Recipientem povrchových i podzemních vod jsou dále přítoky – v Jarošově Jarošovský potok, v Mařaticích Mařatský potok a v Míkovících Míkovický potok.

Kanalizační síť pokrývá celé město. Dešťové a odpadní vody jsou jednotnou soustavou v Uherském Hradišti sváděny do kmenové stoky, která je zaústěna do městské ČOV a poté vypouštěna do Moravy. Východ a sídliště Malinovského mají kanalizaci oddílné soustavy, dešťové vody z těchto lokalit jsou vypouštěny do Olšavy. V Míkovících a Veskách je vybudován samostatný systém jednotné kanalizace, která vede do ČOV Vésky a poté do Olšavy. [21]

7 ČISTIČKA ODPADNÍCH VOD V UHERSKÉM HRADIŠTI

Čistička odpadních vod spadá pod společnost Slovácké vodárny a kanalizace, a.s. se sídlem v Uherském Hradišti. Společnost sídlí na adrese Za Olšávkou 290. Hlavním předmětem této společnosti je provozování vodovodů a kanalizací pro veřejnou potřebu ve městech a obcích v okrese Uherské Hradiště. [22]

7.1 Historie ČOV

Pro město Uherské Hradiště byla ČOV uvedena do trvalého provozu v roce 1975. Tehdy šlo o mechanicko-biologickou čistírnu odpadních průmyslových a městských vod s anaerobní stabilizací kalu. V této době, byly připojeny odpadní vody i ze závodů z potravinářského průmyslu. Kapacita ČOV byla na 122 500 EO v konzervářské sezóně a mimo tohle období bylo uvažováno s maximem 83 000 EO. [23]

O 17 let později v roce 1992 bylo uvedeno do provozu mechanické odvodnění kalů na páso- vých lisech CENED 2000. V první polovině 90. let bylo nutné provést několik dalších re- konstrukcí (výměnu provzdušňovacího systému v aktivační nádrži za systém jemněbublinné aerace včetně výměny dmýchadel a výměny některých čerpadel). V roce 1996 byla vybudo- vána nová kotelna s kotly Dietrich a o rok později byla provedena rekonstrukce korozi silně poškozeného tzv. mokrého plynojemu na plynojem s plovoucím stropem. Jeho kapacita se touto rekonstrukcí a výměnou zvýšila více než dvojnásobně. I přes různé opravy a rekon- strukce nebyl stále vyřešen zásadní problém ČOV, kterým bylo látkové přetížení biologic- kého stupně a neschopnosti ČOV odstraňovat nutrienty – formy dusíku a fosforu – s poža- dovanou účinností. Proto v roce 1999 byla připravena celková rekonstrukce ČOV. Cílem bylo zvýšení kapacity a účinnosti čištění odpadních vod s požadavky na ochranu životního prostředí. Stavba byla zahájena až v červenci roku 2001, potom co bylo vydáno stavební povolení a byly vybrány firmy, které měly tuhle realizaci na starost. [23]

Rozhodující bylo vybudování nové aktivace, nové dosazovací nádrže, nové vstupní čerpací stanice a nádrží hrubého předčištění. V březnu roku 2002 byla do provozu uvedena nová vstupní čerpací stanice, objekt hrubého předčištění a dále byla uvedena o dva měsíce později do provozu biologická část. Součástí byly i nové rozvody vodovodů pitné a provozní vody, kanalizace, zemního plynu a bioplynu, vzduchové potrubí, teplovodní rozvody, kabelové rozvody, komunikace a rekonstrukce provozní budovy a laboratoř. Mezitím, co probíhala rekonstrukce, byla stávající ČOV v provozu s minimálními odstávkami pro účely provedení

propojů mezi starými a novými částmi ČOV. V prosinci roku 2002 byla stavba dokončena, předána a uvedena do ročního zkušebního provozu. V této době je ČOV moderní čistírnou odpadních vod, vybavenou účinnou technologií čištění se strojně-technologickým zařízením na špičkové technické úrovni. Vysoká účinnost čištění je lepší ke zlepšení kvality vody v řece Moravě a zajistí kvalitní vyčištění odpadních vod. Celkové náklady rekonstrukce dosáhly na 190 milionů Kč. K financování přispělo Ministerstvo zemědělství dotací ze státního rozpočtu a úvěrem z prostředků EIB.[23]

8 PROCES ČIŠTĚNÍ

Rekonstrukce ČOV je pro město Uherské Hradiště nejnáročnější a nejvýznamnější investicí akciové společnosti Slovácké vodárny a kanalizace. Touto realizací se společnost vyrovnává s nevyhovující úrovní čištění odpadních vod a likvidací čistírenských kalů způsobem, který odpovídá technickému pokroku v této oblasti na počátku třetího tisíciletí. Základní funkcí je vyčištění přiváděných odpadních vod z aglomerace Uherské Hradiště.[23]

Celý proces čištění odpadních vod je řízen provozním řádem ČOV. Zde je obsaženo že:

- koncentrace a množství ukazatelů vypouštěné čištěné odpadní vody byly v souladu s rozhodnutím vodoprávního úřadu o vypouštění odpadních vod do vod povrchových,
- koncentrace a množství ukazatelů vypouštěné čištěné odpadní vody nepřesáhly limity zpoplatnění,
- proces čištění byl v souladu se systémem managementu jakosti podle ČSN EN ISO 9001:2001 a odpovídal směrnici QS3 průběh výroby – odpadní voda. [24]

Čistička odpadních vod dále musí žádat o vypouštění odpadních vod z ČOV Uherské Hradiště do vodního toku Morava a dále o povolení k nakládání s vodami. Slovácké vodárny a kanalizace, a.s. žádají povolení u odboru životního prostředí a zemědělství – oddělení vodního hospodářství - ve Zlíně na krajském úřadě. Rozhodnutí a prodloužení je momentálně do 31. 12. 2018, po uplynutí tohoto data bude muset ČOV žádat opět o prodloužení. Krajský úřad ve Zlíně povoluje vypouštění odpadních vod z ČOV v Uherském Hradišti do vodního toku Moravy následovně:

Tab. 2. Přípustné koncentrace [24]

Kvalita – přípustná koncentrace (typy vzorků „p“ a „m“)		
CHSK _{Cr}	75 mg/l	125 mg/l
BSK ₅	15 mg/l	30 mg/l
NL	20 mg/l	40 mg/l
N _{celk.}	15 mg/l	20mg/l
P _{celk.}	1 mg/l	6mg/l

Vzorky typu „p“ a „m“

Stanovení přípustných koncentrací „p“ je možné určit typem vzorku C dle nařízení vlády – vzorek úměrný proteklému množství. [25]

Stanovení maximálních koncentrací „m“ je možné určit typem vzorku C dle nařízení vlády – vzorek úměrný proteklému množství. Uvedené maximální koncentrace není možné překročit. [25]

Stanovení průměrných hodnot se určuje jako aritmetický průměr koncentrací za posledních 12 kalendářních měsíců, tyto hodnoty nesmí být překročeny. Četnost odběru vzorků je prováděn 26x za rok, způsob odběru je prováděn automatickým stabilním vzorkováním. Rozbory vypouštěných odpadních vod jsou prováděny oprávněnou laboratoří, která je akreditována Českým institutem. Nebo musí být držitelem platného Osvědčení o správné činnosti laboratoře. Výsledky měření jakosti a množství vypouštěných odpadních vod budou 1x ročně předávány vodoprávnímu úřadu, správci povodí, tj. Povodí Moravy, s.p. v Brně a pověřeným odborným subjektem, tj. Výzkumný ústav vodohospodářský a Český hydrometeorologický ústav. Rozbory vypouštěných odpadních vod musí být prováděny dle jednotlivých ukazatelů znečištění podle technických norem. [25]

8.1 Mechanické čištění

Odpadní vody, které jsou přiváděny do čističky, jsou dvěma kanalizačními stokami přiváděny do přítokového žlabu, je rozdělen přepážkou na dvě části. Užší část je vybavena hrubými česlemi, přes které jsou odpadní vody odváděny do objektu nové vstupní čerpací stanice. Širší část je vybavena jemnými česlemi, které slouží pro odlehčení dešťových přívalů přes dešťovou čerpací stanici do recipientu – řeky Moravy. Vstupní čerpací stanice splaškových vod je osázena ponornými čerpadly v provedení do mokré jímky. Mokrý jímka zajišťuje vyzdvižení odpadní vody o maximálním dešťovém přítoku $Q_{\max} = 300 \text{ l/s}$ do objektu hrubého předčištění. Čerpací stanice souběžně zajišťuje gravitační průtok odpadních vod i dalšími stupni ČOV. Čerpadla postavena ve vstupní čerpací stanici jsou vybavena systémem automatické regulace čerpaného množství v závislosti na přítoku. Změna čerpaného množství je zajištěna při stejných otáčkách. Čerpadla slouží také k stahování plovoucích nečistot a tuků v jímce. Výtlaky čerpadel jsou poté zaústěny do nátokového žlabu hrubého předčištění. Na každém z nich je instalován indukční průtokoměr. Tento objekt hrubého

předčištění je tvořen dvěma železobetonovými žlaby. Ve dvojici nových žlabů jsou nainstalovány dvě jednotky kompaktního zařízení, které obsahuje stírané jemné česle a provzdušňovaný lapák písku a tuků. Kompaktní zařízení v provedení do betonového žlabu je sestaveno z jemných strojně stíraných rotačních česlí a z integrovaného provzdušňovaného lapáku písku a tuků s vyhrnovacím šnekovým dopravníkem. Zdrojem vzduchu pro lapák písku a tuků je vestavěný kompresor, ten je součástí dodávky kompaktního zařízení.[23]

Zachycený materiál je vyhrnován do 2 ks kontejnerů o obsahu 5m³. První z kontejnerů slouží k shromažďování písku a druhý je k shromažďování shrabků. Směs zachycených tuků je vedena před česle a shromažďována v kontejneru společně se shrabky. Odpadní voda odtéká z odtokového žlabu potrubím do nátokového žlabu. [24]

Kruhová usazovací nádrž slouží pro účely mechanického čištění, je vybavena zařízením pro stírání dna a hladiny. Usazovací nádrž je provozována s parametry v souladu ČSN 75 6401. Primární kal je odtahován do jímky směsného kalu, ten bývá odtahován buď ručně s obsluhou, nebo probíhá automaticky v časovém režimu.

Dešťový přítok nad 300 l/s je po hrubém předčištění přečerpáván dešťovou stanicí do Moravy. Maximální množství odpadních vod přivedených do biologického stupně při dešťových přívalech převyšuje hodnotu maximálního množství suchých splašků a zaručuje tak, že k odlehčení dochází pouze pro přívalové vody. U těchto vod dochází ke značnému naředění hodnot koncentrací ukazatelů znečištění. [23]



Obr. 1. Usazovací nádrž a fermentační nádrže [foto autor]

8.2 Biologické čištění

Po primární sedimentaci jsou odpadní vody přivedeny do biologického stupně ČOV. Biologický stupeň je řešen na bázi dvou paralelních linek oběhové aktivace s předřazeným anaerobním reaktorem. Zařízením anaerobních nádrží je výrazně podpořena schopnost systému odstraňovat fosfor z odpadní vody. Reversibilní akumulace fosforu je schopnost některých bakterií, které se vyskytují i v aktivovaném kalu. Objem anaerobního reaktoru činí 1300m^3 a je rozdělen 4 ponornými míchadly. Nádrže oběhové aktivace mají objem 12240m^3 . Pro zajištění proudění v nádržích jsou v anaerobních zónách instalována 4 pomaluběžná horizontální míchadla. [23]



Obr. 2. Anaerobní nádrž [foto autor]

Aktivační směs z aerobních sekcí aktivačních nádrží odtéká do tří kruhových dosazovacích nádrží. Sestava strojně-technického zařízení umožní v kombinaci s řídicím systémem provozovat oběhovou aktivaci dvěma způsoby. Prvním je zajištění odstraňování forem dusíku provozováním systému se simultánní nitrifikací a denitrifikací, druhý způsob je odstraňování forem dusíku provozováním systému s přerušovanou aerací. [24]



Obr. 3. Aktivační nádrž [foto autor]

Srážení fosforu

Pro podporu biologického odstraňování fosforu v určitých obdobích provozu ČOV je instalována stanice simultánního chemického srážení fosforu QIRC 304. Kombinace chemického a biologického odstraňování fosforu je vhodnou metodou, jelikož dosažení kvalitního odtoku je zabezpečeno relativně nízkými dávkami železitého koagulantu. Dávkování železitých solí zatěžuje vločky aktivovaného kalu a tak působí pozitivně při separaci kalu v dosazovacích nádržích. [24]

Dosazovací nádrže

Dosazovací nádrže jsou použity k separaci aktivovaného kalu od vyčištěné odpadní vody. Dosazovací nádrže (2) jsou stavebně rekonstruovány a nově technicky vybaveny. Z obou oběhových aktivací je aktivační směs přiváděna do rozdělovacího objektu. Aktivační směs je rozdělena rovnoměrně na dva proudy. Z jedné poloviny je aktivační směs přiváděna do dvou stávajících technologicky rekonstruovaných dosazovacích nádrží. Z druhé poloviny je aktivační směs přiváděna do jedné nově vybudované hluboké dosazovací nádrže. Z dosazovacích nádrží je aktivovaný kal odtahován do stávající čerpací stanice vratného kalu. Zde je

rozdělován čerpadly vratného kalu pomocí nádrže anaerobního reaktoru do obou linek oběhové aktivace. Přebytný aktivovaný kal je odtahován odbočkou z potrubí výtlaku čerpadel vratného kalu na sání vřetenových čerpadel a poté strojně zahušťován. Zahušťovač je vyvěšen tak, aby zahuštěný kal mohl volně odtékat do jímky směsného kalu.[24]



Obr. 4. Dosazovací nádrže [foto autor]

Dmychárna je další součástí biologického stupně, je osázena rotačními dmychadly s regulací množství dodávaného vzduchu. Na odtoku z biologického stupně je zařazen terciální stupeň čištění v provedení mikrosítové bubnové filtry, tenhle stupeň slouží pro snížení množství vypouštěného znečištění, zejména koncentrace nerozpuštěných látek.[23]

Vyčištěná odpadní voda z terciálního stupně dočištění je vedena přes měrný Parshallův žlab FIRCQ105 a výpustní objekt do recipientu. Dále je zde instalováno stabilní zařízení pro automatický odběr vzorků QRA603 v temperovaném venkovním prostředí. Zajišťuje odběr vzorků odpadní vody na výstupu z ČOV. V místě odběru vzorků je nainstalováno zařízení pro měření fosforečnanů, rozpuštěného kyslíku, zákalu a teploty. [24]

8.3 Kalové a plynové hospodářství

Skladba kalového a plynového hospodářství:

- 2ks uskladňovací nádrže
- 2ks fermentační nádrže
- objekt mechanického odvodnění kalu
- plynojem
- kotelna [24]

Kalové a plynové hospodářství spočívá v zajištění výborné homogenizace vyhnívacích nádrží. Vyhnívací nádrže je možné provozovat v termofilním režimu, při teplotě 55°C. Pro míchání obsahu je v každé nádrži osazeno mechanické pomaloběžné míchadlo. Pro optimalizaci energetické bilance byl ve stávající kotelně instalován nový kotel s kombinovanými hořáky na zemní plyn a bioplyn. [24]



Obr. 5. Fermentační nádrže s kotelnou [foto autor]

Do fermentačních nádrží je přiváděn zahuštěný přebytečný a primární smíšený biologický kal. Systém je provozován jako dvoustupňový. Surový kal je načerpáván do prvního vyhřívaného stupně a druhý stupeň je pouze míchaný. Zapojení nádrží umožňuje v případě potřeby provozovat fermentační nádrže samostatně. Bioplyn je z každé nádrže odebírán samostatným potrubím a poté zaveden do stávajícího plynojemu. Vyprodukovaný bioplyn bývá používán pro zajištění tepelných potřeb ČOV. Pokud je přebytečný bioplyn, bývá spalován v hořáku zbytkového plynu.[24]

Odvodnění kalu: Vyhnílý kal je z uskladňovací nádrže odváděn na strojní odvodnění kalu, které je realizováno pomocí dekantační odstředivky. Automatizovaná linka odvodnění kalu je v následujícím složení: plnicí vřetenové čerpadlo kalu, dekantační odstředivka, šnekový dopravník odvodněného kalu, automatizovaná stanice na přípravu roztoku flokulantu, řídící panel, dávkovací vřetenové čerpadlo flokulantu a řídící panel pro odvodňovací linku. [24]

Plynojem

Plynojem je zařízení určené pro jímání produkovaného bioplynu, který vzniká při anaerobním rozkladu ve fermentačních nádržích. Dále je určeno k vytváření rovnoměrného tlakového režimu v plynovém a energetickém hospodářství. [24]

8.4 Systém technologického procesu

Automatický provoz ČOV je zajištěn řídicím systémem, který tvoří 6 programovatelných automatů. Tyto automaty jsou napojeny optickým kabelem na centrální řídicí počítač, který je umístěn ve velínu ČOV. Vizualizace je tvořena ve vizualizačním softwaru WinCC. [23]

9 NEJVĚTŠÍ ZNEČIŠŤOVATELÉ

Kvalitu odpadních vod v stokové síti významně ovlivňují producenti, které stanovuje kanalizační řád. Těmto producentům určuje individuální limity znečištění ve stanovených parametrech. Dále stanovuje pravidelně sledované producenty, u kterých je dána povinnost měření průtoku odpadních vod měřicím zařízením. [26]

9.1 Kvalita kontroly odpadních vod

Provozovatel kanalizace se při kontrole jakosti vypouštěných odpadních vod řídí ustanovením § 18 odstavce 2), zákona č. 274/2001 Sb. o vodovodech a kanalizacích, § 9 odstavce 3) a 4) a paragrafem § 26 vyhláškou Ministerstva zemědělství č. 428/2001 Sb. a platným vodoprávním rozhodnutím. [26]

Podle paragrafu §18 odstavce 2) zákona č. 274/2001 Sb. je odběratel povinen provádět na určitých kontrolních místech rozbory a odběry vzorků vypouštěných odpadních vod. Výsledky rozborů předávají průběžně provozovateli kanalizace. Četnost odběrů vzorků a rozborů je dána smlouvou s provozovatelem a vodoprávním rozhodnutím. [26]

Předepsané koncentrační limity se zjišťují analýzou 24 hodinových směsných vzorků. Vzorky se pořizují sléváním 12 dílčích vzorků stejných objemů v intervalech 2 hodin. [26]

9.2 Vybraní producenti

Mezi největší znečišťovatele patří OTMA – SLOKO s.r.o., Slovácká Fruta a.s., Uherskohradišťská nemocnice a.s., ČSAD Uherské Hradiště a.s., CTZ s.r.o., AVX Czech Republic s.r.o., Tradeco s.r.o. a Hrates a.s. Každá společnost má jedno místo odběru vzorků, které jsou zobrazeny na fotce. [27]

9.2.1 OTMA – SLOKO s.r.o.

Společnost sídlí v Uherském Hradišti v Mařaticích na adrese Sokolovská 406. Společnost spadá pod firmu HAMÉ s.r.o., která klade velký důraz na zlepšování kvality odpadních vod. Odpadní vody jsou proto z výrobních procesů závodů převážně zpracovány prostřednictvím rozsáhlého systému čištění odpadních vod. OTMA – SLOKO, se zaměřuje na kečupy a protlaky, kompoty a proslazené ovoce.[27]

Značka Hamé je zde od roku 1922, kdy huštěnovický živnostník v Babicích zřídil konzervářskou dílnu (výroba marmelád, šťáv, povidel, ale i lihovin). V roce 1933 výrobu získala

společnost Biochema, která přinesla obchodní označení Hamé. Po vzniku Československé republiky začala Biochema své výrobky vyvážet i do zahraničí, především do Velké Británie a do Irska.[28]



Obr. 6. Místo kontroly vzorků: OTMA – SLOKO [26]

9.2.2 Slovácká Fruta a.s.

Společnost sídlí v Kunovicích v ulici Na Drahách 814. Společnost se zabývá výrobou paštik, chlazených jídel v miskách, paštíkami a polévkami ve střívku a kysaným zelím. Společnost spadá jako předešlá společnost pod firmu HAMÉ s.r.o., takže řešení odpadních vod řeší stejně. [29]



Obr. 7. Místo kontroly vzorků: Slovácká Fruta a.s. [26]

9.2.3 Uherskohradištská nemocnice a.s.

Nemocnice sídlí v Uherském Hradišti J. E. Purkyně 365. Vznikla 15. dubna 1924. [30]



Obr. 8. Místo kontroly vzorků: Uherskohradištská nemocnice a.s. [26]

9.2.4 ČSAD a.s.

Společnost ČSAD sídlí v Uherském Hradišti na ulici Malinovského 874. Zaměřuje se především na aktivity mezinárodní kamionové dopravy a autobusové dopravy, které jsou provozovány prostřednictvím společnosti ČSAD BUS Uherské Hradiště. Dalšími činnostmi jsou servisní služby technických středisek, celní služby a široká nabídka logistických služeb. [31]

Historie společnosti se datuje od roku 1949, kdy došlo k vyčlenění autobusové dopravy ze svazku Československých státních drah. Zásadní rozvoj společnosti nastal v roce 1993, společnost začala být řízena orgány, které byly zvoleny konkrétními vlastníky. [32]

Velké investiční výdaje v posledních letech byly vynaloženy na obnovu vozového parku, na zajištění nezbytného servisu a nevybudování staveb s ekologickým charakterem. V roce 2007 byla oddělena část podnikatelských aktivit v oblasti autobusové dopravy do nové společnosti ČSAD BUS Uherské Hradiště a.s. V současnosti díky své velikosti a nabízeným službám společnost patří k nejvýznamnějším dopravcům regionu jižní Moravy. [32]



Obr. 9. Místo kontroly vzorků: ČSAD a.s. [26]

9.2.5 CTZ s.r.o.

Teplárna CTZ s.r.o. je na ulici Sokolovská 572. Společnost byla založena v roce 1996, zásobuje území města Uherské Hradiště tepelnou energií a teplou vodou domácnosti, průmyslové subjekty a odběratele z terciární sféry. Od roku 2009 je výrobcem elektrické energie, kterou vyrábí pomocí parní protitlaké turbíny. [33]

Předmětem výroby je výroba tepelné energie, výroba tepelné energie, která nepodléhá licenci realizovaná ze zdrojů tepelné energie s instalovaným výkonem nad 50kW (jednoho zdroje), rozvod tepelné energie, instalace, výroba a opravy elektronických zařízení a obchodní činnost. [34]

Firma se řídí heslem: „Zodpovědná energie“, k životnímu prostředí se chová šetrně, citlivě a s ohledem na budoucí generace. [35]

Hlavním předmětem společnosti je výroba a rozvod tepla. Aktivity společnosti navazují na činnost státního podniku Centrální tepelný zdroj Uherské Hradiště, který rozvádí a vyrábí teplo a teplou užitkovou vodu na území okresního města od roku 1996. [36]



Obr. 10. Místo kontroly vzorků: CTZ s.r.o. [26]

9.2.6 AVX s.r.o.

Společnost sídlí jako předešlá firma také na ulici Sokolovská 573 v Mařaticích v Uherském Hradišti. Zabývá se výrobou elektrických součástek, automobilových konektorů, keramických kondenzátorů a tantalových čipových kondenzátorů. [37]



Obr. 11. Místo kontroly vzorků: AVX s.r.o. [26]

9.2.7 Tradeco s.r.o.

Společnost Tradeco s.r.o. se nachází na ulici Průmyslová 1152. V Uherském Hradišti vznikla firma v roce 1990, ze začátku působila jako obchodní společnost zabývající se vývozem živého dobytka a prasat. Momentálně je významnou firmou v oblasti nákupu, zpracování a prodeje masa. Poskytuje svým zákazníkům škálu kvalitních služeb. Nabízí dopravu zboží nákladními vozidly, nebo např. servis moderně zařízené balírny, ve které probíhá porcování a balení masa podle požadavků zákazníka. [38]

9.2.8 Hrates a.s.

Společnost sídlící na adrese Průmyslová 1153 je na trhu od roku 1996. Provozuje letní a zimní údržbu komunikací, opravy komunikací, údržbu veřejné zeleně, veřejného osvětlení, správu hřbitova, údržbu městského mobiliáře, provozování psího útulku až po obsluhu košů na odpadky. [39]



Obr. 12. Místo kontroly vzorků: Tradeco s.r.o. a Hrates a.s. [26]

Následuje tabulka se všemi vybranými producenty, jako první jsou firmy OTMA - SLOKO s.r.o. a Slovácká Fruta a.s. od společnosti Hamé, jelikož patří mezi producenty s největšími hodnotami znečištění nežádoucími látkami.

Tab. 3. Vybraní producenti [26]

Producenti OV		Limity ve stanovených parametrech							
		1	2	3	4	5	6	7	8
		OTMA – SLOKO s.r.o.	Slovácká Fruta a.s.	Nemocnice – UH a.s.	CSAD – UH a.s.	CTZ s.r.o.	AVX – CZ s.r.o.	Tradeco s.r.o.	Hrates a.s.
pH							6-9		
BSK ₅ (prům. koncentrace -p)	mg/l	3000	2000	800	800	800	800	800	
BSK ₅ (max. koncentrace-m)	mg/l	4000	3000	1000	1000	1000	1000	1000	
CHSK _{C₂} (prům. koncentrace -p)	mg/l	3000	2500	1200	1200	1200	1200	1200	400
CHSK _{C₂} (max. koncentrace-m)	mg/l	4500	3500	1600	1600	1600	1600	1400	600
NL (prům. koncentrace -p)	mg/l	1000	750	500	500	500		500	250
NL (max. koncentrace-m)	mg/l	1500	1000	750	750	750		750	300
N-NH ₄ ⁺ (prům. koncentrace -p)	mg/l	25	30					40	
N-NH ₄ ⁺ (max. koncentrace-m)	mg/l	30	50					60	
EL (prům. koncentrace -p)	mg/l		80					80	
EL (max. koncentrace-m)	mg/l		100					100	
RAS (prům. koncentrace -p)	mg/l	1200	1200	1200	1200	1200	1200		2000
RAS (max. koncentrace-m)	mg/l	1400	1400	1400	1400	1400	1400		2500
Hg (prům. koncentrace -p)	mg/l	0,004		0,002		0,002	0,002		
Hg (max. koncentrace-m)	mg/l	0,004		0,002		0,002	0,002		
Ni (prům. koncentrace -p)	mg/l						0,1		
Ni (max. koncentrace-m)	mg/l						0,1		
Sn (prům. koncentrace -p)	mg/l						1		
Sn (max. koncentrace-m)	mg/l						2		
Al (prům. koncentrace -p)	mg/l								
Al (max. koncentrace-m)	mg/l								
NEL (prům. koncentrace -p)	mg/l	5		5	5	5	5		
NEL (max. koncentrace-m)	mg/l	7,5		7,5	7,5	7,5	7,5		
Sledování producenti		ano	ano	ano					
Místa kontroly – označení		MK4	MK8	MK1	MK2	MK3	MK5	MK6	MK7
Povolení VH orgánu			ano	ano	ano		ano		ano

Nejsou-li pro jednotlivé vybrané producenty limity některých ukazatelů uvedeny, platí pro tyto ukazatele limity obecné, tzn. nejvyšší přípustné koncentrace znečištění odpadních vod.

[26]

10 EFEKTIVNOST ČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD

V následující kapitole podle dostupných údajů bude srovnáno čištění vod v letech 2011 – 2015.

Každá čistička odpadních vod má stanovené maximální limity odpadní vody, které může přijmout. Limity ČOV v Uherském Hradišti jsou znázorněny v následující tabulce:

Tab. 4. Limity ČOV Uherské Hradiště [40]

Maximální množství za rok	m ³	3 900 000
Maximální množství za den	m ³	25 920

Měřené hodnoty, které jsou uváděny v tabulkách:

- BSK₅ – biochemická spotřeba kyslíku
- CHSK_{Cr} – chemická spotřeba kyslíku dichromanem
- NL – nerozpuštěné látky (sušené)
- N-NH₄ – dusík amoniakální
- N_{celk.} – dusík celkový
- N_{anorg.} – dusík anorganický
- P_{celk.} – fosfor celkový
- RAS – rozpuštěné anorganické soli
- RL – rozpuštěné látky (sušené) [40]

V následujících tabulkách budou uvedeny hodnoty přítoku, odtoku a účinnosti za jednotlivé roky 2011 -2015.

Tab. 5. Bilanční tabulka - 2011 [40]

2011	Skutečné množství: 3 134 024,00 m³/rok		
	Přítok (mg/l)	Odtok (mg/l)	Účinnost (%)
BSK ₅	400,00	3,40	99,15
CHSK _{Cr}	907,00	19,20	97,88
NL	560,00	3,90	99,30
N-NH ₄	37,40	2,60	93,05
N _{celkový}	48,70	6,30	87,06
N _{anorganický}	37,70	4,43	88,25
P _{celkový}	9,46	0,43	95,42
RAS	720,00	690,00	4,17
RL	900,00	790,00	12,22

Tab. 6. Bilanční tabulka – 2012 [40]

2012	Skutečné množství: 2 781 663,00 m³/rok		
	Přítok (mg/l)	Odtok (mg/l)	Účinnost (%)
BSK ₅	360,00	3,70	98,97
CHSK _{Cr}	858,00	23,30	97,28
NL	450,00	4,60	98,98
N-NH ₄	46,50	2,50	94,62
N _{celkový}	68,10	7,70	88,69
N _{anorganický}	47,00	5,84	87,57
P _{celkový}	9,93	0,49	95,09
RAS	700,00	700,00	0,00
RL	860,00	790,00	8,14

Tab. 7. Bilanční tabulka – 2013 [40]

2013	Skutečné množství: 3 642 948 m ³ /rok		
	Přítok (mg/l)	Odtok (mg/l)	Účinnost (%)
BSK ₅	310,00	3,49	98,87
CHSK _{Cr}	788,00	25,50	96,76
NL	440,00	4,14	99,06
N-NH ₄	33,40	0,571	98,29
N _{celkový}	51,60	7,63	85,21
N _{anorganický}	34,10	5,53	83,78
P _{celkový}	7,96	0,471	94,08
RAS	620,00	696,00	0,00
RL	760,00	801,00	0,00

Nevyhovující vzorky: BSK₅, N_{celkový}, P_{celkový} (rok 2013).

Tab. 8. Bilanční tabulka – 2014 [40]

2014	Skutečné množství: 3 180 541 m³/rok		
	Přítok (mg/l)	Odtok (mg/l)	Účinnost (%)
BSK ₅	274,00	3,13	98,80
CHSK _{Cr}	670,00	26,6	96,00
NL	344,00	4,44	98,70
N-NH ₄	41,00	2,71	93,40
N _{celkový}	57,00	10,8	81,10
N _{anorganický}	42,20	8,86	79,00
P _{celkový}	8,93	0,581	93,50
RAS	607,00	629,00	0,00
RL	808,00	753,00	6,80

Tab. 9. Bilanční tabulka – 2015 [40]

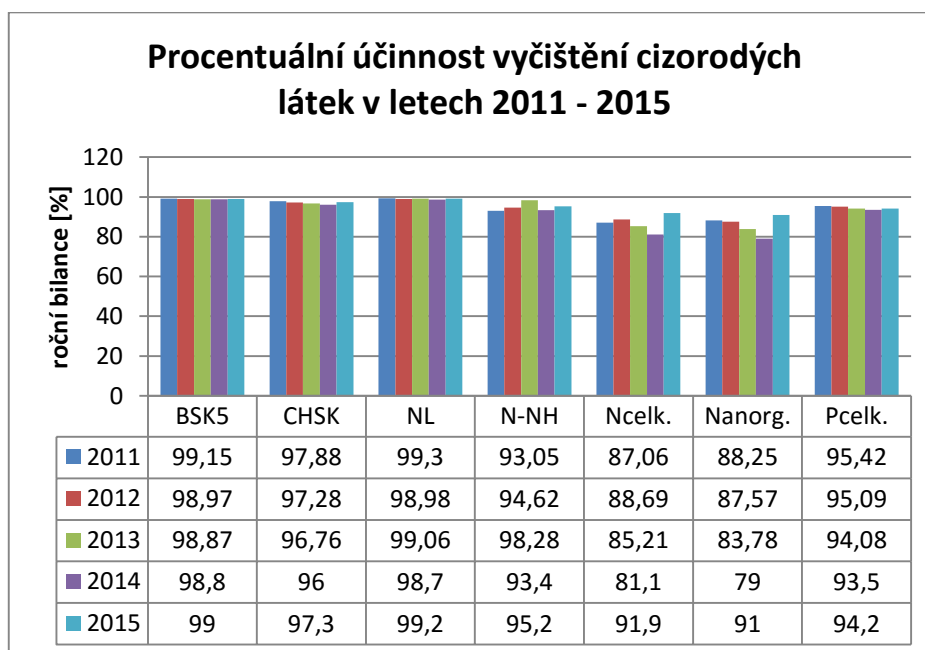
2015	Skutečné množství: 3 107 891 m³/rok		
	Přítok (mg/l)	Odtok (mg/l)	Účinnost (%)
BSK ₅	372,00	3,71	99,00
CHSK _{Cr}	958,00	26,00	97,30
NL	599,00	4,86	99,20
N-NH ₄	34,40	2,072	95,20
N _{celkový}	68,20	5,53	91,90
N _{anorganický}	44,20	3,97	91,00
P _{celkový}	11,30	0,655	94,20
RAS	672,00	682,00	0,00
RL	817,00	758,00	7,20

Podle dostupných hodnot čištění ve zmíněných 5 letech, byl nejhorším rokem rok 2014, kdy účinnost čištění v procentech ukazovala nejmenší hodnoty vyčištění. Nejlépe byl na tom rok 2011 a 2015, kdy účinnost čištění v procentech ukazovala největší hodnoty vyčištění. V následující tabulce bude zobrazeno, u kterých hodnot bylo zaznamenáno nejmenší a největší vyčištění.

Tab. 10. Zhodnocení čištění [vlastní zpracování]

Naměřené hodnoty	2011	2013	2014	2015
Nejmenší hodnoty čištění (%)	N- NH ₄		BSK ₅ , CHSK _{Cr} , NL, N _{celk.} , N _{anorg.} , P _{celk.}	
Největší hodnoty čištění (%)	BSK ₅ , CHSK _{Cr} , NL, P _{celk.}	N- NH ₄		N-NH ₄ , N _{celk.} , N _{anorg.}

V následujícím grafu lze lépe poznat procentuální vyčištění cizorodých látek v jednotlivých letech.



Obr. 13. Účinnost vyčištění cizorodých látek v letech 2011-2015 [vlastní zpracování]

11 ENVIRONMENTÁLNÍ HLEDISKO

Voda, vyskytující se v přirozeném prostředí není vždy chemicky čistou látkou. Obsahuje různé rozpuštěné plyny a rozpuštěné a nerozpuštěné organické a anorganické látky. Povrchové vody bývají zpravidla ovlivněny:

- hydrologicko-klimatickými poměry (ročním obdobím, srážkovými a teplotními poměry)
- složením dnových sedimentů a geologickou skladbou podloží
- půdně botanickými poměry (druhem půd, zalesněním)
- příronem podzemních vod
- antropogenní činností (komunální odpady, průmysl, zemědělství)
- přítomností vodních organismů a jejich životní činností. [41]

Povrchové vody vykazují rozdílnou kvalitu, tato skutečnost způsobuje, že jsou využívány k různým účelům, např. slouží k rekreačním účelům, chovu ryb, jsou zdrojem pitné a užitkové vody aj. Jsou i recipientem splaškových a průmyslových odpadních vod, příčinou je také zemědělství, komunální odpadní vody a o i vyčištění v čistírnách odpadních vod. Vlivem nečistot a cizorodých látek se porušuje biologická rovnováha v recipientech a jejich schopnost samočištění – schopnost vodního útvaru snižovat množství znečišťujících látek samovolnými biologickými a chemickými procesy. Znečištění vody se projevuje změnami fyzikálních a chemických vlastností, estetickými závadami, poškozením biologického stavu biocenózy, nánosy a chemickým a bakteriálním znečištěním. [41,42]

Pro vodní prostředí je dále nežádoucí velký přísun živin – dusík a fosfor – vede k eutrofizaci. Eutrofizace narušuje přirozenou biologickou rovnováhu a vede k intenzivnějšímu nárůstu primární produkce – produkce zelených organismů, které z minerálních látek fotosynteticky vytvářejí látky organické. Masový rozvoj řas a sinic v barvě vody označujeme jako vegetační zbarvení. Zvýšená produkce zelených organismů vyvolává nebezpečí sekundárního znečištění vody organickými látkami, které vznikají jejich životní činností. Může dojít ke tvorbě toxických látek (cyanotoxinů), které mají nepříznivý vliv jak na vodní organismy, tak i na člověka a ke zhoršení sensorických vlastností vody. [41]

V současnosti jsou pravděpodobně hlavním zdrojem znečištění komunální odpadní vody. Po výstavbě čistíren odpadních vod se zlepšila kvalita vody v našich tocích, především však z hlediska zatížení nutrienty a organickými látkami. Současné technologie čištění vody bohužel nejsou schopny odstranit řadu nebezpečných látek. Často se u ryb žijících v ovlivněné

části toku objevují fyziologické změny a poruchy rozmnožování pokud množství vody vytékající z ČOV tvoří přibližně 20% a více z celkového průtoku v recipientu. Méně se změnila přítomnost cizorodých chemických sloučenin. V běžném životě se obklopujeme stále novými chemikáliemi, které mohou negativně ovlivnit naše zdraví, tak i ekosystémy, do nichž se následně dostanou. Dnes se za nejvýznamnější považují farmaka a chemické látky pro osobní potřebu člověka. Farmaka např. antibiotika jsou biologicky účinné látky, které působí na organismy již při velmi nízkých koncentracích. Část farmak je zahrnována do endokrinních disruptorů (EDC), což jsou syntetické nebo přirozeně se vyskytující chemikálie. EDC v minimálním množství ovlivňují rovnováhu normálních hormonálních funkcí u živočichů. Poškození endokrinního systému může způsobit poruchy reprodukce ryb. Nejúčinnějšími EDC jsou steroidní léčiva a jejich metabolity. Steroidní látky jsou v největších koncentracích většinou v komunálních odpadních vodách a ve vodách odtékajících z ČOV. Po průniku do vodního ekosystému steroidní hormony negativně působí na vodní organismy a krajním problémem může být např. feminizace samců a vznik hermafroditismu. Běžně dostupné technologie čištění odpadní vody v ČOV snižují hladiny steroidních látek, ale jejich konečná koncentrace může přesáhnout hranice, při nichž lze předpokládat negativní vliv na vodní organismy a především ryby. Do skupiny EDC řadíme také musk sloučeniny – syntetické analogy pižma různých druhů zvířat, používané jako vonné esence spotřebního zboží a degradační produkty některých tenzidů (saponátů). V životním prostředí se přítomnost EDC považuje za jednu z nejzávažnějších příčin poruch rozmnožování organismů a to i člověka. [42]

Existující čistírenské technologie nedokážou zcela odstranit mnohé z biologicky aktivních sloučenin. Mnohé chemikálie se prostřednictvím vyčištěných odpadních vod z ČOV tak dostávají do vodního prostředí. Ty pak mohou ovlivňovat exponované organismy mnohem více než stále klesající koncentrace průmyslových škodlivin. Se snižujícím se naředěním vypouštěné vody vodou toku, do něhož výpusť ČOV ústí stoupá vliv na vodní organismy. Horší situace je na menších tocích, kde jsou nižší průtoky a voda vypouštěná do nich z ČOV se ředí méně. [42]

11.1 Vliv na ryby

Momentálně se u nás nevyskytují tak velké koncentrace škodlivin, které by měly za následek úhyn ryb. Přesto i malé množství cizorodých látek vede u ryb k různým adaptačním reakcím. Poměrně často jsou zasažena játra, která zbavují tělo toxických látek, probíhají zde stresové

reakce na buněčné úrovni aj. Dostanou-li se do vod látky podobné biologickým účinkům jako mají ženské pohlavní hormony, může docházet u samců k biochemickým procesům typickým pro samice. Při vyšších koncentracích může docházet k poruchám na pohlavních orgánech, poruchy rozmnožování a v krajním případě může dojít ke zvratu pohlaví samců. Část cizorodých látek se dokáže v těle ryb hromadit, což může vést ke zhoršení kvality rybího masa a vnitřností. Steroidy naopak v rybách nekumulují, ale ovlivňují je tím, že jsou neustále dodávány do prostředí, ve kterém žijí. Při tepelné úpravě navíc degradují, takže z hlediska konzumace nepředstavují problém. Nejproblematictější z cizorodých látek pro níž jsou v ČR stanoveny hygienické limity koncentrací v rybím mase je rtuť, která se ukládá v tkáních. V případě ryb to znamená, že s přibývajícím věkem se zvyšují i koncentrace tohoto kovu. [42]

11.2 Zápach z ČOV

Zápach vznikající při průmyslovém a biologickém čištění odpadních vod a na úpravnách vod představují směsi organických a anorganických složek.

Nepříjemný zápach je většinou ze sirovodíku. Zápach na čistírnách odpadních vod není nikdy samotný sirovodík, ale řada dalších složek. Sirovodík může být jako indikátor zápachu, ale není to celá záležitost. [43]

Vybrané složky zápachu s popisem zápachu:

- Sirovodík: zkažená vejce
- Dimethyl sulfid: nahnilé zelí
- Ethyl Merkaptan: nahnilé zelí
- Methyl Merkaptan: nahnilé zelí
- Indol: fekální
- Scatol: fekální
- Amoniak: dráždivý [43]

Následky zápachu

Pach ovlivňuje čich a ten způsobuje podmíněný reflex, na základě něhož dochází k vyměšování trávicích šťáv. Při dlouhodobé expozici může docházet k žaludečním problémům. [43]

Limity pachových látek

V současné době nejsou stanoveny koncentrační limity pachových látek. Zjišťování reálných koncentrací pachových látek se provádí pomocí měření u lokalit vycházejících z vyhlášky č. 362/2006 Sb. (ČOV, potravinářský průmysl – jatka). [43]

Metody čištění zápachu

Mezi základní metody čištění zápachu patří:

- chemické praní
- biologická oxidace
- zemní a půdní filtr
- adsorpce na pevném loži (např. na aktivním uhlí)
- fyzikálně-chemický způsob oxidace.

Tradiční procesy (chemické praní, biologická oxidace, zemní a půdní filtr, adsorpce na pevném loži) mohou vyvolat mimořádné požadavky na údržbu z hlediska nákladů na chemikálie a zaměstnance. [43]

Nevýhodou biologické oxidace je možnost jeho zkolabování, které může být např. vyschnutím náplně, nebo inhibicí mikroorganismů zvyšováním solnosti nebo změnou pH prostředí. Nejméně problémové jsou fyzikálně-chemické metody odstraňování zápachu. Vedou k minimalizaci provozních nákladů a požadavků na údržbu. Na českém trhu jsou zařízení, které pracují na fotokatalitické oxidace a oxidace aktivovaným kyslíkem. [43]

ZÁVĚR

Bakalářská práce se zabývala efektivností čističky odpadních vod v Uherském Hradišti a jejími největšími znečišťovateli.

První část teoretické části bakalářské práce se věnovala základní terminologii, kde byly popsány pojmy, co je to čistička odpadních vod, odpadní voda a další související pojmy. Dále byla v práci uvedena legislativa, týkající se provozu čistíren odpadních vod a nakládání s odpadními vodami. Další kapitola popisuje historii čističek odpadních vod, jak byly technicky vybaveny, jak se vyvíjely a jak je tomu v dnešní době. Poslední kapitola v teoretické části se věnovala samotnému čištění odpadních vod v čističkách odpadních vod.

Praktická část bakalářské práce krátce v první kapitole popsala město Uherské Hradiště. Dále se věnovala čističce odpadních vod v Uherském Hradišti její historii, způsobu čištění, kde bylo i rozhodnutí, kterým se povoluje prodloužení vypouštění odpadních vod z ČOV Uherské Hradiště do toku řeky Moravy a povolení k nakládání s vodami.

Čistička odpadních vod v Uherském Hradišti je v provozu od roku 1975, kdy byla mechanicko-biologickou ČOV průmyslových a městských vod. Momentálně se jedná o mechanicko-biologickou ČOV s primární sedimentací, nízkozátěžovou oběhovou aktivací s biologickým a chemickým odstraňováním fosforu a anaerobním vyhníváním kalu.

Další kapitola se věnovala největším vybraným producentům. Mezi největší producenti patřili firmy OTMA – SLOKO s.r.o. a Slovácká Fruta a.s., ze společnosti Hamé, kteří pracují s výrobou masových konzerv, paštik, marmelád, šťáv, povidel nebo například kysaným zelím.

V kapitole efektivnost čištění odpadních vod byla provedena analýza srovnání čištění odpadní vody mezi lety 2011 – 2015, kdy nejlépe byl na tom rok 2011 vzhledem k velkému procentu vyčištění cizorodých látek v odpadních vodách a dále rok 2015.

Poslední kapitola praktické části byla zaměřena na environmentální hledisko, především na vypouštění vyčištěných odpadních vod do řek. Vyčištěné odpadní vody mohou obsahovat zbytky cizorodých látek, které mohou negativním způsobem ovlivňovat vodní prostředí např. velkým znečištěním v podobě řas a sinic nebo také může docházet k biochemickým procesům u ryb hlavně u samců. Dále zde bylo popsáno, co způsobuje zápach z ČOV a jak je možné jemu předcházet.

Cílem bakalářské práce bylo zjistit efektivnost čištění odpadních vod na ČOV v Uherském Hradišti, vzhledem k tomu, že se čísla pohybují nad 90% vyčištění cizorodých látek, si ČOV v Uherském Hradišti vede velice dobře.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

[1] *Vyhodnocení provozu čistírny odpadních vod* [online]. 2012 [cit. 2016-03-12].

Dostupné z:

http://is.mendelu.cz/zp/portal_zp.pl?prehled=vyhledavani;podrobnosti=40228;download_prace=1

[2] BINDZAR, Jan a kolektiv. *Základy úpravy a čištění vod*. První. Vysoká škola chemicko-technologická v Praze: VŠCHT Praha. ISBN 978-80-7080-729-3.

[3] Zákon pro lidi. *Www.zakonprolidi.cz* [online]. [cit. 2016-03-12]. Dostupné z: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-274>

[4] Úprava a čištění vody. *Www.homen.vsb.cz* [online]. 2010 [cit. 2016-04-23]. Dostupné z: http://homen.vsb.cz/hgf/546/Materialy/Radka_2010/zpuv.html

[5] Charakteristika čistírenských kalů. *Http://hgf10.vsb.cz/* [online]. [cit. 2016-04-20]. Dostupné z: <http://hgf10.vsb.cz/546/ZpracovaniKalu/charakter.html>

[6] Popis čističky odpadních vod. *Www.cisticka-odpadnich-vod.eu* [online]. [cit. 2016-04-23]. Dostupné z: <http://www.cisticka-odpadnich-vod.eu/popis-cisticky-odpadnich-vod>

[7] Dezinfekce odpadních vod. *Www.prezi.com* [online]. 2014 [cit. 2016-04-23]. Dostupné z: <https://prezi.com/fckd07gmxibe/dezinfekce-odpadnich-vod/>

[8] Městské odpadní vody. *Www.eagri.cz* [online]. [cit. 2016-03-12]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/ostatni/100075320.html>

[9] *Problematika dusíku* [online]. [cit. 2016-03-12]. Dostupné z: <http://actamont.tuke.sk/pdf/2003/n2-3/8praus.pdf>

[10] *Legislativa vodního hospodářství* [online]. [cit. 2016-03-12]. Dostupné z: <http://chemikalie.upol.cz/skripta/tv/2.doc>

[11] Zákon o vodách. *Www.zakonprolidi.cz* [online]. [cit. 2016-03-12]. Dostupné z: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-254>

[12] Zákon o odpadech. *Www.zakonprolidi.cz* [online]. [cit. 2016-03-12]. Dostupné z: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-185>

- [13] Zákon o vodovodech a kanalizacích. *Www.zakonprolidi.cz* [online]. [cit. 2016-03-12]. Dostupné z: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-274>
- [14] Vyhláška ministerstva životního prostředí. *Www.zakonprolidi.cz* [online]. [cit. 2016-03-12]. Dostupné z: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-382>
- [15] Platná legislativa. *Www.mzp.cz* [online]. [cit. 2016-04-23]. Dostupné z: <http://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/categories.xsp?OpenView&Start=1&Count=30&Expand>
- [16] Podklady od vedení SVK Uherské Hradiště – historie čističek odpadních vod
- [17] CHUDOBA, Jan, Michal DOHÁNYOS a Jiří WANNER. *Biologické čištění odpadních vod*. První. Praha 1: SNTL - nakladatelství technické literatury, 1991. ISBN 80-03-00611-2.
- [18] Uherské Hradiště - základní informace o městě. *Www.portaluherskehradiste.cz* [online]. [cit. 2016-04-17]. Dostupné z: <http://www.portaluherskehradiste.cz/>
- [19] Okres Uherské Hradiště. *Www.cs.wikipedia.org*. [online]. [cit. 2016-04-17]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Okres_Uhersk%C3%A9_Hradi%C5%A1t%C4%9B
- [20] Město Uherské Hradiště. *Www.mesto-uh.cz* [online]. 2010 [cit. 2016-04-17]. Dostupné z: <https://www.mesto-uh.cz/Folders/513-1-Mesto.aspx>
- [21] *Technická infrastruktura* [online]. [cit. 2016-04-17]. Dostupné z: <https://mesto-uh.cz/ArticlePDF.aspx?url=https%3A%2F%2Fmesto-uh.cz%3A443%2FArticles%2F3448-2-Technicka%2Binfrastruktura.aspx?media=pdf>
- [22] O společnosti. *Www.svkuh.cz* [online]. 2008 [cit. 2016-04-17]. Dostupné z: <http://www.svkuh.cz/cz/o-spolecnosti/>
- [23] Podklady od vedení SVK Uherské Hradiště – čistička odpadních vod Uherské Hradiště
- [24] Podklady od vedení SVK Uherské Hradiště – způsob čištění vod na ČOV v Uherském Hradišti
- [25] Podklady od vedení SVK Uherské Hradiště – povolení k vypouštění odpadních vod z ČOV Uherské Hradiště

- [26] Podklady od vedení SVK Uherské Hradiště – vybraní producenti
- [27] Otma - Sloko s.r.o. *Www.hame.cz* [online]. [cit. 2016-04-20]. Dostupné z: <http://www.hame.cz/company/show/cs?slug=otma-sloko-s-r-o>
- [28] Historie a tradice. *Www.hame.cz* [online]. [cit. 2016-05-01]. Dostupné z: <http://hame.cz/company/show/cs?slug=historie-a-tradice>
- [29] Slovácká Fruta a.s. *Www.hame.cz* [online]. [cit. 2016-04-20]. Dostupné z: <http://www.hame.cz/company/show/cs?slug=slovacka-fruta-a-s>
- [30] Rychlé kontakty. *Www.nemuh.cz* [online]. [cit. 2016-05-01]. Dostupné z: <http://www.nemuh.cz/kontakty>
- [31] O nás. *Www.csaduh.cz* [online]. 2011 [cit. 2016-04-20]. Dostupné z: <http://www.csaduh.cz/spolecnost-o-nas.html>
- [32] Historie společnosti. *Www.csaduh.cz* [online]. 2011 [cit. 2016-05-01]. Dostupné z: <http://www.csaduh.cz/spolecnost-historie>
- [33] O společnosti. *Www.ctz.mvv.cz* [online]. [cit. 2016-04-20]. Dostupné z: <http://www.ctz.mvv.cz/o-spolecnosti/>
- [34] Současnost. *Www.ctz.mvv.cz* [online]. [cit. 2016-05-01]. Dostupné z: <http://www.ctz.mvv.cz/o-spolecnosti/soucasnost/>
- [35] Ochrana životního prostředí. *Www.ctz.mvv.cz* [online]. [cit. 2016-04-20]. Dostupné z: <http://www.ctz.mvv.cz/o-spolecnosti/zivotni-prostredi/>
- [36] Historie. *Www.ctz.mvv.cz/* [online]. [cit. 2016-05-01]. Dostupné z: <http://www.ctz.mvv.cz/o-spolecnosti/historie/>
- [37] AVX Czech Republic, s.r.o. *Www.edb.cz* [online]. [cit. 2016-05-01]. Dostupné z: <http://www.edb.cz/firma-146813-avx-czech-republic-uherske-hradiste>
- [38] O firmě. *Www.tradeco.cz* [online]. [cit. 2016-04-20]. Dostupné z: http://www.tradeco.cz/index.php?option=com_content&view=article&id=36&Itemid=5&lang=cs

[39] Provádění technických služeb na území města Uherské Hradiště. *Www.mariuspedersen.cz* [online]. [cit. 2016-04-20]. Dostupné z: <http://www.mariuspedersen.cz/cs/sluzby-ve-vasem-meste/hrates-a-s/reference/>

[40] podklady od vedení SVK Uherské Hradiště – hodnoty znečištění

[41] Chemismus vody. *Www.ravz.cfme.net* [online]. 2013 [cit. 2016-04-23]. Dostupné z: <http://ravz.cfme.net/ravz/water-chemistry.aspx>

[42] Cizorodé látky ve vodním prostředí a jejich vliv na ryby. *Www.ziva.avcr.cz* [online]. [cit. 2016-04-23]. Dostupné z: <http://ziva.avcr.cz/files/ziva/pdf/cizorode-latky-ve-vodnim-prostredi-a-jejich-vliv-n.pdf>

[43] Zápach. *Www.enviweb.cz/* [online]. 2009 [cit. 2016-05-01]. Dostupné z: <http://www.enviweb.cz/clanek/vzduch/74714/obtezuje-vas-zapach-nebo-8222-smrad-8220-vime-si-s-nim-poradit>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

ČOV	Čistička odpadních vod.
TSK	Teoretická spotřeba kyslíku.
Q_1	Množství.
X_r	Koncentrace sušiny.
Q_w	Přebytečný aktivovaný kal.
X_0	Počáteční hodnota.
X_t	Konečná hodnota.
S_1	Koncentrace substrátu.
BSK_5	Biochemická spotřeba kyslíku.
CHSK	Chemická spotřeba kyslíku.
NL	Nerozpuštěné látky sušené.
$N_{celk.}$	Dusík celkový.
$N_{anorg.}$	Dusík anorganický.
N-NH ₄	Dusík amoniakální.
$P_{celk.}$	Fosfor celkový.
RAS	Rozpuštěné anorganické soli.
RL	Rozpuštěné látky sušené.
N ₂ O	Oxid dusný.
CH ₄	Methan.
H ₂ S	Sulfan.

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1. Usazovací nádrž a fermentační nádrže</i> [foto autor].....	41
<i>Obr. 2. Anaerobní nádrž</i> [foto autor].....	42
<i>Obr. 3. Aktivační nádrž</i> [foto autor]	43
<i>Obr. 4. Dosazovací nádrže</i> [foto autor]	44
<i>Obr. 5. Fermentační nádrže s kotelnou</i> [foto autor]	45
<i>Obr. 6. Místo kontroly vzorků: OTMA – SLOKO</i> [26]	48
<i>Obr. 7. Místo kontroly vzorků: Slovácká Fruta a.s.</i> [26].....	49
<i>Obr. 8. Místo kontroly vzorků: Uherskohradištská nemocnice a.s.</i> [26].....	50
<i>Obr. 9. Místo kontroly vzorků: ČSAD a.s.</i> [26]	51
<i>Obr. 10. Místo kontroly vzorků: CTZ s.r.o.</i> [26].....	52
<i>Obr. 11. Místo kontroly vzorků: AVX s.r.o.</i> [26]	53
<i>Obr. 12. Místo kontroly vzorků: Tradeco s.r.o. a Hrates a.s.</i> [26].....	54
<i>Obr. 13. Účinnost vyčištění cizorodých látek v letech 2011-2015</i> [vlastní zpracování].....	60

SEZNAM TABULEK

<i>Tab. 1. Znečišťující látky v odpadních vodách [2]</i>	12
<i>Tab. 2. Přípustné koncentrace [24]</i>	38
<i>Tab. 3. Vybraní producenti [26]</i>	55
<i>Tab. 4. Limity ČOV Uherské Hradiště [38]</i>	57
<i>Tab. 5. Bilanční tabulka - 2011 [38]</i>	58
<i>Tab. 6. Bilanční tabulka – 2012 [38]</i>	58
<i>Tab. 7. Bilanční tabulka – 2013 [38]</i>	59
<i>Tab. 8. Bilanční tabulka – 2014 [38]</i>	60
<i>Tab. 9. Bilanční tabulka – 2015 [38]</i>	60
<i>Tab. 10. Zhodnocení čištění [vlastní zpracování]</i>	61