

Mendelova univerzita v Brně
Agronomická fakulta
Ústav aplikované a krajinné ekologie



**Agronomická
fakulta**

**Mendelova
univerzita
v Brně**



**Vyhodnocení účinnosti čistírny odpadních vod v
Náměšti nad Oslavou**

Diplomová práce

Vedoucí práce:
Ing. Věra Hubačíková, Ph.D.

Vypracovala:
Bc. Helena Pivoňková

Brno 2015

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem práci: Vyhodnocení účinnosti čistírny odpadních vod v Náměšti nad Oslavou vypracovala samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou *Směrnici o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

Jsem si vědoma, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne:

podpis

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych ráda vyjádřila své poděkování Ing. Věře Hubáčikové, Ph.D. za cenné rady a trpělivost při vedení mé diplomové práce.

Dále bych chtěla poděkovat zaměstnanci VAS a.s., divize Třebíč vedoucímu provozu ČOV Náměšť nad Oslavou Ing. Pavlu Petrákovi za projevenou vstřícnost a pomoc při získání potřebných informací a podkladů.

ABSTRAKT

Diplomová práce „Vyhodnocení účinnosti čistírny odpadních vod v Náměšti nad Oslavou“ porovnává účinnost dvou technologií čištění odpadních vod, a to historicky první a stávající ČOV města. Literární rešerše se zabývá významem čištění odpadních vod, přehledem vodoprávní legislativy. Dále popisuje typy odpadních vod, některé ukazatele znečištění vod splaškových či konkrétní možnosti čištění odpadních vod. Praktická část obsahuje popis nakládání s odpadními vodami ve městě. Dále obsahuje popis historicky první a stávající technologie čištění odpadních vod či přehled vývoje vodoprávního povolení určeného k nakládání s vodami. Kapitoly Zhodnocení výsledků obsahují graficky zpracované výsledky analytické kontroly odpadní vody a zjištěných průtoků. Z výsledků je patrné, že historicky první ČOV byla pro potřeby města nedostatečná, což vedlo k výstavbě ČOV nové. Stávající čistírenská technologie je dimenzovaná dle aktuálních potřeb města a zároveň počítá s jeho rozvojem. Stávající ČOV plní požadavek minimálních hodnot účinnosti čištění odpadních vod. Koncentrace znečištění odpadní vody na odtoku z ČOV nepřekračují stanovené emisní standardy. Hydraulické a látkové zatížení technologie dosahuje středních hodnot.

Klíčová slova: městské odpadní vody, čištění odpadních vod, účinnost ČOV

ABSTRACT

The thesis "The Evaluation of the Effectiveness of the Sewage Disposal Plant in Náměšt nad Oslavou" compares the effectiveness of two wastewater treatment technologies, the first and the current one. The practical part deals with the importance of treatment of sewage and the overview of the legislation dealing with water. It also describes the types of wastewater, some indicators of pollution of water from sewage and particular possibilities for wastewater treatment. The practical part contains a description of wastewater management in the town. It also describes of the historically first and the current wastewater treatment technologies and contains the survey of the water permits intended for water management. The chapters "Evaluation of Results" include graphs of the results of the analytical control of wastewater and the defined flow rates. The results

Abstrakt

show that the first-ever sewage disposal plant was insufficient for the needs of the city, which led to the construction of a new wastewater treatment plant. The existing wastewater treatment technology is adapted to the current needs of the city and is also taking into account its future development. The existing wastewater treatment plant fulfills the minimum requirement values of the wastewater treatment efficiency. The concentration of the pollution of wastewater at the wastewater treatment plant does not exceed the prescribed emission standards. The hydraulic and substance demand on the technology achieves the mean value.

Keywords: urban waste water, treatment of sewage, wastewater treatment plant efficiency

OBSAH

ABSTRAKT	5
OBSAH	7
1 ÚVOD.....	10
2 CÍL PRÁCE.....	11
3 ODPADNÍ VODY V ČR	12
4 VÝZNAM ČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD	13
4.1 MODERNÍ KONCEPCE ODVODNĚNÍ	13
5 VODOPRÁVNÍ LEGISLATIVA	15
5.1 VODNÍ ZÁKON	15
5.2 ZÁKON O ODPADECH	16
5.3 NAŘÍZENÍ VLÁDY Č. 61/2003 SB.....	17
6 ODPADNÍ VODA.....	19
6.1 TYPY ODPADNÍCH VOD	19
7 NĚKTERÉ UKAZATELE ZNEČIŠTĚNÍ SPLAŠKOVÝCH VOD.....	21
7.1 CHEMICKÁ SPOTŘEBA KYSLÍKU – CHSK _{CR}	21
7.2 BIOCHEMICKÁ SPOTŘEBA KYSLÍKU – BSK ₅	21
7.3 NEROZPUŠTĚNÉ LÁTKY – NL.....	21
7.4 CELKOVÝ FOSFOR – P _{CELK.}	21
7.5 AMONIAKÁLNÍ DUSÍK – N-NH ₄	22
8 MOŽNOSTI ČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD	23
8.1 PŘEDČIŠTĚNÍ A MECHANICKÉ ČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD	23
8.2 BIOLOGICKÉ ČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD	26
8.3 TERCIÁLNÍ STUPEŇ	30
8.4 KALOVÉ HOSPODÁŘSTVÍ.....	32
9 METODIKA.....	38
10 CHARAKTER ZÁSTAVBY MĚSTA NÁMĚŠŤ NAD OSLAVOU.....	39
10.1 SVAZEK OBCÍ VODOVODY A KANALIZACE.....	39

10.2 DEMOGRAFIE MĚSTA	39
10.3 URBANISMUS MĚSTA	40
10.4 KLIMATICKÉ POMĚRY	40
10.5 GEOMORFOLOGIE A GEOLOGIE MĚSTA	40
10.6 RECIPIENT	41
11 HISTORIE ČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD V NÁMĚŠTI NAD OSLAVOU.....	42
12 SOUČASNÁ ČOV V NÁMĚŠTI NAD OSLAVOU.....	43
12.1 VŠEOBECNÉ ÚDAJE	43
12.2 KANALIZACE	43
12.3 PROJEKTOVANÉ PARAMETRY ZATÍŽENÍ ČOV	44
12.4 POPIS OBJEKTŮ ČOV	45
12.5 POPIS TECHNOLOGIE ČOV.....	46
12.6 ODPADY	52
12.7 PROVOZNÍ ŘÁD – METODIKA ODBĚRU VZORKŮ ODPADNÍ VODY	52
13 VODOPRÁVNÍ ROZHODNUTÍ.....	54
13.1 AKTUÁLNÍ VODOPRÁVNÍ ROZHODNUTÍ – STÁVAJÍCÍ ČOV	54
13.2 VODOPRÁVNÍ ROZHODNUTÍ – HISTORIE	55
14 ZHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ – HISTORIE.....	58
14.1 ZATÍŽENÍ ČOV	58
14.2 ROZBORY	59
14.3 ÚČINNOST ČOV	63
15 ZHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ – STÁVAJÍCÍ ČOV	65
15.1 ZATÍŽENÍ ČOV	65
15.2 ROZBORY	66
15.3 ÚČINNOST ČOV	69
16 DISKUSE.....	71
16.1 VÝVOJ VODOPRÁVNÍHO ROZHODNUTÍ	71
16.2 ZATÍŽENÍ ČOV	72
16.3 ROZBORY ODPADNÍ VODY	73
16.4 ZHODNOCENÍ ÚČINNOSTI ČOV	75

17 ZÁVĚR	76
POUŽITÁ LITERATURA.....	78
SEZNAM OBRÁZKŮ	83
SEZNAM GRAFŮ	85
SEZNAM TABULEK.....	86
SEZNAM ZKRATEK	88
PŘÍLOHY	89
OBRAZOVÁ PŘÍLOHA.....	90
TABULKOVÁ PŘÍLOHA	102

1 ÚVOD

Voda je základním faktorem, který zásadně ovlivňuje existenci lidské populace. Vzhledem k tomu, že z celkového množství vody na zemi je pouze 2,7 % vody sladké, je nutné se ke zdrojům vody chovat dle zásad trvale udržitelného rozvoje. [15]

Česká republika má díky své geografické poloze zvláštní pozici. Na naše území nepřitéká žádný velký tok. Pramenní zde řada toků, které patří ke třem hlavním evropským povodím. Proto je velmi důležité, aby vody odtékající z našeho území nebyly nadměrně zatíženy antropogenním znečištěním. [15]

Jakost povrchových vod ovlivňují především bodové zdroje znečištění, jako jsou města a obce, průmyslové závody a objekty soustředěné zemědělské výroby. Voda po použití obyvatelstvem má změněné vlastnosti, nazýváme ji vodou odpadní. Tato odpadní voda vypuštěním do recipientů způsobuje nejen estetické problémy, ale především sebou přináší organické látky, toxiny, patogenní mikroorganismy a další látky působící negativně na vodní ekosystém. Mikrobiálním rozkladem organických látek a amoniakálního dusíku v recipientu dochází k výraznému úbytku rozpuštěného kyslíku. Vnášením nutrientů dochází k eutrofizaci toku. [38]

Ochrana vodních ekosystémů vyžaduje především čištění odpadních vod pocházejících z bodových zdrojů znečištění. V České republice aktuálně dochází k významnému snížení znečištění v důsledku výstavby nových a rekonstrukce stávajících čistíren odpadních vod, intenzifikaci starších. [38]

Literární rešerše diplomové práce obsahuje vyčíslení základních údajů v oblasti nakládání s odpadními vodami, přehled vodoprávní legislativy, rozdělení odpadní vody, popis základních ukazatelů znečištění a výčet některých klasických možností čištění odpadních vod. Praktická část práce popisuje charakter zástavby města Náměšť nad Oslavou, historii čištění odpadních vod, popis současného systému čištění odpadních vod, dále obsahuje výčet náležitostí vodoprávního povolení k nakládání s vodami, metodiku odběru a vyhodnocení vzorků odpadní vody a celkové zhodnocení.

2 CÍL PRÁCE

Cílem diplomové práce je vyhodnocení účinnosti původní a stávající čistírny odpadních vod ve městě Náměšť nad Oslavou.

Dílčí cíle:

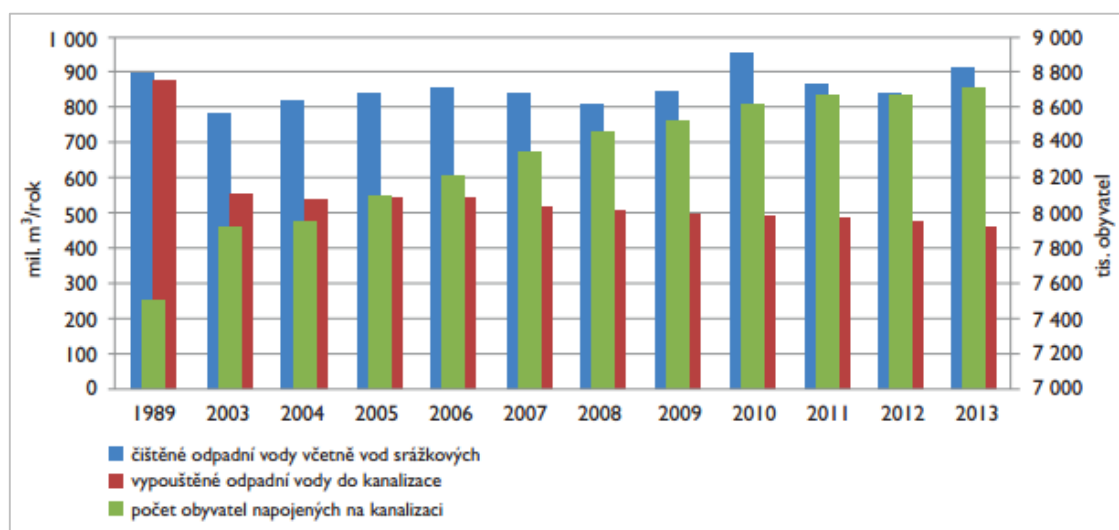
- podrobné zpracování literární rešerše, která obsahuje přehled řešené problematiky,
- sběr dat a podkladů o nakládání s odpadními vodami v Náměšti nad Oslavu,
- popis technologie čištění odpadních vod původní a stávající ČOV města,
- zpracování a vyhodnocení dat z provozu původní a stávající ČOV a jejich porovnání s platnou legislativou,
- zhodnocení účinnosti historické a stávající ČOV na základě emisních standardů stanovených vodoprávním rozhodnutím.

LITERÁRNÍ REŠERŠE

3 ODPADNÍ VODY V ČR

Dle Zprávy o stavu vodního hospodářství České republiky v roce 2013 jsou souhrnné údaje v oblasti nakládání s odpadními vodami pro rok 2013 následující:

- v domech napojených na kanalizaci žije 8,705 mil. obyvatel, což představuje 82,8 % z celkového počtu obyvatel,
- do kanalizací bylo vypuštěno celkem 455,3 mil m³ odpadních vod (bez vod srážkových), z tohoto množství bylo čištěno 97,4 % odpadních vod, což představuje 443,4 mil m³,
- celkový objem čištěných odpadních vod včetně vod srážkových byl 912,3 mil. m³,
- délka kanalizační sítě je 43 618 km,
- celkový počet čistíren odpadních vod je 2 382. [44]



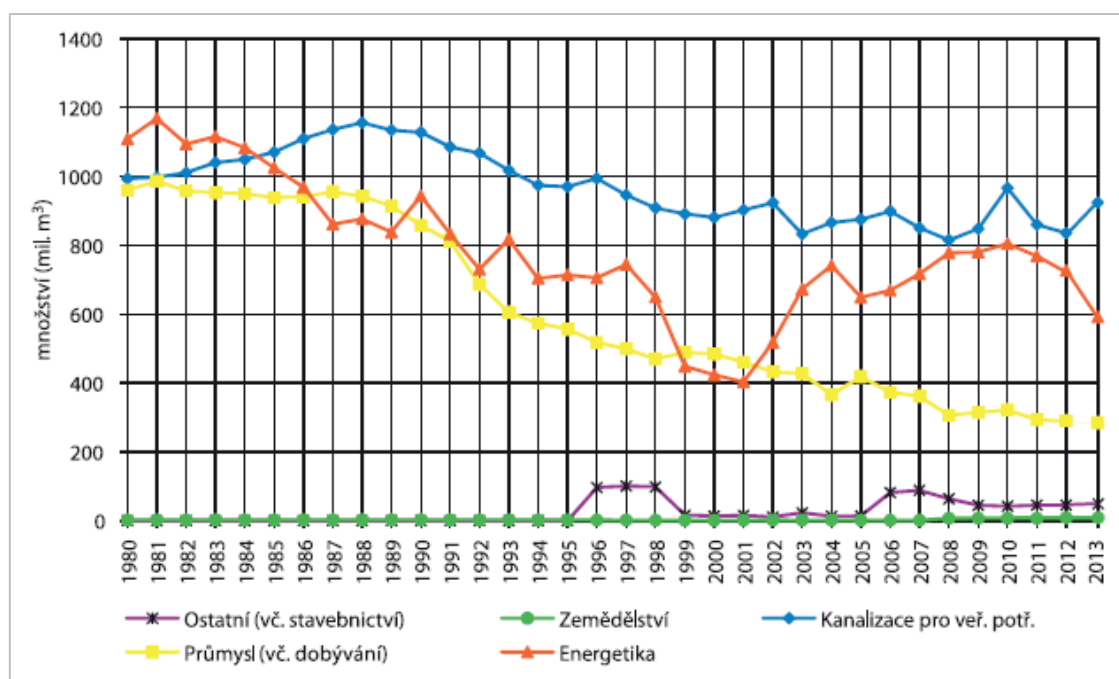
Graf 1: Vývoj jednotlivých ukazatelů [9]

Graf 1 znázorňuje vývoj počtu obyvatel bydlících v domech napojených na kanalizaci a množství vypouštěných a čištěných odpadních vod v letech 1989 a následně 2002 až 2013.

4 VÝZNAM ČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD

Komunální hygieně připadá stále vyšší úloha při péči o zdravé bydlení, o vyhovující pracovní prostředí, o zachování zdravého přírodního prostředí a zachování rázu krajiny. Odvodnění domácností a závodů slouží tedy k udržení provozní způsobilosti těchto zařízení a k udržení, případně zlepšení hygieny prostředí. [7]

Potřeba vody pro zásobování obyvatelstva, průmyslu, zemědělství a energetiky představuje množství vod odpadních, které znečišťují vody povrchové (Graf 2). V dnešní době jsou jako zdroje pitné vody mimo jiné využívány vody z toků povrchových. Účelem čištění odpadních vod je dosáhnout takového stavu, aby se do recipientu dostávalo co nejmenší množství zbytkového znečištění. Je nutné udržet recipienty v takovém stavu, aby jako přirozený článek přírody vytvářely celkové dobré životní prostředí. Jen tak mohou poskytovat pro život lidí a jejich hospodářskou činnost dostatek nezávadné vody. [34]



Graf 2: Vypouštěné množství odpadních vod do vod povrchových [44]

4.1 Moderní koncepce odvodnění

Městské odvodnění je nutno řešit jako integrovaný systém tří základních složek: stokové sítě, čistírny odpadních vod a recipientu. [20]

System městského odvodnění je chápán jako integrovaný systém, který posuzuje vliv kanalizace na hydraulické, chemicko-biologické procesy v recipientu a další hydrologické činitele vodního hospodářství urbanizovaného území. Moderní koncepci odvodnění je možno posuzovat pomocí emisní nebo imisní strategie. [14]

4.1.1 Emisní strategie

Jedná se o stanovení jednotlivých limitů pro vypouštění vod z výustí stokového systému a čistírny odpadních vod podle geologické příslušnosti bez ohledu na stav recipientu. Jedná se o limitní určení hodnot ukazatelů znečištění odpadních vod vypouštěných z čistírny odpadních vod do recipientu. [14]

Emisní strategie je v naší republice uplatňována velmi úspěšně poměrně dlouhou dobu. Díky své jednoduchosti napomohla k realizaci zlepšení stavu životního prostředí. Nevýhodou této strategie je však malá efektivnost stokové sítě nebo čistírny odpadních vod, neboť parametry nejsou stanoveny na základě konkrétních podmínek a problémů, které se v lokalitě vyskytují. [14]

4.1.2 Imisní strategie

Podstata imisní strategie spočívá ve stanovení podmínek pro vypouštění vod do recipientu na základě znalosti konkrétních místních podmínek v recipientu a širších ekologických souvislostí. Při uplatnění této strategie se tedy řešení opírá nikoli o jednotné limitní hodnoty vybraných znečišťujících látek, nýbrž o konkrétní požadavky řešeného povodí, které se zpravidla pro jednotlivé lokality liší. Uplatnění této strategie může přinést efektivnější řešení, které je však mnohem nákladnější. Imisní strategie ve v dnešní době v České republice nepoužívá. [14]

5 VODOPRÁVNÍ LEGISLATIVA

Současný stav právní ochrany v oblasti vodního hospodářství České republiky je součástí právní ochrany jednotlivých složek životního prostředí. Ústavně právní základ je upraven v ústavním zákoně č. 1/1993 Sb., Ústava České republiky, a to článkem 7: „*Stát dbá o šetrné využívání přírodních zdrojů a ochranu přírodního bohatství*“, a v ústavním zákoně č. 2/1993 Sb., Listina základních práv a svobod článkem 35: „*Každý má právo na příznivé životní prostředí*“, „*Každý má právo na včasné a úplné informace o stavu životního prostředí a přírodních zdrojů*“ a „*Při výkonu svých práv nikdo nesmí ohrožovat ani poškozovat životní prostředí, přírodní zdroje, druhové bohatství přírody a kulturní památky nad míru stanovenou zákonem*“. [17]

5.1 Vodní zákon

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

5.1.1 § 1 Účel a předmět zákona

Účelem tohoto zákona je chránit povrchové a podzemní vody, stanovit podmínky pro hospodárné využívání vodních zdrojů a pro zachování i zlepšení jakosti povrchových a podzemních vod, vytvořit podmínky pro snižování nepříznivých účinků povodní a sucha a zajistit bezpečnost vodních děl v souladu s právem Evropských společenství. [5]

5.1.2 § 55 Vodní díla

Dle § 55 jsou čistírny odpadních vod řazeny do kategorie jiných staveb, které podléhají povolení k nakládání s vodami dle § 8. Čistírny odpadních vod jsou stavby, ve kterých dochází k čištění a následnému vypouštění odpadních vod do vod povrchových. [33]

5.1.3 § 38 Odpadní vody

Odpadní vody jsou vody použité v obytných, průmyslových, zemědělských, zdravotnických a jiných stavbách, zařízeních nebo dopravních prostředcích, pokud mají po použití změněnou jakost (složení nebo teplotu), jakož i jiné vody z těchto staveb, zařízení nebo dopravních prostředků odtékající, pokud mohou ohrozit jakost

povrchových nebo podzemních vod. Odpadní vody jsou i průsakové vody z odkališť a průsakové vody ze skládek odpadu. [5]

Kdo vypouští odpadní vody do vod povrchových nebo podzemních, je povinen zajišťovat jejich zneškodňování v souladu s podmínkami stanovenými v povolení k jejich vypouštění. Dále je povinen v souladu s rozhodnutím vodoprávního úřadu měřit objem vypouštěných vod a míru jejich znečištění a výsledky těchto měření předávat vodoprávnímu úřadu, který rozhodnutí vydal, příslušnému správci povodí a pověřenému odbornému subjektu. [5]

5.2 Zákon o odpadech

- Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů.

5.2.1 § 1 Předmět úpravy

Zákon stanovuje 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. [4]

5.2.2 § 3 Pojem odpad

Opad je každá movitá věc, které se osoba zbavuje nebo má úmysl nebo povinnost se jí zbavit. Ke zbavování se odpadu dochází vždy, kdy osoba předá movitou věc, k využití nebo k odstranění nebo předá-li ji osobě oprávněné ke sběru nebo výkupu odpadů bez ohledu na to, zda se jedná o bezúplatný nebo úplatný převod. Ke zbavování se odpadu dochází i tehdy, odstraní-li movitou věc osoba sama. [4]

5.2.3 § 32 Čistírenský kal

Pojmem čistírenský kal se rozumí kal z čistíren odpadních vod zpracovávajících městské odpadní vody nebo odpadní vody z domácností a z jiných čistíren odpadních vod, které zpracovávají odpadní vody stejného složení jako městské odpadní vody a odpadní vody z domácností. Dále kal ze septiků a jiných podobných zařízení či kal z čistíren odpadních vod výše neuvedených. [4]

Upraveným kalem se rozumí kal, který byl podroben biologické, chemické nebo tepelné úpravě, dlouhodobému skladování nebo jakémukoliv jinému vhodnému procesu tak, že se významně sníží obsah patogenních organismů v kalech, a tím zdravotní riziko spojené s jeho aplikací. [4]

Použitím kalu se rozumí zapracování kalu do půdy. [4]

5.2.4 Vyhláška Ministerstva životního prostředí o podmínkách použití upravených kalů na zemědělské půdě

- Vyhláška Ministerstva životního prostředí č. 382/2001 Sb., o podmínkách použití upravených kalů na zemědělské půdě, ve znění účinném k 1.10.2004.

Vyhláška je prováděcím předpisem zákona o odpadech, obsahuje technické podmínky použití upravených kalů na zemědělské půdě, mezní hodnoty koncentrací vybraných rizikových látek a prvků v kalech a mikrobiologická kritéria pro použití kalů na zemědělské půdě. [3]

5.3 Nařízení vlády č. 61/2003 Sb.

- Nařízení vlády č. 61/2003 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech, ve znění nařízení vlády č. 229/2007 Sb. a nařízení vlády č. 23/2011 Sb..

Nařízení vlády je důležitým prováděcím předpisem, který v souladu s právními dokumenty Evropského společenství stanovuje konkrétní ukazatele pro činnost všech subjektů v ČR účastných na projektování, výstavbě a provozování čistíren odpadních vod. [33]

Jednotlivé kapitoly nařízení vlády vymezují hlavní užívané pojmy, stanovují náležitosti k vypouštění odpadních vod, pravidla pro emisní limity a jejich dodržování a také povinnosti pro měření objemu vypouštěných odpadních vod a míry jejich znečištění. [2]

Z nařízení vlády č. 61/2003 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného stupně znečištění odpadních vod vychází Povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových. Povolení vydává příslušný vodoprávní úřad. Při povolování vychází vodoprávní úřad z *emisních standardů*, které jsou uvedeny v příloze č. 1 vládního nařízení (Tabulka 9). Stanovené *emisní limity* jsou závazné. Vodoprávní úřad může s ohledem na místní podmínky a technologii ČOV stanovit emisní limity přísněji než jsou emisní standardy. Koncentraci znečištění emisních limitů vypouštěných odpadních vod je možno stanovit mírněji (tzn. je povoleno vypouštět větší koncentraci znečištění, než je stanoveno emisními standardy v nařízení vlády). Toto povolení lze vydat ve výjimečných případech na nezbytně nutnou dobu. [33]

Vodoprávní úřad v Povolení k vypouštění odpadních vod stanoví lhůtu, na kterou povolení vydává, přípustné množství vypouštěných vod za časové období a přípustné množství znečištění v nich, způsob, četnost a místo odběrů vzorků a měření objemu vypouštěných vod a způsob provádění rozborů vypouštěného znečištění pro jednotlivé ukazatele. Minimální roční četnost odběrů vzorků je uveden v příloze č. 4 nařízení vlády č. 61/2003 Sb. (příloha, Tabulka 24). Povolení k vypouštění odpadních vod nemůže být vydáno na dobu delší než 10 let. Dále vodoprávní úřad v povolení stanoví způsob vyhodnocení měření objemu a rozborů znečištění vypouštěných vod pro účely evidence a kontroly, způsob formu a četnost předávání výsledků měření a rozborů vodoprávnímu úřadu a případné další podmínky, které nesmí být v rozporu s právními předpisy. [33]

6 ODPADNÍ VODA

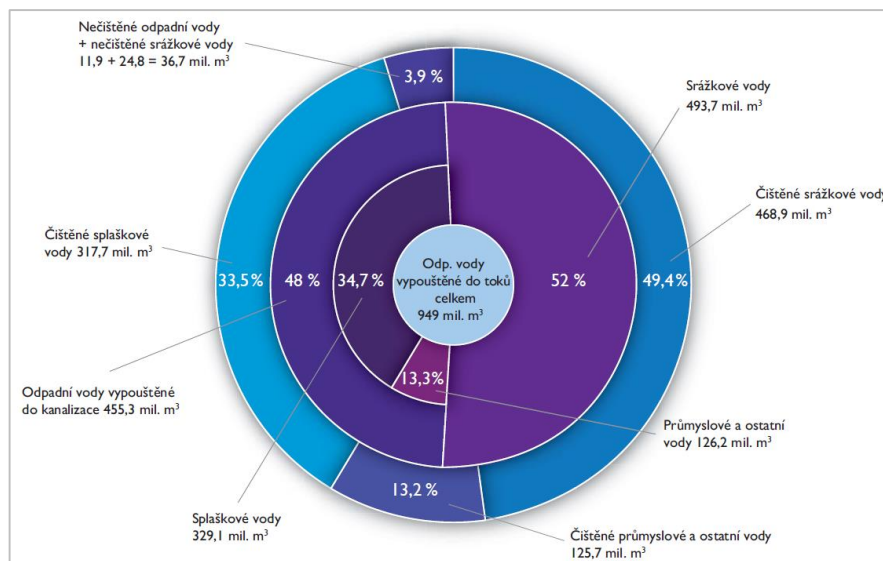
Odpadními vodami jsou všechny vody, které byly použity v domácnostech, v komunálních službách, zdravotnických zařízeních, průmyslu či zemědělství. Po jejich použití došlo ke změně původního složení, ke změně fyzikálních, chemických či biologických vlastností. [18]

Odpadními vodami jsou:

- všechny druhy vod odváděné stokovou sítí,
- odčerpané podzemní vody z hydraulické ochrany u průmyslových objektů (např. rafinérie, sklad ropných látek),
- vody z drenážních systémů jako součásti zařízení k odvodnění pozemních staveb,
- vody jakkoliv znečištěné z výrobního provozu,
- tekuté odpady (např. kejda). [15]

6.1 Typy odpadních vod

Jednotlivé typy odpadních vod vypouštěných do toků jsou vody splaškové, průmyslové odpadní vody a odpadní vody srážkové. Graf 3 znázorňuje podíl jednotlivých typů odpadních vod z celkového vypuštěného objemu do toků.



Graf 3: Struktura vypouštěných odpadních vod v roce 2013 [9]

6.1.1 Splaškové vody

Splaškové vody jsou odpadní vody z domácností a sociálních zařízení (kuchyní, restaurací, umýváren, atd.). Splaškové odpadní vody jsou charakteristické vzhledově a pachem. Vyznačují se šedavou, hnědou až žluto-hnědou barvou se silným zakalením. Orientační složení splaškových odpadních vod je uvedeno v příloze Tabulka 21. [18]

Většinou se jedná o vody s ustálenou kvalitou znečištění s převahou organických látek ve všech formách (hrubě rozptýlené, rozpuštěné a nerozpuštěné, usaditelné až neusaditelné). Nejsou kladeny zvláštní požadavky na provedení a provoz stokové sítě, vody se dají snadno čistit běžnými mechanicko-biologickými postupy. [29]

6.1.2 Průmyslové odpadní vody

Průmyslové odpadní vody vznikají ve výrobních procesech jako vody technologické nebo chladicí. Dle Koukolíka (1985) do této kategorie řadíme i vody pocházející ze zemědělství. Tyto vody mají velmi rozmanitou a proměnlivou kvalitu a kolísající množství, v závislosti na charakteru a technologii výroby. [29]

Průmyslové odpadní vody musí být čištěny či předčišťovány přímo v závodní čistírně odpadních vod, nebo pokud se jejich složení příliš neliší od odpadních vod městských, čistí se s těmito vodami v městské čistírně odpadních vod. [36]

6.1.3 Srážkové odpadní vody

Jedná se o vody odváděné z intravilánu veřejnou kanalizací. Koncentrace znečišťujících látek je závislá na velikosti odvodňované plochy a na intenzitě srážek. Největší koncentrace znečištění je obsažena v prvních fázích deště. [31]

Srážkové vody jsou znečištěny prachem, kouřem a sazemí z ovzduší, pískem, hlinou ze střech, ulic a domů, organickými nečistotami z ulic a splachy z vozovek. [36]

6.1.4 Balastní vody

Balastní vody jsou vody, které se z důvodu netěsnosti dostávají do veřejné kanalizace. Dále do této kategorie řadíme vody povrchové, které se dostávají do veřejné kanalizace, ale o odpadní vody se nejedná. [31]

7 NĚKTERÉ UKAZATELE ZNEČIŠTĚNÍ SPLAŠKOVÝCH VOD

7.1 Chemická spotřeba kyslíku – CHSK_{Cr}

Chemická spotřeba kyslíku je nepřímým stanovením koncentrace organických látek ve vodě. Je definována jako množství oxidačního činidla, které se za určitých podmínek spotřebuje na oxidaci organických látek ve vodě. Při stanovení CHSK_{Cr} je oxidačním činidlem dichroman draselný. [28]

7.2 Biochemická spotřeba kyslíku – BSK₅

Biochemická spotřeba kyslíku je definována jako hmotnostní koncentrace rozpuštěného kyslíku spotřebovaného za stanovených podmínek a v oxické prostředí biochemickou oxidací organických látek ve vodě. Stanovení BSK je ukazatelem účinnosti biologického čištění odpadních vod a biologické rozložitelnosti organických látek ve vodě přítomných. [28]

Analýza se provádí zředovací metodou, kdy se měří úbytek na počátku a na konci doby inkubace. BSK je závislá na čase, její hodnota tedy závisí na době inkubace, kdy celosvětově byla stanovena standardní doba inkubace 5 dní. Proto zkratka BSK₅. [28]

7.3 Nerozpuštěné látky – NL

Nerozpuštěné látky jsou významným ukazatelem jakosti jak surových, tak i vyčištěných odpadních vod. Nerozpuštěné látky se stanovují filtrací vody přes filtry borosilikátových skelných vláken o střední velikosti pórů 1,0 μm s tolerancí 0,3 μm. Filtr se vysuší při 105 °C a hmotnost látek zadržovaných na sítu se stanoví vážením. [33]

7.4 Celkový fosfor – P_{celk.}

V přírodních a odpadních vodách se celkový fosfor vyskytuje ve formě rozpustné a nerozpustné, přičemž obě dvě formy mohou být anorganického a organického původu.

Rozlišujeme:

- a) anorganické ortofosforečnany (H_2PO_4 , H_3PO_4),
- b) polyfosforečnany (di-, tri- a tetrafosforečnany),
- c) organicky vázaný fosfor (organofosforové pesticidy, fosfolipidy). [16]

Anorganickým zdrojem fosforu ve vodách mohou být některé minerály, je splachován z polí hnojených superfosfátem a z odpadních vod z prádelen. Organickým zdrojem mohou být spláchnutá statková hnojiva, odpadní vody z pivovarů a textilního průmyslu, produkty rozkladu vodní flóry a fauny a chemické přípravky ze zemědělství. Velkým zdrojem různých forem fosforu jsou odpadní vody z měst a sídlišť. Kdy vlivem fosfátů obsažených v pracích prostředcích nesmírně vzrostl jejich obsah v řekách. [12]

7.5 Amoniakální dusík – N-NH_4

Koloběh dusíku ve vodě je složitý. Mezi formami dusíku jako jsou dusičnany, dusitany a amonné látky probíhá řada mikrobiálních pochodů, které jsou spjaty s obsahem nebo absencí kyslíku. Z uhynulých organismů se činností bakterií organicky vázaný dusík postupně mineralizuje a vzniká amoniak (amonifikace). V kyslíkatém prostředí dochází k nitrifikaci, amonné látky se přeměňují na dusitany a dusičnany. V bezkyslíkatém prostředí se dusičnany, dusitany a amonné látky redukuje činností anaerobních bakterií až na plynný dusík, který uniká do ovzduší (denitrifikace). [32]

Amoniakální dusík je částí dusíkového cyklu a je potřebný na tvorbu nové biomasy mikroorganismů. Do vodních toků se nejčastěji dostává vypouštěním průmyslových odpadních vod, splaškových odpadních vod, ze zemědělských výroby či splachem z polí. Obsah amoniakálního dusíku ve vodních je nestálý, podléhá nitrifikaci. [16]

Amoniakální dusík je vhodným chemickým indikátorem, protože je jedním z primárních produktů rozkladu organických dusíkatých látek. Vysoké koncentrace (nad 1 mg.l^{-1}) ve vodním prostředí vede k úhynu ryb. [16]

8 MOŽNOSTI ČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD

Základní rozdělení možných způsobů čištění odpadních vod dělíme na:

- způsob klasický,
- způsob alternativní (přírodní).

Klasický způsob čištění odpadních vod je proveden pomocí čistírny odpadních vod. Principem alternativních způsobů čištění odpadních vod je využití přirozených, běžně se v přírodě vyskytujících samočisticích procesů, které probíhají v půdním a mokřadním prostředí. [31]

Procesy čištění odpadních vod, které se užívají na čistírnách odpadních vod, dělíme na mechanické, biologické, chemické, příp. fyzikálně-chemické procesy. Zvolená technologie linky ČOV je odvozena od jakosti a množství odpadní vody a také od požadavků na vyčištěnou vodu. Mezi hlavní produkty vznikající při čištění odpadních vod patří vyčištěná odpadní voda, kal a plyn. Odstranění znečišťujících látek jednotlivými procesy čištění nebo jejich kombinací se hodnotí pomocí čistícího účinku. Jedná se o poměr úbytku koncentrace znečišťující látky na odtoku ke koncentraci dané látky na přítoku odpadní vody. Účinnost čištění je vyjádřen v procentech. [19]

8.1 Předčištění a mechanické čištění odpadních vod

Při čištění městských odpadních vod je třeba odstranit především hrubé, makroskopické látky, jejichž přítomnost by mohla vést v dalších stupních čištění k mechanickým závadám a zanášení objektů a zařízení ČOV. Z hlediska technologie se jedná o procesy založené na jevech, jako jsou cezení nebo sedimentace. [14]

8.1.1 Hrubé předčištění

Cílem hrubého předčištění je odstranění velkých plovoucích či vodou strhnutých předmětů. Zařízení, která se za tímto účelem používají, jsou lapáky šterku a česle.

Lapáky šterku jsou významné především v období přivalových dešťů, kdy odpadní voda na ČOV sebou unáší velké a těžké předměty. Lapák šterku je jímka umístěna těsně před čistírnou na přivaděči odpadních vod. [8]

Česle (příloha, Obrázek 5) jsou zařízení určená k hrubému předčištění odpadních vod. Zachycené částice (shrabky) jsou tvořeny především hadry, papírem, plasty, gumovými výrobky, zbytky ovoce a zeleniny a nerozpadlými fekáliemi. Česle jsou tvořeny řadou ocelových prutů (česlic), s kruhovým či obdelníkovým průřezem, zasazených do pevného rámu. Česle jsou umístěny pod úhlem 30-60° v přítokovém žlabu za lapákem šterku. Dle vzdálenosti mezi česlicemi rozeznáváme hrubé a jemné česle. U hrubých česlí je šířka mezi česlicemi větší než 60 mm, u česlí jemných je šířka do 40 mm. Shrabky, které se hromadí mezi česlicemi, jsou odstraňovány strojním či ručním stíráním pomocí hrabel. [8]

8.1.2 Lapáky tuků a olejů

V lapácích tuků a olejů (příloha, Obrázek 6) se zachycují a odstraňují z odpadní vody částice tuků, olejů, derivátů ropy apod. Tyto látky se ve zvláštní nádrži zachytí nornou clonou na hladině ve sběrném prostoru nádrže. Z něj se pak odvádějí přepadem. [1]

8.1.3 Lapáky písku

V lapáku písku se zachycují vodou sunuté a unášené minerální látky, které mají větší měrnou hmotnost než voda. Jedná se především o inertní materiál jako je popílek, škvára, skořápky, úlomky kostí a značné množství písku. Pokud není písek předem zachycen, způsobuje v provozu poruchy na strojním zařízení, zanášení i ucpávání potrubí a žlabů. Lapáky písku rozdělujeme podle směru průtoku na horizontální či vertikální. [34]

Nejjednodušší lapák písku s horizontálním průtokem je *lapák komorový* (příloha, Obrázek 7). Lapák se skládá ze dvou či více úzkých žlabů, do kterých je podle potřeby voda rozdělena pomocí stavitků. Nejčastěji se užívá dvoukomorový. Obě komory bývají zapojeny při maximálním průtoku odpadní vody. Jedna komora se používá v případě malých průtoků nebo v případech, kdy je z druhé komory písek vyklizen. Je-li komora zaplněna pískem, uzavřou se stavitka, otevře se spodní drenážní systém, písek se odvodní a vyklidí. Po uzavření drenáže a vyklizení písku je opět žlab zapojen do provozu. [8]

Často používaným lapákem písku s vertikálním průtokem je *Bochumský lapák písku* (příloha, Obrázek 8). Tento lapák je řešen sadou soustředěných válců s odstupňovanou výškou. S rostoucím průtokem stoupá i hladina vody v lapáku, přičemž jsou postupně zapojovány jednotlivé válce. Při minimálním průtoku (hladina 1) proudí voda pouze

vnějším mezikružím, při maximálním průtoku (hladina 2) pak celým průtočným profilem lapáku. Tím, že se postupně zvětšuje průtočná plocha, je možné vhodnou volbou válců udržet vzestupnou rychlost vody téměř konstantní. Usazený písek se shromažďuje v kalovém prostoru (2) odkud je těžen. [8]

8.1.4 Usazovací nádrže

Usazování patří k nejrozšířenějším separačním procesům. Separace tuhých částic je dána gravitací. Dle charakteru částic dělíme suspenze na zrnité a vločkovité. Zrnitou suspenzi tvoří částice, které nepodléhají koaguaci a mají konstantní usazovací rychlost. Naopak vločkovitý kal koaguaci podléhá, usazovací rychlost je proměnná, vločky během procesu mění tvar a hmotnost. Podle koncentrace suspenze rozeznáváme usazování prosté, rušené a zahušťování. [34]

Při *prostém usazování* sedimentuje každá částice suspenze jako částice izolovaná a neovlivňuje ostatní. O *rušené usazování* se jedná tehdy, pokud objemová koncentrace částic je větší než 0,5 %. Tehdy částice sedimentuje současně s jinými částicemi, dojde ke změně usazovací rychlosti částic a vzájemnému rušení pádu částic. Zvyšuje-li se koncentrace suspenze, pak podléhá *zahušťování*. Částice ztrácejí svůj individuální charakter, suspenze klesá jako celek, dojde ke vzniku pórovité vrstvy, ze které se vytlačuje kapalina. Mezi vrstvou kalu a kapalinou se vytváří zřetelné rozhraní. [34]

Pro větší průtoky se navrhuje usazovací nádrže s *horizontálním průtokem vody* (příloha, Obrázek 9) nebo kruhové usazovací nádrže s *radiálním průtokem vody* (příloha, Obrázek 10). Tyto nádrže jsou vybavené strojním zařízením ke stírání kalu ze dna. Kal se shromažďuje v kalových jímkách, z nichž je kalovým potrubím odveden k dalšímu zpracování. [1]

Naopak při malém průtoku odpadních vod lze použít usazovací nádrž s *vertikálním průtokem vody* – šterbinová nádrž (příloha, Obrázek 11). Nádrž se skládá ze dvou prostorů nad sebou, odděleným šterbinovým stropem. V horním prostoru dochází k sedimentaci látek, které procházejí šterbinami do dolního kalového (vyhniláckého) prostoru. K rozkladu organických látek tu dochází bez přístupu vzduchu. Vyhnilý kal se periodicky odčerpává pomocí kalového potrubí. [1]

8.2 Biologické čištění odpadních vod

Biologické metody čištění jsou založeny na činnosti mikroorganismů, které oxidují nebo syntetizují organické látky přítomné v odpadních vodách. Organické látky v městských vodách tvoří podstatnou část znečištění a slouží mikroorganismům jako zdroj potravy. Výsledkem činnosti mikroorganismů je vyčištěná odpadní voda a produkce biomasy, která se dále zpracovává jako biologický kal. Mezi využívané způsoby čištění odpadních vod se řadí aerobní (např. aktivační proces, biofilmové reaktory či biologické stabilizační nádrže) a anaerobní biologické pochody. [34]

8.2.1 Aktivační proces

Aktivace je v současné době nejpoužívanějším aerobním způsobem biologického čištění odpadních vod. V principu se jedná o intenzifikaci samočistícího procesu ve vodě. Během aktivace dochází k dodání potřebných aerobních mikroorganismů již s oživeným (aktivovaným) kalem do odpadní vody. Čistící proces probíhá v intenzivně provzdušňovaných aktivačních nádržích. [1]

Aktivovaný kal je směsná kultura, ve které se bakterie vyskytují převážně ve formě zoogléí. Vedle různých bakterií bývají přítomny v menší míře také houby, plísně a kvasinky. Z vyšších organismů mohou být přítomni také prvoci, vířníci, hlístice aj. Kvalitativní složení aktivovaného kalu závisí na složení substrátu, na němž byl aktivovaný kal vypěstován a na technologických parametrech, při kterých je aktivace prováděna. V optimálních podmínkách kultivace je tvořen aktivovaný kal ve formě dobře flokulujících a sedimentujících vloček. Bakterie žijící v přirozeném prostředí mají na svém povrchu velké množství polysacharidových nebo glykoproteinových vláken vytvářejících kolem buňky obal. Při bioflokulaci tyto vysokomolekulární polyelektrolyty spojují jednotlivé buňky do agregátů a vloček, které jsou schopny se od kapalné fáze oddělit sedimentací. [38]

Během aktivačního procesu mikroorganismy oxidují a mineralizují organickou hmotu. Během pochodů probíhajících při biologickém čištění je část organických látek odstraněna z odpadních vod oxidací na CO_2 a H_2O a část se spotřebuje na syntézu látek zásobních (lipidy, polysacharidy) a nových buněk. [35]

Základními typy aktivačního procesu jsou aktivace s postupným tokem či směšovací aktivace. Vedle uvedených dvou hlavních modifikací aktivace rozlišujeme řadu dalších technologických variant procesu, např. klasická aktivace či odstupňovaná aktivace.

Aktivace s postupným tokem (příloha, Obrázek 12) je realizována dlouhým korytem a relativně malý průtočným profilem. Odpadní voda se mísí s vratným aktivovaným kalem na začátku této nádrže, směs pak jí protéká a opouští ji na druhém konci. Koncentrace aktivovaného kalu v nádrži se podstatně neliší, neboť jeho přírůstek jako výsledek čistícího procesu je nepatrný. Koncentrace rozpuštěných organických látek po délce nádrže směrem k odtoku klesá, stejně jako rychlost spotřeby kyslíku. [35]

Směšovací aktivace (příloha, Obrázek 13) je realizována v nádrži, zpravidla čtvercového tvaru, která je provzdušňována a promíchávána. Rozložení koncentrace aktivovaného kalu i rozpuštěného kyslíku je v celé nádrži konstantní. [35]

Během *klasické aktivace* (příloha, Obrázek 14) surová nebo odsazená odpadní voda přitéká do aktivační nádrže, ve které se mísí s vratným (recirkulovaným) kalem. Směs se intenzivně provzdušňuje. Recirkulací se dosahuje vyšší koncentrace biomasy. Po projití směsi aktivační nádrží se aktivovaný kal separuje od vyčištěné vody v dosazovací nádrži. Zahuštěný aktivovaný kal se recirkuluje zpět na začátek aktivační nádrže. Odstraňování organických látek má za následek kontinuální tvorbu nové biomasy, která se ze systému musí periodicky odstraňovat ve formě přebytečného aktivovaného kalu. [35]

Odstupňovaná aktivace (příloha, Obrázek 15) je založena na tom, že rychlost spotřeby kyslíku klesá postupně podél nádrže ve směru průtoku současně s poklesem koncentrace organického znečištění. Proto se na začátek nádrže umísťuje více provzdušňovacích elementů. Dále pracuje tento systém na stejných parametrech jako klasická aktivace. [35]

8.2.1.1 Separace aktivovaného kalu

Separace aktivovaného kalu je finálním krokem biologického čištění k dosažení dobře vyčištěného a stabilně kvalitního odtoku z ČOV, tj. s nízkou koncentrací organického znečištění a suspendovaných látek. K separaci se užívají *dosazovací nádrže*. Jsou nezbytnou součástí kontinuálně provozovaných systémů s aktivovaným kalem, jejich hlavní funkcí je separovat aktivovaný kal od vyčištěné odpadní vody. [13]

V současnosti se k separaci aktivovaného kalu používají tři základní typy dosazovacích nádrží: kruhové, pravoúhlé či vertikální. U *kruhového typu s radiálním průtokem* převažují dosazovací nádrže s přívodem aktivační směsi do středově umístěného nátokového válce. Od středu nádrže voda odtéká k odtokovým žlabům umístěným na obvodu nádrže, její rychlost se postupně směrem k obvodu snižuje. Usazený kal je pohrabáván a stahován ze dna dosazovací nádrže. Jednou z možností je užití pojezdového mostu se škrabkou koncentrující kal ve středu dosazovací nádrže. Další možností je užití pojezdového mostu s přímým odsáváním kalu ze dna ploché nádrže. *Pravoúhlé nádrže s horizontálním průtokem* jsou vybaveny nátokovým žlabem, který rozděluje vodu podél jedné stěny nádrže. U těchto nádrží se užívají různé druhy strojního vybavení, a to např. pojezdové mosty s odsávacím zařízením či řetězové shrabovány. Kal je stahován do kalové prohlubně u nátoku do nádrže či je přímo odsáván do žlabu vratného kalu umístěného podél nádrže. *Dosazovací nádrže s vertikálním průtokem* se převážně využívají u malých ČOV. Jedná se o čtvercové nádrže, aktivační směs je přiváděna do vtokového válce, který hluboko zasahuje do kónické části nádrže. Voda stoupá k hladině, kde je umístěn odtokový žlab čisté vody. Usazený kal se odvádí do jímky vratného kalu. Stěny kalového prostoru mají spád min. 1,7:1, aby po nich kal sjížděl ke dnu nádrže. [14]

8.2.2 Čištění odpadních vod na biofilmových reaktorech

Charakteristickým rysem biofilmových reaktorů je kultivace biomasy ve formě nárostů – biofilmu. Biofilm je imobilizován na vhodném nosiči. Biologické filtry napodobují přirození biologické čištění, vyvinuly se z půdních filtrů. Na jednotlivých zrnech výplně filtru se po určité době zpracování vytváří organický film s aerobními mikroorganismy. Filtr musí být rovnoměrně provzdušňován. [1]

Biologický filtr je zpravidla navrhován jako *válcová nádrž se šterkovou náplní* roštu, pod níž jsou umístěny větrací průduchy (příloha, Obrázek 16). Velikost zrna se pohybuje od 4 do 10 cm. Náplň je tvořena žulou, lávovým tufem či cihlovou drtí, avšak stále častěji jsou používány umělé hmoty s velkým specifickým povrchem. Výška náplně filtru se volí v rozmezí od 1,8 m do 3,6 m. Odpadní voda se přivádí otáčivým skrápěcím zařízením. U rychlofiltrů při nepřetržitém přivádění odpadní vody povlak narůstá a při určité tloušťce jeho spodní část odumírá. Odumřelá část je proudem odpadní vody strhávána a odplavována, aby nebránila dalšímu postupu biologického čištění. [1]

Zvláštním typem biologického filtru je *filtr věžový* (příloha, Obrázek 17), jenž je složen ze dvou až čtyř filtračních bloků asi po 2 m nad sebou. [1]

8.2.3 Biologické stabilizační nádrže

Jedná se o biologické rybníky (speciální účelové nádrže), které jsou určeny k přirozenému biologickému čištění odpadních vod. V principu se jedná o nejjednodušší zařízení určené pro biologické čištění odpadních vod.

Odstraňování organických látek z odpadní vody se děje činností bakterií, které rozložitelné látky oxidují na vodu a oxid uhličitý. Kyslík potřebný pro činnosti bakterií je dodáván řasami a povrchovou aerací (přestup vzdušného kyslíku hladinou nádrže). Usaditelné látky z odpadní vody, ale i odumřelé organismy klesají ke dnu nádrže, kde probíhají anaerobní pochody. Těmito pochody vznikají organické kyseliny, případně metan. Řasy využívají oxid uhličitý produkovaný bakteriemi, vodu a z organických prvků zejména dusík a fosfor k syntéze nových buněk. Současně produkují kyslík, který se ve vodě rozpouští. [34]

8.2.4 Anaerobní rozklad

Anaerobní rozklad organických látek je založen na souboru několika dílčích, na sebe navazujících procesů, na kterých se podílí několik základních skupin anaerobních mikroorganismů. Rozklad organických látek až na konečné produkty vyžaduje jejich koordinovanou metabolickou součinnost. Produkt jedné skupiny mikroorganismů se stává substrátem skupiny druhé, a proto výpadek jedné skupiny může způsobovat poruchy v celém systému. [8]

V prvním stádiu rozkladu – *hydrolýze* – jsou rozkládány makromolekulární rozpuštěné i nerozpuštěné organické látky (polysacharidy, lipidy, proteiny) na nízkomolekulární látky rozpustné ve vodě pomocí extracelulárních hydrolytických enzymů, produkovaných hlavně fermentačními bakteriemi. Dochází ke vzniku nízkomolekulárních látek, které jsou oproti vysokomolekulárním schopny transportu dovnitř buňky. [8]

Nízkomolekulární látky, produkty hydrolýzy, jsou uvnitř buňky během druhé fáze – *acidogeneze* – rozkládány dále na jednodušší organické látky (kyseliny, alkoholy, CO₂, H₂). Fermentací těchto látek se tvoří řada konečných redukovaných produktů, jenž jsou

závislé na charakteru počátečního substrátu a podmínkách prostředí. Mezi konečné produkty patří kyselina octová, H_2 a CO_2 (při nízkém parciálním tlaku vodíku) či vyšší organické kyseliny, kyselina mléčná, ethanol apod. (tvorba při vyšším parciálním tlaku vodíku). [8]

V dalším stádiu – *acetogenezi* – probíhá oxidace těchto látek na H_2 , CO_2 a kyselinu octovou. Účast acetogenních mikroorganismů produkujících vodík na rozkladu je nezbytná, protože katabolizují propionovou kyselinu a ostatní organické kyseliny vyšší než octovou, alkoholy a některé aromatické sloučeniny. [8]

V posledním stádiu – *methanogenezi* – dochází pomocí methanogenních mikroorganismů k rozkladu jejich substrátů, což jsou některé jednoduhlíkaté látky (methanol, kyselina mravenčí, methylaminy, CO_2 , CO , H_2) a kyselina octová. [8]

Anaerobní čištění odpadních vod zaznamenalo v posledních letech značný rozmach, stává se alternativou aerobního čištění odpadních vod. Anaerobní procesy umožňují čištění odpadních vod se širokým rozsahem koncentrace organického znečištění. Spodní hranice koncentrace znečištění se již přiblížila koncentraci domovních splašků, horní hranice koncentrace je prakticky neomezená. [8]

8.3 Terciální stupeň

Biologicky vyčištěná odpadní voda obsahuje značné množství dusíkatých látek a fosforu. Proto je vhodné použít terciální stupeň čištění, při němž dochází k odstranění biogenních prvků či desinfekci vyčištěné odpadní vody. [8]

8.3.1 Dusík

Dusík se z odpadních vod odstraňuje použitím fyzikálně-chemických nebo biologických metod.

Mezi fyzikálně-chemické metody řadíme např.:

- *Oxidace chlorem* se používá pro odstranění amoniakálního dusíku z vody. Oxidací chlorem vznikají chloraminy a elementární dusík, který je uvolňován do atmosféry.

- Při *intenzivní aeraci* nejprve zvýšíme hodnotu pH nad 10, čímž se většina amonných iontů převede na rozpuštěný plynný amoniak. Ten se pak vytěsňuje dmýcháním vzduchu.
- *Iontová výměna* probíhá na měniči iontů. Dochází k výměně amonných iontů za ionty, v jejichž cyklu iontoměnič pracuje. Reakce probíhá v nádrži, kterou odpadní voda protéká. Amonné ionty jsou vázány na náplň kolony a odtokem je vyčištěná voda, ve které je koncentrace amonných iontů podstatně snížena. [19]

Mezi biologické metody řadíme např.:

- *Biologická nitrifikace* je děj, při kterém je amoniakální dusík v oxickém prostředí oxidován hlavně litotrofními nitrifikačními bakteriemi v prvním stupni na dusitany a v druhém na dusičnany. Touto oxidací získávají bakterie energii pro své životní pochody a pro syntézu buněčné hmoty využívají CO₂, část přítomného amoniakálního dusíku a další anorganické živiny, zejména fosfor. Biologické nitrifikaci je přístupný pouze amoniakální dusík. Dusík obsažený v organických látkách musí být nejprve amonifikován (deaminován) činností jiných druhů bakterií. Energie uvolněná při nitrifikaci je využívána při syntéze nové buněčné hmoty.
- *Biologická denitrifikace* je pochod, při kterém jsou činností organotrofních bakterií v anoxických podmínkách redukovány dusitany a dusičnany až na elementární dusík který je tímto postupem z vody odstraňován a vrácen do původní formy. *Organotrofní organismy* potřebují ovšem organický substrát, zčásti jako zdroj energie – tj. oxidují ho, zčásti jako zdroj prvků pro výstavbu nové buněčné hmoty. [19]

8.3.2 Fosfor

Při chemickém odstraňování fosforu se využívá zejména srážení. Při srážení se převádí rozpuštěný anorganický fosfor na málo rozpustné fosforečnany kovů a současně probíhá tvorba hydroxidu kovů. Vznikají vločky, které tyto fosforečnany váží a současně dochází i k odstranění organických látek s nerozpuštěnými látkami. Tento proces se nazývá *koagulace* a přidané chemické látky jsou koagulanty. Koagulantem mohou být

solí železa a hliníku nebo vápno. Při použití vápna je nutná následná neutralizace, aby se příliš nezvýšilo pH směsi. [13]

8.4 Kalové hospodářství

Každá biologická čistírna produkuje určité množství kalu v závislosti na její velikosti, zatížení a zvolené technologii. Vyprodukované kaly se zpracovávají v kalové koncovce, jež je nedílnou součástí každé technologické linky čištění odpadních vod.

8.4.1 Typy čistírenských kalů

Odpadní vody přitékající na čistírnu odpadních vod jsou čištěny, na odtoku z ČOV je obsah znečišťujících látek ve vodě podstatně snížen. Na mechanickém stupni dojde k odstranění hrubých nečistot. Na biologickém stupni dochází k další redukci zejména biologicky odbouratelných látek. Tyto látky, které se z vody během procesu odstranily, jsou kumulovány v čistírenských kalech. Kal je směs vody a pevných látek. Kaly tvoří cca 1-2 % objemu čištěných odpadních vod, obsahují však 50-80 % původního znečištění. Kal, který ještě nebyl stabilizován, se nazývá *surový kal*. Dle toho, odkud je ze systému odebírán, rozlišujeme kal *primární*, *sekundární* a *terciální*. [13]

Primární kal se odděluje ze surové odpadní vody z mechanického předčištění, z usazovacích nádrží. Je převážně biologické povahy. Jeho složení je dáno složením přitékající odpadní vody. [13]

Sekundární kal, častěji označujeme jako přebytečný aktivovaný kal, je oddělován z biologického stupně čištění v dosazovací nádrži. Obsahuje nerozložené zbytky organických látek a přebytečnou biomasu. Jeho složení je ovlivněno nejen složením surové odpadní vody, ale také použitým způsobem čištění. [13]

Terciální, jinak označovaný chemický kal, který vzniká tam, kde je na ČOV instalováno chemické srážení fosforu. [33]

8.4.2 Technologie zpracování kalů

Hlavním cílem zpracování kalů je redukce objemu kalu, redukce zápachu a možnost dalšího využití kalu. Zpracování kalu zahrnuje jeho zahušťování, stabilizaci,

odvodňování a finální likvidaci. Často se do tohoto procesu zařazuje i hygienické zabezpečení kalů. Obecný postup zpracování kalů je naznačen na v příloze Obrázek 18.

8.4.2.1 Zahušťování kalu

Zahušťování kalu je proces, kterým se snažíme snížit obsah vody v kalu před jeho dalším zpracováním. Za optimální stupeň zahuštění je považována konečná koncentrace sušiny v rozmezí 4,5-6,0 % hmotnostních. Mezi nejběžnější způsoby zahuštění kalu řadíme technologie prosté sedimentace, strojní zahuštění kalu či tlakovou flotaci. [38]

Principem *prosté sedimentace* je, že se kal gravitačně zahušťuje v kalových prohlubních usazovacích nádržích. Konečné zahuštění je ovlivněno hydraulickými poměry a základními fyzikálními vlastnostmi kalu. Zahuštění přebytečného aktivovaného kalu probíhá rozdílně dle zvoleného způsobu stabilizace. Při anaerobní stabilizaci je nezbytné kal předzahustit v zahušťovacích jímkách s odběrem odsazené vody. Při aerobní stabilizaci probíhá obvykle uskladnění v zahušťovacích nádržích a souběžně aerobní stabilizace. [33]

K zahušťování kalu při *strojním zahuštění* se používají jednoduchá a provozně nenáročná zařízení. Vyvločkový aktivovaný kal se přivádí buď na horizontální síto s posunem či do středu nakloněného rotujícího válce opatřeného sítem. Filtrát protéká sítem a odvádí se do čistícího procesu, zahuštěný kal se odebírá na konci zařízení a dopravuje se do uskladňovací nádrže. Dávka polymerního flokulatnu se pohybuje dle charakteru kalu. [33]

Proces *flotace* je založen na oddělování suspendovaných částic z vody za působení plynu. Do kalové suspenze je dodáván plyn, nejčastěji vzduch, který tvoří mikrobublínky. Ty se nabalují na kalové částice a vynášejí je k hladině, kde tak vzniká plovoucí vrstva – vzos. Vytvořený zahuštěný kal má charakter husté kalové pěny, která se z hladiny odebírá stíráním nebo nasáváním. [14]

8.4.2.2 Předúprava kalu

Předúprava kalů se provádí před vlastní stabilizací kalů s cílem snížit množství stabilizovaných kalů a zvýšit stupně jejich hygienizace. Předúprava je založena na stimulaci biologického rozkladu při stabilizaci kalů zvýšením dostupnosti substrátu jeho desintegrací na menší částičky. Dochází také k rozbití buněk mikroorganismů, čímž je

do roztoku uvolňován buněčný obsah, který stimuluje anaerobní mikroorganismy podílející se na stabilizaci. [13]

8.4.2.3 Stabilizace kalu

Stabilizovaný kal lze obecně pokládat za takový, který nezpůsobuje škody na životním prostředí a nevyvolává obtíže při manipulaci s ním. V praxi se stabilizace kalu provádí s ohledem na jeho další nakládání. Metody stabilizace kalu rozlišujeme: anaerobní, aerobní či chemická stabilizace. [33]

Anaerobní stabilizace kalu je někdy označována jako metanizace nebo vyhnívání. Jedná se o proces probíhající v anaerobních podmínkách prostřednictvím mikroorganismů, které rozkládají biologicky rozložitelné organické látky obsažené v surovém kalu. Při těchto pochodech je uvolňován bioplyn a odtahována kalová voda. [13]

Anaerobní rozklad organických látek je několikastupňový proces, na kterém se podílí mnoho skupin anaerobních mikroorganismů vzájemně se ovlivňujících. Produkty jedné skupiny se stávají substrátem pro jiné. Anaerobní rozklad organických látek se skládá z posloupnosti těchto reakcí:

- hydrolýza – rozklad makromolekulárních organických látek na nízkomolekulární,
- acidogeneze – rozklad produktů hydrolýzy na alkoholy, vyšší kyseliny (máselná, propionová) a také již na jednodušší produkty (H_2 , CO_2 , kyselina octová), které jsou vhodným substrátem pro metanogeny,
- acetogeneze – oxidace vyšších produktů acidogeneze na kyselinu octovou, H_2 , a CO_2 ,
- metanogeneze – rozklad jednoduhlíkatých látek a kyseliny octové na CH_4 a CO_2 . Obsah sušiny přitékajícího kalu je cca 5 %, v procesu metanizace a po oddělení kalové vody se obsah sušiny zvýší na 7-10 %. V surovém kalu je obsah organických látek zhruba dvojnásobný než anorganických, po anaerobní stabilizaci se tento poměr vyrovná. [13]

Aerobní stabilizace kalu probíhá v aerobních podmínkách prostřednictvím mikroorganismů, které rozkládají biologicky rozložitelné organické látky obsažené

v surovém kalu. Organická hmota je oxidována na CO_2 a H_2O . Biomasa podílející se na aerobní stabilizaci je v podstatě shodná s biomasou aktivačního procesu. [13]

Aerobní stabilizace může probíhat ve stejné nádrži jako aktivační proces, nebo se provádí v samostatných nádržích. Výhodou aerobní stabilizace jsou dosažené nízké hodnoty BSK_5 v kalové vodě. Naopak nevýhodou je, že aerobně stabilizovaný kal vykazuje horší odvodňovací vlastnosti než anaerobně stabilizovaný. [13]

Chemická stabilizace spočívá ve zvýšení pH kalu na hodnotu alespoň 11,5, kdy dochází k ničení patogenních organismů, zatímco organické látky zůstanou nerozloženy. Zvýšení pH se provádí přidáním zásady, nejčastěji oxidu vápenatého CaO nebo hydroxidu vápenatého $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Dle toho, v jaké fázi zpracování se chemická stabilizace provádí, rozlišujeme chemickou prestabilizaci a poststabilizaci. Při prestabilizaci je vápno dávkováno před odvodněním kalu. Naopak při poststabilizaci se do již odvodnělého kalu dává nehasené vápno CaO , které reaguje s vodou a vzniká $\text{Ca}(\text{OH})_2$, přičemž se uvolňuje teplo. Teplota kalu se tak zvýší na 50-80 °C, dochází tak k ničení patogenních mikroorganismů. [14]

8.4.2.4 Odvodňování kalu

Odvodňování kalu slouží k podstatnému snížení obsahu vody v kalu a tedy i celkového objemu kalu. Výsledkem je kal s obsahem sušiny 20-50 % pevné rýpatelné konzistence, se kterým je možno zacházet jako se zeminou. Odvodňování může být přirozené nebo strojní. Přirozené odvodňování se provádí na kalových polích a lagunách, strojní pomocí kalolisů a dekantačních odstředivek. Při strojním odvodňování je nutno kaly upravit tak, aby se mikročástice kalu agregovaly do makrovloček a filtrace či sedimentace tak byla dostatečně účinná. Úprava kalu se provádí termická (zvýšení teploty nad 100 °C za vysokého tlaku) či chemická (přídavek flokulantu). [13]

Přirozené odvodňování v *kalových polích* probíhá v mělkých nádržích s betonovým dnem pokrytým vrstvou šterkopísku. V této vrstvě je zabudovaná drenáž, odvádějící odseparovanou vodu z kalu. Do nádrže se vypouští stabilizovaný kal ve vrstvě asi 0,2-0,4 m, který je odvodněn vsakováním vody do drenážní vrstvy a jednak výparem. Po dosažení požadovaného odvodnění je kal odebírán a transportován k finálnímu zpracování. [13]

Kalové laguny jsou otevřené hlubší zemní nádrže, do nichž se napouští stabilizovaný kal o hloubce asi 0,7-1,5 m. Odvodnění probíhá především díky odpařování vody z hladiny, v menší míře se uplatňuje vsakování. [14]

Kalolisy pracují na principu tlakové filtrace s přerušovaným provozem. Zařízení je sestaveno z určitého počtu filtračních desek, které jsou obaleny filtračními plachetkami. Při plnění kalolisu se filtrační desky od sebe oddálí a vytvoří tak komory, do kterých je přiváděn stabilizovaný kal smíchaný s flokulantem. Při zapnutí tlakového režimu jsou tyto komory stlačovány, voda je filtrována přes plachetky a následně odváděna. V komorách zůstává odvodněný kal, který po uvolnění tlaku a oddálení filtračních desek odpadá. Takto odvodněný kal má poměrně vysoký obsah sušiny, a to 35-45 %. [14]

Principem *odvodňovacích (dekantačních) odstředivek* (příloha, Obrázek 19) je separace pevných částic kalu odstředivou silou v rotujícím bubnu, přičemž se využívá rozdíl hustoty vody a částic kalu. Suspenze je přiváděna (1) potrubím do otáčejícího se vnitřního bubnu (2), kde je usměrněna k plášti vnějšího bubnu. Protože na kal působí odstředivá síla otáčejícího se vnitřního bubnu (na který je navařen šnek), jsou těžší částice usazovány na povrchu vnějšího bubnu (3), odkud je zahuštěný kal šnekem posunován do kuželové části bubnu a ven z odstředivky. Vnitřní buben se šnekem se otáčí stejným směrem jako vnější buben, ale má jiné otáčky. Odstředěná kapalina – fugát (5) je vytlačována kontinuálně přiváděnou suspenzí přes otvory v čele bubnu do sběrače a potrubím ven z odstředivky. Získaný odvodněný kal (5) má obsah sušiny 20-25 %. [14]

Termickým sušením při teplotách vyšších než 100 °C lze z kalu odstranit podstatnou část vody. Při sušení v rotačních bubnových sušičkách se využívá přímého kontaktu sušeného kalu s horkým vzduchem. Tímto postupem lze dosáhnout sušiny kalu až 95 %. Před vlastním sušením je vhodné kal odvodnit. [13]

8.4.2.5 Hygienizace kalů

Před finální likvidací kalů je nutno zničit nebo alespoň snížit množství patogenních mikroorganismů na přijatelnou hodnotu podle jejich zamýšleného využití. Během čištění odpadních vod a zpracování kalu je většina choroboplodných zárodků zničena, přesto v něm určité množství patogenů přežívá (*Salmonella*, koliformní bakterie, enterokoky, apod.). Při hygienizaci kalů je nutno tyto mikroorganismy v maximální míře redukovat.

Míra hygienického zabezpečení se odvozuje od účelu, pro jaký bude kal následně použit. [14]

Přirozená hygienizace probíhá ve vhodných podmínkách při různých procesech na ČOV, ačkoli tyto nejsou přímo zaměřeny na hygienizaci. Tyto procesy využívají většinou vysoké teploty nebo vysokého pH. Patří sem aerobní stabilizace, anaerobní stabilizace, chemická stabilizace, odvodnění na kalových polích, termické sušení, kompostování či spalování. Metody hygienizace zaměřené pouze na zneškodňování patogenů jsou fyzikální nebo chemické. Při chemických metodách se využívá účinků silných oxidačních činidel, jako je chlor, ozon, formaldehyd nebo fenol. [14]

Jako fyzikální metodu odstranění můžeme jmenovat *pasterizaci*. Jedná se o proces, při kterém je kal zahříván na určitou teplotu jen po krátkou dobu (př. na 70 °C po dobu 30 minut). Pasterizace musí být kombinovaná se stabilizací kalu, nejčastěji stabilizací anaerobní. Vhodné je provádět pasterizaci před stabilizací (prepasterizace). Po prepasterizaci nedochází k opětovnému růstu patogenů. Oslabené patogeny nejsou schopny soutěžit o substrát s anaerobní biomasou v metanizačních nádržích a odumírají v ní. [14]

8.4.2.6 Využití kalů

Odvodněný a stabilizovaný kal je třeba nějakým způsobem z čistírny odstranit. Nejlepším řešením z hlediska ČOV je jeho další využití, nejčastěji v zemědělství. To se provádí buď použitím kalu jako hnojiva bez dalších úprav, nebo zpracováním v průmyslových kompostech. Jinou variantou využití kalu je jeho zakomponování do stavebních materiálů. Finální likvidací kalu se rozumí jeho spalování nebo skládkování. [13]

PRAKTICKÁ ČÁST

9 METODIKA

Pro vyhodnocení účinnosti ČOV Náměšť nad Oslavou byl po dobu roku 2014 sledován její provoz. Zjištěné údaje za sledované období byly porovnány s provozními údaji historicky první ČOV města z roku 2005. Provozní údaje (hodnoty průtoků a výsledky analytické kontroly vzorků odpadní vody) za rok 2014 a rok 2005 byly poskytnuty zaměstnancem VAS a.s., divize Třebíč – vedoucím provozu ČOV Náměšť nad Oslavou Ing. Pavlem Petrákem.

Na základě územního plánu města, evidenčního listu měrného profilu ČHMU Oslavany a informací získaných od Ing. Pavla Petráka byl zpracován popis nakládání s odpadními vodami města Náměšť nad Oslavou a recipientu vyčištěné odpadní vody řeky Oslavy. Dále byl od Ing. Pavla Petráka získán mapový dokument znázorňující uložení kanalizační soustavy, který následně sloužil jako podklad pro vypracování plánu městské kanalizace. Pro tento plán byl využit program ArcGIS.

Během diplomové praxe od 7.7.2014 do 8.8.2014 probíhající na ČOV Náměšť nad Oslavou došlo k seznámení s provozem její technologické linky, byla pořízena fotodokumentace a provedeny dílčí odběry a vyhodnocení vzorků odpadní vody za dozoru pracovníků ČOV a laboranta. Na základě zjištěných historických informací během praxe byl zpracován popis technologie čištění odpadních vod na první městské ČOV. Dle provozního řádu byl zpracován i popis technologické linky ČOV stávající.

Pro grafické zpracování historických i stávajících dat byl využit počítačový program Microsoft Office Excel. Následně bylo provedeno porovnání těchto dat s projektovanou hodnotou látkového a hydraulického zatížení, s Povolení k nakládání s vodami vycházejícího z nařízení vlády č. 61/2003 Sb. (rok 2005 dle VPR ze dne 7.10.2003, rok 2014 dle VPR ze dne 27.11.2012) a s přípustnými minimálními hodnotami účinnosti čištění odpadních vod uvedených ve výše zmíněném nařízení vlády.

10 CHARAKTER ZÁSTAVBY MĚSTA NÁMĚŠŤ NAD OSLAVOU

Náměšť nad Oslavou se nachází v kraji Vysočina, okres Třebíč. Městem prochází silniční komunikaci č. I/23 a železniční trať č. 240 spojující města Třebíč a Brno. Vzdálenost od města Třebíč je 20 km, vzdálenost od Brna je 40 km. Severně od silnice č. I/23 územím paralelně prochází dálnice D1 (příloha, Obrázek 20).

10.1 Svazek obcí VODOVODY A KANALIZACE

Město Náměšť nad Oslavou je členem Svazku obcí vodovody a kanalizace. Vodárenská akciová společnost a.s. divize Třebíč je provozovatelem infrastrukturního majetku Svazku (příloha, Obrázek 33). [40]

Předmětem činnosti Svazku je především organizační zajištění zásobování pitnou vodou, odvádění a čištění odpadních vod. Dále zajištění koncepčního řešení obnovy a rozvoje vodovodů, kanalizací, ČOV a zařízení s nimi souvisejících. [40]

V současné době je město zásobováno ze skupinového vodovodu Slavětice – Náměšť nad Oslavou napojeného na Vranovský skupinový vodovod. [11]

Cena vodného a stočného pro rok 2015 pro členy svazku obcí Vodovody a kanalizace. Vodárenské akciové společnosti a.s., divize Třebíč je:

- vodné 49,81 Kč/m³ (včetně DPH),
- stočné 35,93 Kč/m³ (včetně DPH). [40]

10.2 Demografie města

Rozloha katastrálního území města Náměšť nad Oslavou je 811,04 ha. Dle údajů získaných z Sčítání lidu, domů a bytů 2011 je město tvořeno celkem 981 domy, z tohoto počtu je 862 domů rodinných a 119 domů bytových s 2 227 byty. Ve městě žije celkem 4 923 obyvatel. Z celkového počtu domů je na jednotnou kanalizační síť připojeno 725 domů. [30]

10.3 Urbanismus města

Dříve se ve městě nacházely významnější průmyslové areály, které svým provozem výrazně ovlivňovaly jakost odpadních vod přiváděných na ČOV. Jednalo se o oděvní průmysl KRAS, nábytkářský průmysl LIDUNAS, výroba kol VEAMOS či BYTEX, kde probíhala výroba koberců.

Nyní se ve městě nachází pouze drobný průmysl – výroba koberců, nábytku, velkoobchod s ovocem a zeleninou, stavební firmy, drobné provozovny a budovy běžné občanské vybavenosti. Na kanalizaci nejsou napojeny významnější výrobní podniky, u kterých by bylo možno předpokládat vliv na technologický proces ČOV. [11]

10.4 Klimatické poměry

Z klimatologického hlediska patří město Náměšť nad Oslavou a jeho okolí do mírně teplé oblasti MT 11 s charakteristikou mírně teplého a mírně vlhkého vrchovinného počasí (Tabulka 1).

Tabulka 1: Vybrané klimatické charakteristiky [11]

Vybrané klimatické charakteristiky	Mírně teplá oblast
	MT 11
Počet letních dnů	40-50
Počet mrazových dnů	110-130
Průměrná teplota v lednu [°C]	-2 až -3
Průměrná teplota v červenci [°C]	17-18
Srážkový úhrn ve veget. období [mm]	350-400
Srážkový úhrn v zimním období [mm]	200-250

10.5 Geomorfologie a geologie města

Město Náměšť nad Oslavou se nachází na jihovýchodním okraji Českomoravské vysočiny, leží na rozhraní geomorfologických celků Křižanovská vrchovina a Jevišovická pahorkatina. [11]

Geologicky náleží území města k Českému masivu. Intravilán se nachází na zvětralínovém plášti svahových uloženin s povahou hlín, písčitých hlín, písků a jílovitých

zemín. Podzemní voda je v malých hloubkách, převážně v údolí vodního toku. Geologická charakteristika území je příznivá pro výstavbu inženýrských sítí i městskou zástavbu. [11]

10.6 Recipient

Řeka Oslava, protékající městem Náměšť nad Oslavou, je recipientem pro vyčištěné odpadní vody z ČOV (příloha, Obrázek 21). Tok náleží do IV. řádu, správcem toku je Povodí Moravy, s. p. Řeka pramení v severní části Českomoravské vrchoviny, je levostranným přítokem řeky Jihlavy. Délka toku je 99,24 km a plocha povodí je 867,03 km². [43]

Tabulka 2: Údaje o recipientu ČOV [39]

VAS Třebíč – ČOV Náměšť nad Oslavou	
Recipient	Oslava
Identifikační číslo	512022
Horní matricové číslo toku	4183300
Číslo hydrologického pořadí	4-16-02-0750-0-00
Říční kilometr	33,90
Břeh	pravý

Údaje o průtocích jsou uvedeny v Tabulka 3. Hodnoty průtoků byly zjištěny na měrném profilu Českého hydrometeorologického ústavu Oslavany.

Tabulka 3: Přehled průtoků řeky Oslava [6]

N-letý průtok	Q1	Q5	Q10	Q50	Q100	M-denní průtok	Q355
[m ³ .s ⁻¹]	66,0	112,0	133,0	183,0	205,0	[l.s ⁻¹]	340,0

V Tabulka 4 jsou uvedeny jakostní ukazatele. Hodnoty jednotlivých jakostních ukazatelů svědčí o kvalitě vody v toku.

Tabulka 4: Jakostní ukazatele vody v toku Oslava [37]

Oslava	BSK ₅	CHSK _{Cr}	NL	N-NH ₄	N-NO ₃	P _{celk.}
[mg.l ⁻¹]	3,7	27,9	8,0	0,3	4,53	0,24

11 HISTORIE ČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD V NÁMĚŠTI NAD OSLAVOU

Stávající čistírna odpadních vod je v pořadí již druhou, která byla ve městě vybudována. První čistírna odpadních vod byla vyprojektována a postavena v letech 1957/58. Tato čistírna byla navržena jako experimentálně srovnávací podle brněnského vzoru. Čistírna byla v provozu až do roku 2006, ve kterém byla nahrazena novou moderní čistírnou. Důvodem výstavby nové ČOV byl fakt, že původní čistírenská technologie nedokázala pojmout množství přiváděné odpadní vody, její provoz byl přetížen hydrologicky i látkově. Koncentrace znečištění vyčištěné odpadní vody převyšovaly přípustné a maximální hodnoty emisních standardů vyčištěných odpadních vod.

Stará ČOV vybudována v letech 1957/58 byla navržena pro 3500 EO s průměrným denním přítokem $10,40 \text{ l.s}^{-1}$. Jednalo se o mechanicky-biologickou čistírnu. Mechanická část byla tvořena česlemi a usazovací nádrží. Biologickou část tvořily čtyři Schulzovy biofiltry (Obrázek 1), jednalo se o válcovité nádoby o průměru 1,6 m, vysoké 9,6 m vyplněné kamenivem pokrytým bakteriemi. Odpadní voda byla přivedena na horní okraj nádoby a skrápěla kamennou náplň filtru. Tak docházelo za přítomnosti mikroorganismů a vzduchu k odstraňování nečistot v odpadní vodě. Následně byla odpadní voda přivedena do dosazovací nádrže, kde docházelo k usazení sražených nečistot v podobě kalu na její dno, horním přepadem odtékala odsazená a vyčištěná voda do recipientu. Díky přídatnému zařízení, dávkovači síranu železitého, došlo k zlepšení usazování kalu a odstranění fosforu.

Čištění odpadních vod se Schulzovými biofiltry bylo postaveno v ČR i v Evropě velmi málo. Čistírna tohoto typu v Náměšti nad Oslavou byla ze všech v provozu nejdéle. Přestože, stará čistírna přestala odpadní vody čistit, zůstala zachována její technicky a historicky nejdůležitější část, a to dvě věže Schulzových biofiltrů s dosazovací nádrží. Dnes tyto věže představují ojedinělou technickou a kulturní památku.



Obrázek 1: Schulzovy biofiltry [autorka]

12 SOUČASNÁ ČOV V NÁMĚŠTI NAD OSLAVOU

12.1 Všeobecné údaje

Stavba současné ČOV byla zahájena v roce 2005 a ukončena v roce 2006. Důvodem výstavby byla zastaralá čistírenská technologie původní ČOV, kterou nebylo možno rekonstruovat. Technologie původní ČOV a zvyšující se počet obyvatel ve městě byly důvodem nedodržování emisních limitů uvedených v legislativních dokumentech. Stará ČOV byla v provozu až do doby ukončení stavby nové. Lokalizace ČOV a přehled zahájení zkušebního a trvalého provozu jsou uvedeny v Tabulka 5.

Tabulka 5: Lokalizace ČOV Náměšť nad Oslavou [37]

VAS Třebíč – ČOV Náměšť nad Oslavou	
Kraj	Vysočina
Okres	Třebíč
Město	Náměšť nad Oslavou
Katastrální území	Náměšť nad Oslavou
Dozor provozu zajišťuje	VAS a.s., divize Třebíč
Zkušební provoz od	10/2006
Trvalý provoz od	12/2007

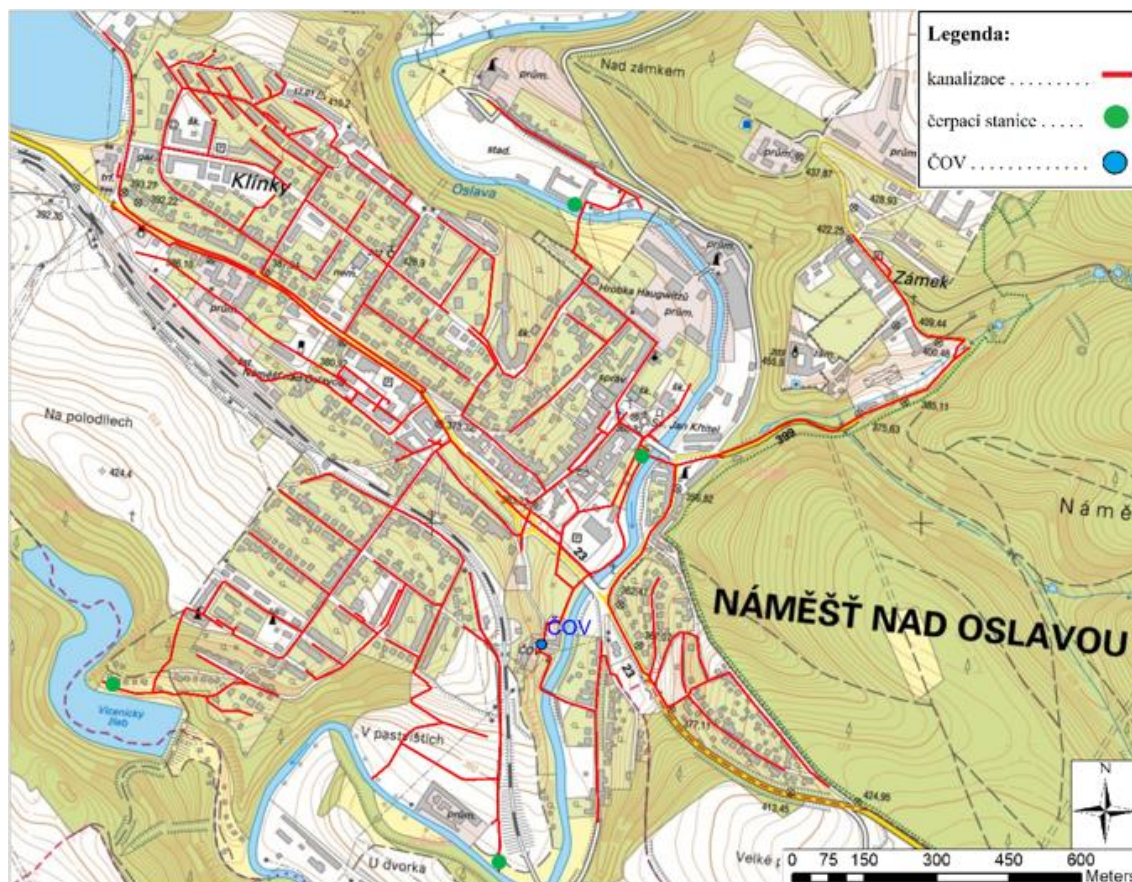
Náměšť nad Oslavou se rozkládá po obou stranách řeky Oslavy, většina zástavby je umístěna na pravém břehu řeky. Řeka protéká územím města ve směru ze severu na jih. Areál ČOV je vyznačen v příloze Obrázek 21, areál ČOV je na mapě vyznačen červeně. ČOV se nachází na pravém břehu řeky v nadmořské výšce 358,50 m n. m.

12.2 Kanalizace

Obrázek 2 znázorňuje rozmístění bytové zástavby města Náměště nad Oslavou s vyznačením trasy uložení kanalizace (červená linie). Odpadní voda je na čistírnu dopravována jednotnou kanalizační soustavou o celkové délce 7 328 m. Materiálem kanalizačního systému je beton.

Způsob dopravy odpadní vody v kanalizaci je kombinovaný, a to převážně gravitačním způsobem s vložením několika čerpacích stanic. Čerpací stanice je umístěna vždy tam, kde odpadní voda gravitačním způsobem nepřekoná terénní nerovnosti. Voda je přečerpávána z místa s nižší nadmořskou výškou do místa, které je položeno výše

a odtud je dále dopravována opět gravitačním způsobem na ČOV. Odpadní voda z bytové zástavby, umístěné na levém břehu řeky, je odvedena kanalizačním potrubím uloženým hluboko pod korytem řeky Oslavy.



Obrázek 2: Uložení kanalizace Náměšť nad Oslavou [ArcGIS, autorka]

12.3 Projektované parametry zatížení ČOV

Odpadní vody z města Náměšť nad Oslavou se skládají ze splaškových vod bez významného podílu vod průmyslových a vod dešťových. Čistírenská technologie ČOV je dimenzovaná pro 8 000 EO. Stávající čistírenská technologie umožňuje kromě běžného provozu dále zpracování dovážených odpadních vod do množství $30 \text{ m}^3 \cdot \text{den}^{-1}$ a rovněž zpracování tekutých stabilizovaných kalů z menších ČOV provozovaných VAS, a.s. do celkové kapacity cca 2 000 EO. [37]

Tabulka 6 obsahuje přehled projektovaného množství odpadních vod pocházejících od obyvatel, průmyslu a vod balastních. Do projektované kapacity je započtena i rezerva.

Tabulka 6: Projektovaná kapacita stávající ČOV [37]

Množství odpadních vod	[m ³ .den ⁻¹]
- obyvatelstvo	720
- průmysl	120
- balastní vody	240
- rezerva	120
Celkem	Q₂₄ = 1 200

Tabulka 7 obsahuje emisní limity látkového zatížení ČOV, a to hodnoty projektované a průměrné.

Tabulka 7: Látkové zatížení stávající ČOV [37]

Látkové zatížení ČOV	CHSK _{Cr}	BSK ₅	NL	N _{celk.}	P _{celk.}
projektované [kg.den ⁻¹]	960	480	440	88	20
průměrné [mg.l ⁻¹]	800	400	367	73,3	16,7

12.4 Popis objektů ČOV

12.4.1 Provozní budova

Stavba je částečně podsklepena a vertikálně rozdělena do tří podlaží, a to jednoho nadzemního a dále dvou podzemních, která tvoří 1. a 2. suterén budovy (Obrázek 3). Přirozený tvar přimknutí k terénu a zelený kryt respektují ekologický charakter stavby. Z celé stavby je viditelná pouze JV čelní fasáda



Obrázek 3: Areál ČOV [10]

navržená ve tvaru křivky, sledující průběh vrstevnic. Střecha objektu je řešena pultovou konstrukcí, je navržena jako „intenzivní zelená střecha“. V úžlabí svahu je stavba doplněna šikmo seříznutou válcovou plochou uskladňovacích nádrží kalu. Nosná konstrukce stavby je tvořena železobetonovými rámy a cihelnými stěnami. Okna, vrata a vstupní dveře jsou dřevěné, JV průčelí je navrženo rovněž s dřevěným obkladem. [10]

V 1. podzemním podlaží je v části pod provozním objektem umístěna kruhová flotační jednotka a zásobní nádrž na chemikálii pro možnost chemického srážení fosforu.

Tyto prostory jsou propojeny chodbou s hlavní částí 1. podzemního podlaží, kde jsou umístěny aktivační a dosazovací nádrže. [10]

2. podzemní podlaží je řešeno jako uzavřený zastropený prostor s osazenými kalovými čerpadly a dmychadly pro proces aktivace. Veškeré prostory jsou vybaveny nucenou ventilací s trojnásobnou výměnnou vzduchu a jeho následnou dezodorizací. [10]

V nadzemním podlaží jsou umístěny: provozní objekt s mechanický předčištěním, provozní místnosti (velín, hygienické zařízení, šatny, elektrická rozvodna), strojní odvodnění kalu, hygienizace kalu a deponie kalu v kontejnerech. Dále je nadzemní podlaží vybaveno vstupní čerpací stanicí, jímkou na dovážené fekálie a dezodorizačními biofiltry. [10]

Součástí stavby jsou dvě zastropené železobetonové nadzemní kruhové uskladňovací nádrže kalu. Před budovou je zpevněná obslužná plocha, pod kterou je umístěna zastropená dešťová zdrž. Konečnou úpravu terénu nad nádržemi tvoří sadovnické úpravy v kombinaci s kamennými zídkami. Areál je lemován opěrnými stěnami z gabionů. [10]

12.4.2 Výustní objekt

Výustní objekt (příloha, Obrázek 31) slouží pro vypouštění vod z ČOV do recipientu. Recipientem je řeka Oslava. Výustní objekt pro odtokové potrubí je osazen na pravém břehu řeky. Je zhotoven z dlažby z lomového kamene na betonovém loži. Okolní část břehu 1,5 m proti proudu a 3 m po proudu je opevněna pohozením z lomového kamene. [37]

12.5 Popis technologie ČOV

Objekt ČOV zaujme stavebně dispozičním řešením a lokalizací ve svažitém terénu. Provozní budova ČOV je řešena jako podzemní, je umístěna v uzavřeném objektu (příloha: Obrázek 4, Tabulka 20). Technologicky je ČOV postavena na mechanicko-biologickém procesu. Čistící proces je sestaven ze systému oběhové aktivace s nitrifikací a simultánní denitrifikací, aerobní stabilizací, hygienizací, strojním zahuštěním a strojním odvodněním kalu. Všechny technologické linky ČOV jsou plně automatizované. Chod aktivačního procesu je řízen kyslíkovou sondou. [10]

12.5.1 Mechanické předčištění

12.5.1.1 Čerpací stanice

Odpadní voda je přiváděna jednotnou kanalizací DN 600 do čerpací stanice. Přítok do čerpací stanice je opatřen česlovým košem s průlinami mříže 50 mm. Čerpací stanice je osazena ponornými čerpadly pro čerpání průměrného přítoku, dále třemi ponornými čerpadly pro čerpání dešťového (maximálního) přítoku. Spouštění čerpadel je provedeno v závislosti na úrovni výšky hladiny odpadní vody. [37]

V čerpací stanici dochází k částečné sedimentaci jemných částic. Písek sedimentuje na dně stanice mezi čerpadly. Odtud je nutno sediment těžít.

12.5.1.2 Dešťová zdrž

Výtlač dešťových čerpadel je zaústěn do dešťové zdrže. Účelem zdrže je dočasně akumulovat (20 min zdržení) dešťové průtoky odpadních vod, které přesahují kapacitu biologické části ČOV, zachytit prvotní znečištění (výplach kanalizace) a v případě delších srážek zajistit alespoň mechanické předčištění odpadních vod. [37]

12.5.1.3 Jímka dovážených fekálií

Vedle čerpací stanice se nachází jímka dovážených fekálií (septiky, žumpy, domovní ČOV). Objem jímky je cca 20 m³. Míchání obsahu jímky je zajištěno mechanickým míchadlem. Z jímky je odpadní voda gravitačně přepouštěna do čerpací stanice. Nátok do jímky je chráněn česlicovým košem. [37]

12.5.1.4 Jemné česle

Z čerpací stanice je voda přečerpávána na jemné česle zajišťující mechanické předčištění (příloha, Obrázek 23). Jejich úkolem je odstranit z přitékající vody jemnější unášené předměty (nad 6 mm) a ochraňovat tak další technologické zařízení před zanášením či ucpáváním. Zachycený materiál je vyhrnován pohybem lamel. Shrabky jsou ukládány v kontejneru. V případě nutnosti je prováděna hygienizace shrabků chlorovým vápnem, aby nedocházelo k šíření zápachu či choroboplodných látek. Shrabky jsou zneškodněny skládkováním. [37]

12.5.1.5 Lapák písku

Voda z mechanického předčištění natéká dále na lapák písku. Lapák slouží k zachycování, provzdušnění a těžení písku, jako ochrana následujících zařízení čistírny před zanášením technologického vybavení. Spolu s pískem je v lapáku zachycena i část organických látek. Při zachycení organických látek lapákem písku dochází k jejich zahnívání, „kází“ tak odpadní vodu a následně působí potíže v biologické části ČOV. K zabránění zahnívání slouží provzdušňování lapáku prováděné 6-12 x za den. Těžba vypraného písku se provádí dle potřeby, minimálně jednou denně. Písek je shromažďován v deponii (příloha, Obrázek 24). Odpadní voda je žlabem vedena dále k biologické části procesu. Do odtoku z mechanického předčištění je zaústěn výtlak vratného kalu. [37]

12.5.2 Biologická část

12.5.2.1 Aktivační proces

Z mechanického předčištění voda gravitačně odtéká do rozdělovacího objektu, kde je pomocí trojúhelníkových přepadů rozdělena do dvou aktivačních nádrží (příloha, Obrázek 25). Aktivace je řešena jako oběhová. Technologicky je dimenzována jako dlouhodobá aktivace s částečnou aerobní stabilizací kalu, simultánní nitrifikací a denitrifikací. [37]

Zrcadlově obrácené aktivační nádrže jsou dimenzovány na $2 \times 1\,015 \text{ m}^3$, s výškou hladiny 5,20 m. Proces aerace je řízen kyslíkovou sondou, která monitoruje hladinu rozpuštěného kyslíku. Provzdušňování je zajištěno vrtulovými míchadly a ve dně ukotvenými dmychadly osazenými sadou jemnobublinných elementů [37]

Schopnost stabilizovat kal a nitrifikovat ho probíhá v aerobních podmínkách ($0,5\text{-}3,0 \text{ mg.l}^{-1}$). Naopak schopnost denitrifikovat je podmíněna vytvořením anoxických podmínek, stav kyslíku se přiblíží k $0,0 \text{ mg.l}^{-1}$. Anoxické podmínky se vytvoří přerušením aerace po předchozí nitrifikační fázi, dále díky přítoku surové odpadní vody. Dochází tedy k endogenní respiraci kalu a přítokem nového substrátu ke spotřebování rozpuštěného kyslíku. V anoxických podmínkách začne docházet k biologické redukci dusičnanů a dusitanů na plynný dusík. Po rozložení všech přítomných dusičnanů musí být znovu zahájena dodávka vzduchu, aby nedocházelo k hlubšímu rozkladu dalších solí a kolapsu biologických procesů. [37]

Dusíkaté znečištění je na ČOV především ve formě rozpuštěného amoniaku – čpavku, ve formě organicky vázaného dusíku a v relativně zanedbatelných množstvích ve formách dusičnanového a dusitanového dusíku. Dusík je základní stavební látkou nové biomasy a přibližně 30-35 % z přitékajícího množství se ho váže do přebytečného kalu. Zbývající přivedený dusík je nutno odstranit biologicky zprostředkovanou oxidací a redukcí, tedy procesy nitrifikace a denitrifikace.

- Nitrifikace je proces oxidace, kdy dochází za oxických podmínek pomocí nitrifikačních bakterií k přeměně amoniakálního dusíku na dusičnany, případně dusitany. Důležitým faktorem procesu je stáří kalu (stáří nad 20 dní), neboť jejich růstová rychlost je až desetinásobně nižší než rychlost běžných mikroorganismů přítomných v aktivovaném kalu.
- Při denitrifikaci dochází k redukcí dusičnanů na plynný dusík, který pak z nádrží uniká ve formě mikrobublinek. Proces probíhá za striktně anoxických podmínek. Denitrifikační bakterie jsou rovněž pomalu rostoucí, avšak proces je rychlejší než nitrifikace. [37]

12.5.2.2 Chemické srážení fosforu

Chemické srážení fosforu je provedeno před nátokem do dosazovacích nádrží. Fosfor je srážen přípravky na bázi Fe_3^+ eventuálně Al_3^+ . Jako srážecí činidla jsou použity: síran železitý či síran hlinitý. Technolog nastavuje dávkování srážedel dle orientačních měření fosforu na odtoku. Srážení fosforu závisí i na koncentraci kalu v aktivaci. [37]

12.5.2.3 Dosazovací nádrže

Odpadní voda z aktivačních nádrží je přivedena do dvou kruhových dosazovacích nádrží (příloha, Obrázek 26). Nádrže jsou dimenzovány na $2 \times 351 \text{ m}^3$, s průměrem 11 m. Přívod odpadní vody do dosazovacích nádrží je proveden flokulační válcem, který usměrňuje a uklidňuje proud aktivační směsi tak, aby vznikly optimální rychlostní poměry k procesu sedimentace. Hladina a dno nádrže jsou stírány strojně. Nádrže jsou vybaveny otáčivým ramenem shrabujícím kalu ze dna a lištou, která stírá plovoucí nečistoty. [37]

Odsazená vyčištěná voda je odváděna z hladiny sběrným žlabem s přeřadovou hranou po obvodu nádrže (příloha, Obrázek 27). Dále odtéká samospádem přes jímky

technologické vody, měrný objekt, čerpací povodňovou stanicí do recipientu. Na odtoku je instalovaný automatický odběr vzorků vyčištěné vody. Zahuštěný, vratný kal je čerpán ode dna dosazovací nádrže do rozdělovacího objektu před aktivační nádrže. Tím se zajistí neustálé udržení koncentrace kalu v aktivaci. [37]

12.5.2.4 Povodňová čerpací stanice

S ohledem na výšku hladiny při zvýšených průtocích v řece a zabezpečení funkce ČOV je odtok vyčištěné odpadní vody opatřen povodňovou čerpací stanicí. Vyústění vyčištěné vody je nad hladinou řeky. Při zvýšených průtocích nad kritickou hladinu se automaticky uzavře gravitační odtok z ČOV a voda je přečerpávána do železobetonové jímky. [37]

12.5.3 Kalové hospodářství

12.5.3.1 Strojní zahuštění kalu

Čerpání přebytečného kalu je řešeno přímo z odtoku z aktivačních nádrží. Technologicky je kalové hospodářství ČOV sestaveno ze zahuštění kalu tlakovou flotací, jeho uskladnění ve dvou kruhových uskladňovacích nádržích, strojního odvodnění na dekantální odstředivce (příloha, Obrázek 28) a hygienizace vápnem. [37]

V nejnižším podlaží, mezi aktivačními a dosazovacími nádržemi, je osazena podzemní kalová čerpací stanice. Ta byla navržena jako manipulační a armaturní prostora a strojovna pro čerpadla přebytečného a vratného kalu. Jsou zde umístěna propojovací potrubí mezi aktivací a dosazovákami, dále jsou zde umístěna dmychadla a tlaková stanice provozní vody. [10]

Vratný kal je čerpán do proudu odpadní vody, jenž vytéká z lapáku písku, před rozdělovacím objektem aktivace. Přebytečný kal z biologické části je přiváděn ke strojnímu zahuštění do suterénu provozního objektu do armaturní komory uskladnění. Zde je umístěna flotační jednotka, jedná se o nádrž kruhového tvaru se středově umístěným válcem. Čerpadlo flotátoru odebírá cirkulující vyčištěnou vodu a v sytícím zařízení je k vodě přidáván vzduch. Nasycená voda je do flotátoru přiváděna středovým válcem, průchodem přes tlakovou trysku se vytvoří mikrobublinky. Mikrobublinky procházející surovou vodou tak zachycují ve vodě obsažené nežádoucí látky a společně jsou unášeny směrem k hladině. Na hladině se tvoří vrstva pěny, ze které je postupně

směrem dolů vytlačována voda. Hustota odváděného kalu je tím větší, čím je větší výška pěnové vrstvy na hladině flotátoru. Po ustálení procesu je nastavena výška odebírajícího zařízení. Na kónickém dně flotační nádoby je instalováno stírací zařízení pro shrnování a odběr usazeného kalu. [37]

12.5.3.2 Uskladňovací nádrže kalu

Pro akumulaci zahuštěného kalu slouží dvě sériově propojené kruhové uskladňovací nádrže s užitým objemem 2 x 220 m³. Nádrže jsou umístěny v nadzemním podlaží. Přebytečný kal je již částečně aerobně stabilizovaný procesem dlouhodobé aktivace, v uskladňovací nádrži probíhají další „dostabilizační“ pochody za aerobních podmínek. Za stabilizovaný kal považujeme takový, jehož koncentrace sušiny je vyšší než 4,5 %. Není však vhodné, aby koncentrace sušiny ve stabilizovaném kalu byla vyšší než 6,0 %, pak dochází ke snížení jeho tokových vlastností. Míchání kalu je důležité k homogenizaci celého objemu nádrže a k urychlení optimálního průběhu stabilizačních procesů. Pro zajištění míchání a homogenizace jsou uskladňovací nádrže vybaveny aerací. Míchání kalu se provádí periodicky. V uskladňovací nádrži může docházet k dalšímu zahušťování kalu, které je podpořeno odtahem kalové vody pomocí čerpadel. [37]

12.5.3.3 Odvodnění kalu

Stabilizovaný zahuštěný kal z uskladňovací nádrže je přečerpán na dekantální odstředivku. Odstředivá síla vznikající rotací bubnu přemísťuje kal k plášti bubnu, odtud je kal vyhrnován šnekem do výsycky. Dále je separovaný kal transportován k dalšímu zpracování, k hygienizaci vápnem. Vytlačená voda (fugát) vytéká otvory na druhém konci odstředivky do nátoky před rozdělovací objekt aktivačních nádrží. Pro zajištění účinnosti separace je nutno do přiváděného kalu dávkovat srážedlo – flokulant Sukoflok. Jedná se o vhodný organický polymer, zajišťující rozrušení elektrostatických sil mezi vločkami kalu. Pokud je kalové hospodářství provozováno optimálním způsobem, jsou dosahované hodnoty sušiny odvodněného kalu nad 22-24 %, při spotřebě flokulantu v rozmezí 3,5-5 g.kg⁻¹ sušiny. Zneškodnění odvodněného kalu provádí externí firma Enviro-Ekoanalytika Velké Meziříčí. [37]

12.5.3.4 Hygienická stabilizace kalu

Odvodněný kal (příloha, Obrázek 29) je hygienicky zabezpečen dávkováním nehašeného vápna. Kalové hospodářství ČOV umožňuje zajistit hygienické vlastnosti

kalů dle požadavků kategorie I, dle Vyhlášky č. 382/2001 Sb. (příloha, Tabulka 22). V současné době není třeba provádět hygienickou stabilizaci vápnem. [37]

12.5.3.5 Ventilace

Všechny objekty s čistírenskou technologií jsou umístěny v uzavřených prostorech, které jsou opatřeny nucenou ventilací s čištěním ventilovaného vzduchu probíhající minimálně 3 x za hodinu. K filtraci jsou použity dezodorizační biofiltry EVH. Dezodorizační biofiltr je tvořen vanou a víkem. Náplň filtru tvoří biologický substrát, jedná se o směs kůry, rašeliny a mletého vápence. Použitá náplň je zneškodněna kompostováním (kompostárna CMC Náměšť nad Oslavou). Dezodorizovaný vzduch vstupuje přímo do ovzduší, voda je odvedena do přívodu odpadní vody před aktivaci. [37]

12.6 Odpady

Přehled odpadů pocházejících z čistírenské technologie a jejich roční produkci, katalogová čísla a konkrétní způsob zneškodnění nalezneme v Tabulka 8.

Tabulka 8: Odpady čistírenské technologie, rok 2014 [autorka]

Odpady	Katalog. č. odpadu	Firma	Způsob zneškodnění	Roční produkce 2014 [t.rok ⁻¹]
Shrabky z česlí	19 08 01	Esko-T	Uložení na skládku TKO Petrůvky.	4,42
Opady z lapáku písku	19 08 02	Esko-T	Uložení na skládku TKO Petrůvky.	10,254
Kaly z čištění komunálních odpadních vod	19 08 05	Eko-Enviroanalytika Velké Meziříčí		650 ¹

12.7 Provozní řád – metodika odběru vzorků odpadní vody

Parametry jakosti odpadní vody jsou sledovány na **přítoku a odtoku** ČOV. Měrný profil přítoku a odtoku je opatřen automatickým odběrákem vzorku (Obrázek 30). Měrný profil přítoku se nachází na objektu mechanického předčištění, před česlemi. Měrný profil

¹ Jedná se o roční produkci kalů z čistírny odpadních vod Náměšť nad Oslavou zahrnující množství dovezených kalů z okolních malých ČOV.

odtoku se nachází v odtokovém potrubí vyčištěných odpadních vod, umístěným za dosazovacími nádržemi.

12.7.1 Odběr a příprava vzorku

Dle nařízení vlády č. 61/2003 Sb., dle kategorie ČOV (2 001-10 000 EO) je stanoveno provádět rozbor 24 hodinového směsného vzorku. Rozbor směsného vzorku slouží pro kontrolu jakosti vypouštěných odpadních vod. Četnost odběru vzorků odpadních vod je stanovena 12 x za rok (1 x měsíčně) tak, aby byly rovnoměrně rozloženy v průběhu roku.

Odběr a příprava 24 hodinového slévaného vzorku pořízeného na příslušném měrném profilu je následující:

- po dobu 24 hodin je vždy po dvou hodinách odebíráno vždy stejné množství odpadní vody a slévá do připravené nádoby,
- nádoba je trvale udržována v maximální teplotě +4 °C,
- po slítí posledního dílčího vzorku je obsah nádoby řádně promíchán a odlit do vzorkové láhve určené laboratoří. [37]

12.7.2 Sledované veličiny

Odebrané vzorky odpadní vody z měrného profilu přítoku a odtoku jsou podrobeny laboratorním rozborům, které probíhají v akreditované laboratoři VAS a.s., divize Třebíč. Analytickými rozborů se vyhodnocují hodnoty následujících ukazatelů znečištění:

- BSK₅ biochemická spotřeba kyslíku
- CHSK_{Cr} chemická spotřeba kyslíku
- NL nerozpuštěné látky
- N-NH₄ amoniakální dusík
- P_{celk} celkový fosfor

13 VODOPRÁVNÍ ROZHODNUTÍ

13.1 Aktuální vodoprávní rozhodnutí – stávající ČOV

Povolení k nakládání s vodami – povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových jsou stanoveny na základě vodoprávního rozhodnutí. Aktuální VPR vydal **Městský úřad Náměšť nad Oslavou, Odbor životního prostředí a živnostenský**. Platnost Povolení je platné pro období **od 27.11.2012 do 31.12.2022**.

ČOV Náměšť nad Oslavou je dimenzována na 8 000 EO. Dle nařízení vlády č. 61/2003 Sb., přílohy č. 1 (Tabulka 9) spadá ČOV dle EO do kategorie 2 001-10 000. Hodnoty emisních standardů se liší dle počtu ekvivalentních obyvatel².

Tabulka 9: Emisní standardy dle kategorie ČOV dle č. 61/2003 Sb. [2]

Kategorie ČOV (EO)	CHSK _{Cr}		BSK ₅		NL		N-NH ₄		N _{celk.}		P _{celk.}	
	p	m	p	m	p	m	p	m	p	m	p	m
< 500	150	220	40	80	50	80	-	-	-	-	-	-
500-2 000	125	180	30	60	40	70	20	40	-	-	-	-
2 001-10 000	120	170	25	50	30	60	15	30	-	-	3	8
10 001-100 000	90	130	20	40	25	50	-	-	15	30	2	6
> 100 000	75	125	15	30	20	40	-	-	10	20	1	3

Aktuální vodoprávní rozhodnutí pro ČOV Náměšť nad Oslavou stanovuje hodnoty emisních limitů vypouštěných odpadních vod **přísněji**, než jsou stanoveny hodnoty emisních standardů z nařízení vlády č. 61/2003 Sb. v příloze č. 1. Technologický proces ČOV umožňuje plnění těchto přísnějších emisních limitů (Tabulka 10).

Tabulka 10: Aktuální emisní limity vyčištěné odpadní vody vypouštěné do recipientu [26]

Emisní limity	BSK ₅	CHSK _{Cr}	NL	N-NH ₄	P _{celk.}
Hodnota "p" [mg.l ⁻¹]	18	70	20	8	2
Hodnota "m" [mg.l ⁻¹]	25	120	30	15	5
Max [t.rok ⁻¹]	6,65	30,50	6,65	4,44	1

Hodnota emisního limitu "p" uvádí přípustnou koncentraci znečištění, která smí být překročena během roku v povolené maximální četnosti. Emisní limit "p" stávající ČOV smí být během roku překročen maximálně 2 x. Hodnota emisního limitu "m" uvádí koncentraci maximální, jedná se o hodnoty nepřekročitelné. [2]

² Ekvivalentní obyvatel (EO) je definovaný produkcí znečištění 60 g BSK₅ za den.

Aktuální vodoprávní rozhodnutí povoluje nakládat s vodami, tj. povoluje vypouštění vyčištěných odpadních vod z ČOV Náměšť nad Oslavou do vod povrchových, do řeky Oslavy (Tabulka 11).

Tabulka 11: Aktuální povolené množství vod k vypouštění [27]

Povolené množství vod k vypouštění	
$Q_{\max.} [\text{m}^3 \cdot \text{rok}^{-1}]$	554 508
$Q_{\max.} [\text{m}^3 \cdot \text{měsíc}^{-1}]$	60 073
$Q_{\max.} [\text{l} \cdot \text{s}^{-1}]$	55,6
$Q_{\text{prům.}} [\text{l} \cdot \text{s}^{-1}]$	17,6

Aktuální vodoprávní rozhodnutí stanovuje náležitosti a pokyny **kontroly jakosti** vypouštěných odpadních vod. Postup při odběru vzorků, četnost odběrů a stanovované emisní ukazatele nalezneme v kapitole Metodika.

13.2 Vodoprávní rozhodnutí – historie

Recipientem pro historicky první ČOV v Náměšti nad Oslavou byla řeka Oslava. Výpustný objekt byl umístěn na říčním kilometru 33,8 km.

Se změnou legislativy a množství přiváděné odpadní vody na ČOV byla nutnost vodohospodářského rozhodnutí o povolení k nakládání s vodami aktualizovat.

13.2.1 VPR ze dne 31.7.1981

Ukazatele přípustného stupně znečištění emisních limitů vypouštěných odpadních vod z ČOV v Náměšti nad Oslavou do recipientu (Tabulka 12) a jejich povolené množství (Tabulka 13) bylo stanoveno VPR ze dne 31.7.1981. Vodoprávní rozhodnutí vydal státní podnik **Jihomoravské vodovody a kanalizace, Brno**. Uvedené ukazatele byly stanoveny v souladu s tehdy platným nařízením vlády č. 25/1975 Sb.

Tabulka 12: Emisní limity přípustného znečištění vypouštěných vod do recipientu z dne 31.7.1981 [25]

Emisní limity	BSK ₅	NL
Přípustný stupeň znečištění [$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$]	35	42
Max. [$\text{t} \cdot \text{rok}^{-1}$]	5,15	6,2

Tabulka 13: Povolené množství vod k vypouštění ze dne 31.7.1981 [25]

Povolené množství k vypouštění	
$Q_{\max.} [\text{m}^3 \cdot \text{rok}^{-1}]$	300 000
$Q_{\max.} [\text{l} \cdot \text{s}^{-1}]$	24

13.2.2 VPR ze dne 9.1.1989

VPR ze dne 31.7.1981 bylo nahrazeno VPR 9.1.1989. K aktualizaci VPR došlo na základě žádosti podniku **Jihomoravské vodovody a kanalizace, Brno**. Novelizace byla zdůvodněna tím, že v průběhu počátku devadesátých let by mělo dojít k realizaci vodovodního přivaděče Slavětice – Náměšť, čímž by došlo k zvýšení odběrů pitné vody a tím i zvýšené produkci odpadních vod.

Přípustný stupeň znečištění (Tabulka 14) a povolené množství vypuštěných odpadních vod (Tabulka 15) bylo stanoveno tak, aby s navýšením hydraulického zatížení ČOV nedošlo k překročení emisních limitů. Neboť předpokládaným zvýšením maximálních ročních průtoků a omezenou kapacitou biologické části ČOV dojde k vysokým výkyvům hodnot emisních ukazatelů. Uvedené ukazatele byly stanoveny v souladu s tehdy platným nařízením vlády č. 25/1975 Sb.

Předpokládaný termín dostavby nové ČOV nebyl splněn, proto platnost VPR pokračovala až do té doby, než byl dokument nahrazen aktuálnějším.

Tabulka 14: Emisní limity přípustného znečištění vypuštěných vod do recipientu z dne 9.1.1989 [25]

Emisní limity	BSK ₅	NL
Přípustný stupeň znečištění [$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$]	135	150
Max. [$\text{t} \cdot \text{rok}^{-1}$]	31,2	41,6

Tabulka 15: Povolené množství vod k vypouštění ze dne 9.1.1989 [25]

Povolené množství vod k vypouštění	
$Q_{\max.} [\text{m}^3 \cdot \text{rok}^{-1}]$	693 500
$Q_{\max.} [\text{l} \cdot \text{s}^{-1}]$	56

13.2.3. VPR ze dne 30.1.2002

Dne 30.1.2002 došlo ke změně emisních limitů (Tabulka 16) a povoleného množství vypuštěných odpadních vod (Tabulka 17) z ČOV Náměšť nad Oslavou **Okresním úřadem Třebíč, referátem životního prostředí**. Důvodem novelizace VPR byla skutečnost, že stávající povolení ze dne 9.1.1989 bylo zpracováno dle již neaktuálního

právního předpisu (nařízení vlády č. 25/1975 Sb.). Uvedené ukazatele VPR ze dne 30.1.2002 byly stanoveny v souladu s tehdy platným nařízením vlády č. 82/1999 Sb.

V této době probíhaly přípravy stavby nové ČOV v Náměšti nad Oslavou. Proto novelizované VPR mělo mít platnost do 31.12.2005, případně i kratší – do ukončení stavby a uvedení nové ČOV do provozu.

Tabulka 16: Emisní limity přípustného znečištění vypouštěných vod do recipientu z dne 30.1.2002 [24]

Emisní limity	BSK ₅	CHSK _{Cr}	NL	N-NH ₄ ⁺
Přípustná hodnota koncentrace [mg.l ⁻¹]	80	170	90	50
Max. příp. hodnota koncentrace [mg.l ⁻¹]	135	230	150	75
Max. [t.rok ⁻¹]	27,7	83,2	31,2	24,3

Tabulka 17: Povolené množství vod k vypouštění ze dne 30.1.2002 [24]

Povolené množství vod k vypouštění	
Q _{max.} [m ³ .rok ⁻¹]	693 500
Q _{max.} [m ³ .den ⁻¹]	1 900
Q _{max.} [l.s ⁻¹]	55,6
Q _{prům.} [l.s ⁻¹]	22,0

13.2.4 VPR ze dne 7.10.2003

Dne 7.10.2003 bylo **Městským úřadem v Náměšti nad Oslavou, odborem životního prostředí** novelizováno VPR ze dne 20.1.2002 a zároveň bylo uvedeno v platnost povolení stavby vodního díla (nové ČOV). Důvodem novelizace dřívějšího VPR byla neplatná legislativa (nařízení vlády č. 82/1999 Sb.). Uvedené ukazatele VPR (Tabulka 18) a povolené množství vypuštěných odpadních vod (Tabulka 19) ze dne 7.10.2003 byly stanoveny v souladu s platným nařízením vlády č. 61/2003 Sb.

Tabulka 18: Emisní limity přípustného znečištění vypouštěných vod do recipientu z dne 7.10.2003 [23]

Emisní limity	BSK ₅	CHSK _{Cr}	NL	N-NH ₄ ⁺	P _{celk}
Přípustná hodnota koncentrace [mg.l ⁻¹]	15	70	15	10	2
Max. příp. hodnota koncentrace [mg.l ⁻¹]	25	100	25	15	4
Max. [t.rok ⁻¹]	6,65	30,50	6,65	4,44	1

Tabulka 19: Povolené množství vod k vypouštění ze dne 7.10.2003 [23]

Povolené množství vod k vypouštění	
Q _{max.} [m ³ .rok ⁻¹]	554 508
Q _{max.} [m ³ .měsíc ⁻¹]	46 210
Q _{max.} [l.s ⁻¹]	55,6
Q _{prům.} [l.s ⁻¹]	17,6

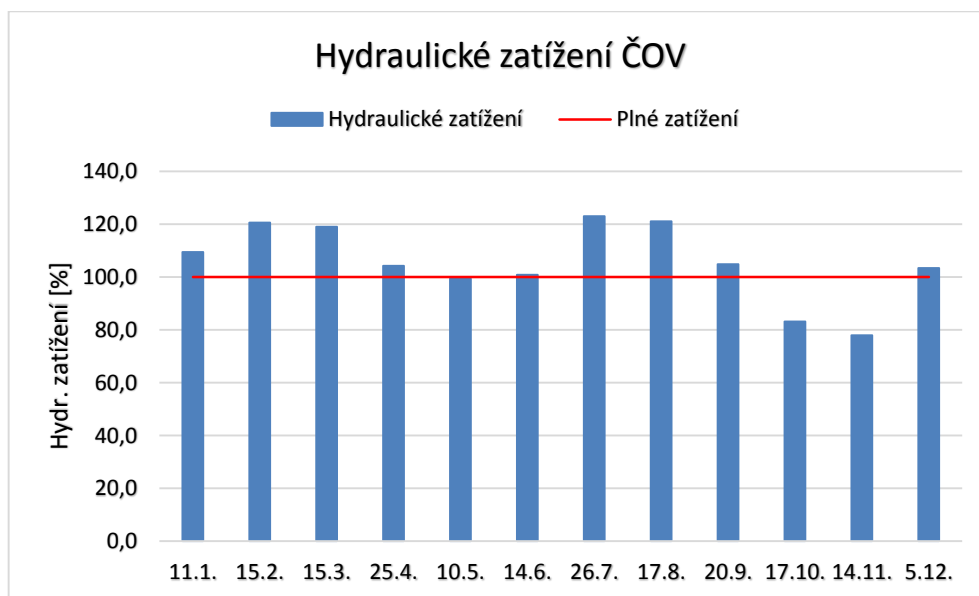
14 ZHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ – HISTORIE

Tato kapitola zpracovává výsledky rozborů odpadní vody pořízených na původní čistírenské technologii historicky první ČOV v Náměšti Nad Oslavou. Zdrojem dat pro grafy hydraulického a látkového zatížení, dílčích emisních ukazatelů a účinnosti ČOV jsou rozborů odpadní vody z roku 2005.

14.1 Zatížení ČOV

Stanovení hydrologického zatížení čistírny odpadních vod (Graf 4) vychází z podílu skutečného denního průtoku technologickým procesem ČOV a projektované denní kapacity vyjádřené v procentech. Pro konkrétní čistírenskou technologii je hodnota projektované denní kapacity $Q_{24} = 900 \text{ m}^3 \cdot \text{den}^{-1}$, jenž představuje plné hydraulické zatížení ČOV (100 %).

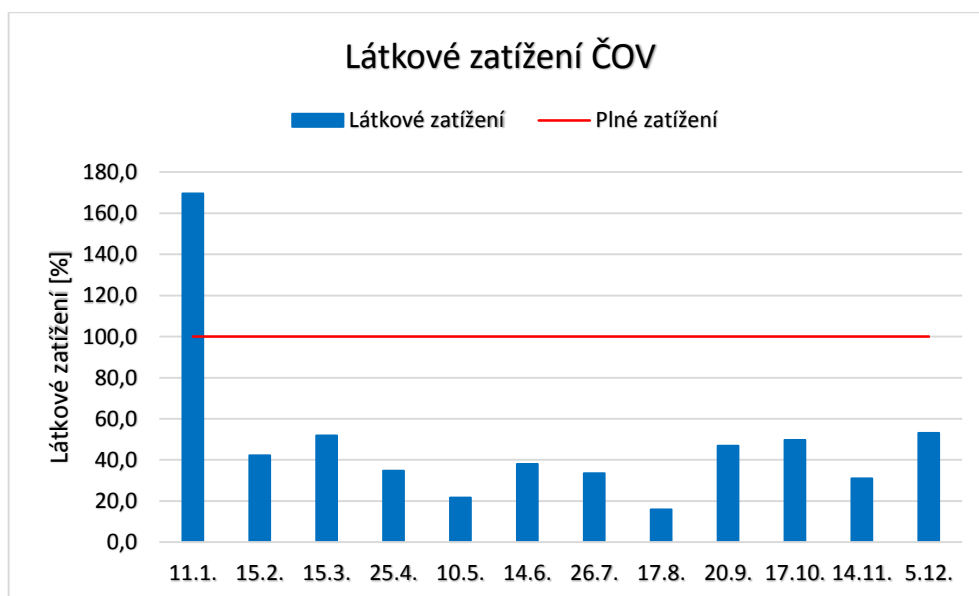
Z grafu hydraulického zatížení ČOV (Graf 4) je patrné, že téměř všechny zjištěné denní průtoky přesahují projektovanou denní kapacitu $Q_{24} = 900 \text{ m}^3 \cdot \text{den}^{-1}$, s výjimkou dnů 10.5., 17.10. a 14.11.2005.



Graf 4: Přehled hydraulického zatížení ČOV za rok 2005 [autorka]

Stanovení látkového zatížení ČOV (Graf 5) vychází z obsahu biologicky rozložitelných organických látek. Látkové zatížení vyjádřené v procentech se stanoví podílem skutečného denního zatížení biologicky rozložitelnými organickými látkami a maximálního projektovaného denního zatížení biologicky rozložitelnými látkami. Pro konkrétní čistírenskou technologii odpovídá hodnota maximálního projektovaného denního zatížení $BSK_5 = 324 \text{ kg.den}^{-1}$, jenž představuje plné látkové zatížení ČOV (100 %).

Z grafu látkového zatížení ČOV (Graf 5) je patrné, že téměř žádné zjištěné denní průtoky nepřesahují projektovaného denního zatížení $BSK_5 = 324 \text{ kg.den}^{-1}$, s výjimkou měrného dne 11.1.2014.



Graf 5: Přehled látkového zatížení ČOV za rok 2005 [autorka]

14.2 Rozbory

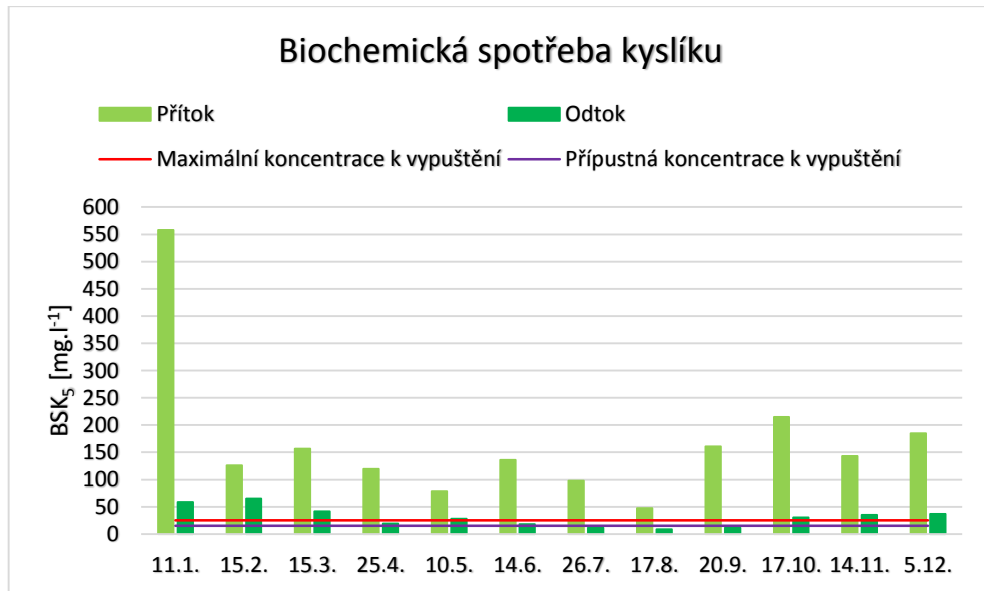
Vodoprávní rozhodnutí Městského úřadu Náměšť nad Oslavou platné v roce 2005 stanovovalo přípustné a maximální hodnoty emisních ukazatelů pro následující ukazatele: BSK_5 , $CHSK_{Cr}$, NL, $N-NH_4$ a P_{celk} (Tabulka 18).

Grafy jednotlivých emisních ukazatelů jakosti vody srovnávají míru koncentrace jakostních ukazatelů na přítoku odpadní vody na ČOV a následně na odtoku přečištěné odpadní vody do recipientu. Dále je v jednotlivých grafech vyznačena přípustná (fialová čára) a maximální (červená čára) míra koncentrace znečištění jednotlivých emisních

ukazatelů, která je povolena k vypouštění do vod povrchových (Tabulka 18). Maximální míra koncentrace znečištění nesmí být překračována, aby byl zajištěn soulad provozu ČOV s legislativou.

Graf 6 znázorňuje koncentraci přítomných biologicky rozložitelných organických látek. Hodnota BSK₅ představuje množství kyslíku spotřebovaného mikroorganismy při biochemických pochodech vedoucích k rozkladu organických látek ve vzorku odpadní vody pořízené na přítoku a odtoku z ČOV.

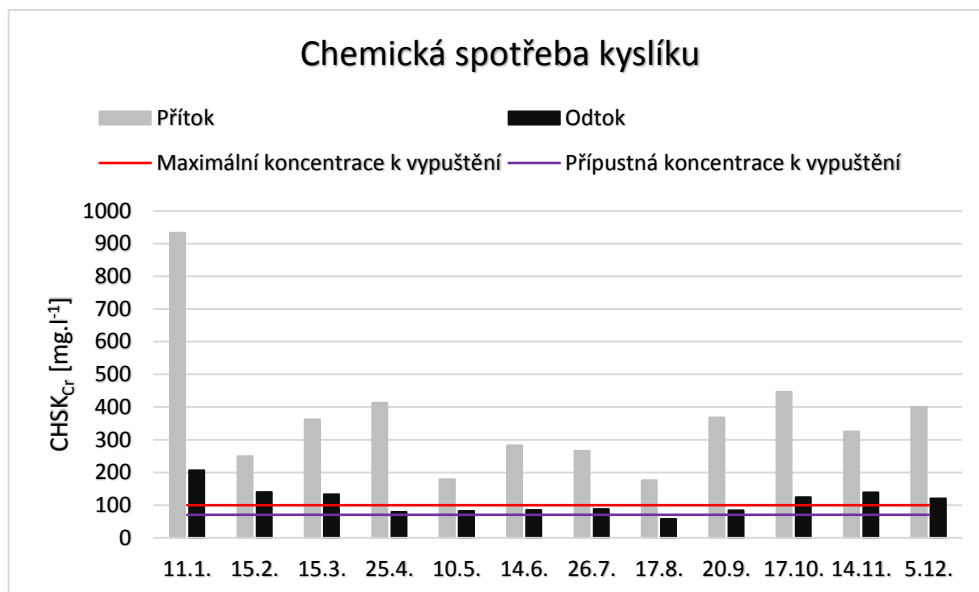
Z Graf 6 je patrné, že k překročení maximální míry koncentrace emisního ukazatele BSK₅ došlo v měrných dnech měsíců: leden, únor, březen, květen, říjen, listopad a prosinec.



Graf 6: Biochemická spotřeba kyslíku, rok 2005 [autorka]

Graf 7 znázorňuje koncentraci přítomných organických látek schopných oxidace dichromanem draselným ve vzorku odpadní vody pořízené na přítoku a odtoku z ČOV.

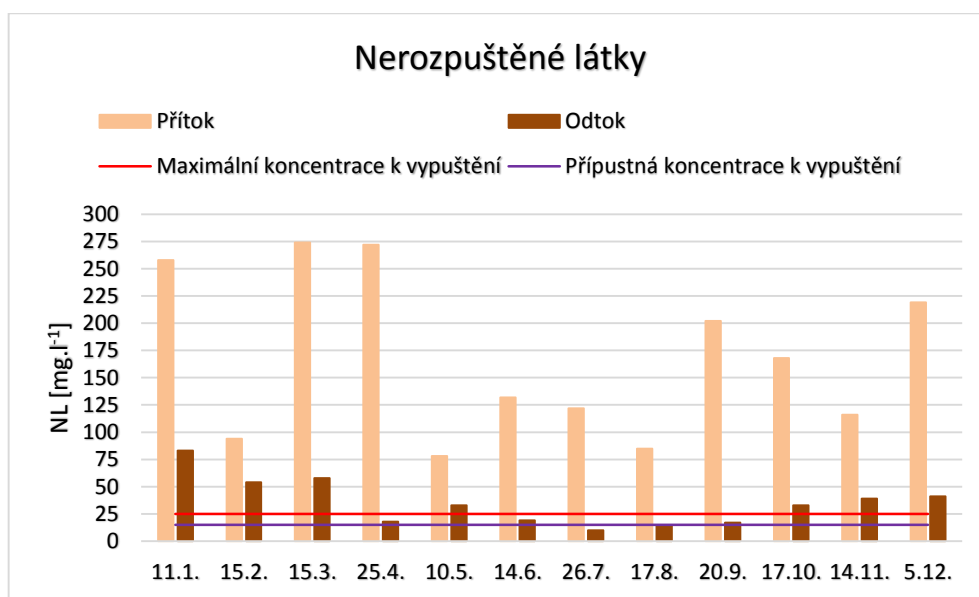
Z Graf 7 je patrné, že k překročení maximální míry koncentrace emisního ukazatele CHSK_{Cr} došlo v měrných dnech měsíců: leden, únor, březen, říjen, listopad a prosinec.



Graf 7: Chemická spotřeba kyslíku, rok 2005 [autorka]

Graf 8 znázorňuje míru obsahu veškerých nerozpuštěných látek ve vzorku odpadní vody pořízené na přítoku a odtoku z ČOV.

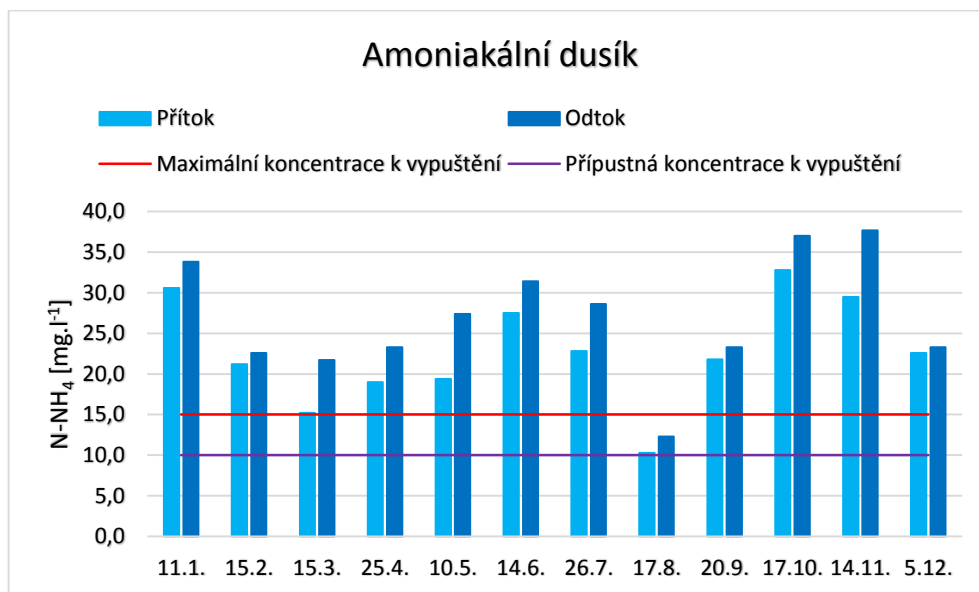
Z Graf 8 je patné překročení maximální koncentrace znečištění odpadní vody na odtoku z ČOV. Měsíce, v jejichž měrných dnech došlo k překročení maximální koncentrace znečištění, jsou následující: leden, únor, březen, květen, říjen, listopad a prosinec.



Graf 8: Nerozpuštěné látky, rok 2005 [autorka]

Graf 9 znázorňuje míru koncentrace amoniakálního dusíku N-NH_4 ve vzorku odpadní vody pořízené na přítoku a odtoku z ČOV.

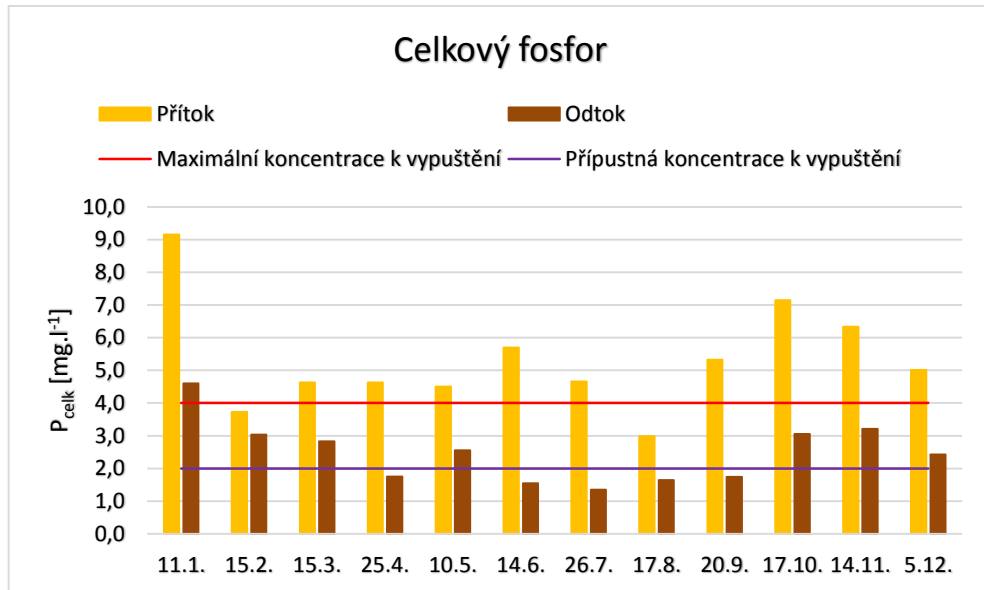
Z Graf 9 je patrné překročení maximální koncentrace znečištění ve vypouštěné odpadní vodě ve všech měsících, kromě měrného dne v měsíci srpnu. Veškeré koncentrace znečištění amoniakálním dusíkem jsou na odtoku vyšší než na přítoku odpadní vody na ČOV.



Graf 9: Amoniakální dusík, rok 2005 [autorka]

Graf 10 znázorňuje míru koncentrace celkového fosforu P_{celk} ve vzorku odpadní vody pořízené na přítoku a odtoku z ČOV.

Z Graf 10 je patrné, že koncentrace celkového fosforu v odpadní vodě odtékající z ČOV přesahuje maximální koncentraci znečištění pouze v měrném dnu v lednu.



Graf 10: Celkový fosfor, rok 2005 [autorka]

14.3 Účinnost ČOV

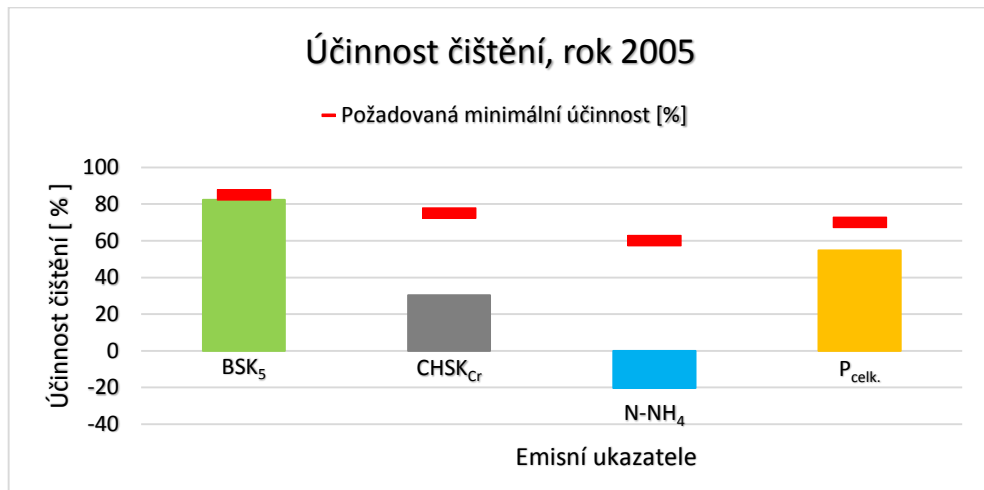
Účinnost, je vztažena k zátěži na přítoku odpadní vody do čistírny. Její stanovení tedy vychází z koncentrace znečištění na přítoku odpadní vody a koncentrace znečištění odpadní vody po projití čistírenským procesem, tedy na odtoku. Účinnost se uvádí v procentech.

Graf 11 obsahuje přehled účinnosti čistírenského procesu pro historicky první ČOV v Náměstí nad Oslavou. Graf 11 představuje míru účinnosti čištění pro jednotlivé emisní ukazatele a požadované minimální meze účinnosti čištění vypouštěných odpadních vod pro jednotlivé ukazatele. Požadovaná účinnost stanovená ve vládním nařízení je vyznačena v Graf 11.

Z Graf 11 je viditelné, že žádný z emisních ukazatelů nedosahuje splnění hodnoty minimální přípustné účinnosti. Z grafu je patrné, že:

- Účinnost odbourání biologického znečištění rozložitelných organických látek biochemickými procesy (BSK₅) z odpadní vody dosahuje hodnoty 82,25 %. Hodnota přípustné minimální účinnosti čištění vypouštěných odpadních vod je 85 %.

- Účinnost odbourání přítomných organických látek schopných oxidace (CHSK_{Cr}) z odpadní vody dosahuje hodnoty 30,38 %. Hodnota přípustné minimální účinnosti čištění vypouštěných odpadních vod je 75 %.
- Účinnost odbourání znečištění amoniakálním dusíkem z odpadní vody dosahuje hodnoty -20,26 %. Hodnota přípustné minimální účinnosti čištění vypouštěných odpadních vod je 60 %.
- Účinnost odbourání znečištění celkovým fosforem z odpadní vody dosahuje hodnoty 54,72 %. Hodnota přípustné minimální účinnosti čištění vypouštěných odpadních vod je 70 %.



Graf 11: Účinnost ČOV, rok 2005 [autorka]

15 ZHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ – STÁVAJÍCÍ ČOV

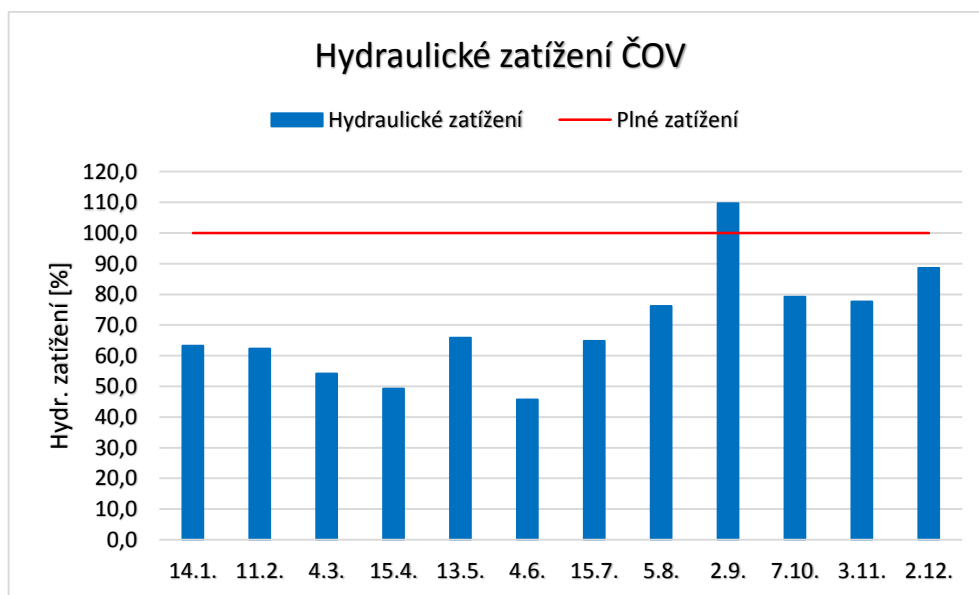
Tato kapitola zpracovává výsledky rozborů odpadní vody pořízených na stávající čistírenské technologii. Zdrojem dat pro grafy hydraulického a látkového zatížení, dílčích emisních ukazatelů a účinnosti ČOV jsou rozborů odpadní vody z roku 2014.

Tato kapitola č. 15 Zhodnocení výsledků – stávající ČOV byla zpracována dle stejného principu jako kapitola předchozí (kapitola č. 14 Zhodnocení výsledků – historie).

15.1 Zatížení ČOV

Pro konkrétní čistírenskou technologii, dle aktuálního VPR (Tabulka 10), je hodnota projektované denní kapacity $Q_{24} = 1\,200\text{ m}^3\cdot\text{den}^{-1}$, jenž představuje plné hydraulické zatížení ČOV (100 %).

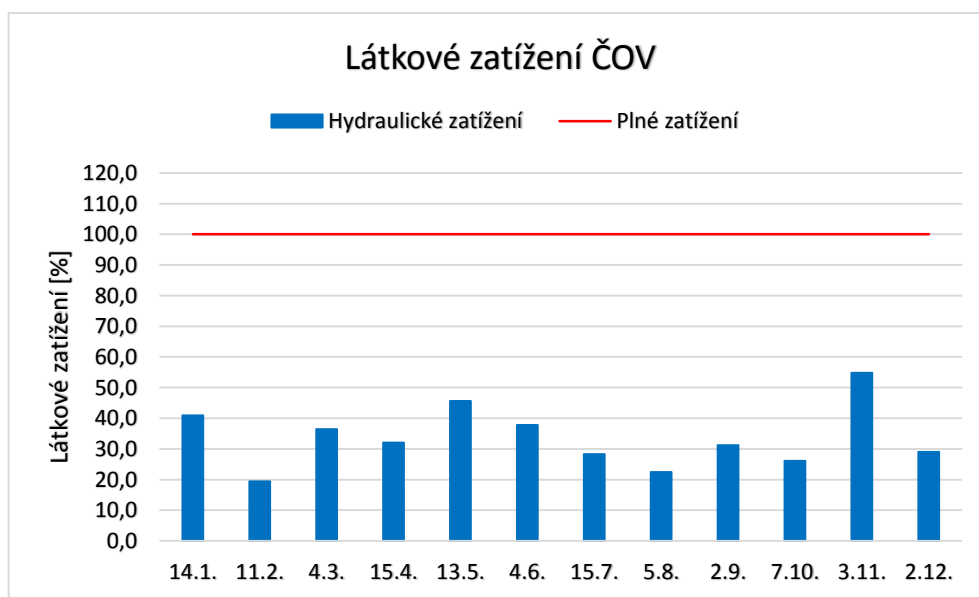
Z grafu hydraulického zatížení ČOV (Graf 12) je patrné, že téměř všechny zjištěné denní průtoky nepřesahují projektovanou denní kapacitu $Q_{24}=1\,200\text{ m}^3\cdot\text{den}^{-1}$, s výjimkou dne 2.9.2014.



Graf 12: Hydraulické zatížení ČOV, rok 2014 [autorka]

Pro konkrétní čistírenskou technologii odpovídá hodnota maximálního projektovaného denního zatížení $BSK_5 = 480\text{ kg}\cdot\text{den}^{-1}$, což představuje plné látkové zatížení ČOV (100 %).

Z Graf 13 je zřejmé, že jednotlivé zjištěné hodnoty látkového zatížení nepřekračují plné látkové zatížení.



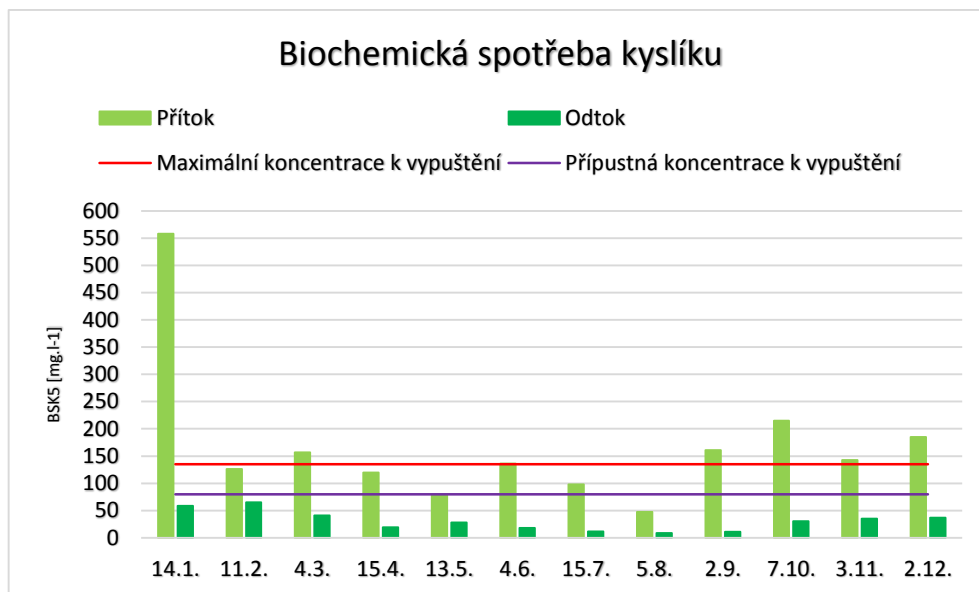
Graf 13: Látkové zatížení ČOV, rok 2014 [autorka]

15.2 Rozbory

Vodoprávní rozhodnutí Městského úřadu Náměšť nad Oslavou platné v roce 2014 (Tabulka 10) stanovuje přípustné a maximální hodnoty emisních ukazatelů pro následující ukazatele: BSK₅, CHSK_{Cr}, NL, N-NH₄ s P_{celk.}.

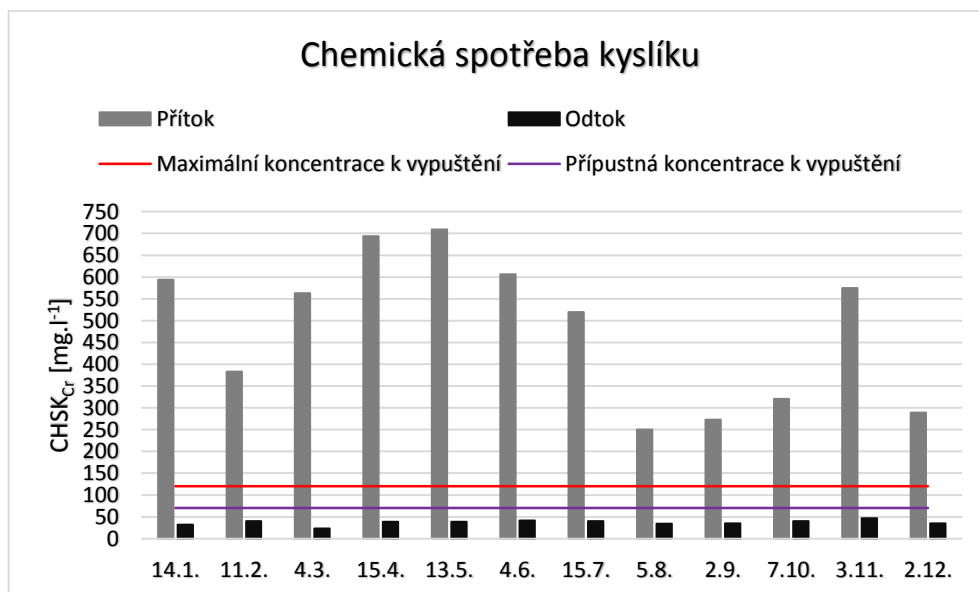
V jednotlivých grafech kapitoly 15.2 Rozbory je vyznačena přípustná (fialová čára) a maximální (červená čára) míra koncentrace znečištění jednotlivých emisních ukazatelů, která je povolena k vypouštění do vod povrchových (Tabulka 10). Maximální míra koncentrace znečištění odpadní vody nesmí být překračována, aby byl zajištěn soulad s legislativou.

Graf 14 znázorňuje koncentraci přítomných biologicky rozložitelných organických látek. Hodnota BSK₅ představuje množství kyslíku spotřebovaného mikroorganismy při biochemických pochodech vedoucích k rozkladu organických látek ve vzorku odpadní vody pořízené na přítoku a odtoku z ČOV.



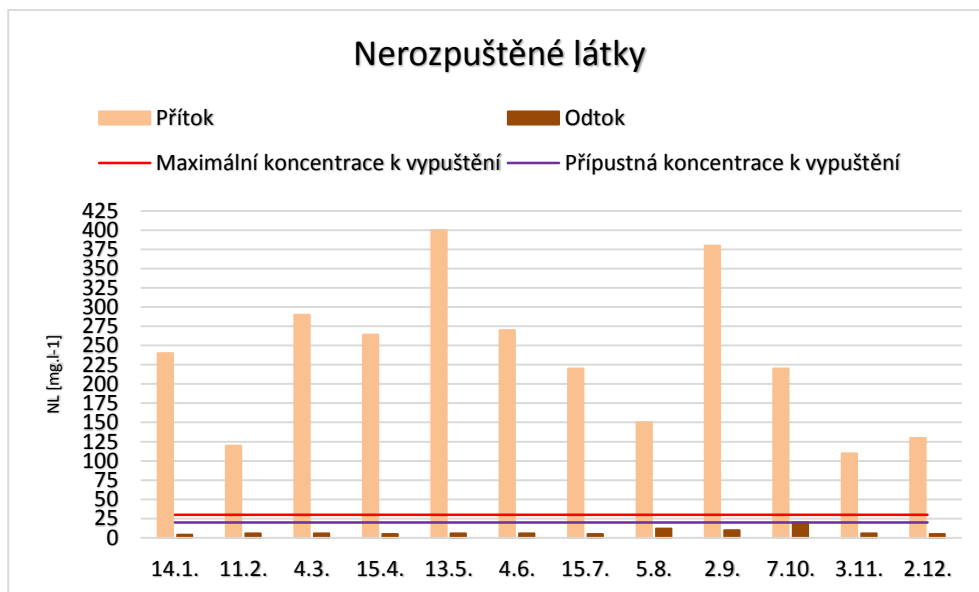
Graf 14: Biochemická spotřeba kyslíku, rok 2014 [autorka]

Graf 15 znázorňuje koncentraci přítomných organických látek schopných oxidace dichromanem draselným ve vzorku odpadní vody pořízené na přítoku a odtoku z ČOV.



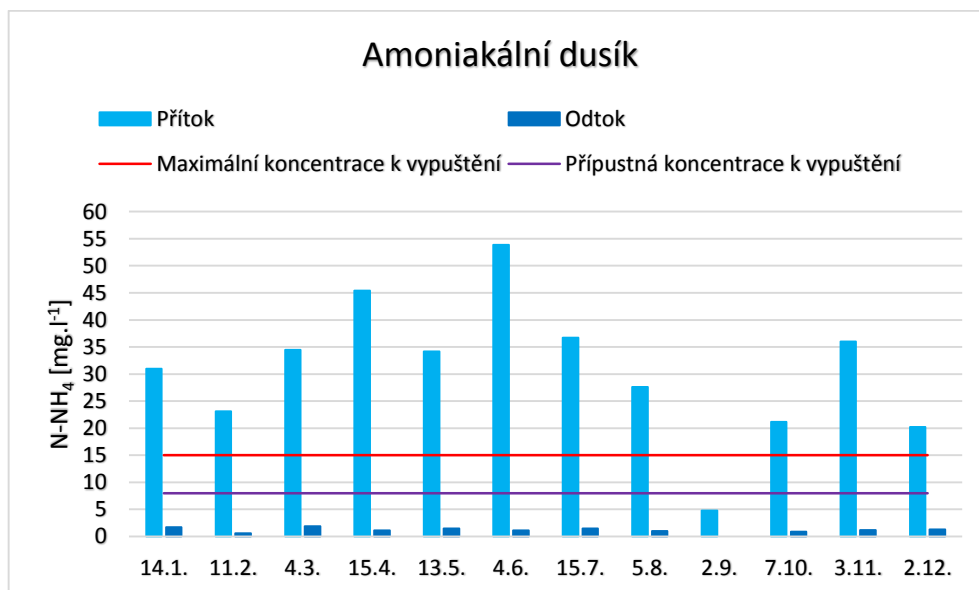
Graf 15: Chemická spotřeba kyslíku, rok 2014 [autorka]

Graf 16 znázorňuje míru obsahu veškerých nerozpuštěných látek ve vzorku odpadní vody pořízené na přítoku a odtoku z ČOV.



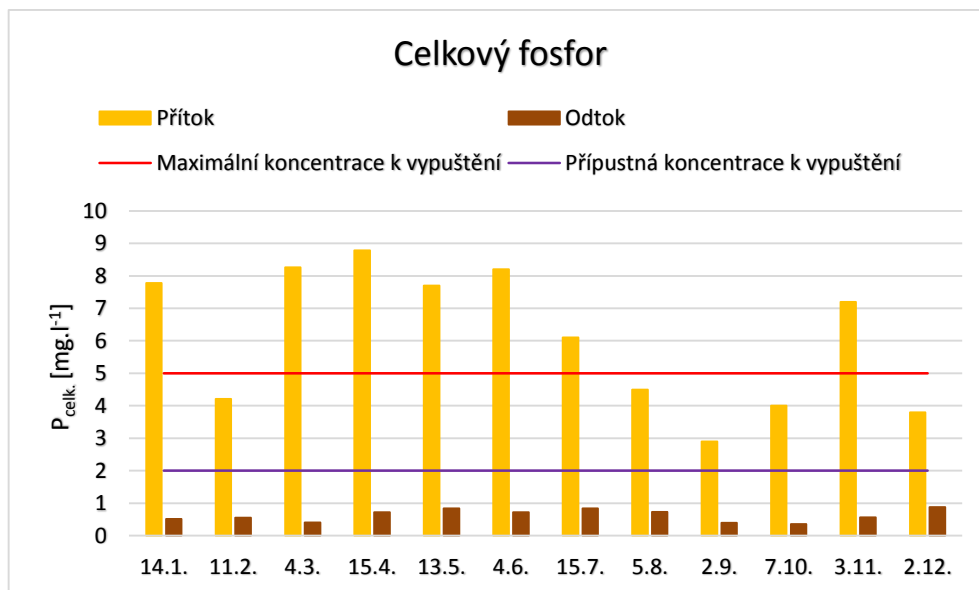
Graf 16: Nerozpuštěné látky, rok 2014 [autorka]

Graf 17 znázorňuje míru koncentrace amoniakálního dusíku N-NH₄ ve vzorku odpadní vody pořízené na přítoku a odtoku z ČOV.



Graf 17: Amoniakální dusík, rok 2014 [autorka]

Graf 18 znázorňuje míru koncentrace celkového fosforu P_{celk} ve vzorku odpadní vody pořízené na přítoku a odtoku z ČOV.



Graf 18: Celkový fosfor, rok 2014 [autorka]

Grafy obsahující emisní ukazatele: BSK₅, CHSK_{Cr}, NL, N-NH₄ a P_{celk.} obsahují srovnání koncentrací znečištění na přítoku odpadní vody na ČOV a na odtoku vyčištěné odpadní vody. Ze všech grafů je patrné, že nedošlo k překročení maximální koncentrace znečištění odpadní vody určené k vypuštění. Pouze u Graf 16 (NL) došlo v měrném dni 7.10.2014 k dosažení hodnoty přípustné koncentrace znečištění. V měrném dni 2.9.2014 byla při stanovení znečištění amoniakálním dusíkem odtékající vody z ČOV zaznamenána jeho nulová koncentrace.

15.3 Účinnost ČOV

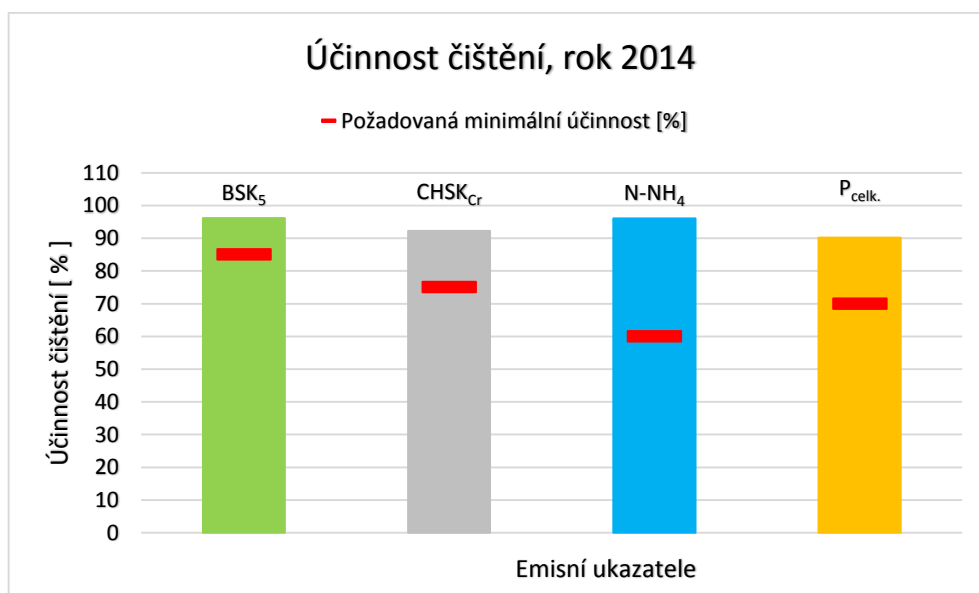
Graf 19 obsahuje přehled účinnosti čistírenského procesu pro stávající ČOV Náměšť nad Oslavou. Graf 19 představuje míru účinnosti čištění pro jednotlivé emisní ukazatele a požadované minimální meze účinnosti čištění vypouštěných odpadních vod pro jednotlivé ukazatele. Požadovaná účinnost čištění stanovená ve vládním nařízení je vyznačena v Graf 19.

Z Graf 19 je viditelné, že veškeré emisní ukazatele splňují hodnoty minimální přípustné účinnosti. Z grafu je patrné, že:

- Účinnost odbourání znečištění biologického znečištění rozložitelných organických látek biochemickými procesy (BSK₅) z odpadní vody dosahuje

hodnoty 96,20 %. Hodnota přípustné minimální účinnosti čištění vypouštěných odpadních vod je 85 %.

- Účinnost odbourání přítomných organických látek schopných oxidace (CHSK_{Cr}) z odpadní vody dosahuje hodnoty 92,30 %. Hodnota přípustné minimální účinnosti čištění vypouštěných odpadních vod je 75 %.
- Účinnost odbourání znečištění amoniakálním dusíkem z odpadní vody dosahuje hodnoty 96,10 %. Hodnota přípustné minimální účinnosti čištění vypouštěných odpadních vod je 60 %.
- Účinnost odbourání znečištění celkovým fosforem z odpadní vody dosahuje hodnoty 90,20 %. Hodnota přípustné minimální účinnosti čištění vypouštěných odpadních vod je 70 %.



Graf 19: Účinnost ČOV, rok 2014 [autorka]

16 DISKUSE

16.1 Vývoj vodoprávního rozhodnutí

Povolení k nakládání s vodami, vypouštění odpadních vod z ČOV do recipientu je stanoveno vodoprávním rozhodnutím vydaným příslušným vodoprávním úřadem dle aktuálního legislativního předpisu. VPR povoluje nakládání s vodami, tj. vypouštění vyčištěných odpadních vod z ČOV do vod povrchových v maximálním stanoveném množství, dále obsahuje emisní limity s přípustnou a maximální koncentrací znečištění a maximální bilanci hmot, kterou je možno během roku odbourat. Dále VPR obsahuje požadovanou minimální četnost odběru vzorků vody pro analytickou kontrolu a postup odběru vzorku.

Dle nařízení vlády č. 25/1975 Sb. bylo vydáno VPR ze dne 31.7.1981 a následně VPR ze dne 9.1.1989. Oba dva předpisy obsahovaly přípustný stupeň znečištění pro emisní ukazatele BSK₅ a NL. VPR ze 9.1.1989 (Tabulka 14) nahradil VPR ze dne 31.7.1981 (Tabulka 12) z důvodu zvýšené produkce odpadní vody z města Náměšť nad Oslavou. Zvýšené průtoky a omezená kapacita biologické části ČOV způsobily vysoké výkyvy koncentrace znečištění vyčištěné odpadní vody. Z toho důvody byly v tomto VPR ze dne 9.1.1989 stanoveny vysoké hodnoty přípustné koncentrace stupně znečištění.

Reakcí na nové nařízení vlády č. 82/1999 Sb. byla novelizace stávajícího VPR ze dne 9.1.1989, novelizovaný předpis pochází ze dne 30.1.2002 (Tabulka 16). Předpis obsahoval přípustnou a maximální hodnotu koncentrace znečištění odpadní vody pro emisní ukazatele BSK₅, CHSK_{Cr}, NL a N-NH₄. VPR obsahuje zmínku o záměru výstavby nové ČOV v Náměšti nad Oslavou.

Stará ČOV dokázala splňovat maximální emisní limity stanovené ve VPR ze dne 30.1.2002. Avšak nové nařízení vlády č. 61/2003 Sb. zpřísnilo emisní limity přípustného a maximálního znečištění vypouštěné odpadní vody. V návaznosti na toto nařízení vlády bylo vydáno nové VPR ze dne 7.10.2003 (Tabulka 18). VPR obsahovalo emisní limity pro tyto ukazatele znečištění odpadní vody: BSK₅, CHSK_{Cr}, NL, N-NH₄ a P_{celk}. Hodnoty emisních limitů obsažených ve VPR čistírenská technologie nedokázala plnit, proto z ekologického hlediska byla výstavba nové ČOV nevyhnutelná.

S výstavbou nové ČOV bylo opět vydáno nové VPR pro zkušební provoz s dobou platnosti jeden rok. Aktuálně je v platnosti VPR ze dne 27.11.2012, které obsahuje přísnější hodnoty přípustného i maximálního znečištění vyčištěné odpadní vody, než jaké jsou hodnoty emisních standardů uvedených v nařízení vlády č. 61/2003 Sb. pro konkrétní kategorii ČOV (Tabulka 10). Aktuální VPR obsahuje emisní limity následujících ukazatelů znečištění odpadní vody: BSK_5 , $CHSK_{Cr}$, NL, $N-NH_4$ a P_{celk} .

16.2 Zatížení ČOV

Pro technologickou linku staré ČOV byly zpracovány grafy hydraulického a látkového zatížení. Z grafu hydraulického zatížení (Graf 4) je patrné, že téměř po celý sledovaný rok byla ČOV hydraulicky přetížena. Kromě měsíců října a listopadu přesahovaly denní průtoky přivedené odpadní vody projektovanou kapacitu denního zatížení. Naopak látkové zatížení technologie dosahuje po dobu celého roku pouze středních hodnot. Z grafu látkového zatížení (Graf 5) je viditelné, že pouze v měsíci lednu došlo k látkovému přetížení, kdy se dne 11.1.2005 hodnota přiblížila 170 %. Po zbytek hodnoceného roku se hodnota látkového zatížení konstantně pohybovala v oblasti středních hodnot.

Neustálé hydraulické přetížení ČOV bylo způsobené vysokým objemem balastní vody, která odpadní vodu ředila. Balastní voda se do odpadní vody dostávala netěsností kanalizační soustavy. Naředené odpadní vody technologickou linku ČOV hydraulicky přetěžovaly (Graf 4), avšak hodnoty látkového zatížení (Graf 5) dosahovaly pouze středních hodnot. Vyšší průtoky přivedené odpadní vody na ČOV měly za následek větší rychlost prostupnosti odpadní vody technologickou linkou. Vyčištěná odpadní voda, odcházející zvýšenou rychlostí z dosazovací nádrže s sebou do recipientu odnášela kal, což vedlo ke snížení účinnosti procesu čištění (Graf 11). I přes střední hodnoty látkového zatížení technologie ČOV dosahovala účinnost vyčištění odpadní vody na biologickém stupni pouze do 10 %. Biologický stupeň ve staré technologii představovaly věžové filtry plněné makadamem. Většina biologického znečištění, cca 50-60 % bylo odbouráno v usazovacích nádržích, které představovaly mechanický stupeň.

Projektovaná kapacita staré ČOV tedy nebyla schopná zajistit patřičné vyčištění odpadní vody z města Náměšť nad Oslavou. Část již odbouraného znečištění byla

vypouštěna do recipientu. Nově vystavená ČOV disponuje zcela odlišnou technologickou linkou čištění odpadních vod než ČOV stará. Hydraulické i látkové zatížení technologie dosahuje odlišných výsledků. Problematika balastních vod a netěsnost kanalizace byla rekonstrukcí kanalizace při výstavbě nové ČOV vyřešena.

Z grafu hydraulického zatížení nové ČOV (Graf 12) je viditelné, že hodnoty hydraulického zatížení po celý rok nepřekročily plné hydraulické zatížení, krom měrného dne 2.9.2014, kdy jeho hodnota dosáhla téměř 110 %. Zvýšené hydraulické zatížení bylo spojeno s přívalovými srážkami. Po zbytek roku se hodnoty hydraulického zatížení pohybovaly většinou v rozmezí hodnot 50-80 %. ČOV je tedy středně hydraulicky zatížena. Z grafu látkového zatížení stávající ČOV (Graf 13) je patrné konstantní zatížení, kdy se jeho hodnoty po celý rok bez výrazných výkyvů pohybovaly v nižších hodnotách (30-40 %), pouze v měsíci listopadu dne 3.11.2014 jeho hodnota dosáhla 55 %. Čistírenská technologie je tedy mírně látkově zatížená.

Technologie nové ČOV veškeré průtoky odpadní vody nejprve akumuluje v čerpací stanici. Z čerpací stanice je odpadní voda čerpadly dopravována dále k čištění. Při přívalovém dešti se hladina odpadní vody v čerpací stanici zvýší a dešťová čerpadla zajišťují odvedení vody do dešťové zdrže. Zde je voda zdržena a při poklesu srážek přivedena k čištění, v případě déle trvajících srážek dojde alespoň k zajištění mechanického předčištění odpadní vody a následnému vypuštění do recipientu.

Technologická linka nové ČOV na rozdíl od historicky první zajišťuje patřičné vyčištění odpadní vody z města Náměšť nad Oslavou. ČOV je z poloviny hydraulicky a středně látkově zatížena, poskytuje možnost navýšení průtoků odpadní vody i koncentrace znečištění, a to bez omezení provozu technologické linky a se zárukou plnění náležitostí VPR.

16.3 Rozbory odpadní vody

VPR platné v roce 2005 a VPR platné v roce 2014 stanovují postup provedení analytické kontroly jakosti vyčištěné odpadní vody pro rok 2005 a 2014 stejný. Dle velikosti ČOV je pro kontrolu jakosti vypouštěných odpadních vod stanoveno provádět rozbor vzorku odpadní vody. Pro ČOV Náměšť nad Oslavou bylo stanoveno provádět

rozbor 24 hodinové směšného vzorku, získaného sléváním 12 objemově stejných dílčích vzorků odebíraných po 2 hodinovém intervalu. Četnost odběru vzorků odpadní vody byla stanovena 12 x ročně (Tabulka 23) tak, aby byl odběr rovnoměrně rozložen v celém roku.

Z výsledků provedených kontrol jakosti vyčištěné odpadní vody byly sestaveny grafy jednotlivých emisních ukazatelů, a to:

- pro rok 2005 BSK₅, CHSK_{Cr}, NL a N-NH₄ (Graf 6 - Graf 10),
- pro rok 2014: BSK₅, CHSK_{Cr}, NL, N-NH₄ a P_{celk.} (Graf 13 - Graf 18).

Grafy pro jednotlivé emisní ukazatele obsahují koncentraci znečištění obsaženého v odpadní vodě na přítoku a odtoku z ČOV, dále mají vyznačenou přípustnou a maximální koncentraci znečištění povolenou k vypuštění. Přípustná koncentrace znečištění odpadní vody smí být dle nařízení vlády č. 61/2003 Sb. překročena pouze dvakrát za rok. Maximální koncentrace znečištění odpadní vody nesmí být překročena nikdy.

Technologie historicky první ČOV v Náměšti nad Oslavou v naprosté většině případů nedokázala zajistit plnění hodnot přípustného a maximálního znečištění vypouštěné odpadní vody. U všech sledovaných emisních ukazatelů (Graf 6 - Graf 10) koncentrace znečištění ve vyčištěné odpadní vodě po celý rok téměř vždy dosahovala či překračovala hodnotu přípustného znečištění. V případě amoniakálního dusíku (Graf 9) dochází téměř vždy k rapidnímu překročení maximálního znečištění. V chladných měsících koncentrace znečištění na odtoku vyčištěné odpadní vody u sledovaných emisních ukazatelů dosahovala vyšších hodnot než koncentrace znečištění v teplých měsících. Hodnota znečištění jednotlivých emisních ukazatelů překračovala maximální přípustnou koncentraci znečištění. Tento jev byl způsoben citlivostí čistírenské technologie na teplotu a reakci odpadní vody. S nižší teplotou a kyselějším pH klesala účinnost ČOV. Koncentrace znečištění amoniakálním dusíkem (Graf 9) ve všech sledovaných měsících na odtoku z ČOV vycházela vyšší než na přítoku. Tento jev byl způsoben nedostatečným odváděním kalu z usazovací nádrže, kde docházelo k jeho zahňování.

Technologická linka nové ČOV zajišťuje v porovnání se starou technologií důkladné vyčištění odpadní vody. Z jednotlivých grafů emisních ukazatelů (Graf 14 - Graf 18) je viditelné, že přípustné a maximální koncentrace znečištění stanovené platným VPR

nebyly překročeny v žádném měsíci. V případě amoniakálního dusíku (Graf 17) dne 2.9.2014 byla na odtoku vyčištěné odpadní vody z ČOV zjištěna jeho nulová koncentrace.

Technologie staré ČOV byla citlivá na teplotu a reakci odpadní vody. Čistírenskou technologii nové ČOV tyto faktory neovlivňují. Celý proces čištění probíhá v zastřešené budově, kde dochází k dobré teplené pohodě, teplota je rovnoměrně rozložena a účinnost procesu tak není ovlivněna.

16.4 Zhodnocení účinnosti ČOV

Pro jednotlivé emisní ukazatele byla zjištěna účinnost čistírenského procesu, a to pro rok 2005 a rok 2014. Průměrná roční účinnost čistírenského procesu je porovnána s přílohou č. 1 nařízení vlády č. 61/2003 Sb., tabulkou 1b (Tabulka 24), které obsahuje přípustnou účinnost čištění vypouštěných vod V grafech účinnosti pro rok 2005 (Graf 11) a 2014 (Graf 19) byly vyneseny hodnoty účinnosti odbourání emisních ukazatelů a dále hranice požadované minimální účinnosti čištění dle nařízení vlády č. 61/2003 Sb.

Účinnost čištění odpadních vod starou technologií v roce 2005 (Graf 11) zdaleka nedosahovala požadovaných hodnot minimální účinnosti uvedených v nařízení vlády č. 61.2003 Sb. (Tabulka 24). Veškeré sledované emisní ukazatele byly pod stanovenou hodnotou minimální účinnosti. I přes instalaci dávkovače síranu železitého, který zvýšil účinnost odstranění celkového fosforu na hodnotu téměř 55 %, se nepodařilo dosáhnout legislativou požadované účinnosti 75 %. Účinnost odstranění amoniakálního dusíku dosahovala záporných hodnot. To znamenalo, že koncentrace amoniakálního dusíku nebyla průchodem odpadní vody technologickou linkou ČOV snižována, ale zvyšována. Tento jev byl způsoben nedostatečným odtahem kalu z usazovací nádrže a jeho následným zahníváním.

Účinnost čištění odpadní vody v nové ČOV (Graf 19) dosahuje vysokých hodnot. Technologie čistírny odpadních vod zajišťuje splnění minimálních hodnot účinnosti požadovaných nařízením vlády č. 61/2003 Sb. (Tabulka 24). Účinnost odbourání znečištění jednotlivých emisních ukazatelů vždy dosahuje minimálně 90 %.

17 ZÁVĚR

Ochrana vod je jedním z nejdůležitějších úkolů v oblasti životního prostředí. Cílem provozu čistíren odpadních vod je zlepšení stavu vodních toků, vodních ekosystémů a podpora trvale udržitelného užívání vod. Mechanická část ČOV odstraňuje větší část nerozpuštěných látek obsažených v odpadních vodách. Následující biologická část zajišťuje rozklad zbylých rozpuštěných látek tak, aby bylo dosaženo takových zbytkových koncentrací znečištění na odtoku z ČOV, které nebudou představovat významnou zátěž pro recipient. [38]

Úvodní část diplomové práce obsahuje literární rešerši problematiky čištění odpadních vod. Praktická část je zaměřena na vyhodnocení účinnosti čistírny odpadních vod v Náměšti nad Oslavou. Vyhodnocení probíhalo porovnáním dvou čistíren odpadních vod, a to historicky první ČOV, která je již mimo provoz a nové, která aktuálně čistí odpadní vodu z města. Historicky první ČOV byla vybudována po vzoru brněnské ČOV v roce 1958, její zhodnocení probíhalo na základě výsledků rozborů odpadní vody pořízených za rok 2005. V roce 2006 byla do provozu uvedena nová ČOV, jejíž zhodnocení probíhalo na základě výsledků rozborů odpadní vody za rok 2014.

Výsledkem práce byl vypracovaný přehled VPR, která byla obměňována z důvodu změn legislativy či navýšení objemu přítoku odpadní vody na ČOV. Dále bylo provedeno vyhodnocení látkového a hydraulického zatížení technologické linky obou ČOV. Následně bylo provedeno porovnání koncentrace znečištění ve vyčištěné odpadní vodě vypouštěné do recipientu s přípustnými a maximálními hodnotami znečištění stanovenými pro konkrétní ČOV (rok 2005 a 2014) v VPR. Závěrem byla vyhodnocena účinnost čistírenského procesu staré i nové ČOV. Účinnost byla graficky zpracována pro emisní ukazatele: BSK₅, CHSK₅, N-NH₄ a P_{celk}. Hodnoty dosažené účinnosti ČOV pro jednotlivé emisní ukazatele byly porovnány s hodnotami minimální účinnosti vypouštění odpadních vod stanovených ve vládním nařízení č. 61/2003 Sb.

Z jednotlivých grafů je patrné, že historicky první ČOV byla pro potřeby města Náměšť nad Oslavou v roce 2005 nedostatečná. ČOV byla technologicky zastaralá, neumožňovala zefektivnění čistírenského procesu. Jedinou možnou provedenou inovací byla instalace dávkovače síranu železitého, kterým se zvýšila účinnost odstranění fosforu. Vývoj legislativy, zpřísnění standardů nakládání s vodami a nemožnost jejich plnění,

nemožnost inovovat technologickou linku ČOV, její hydraulické zatížení a nedostatečná účinnost biologického stupně vedla k výstavě ČOV nové.

Nová ČOV je v provozu od roku 2006, kdy po dobu jednoho roku probíhal zkušební provoz. Výsledkem zkušebního provozu byl ucelený provozní řád, kterým se řídí technologický proces ČOV. Provoz ČOV je řízen automaticky, případnou obsluhu zajišťuje technický pracovník. Technologie nové ČOV vychází z aktuálních potřeb města Náměšť nad Oslavou a kapacitně je připravená na rozvoj města. Hydraulicky i látkově není technologie zatížena. Za stávajících podmínek ČOV zajišťuje dobré vyčištění odpadní vody. Koncentrace znečištění na odtoku vody nepřekračuje stanovené přípustné a maximální koncentrace znečištění odpadní vody obsažené ve VPR, které vychází z nařízení vlády č. 61/2003 Sb. a zároveň bez problému plní požadavek minimálních hodnot účinnosti čištění vypouštěných odpadních vod stanovené ve výše zmíněném nařízení vlády.

POUŽITÁ LITERATURA

- [1] BROŽA, Vojtěch. *Vodohospodářské stavby*. Vyd. 3. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2005, 162 s. ISBN 80-01-03175-6.
- [2] Česká republika. Nařízení vlády o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech. In: *Sbírka zákonů 2003*. Praha: Tiskárna Ministerstva vnitra, 2003, roč. 2003, č. 61, 24. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/tematicky-prehled/Legislativa-ostatni_uplna-zneni_narizeni-vlady-2003-61-ukazatele-znecisten.html
- [3] Česká republika. Vyhláška Ministerstva životního prostředí, o podmínkách použití upravených kalů na zemědělské půdě. In: *Sbírka zákonů 2001*. Praha: Tiskárna Ministerstva vnitra, 2001, roč. 2001, č. 382, 145. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/tematicky-prehled/Legislativa-ostatni_uplna-zneni_vyhlaska-2001-382.html
- [4] Česká republika. Zákon o odpadech a o změně některých dalších zákonů. In: *Sbírka zákonů 2001*. Praha: Tiskárna Ministerstva vnitra, 2001, roč. 2001, č. 185, 71. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/tematicky-prehled/Legislativa-ostatni_uplna-zneni_zakon-2001-185.html
- [5] Česká republika. Zákon o vodách a o změně některých zákonů. In: *Sbírka zákonů 2001*. Praha: Tiskárna Ministerstva vnitra, 2001, roč. 2001, č. 254, 98. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/tematicky-prehled/Legislativa-MZe_uplna-zneni_zakon-2001-254-viceoblasti.html
- [6] ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV. *Evidenční list hlásného profilu č. 394*. Dostupné z: http://www.chmi.cz/portal/dt?portal_lang=cs&menu=JSPTabContainer/P10_0_Aktualni_situace/P10_2_Hydrologie&last=false
- [7] ČÍŽEK, Pavel, Zdeněk KONÍČEK a František HEREL. *Stokování a čištění odpadních vod: celostátní učebnice pro vysoké školy*. 1. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1970, 400 s.

- [8] DOHÁNYOS, Michal, Nina STRNADOVÁ a Jan KOLLER. *Čištění odpadních vod*. Vyd. 2. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 1998, iv, 177 s. ISBN 80-7080-316-9.
- [9] DUDA, Jiří, Ondřej LÍPA a Tomáš PETR. ODBOR VODOVODŮ A KANALIZACÍ. *Vodovody a kanalizace ČR 2013: Ekonomika, ceny a informace*. Praha, 2014, 40 s. ISBN 978-80-7434-162-5. Dostupné z: www.eagri.cz
- [10] GALLUS, Jan. VEGAspol v.o.s. *Čistírna odpadních vod Náměšť nad Oslavou* [online]. [cit. 2015-02-03]. Dostupné z: http://www.casopisstavebnictvi.cz/cistirna-odpadnich-vod-namest-nad-oslavou_N2247
- [11] HAŠEK, Jiří. URBANISTICKÉ STŘEDISKO JIHLAVA, spol. s r. o. *Návrh územního plánu města Náměšť nad Oslavou včetně místních částí Jedov, Otradice, Zňátky: Regulativy územního rozvoje*.
- [12] HETEŠA, Jiří a Eva KOČKOVÁ. *Hydrochemie*. Vyd. 1. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 1997, 95, [7] s. ISBN 80-7157-289-6.
- [13] HLAVÍNEK, Petr, Jan MIČÍN a Petr PRAX. *Průručka stokování a čištění*. Vyd. 1. Brno: NOEL 2000, c2001, vi, 251 s. ISBN 80-86020-30-4.
- [14] HLAVÍNEK, Petr, Jan MIČÍN a Petr PRAX. *Stokování a čištění odpadních vod*. Vyd. 1. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2003, 283 s. ISBN 80-214-2535-0.
- [15] HUBAČÍKOVÁ, Věra a Petra OPPELTOVÁ. *Úprava vodních toků a ochrana vodních zdrojů*. Vyd. 1. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2008. 131 s. ISBN 978-80-7375-243-9.
- [16] ILAVSKÝ, Ján, Danica BARLOKOVÁ a Ferdinand BISKUPIČ. *Chémia vody a hydrobiológia*. 1. vyd. Bratislava: Vydavateľstvo STU, 2008, 303 s. ISBN 978-80-227-2930-7.
- [17] JÁGLOVÁ, Veronika, Viktor KLIMENT, Josef REIDINGER, Josef NISTLER a Arnošt KULT. *Voda České republiky v kostce*. Praha: Ministerstvo životního prostředí, 2009, 39 s. ISBN 978-80-7212-491-6.

- [18] KOUKOLÍK, Otta. *Provozování čistíren odpadních vod*. 1. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1985, 111 s.
- [19] KUČEROVÁ, Radmila, Peter FEČKO, Barbora LYČKOVÁ. VŠB TU OSTRAVA. *Úprava a čištění vody: Multimediální učební texty zaměřené na problematiku úpravy a čištění vody* [online]. 2010 [cit. 2015-01-13]. Dostupné z: http://homen.vsb.cz/hgf/546/Materialy/Radka_2010/index.html
- [20] LIBRA, Jaromír. *Stavby pro odpadové hospodářství*. Vyd. 1. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2005, 102 s., 39 s. obr. příl. ISBN 80-7157-861-4.
- [21] Mapy. Český ústav zeměměřičský a katastrální, Cenia. Národní geoportál *INSPIRE* [online]. 2010 [cit. 2015-04-01]. Dostupné z: <http://geoportal.gov.cz/web/guest/map>
- [22] Mapy. [online]. [cit. 2015-04-01]. Dostupné z: <https://www.google.cz/maps>
- [23] MĚSTSKÝ ÚŘAD NÁMĚŠŤ NAD OSLAVOU, Odbor životního prostředí a živnostenský. *Povolení k nakládání s vodami*. Náměšť nad Oslavou, 2003.
- [24] MĚSTSKÝ ÚŘAD NÁMĚŠŤ NAD OSLAVOU, Odbor životního prostředí a živnostenský. *Povolení k nakládání s vodami*. Náměšť nad Oslavou, 2002.
- [25] MĚSTSKÝ ÚŘAD NÁMĚŠŤ NAD OSLAVOU, Odbor životního prostředí a živnostenský. *Povolení k nakládání s vodami*. Náměšť nad Oslavou, 1989.
- [26] MĚSTSKÝ ÚŘAD NÁMĚŠŤ NAD OSLAVOU, Odbor životního prostředí a živnostenský. *Povolení k nakládání s vodami*. Náměšť nad Oslavou, 2012.
- [27] MZE EAGRI *Voda: Odběry a vypouštění* [online]. [cit. 2015-02-24]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/voda/aplikace/odbery-a-vypousteni.html>
- [28] NÁBĚLKOVÁ, Jana a Jana NEKOVÁŘOVÁ. *Chemie: chemie životního prostředí*. Vyd. 1. V Praze: České vysoké učení technické, 2010, 197 s. ISBN 978-80-01-04534-3.
- [29] NOVÁK, Josef. *Příručka provozovatele stokové sítě*. Vyd. 1. Líbeznice u Prahy: Medim, c2003, 156 s. ISBN 80-238-9947-3.

- [30] ODBOR STATISTIKY OBYVATELSTVA (ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD). *Sčítání lidu, domů a bytů 2011: Domovní fond v obci* [online]. 24.02.2015 [cit. 2015-02-24]. Dostupné z:<http://www.scitani.cz/sldb2011/redakce.nsf/i/home>
- [31] OPPELTOVÁ, Petra, Jiří NOVÁK a Jana KOTOVICOVÁ. *Vzdělávací modul Ochrana životního prostředí voda*. Vyd. 1. Náměšť nad Oslavou: ZERA - Zemědělská a ekologická regionální agentura, 2012, 164 s. ISBN 978-80-87226-12-4.
- [32] PIVOŇKOVÁ, Helena. *Studie možných zdrojů znečištění Pucovského potoka*. Brno, 2013. Bakalářská práce. Mendelova univerzita v Brně, Agronomická fakulta, Ústav aplikované a krajinné ekologie. Vedoucí práce Ing. Věra Hubačíková, Ph.D.
- [33] PYTL, Vladimír. *Průručka provozovatele čistírny odpadních vod*. 2. vyd. Líbeznice: Medim pro SOVAK ČR, c2012, x, 209 s. ISBN 978-80-87140-26-0.
- [34] REŠETKA, Dušan. *Stokování a čištění odpadních vod II: čištění odpadních vod*. 2. přeprac vyd. Brno: Vysoké učení technické, 1987, 194 s.
- [35] ŠÁLEK, Jan, Jan MIČÍN a Petr HLAVÍNEK. *Vodní stavitelství*. Brno: CERM, 2001, 144 s. ISBN 80-214-2068-5.
- [36] ŠTÍCHA, Václav. *Odvodnění měst, kanalisace a čistírny*. 1. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1958, 543 s., obr. příl.
- [37] VEGAspol v.o.s. *Provozní řád ČOV Náměšť nad Oslavou*. Leoš Tůma. Brno, 2007, 154 s. TR/PŘ-ČOV/12/7.
- [38] 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.
- [39] Voda: Odběry a vypouštění. POVODÍ MORAVY, s.p. eAgri [online]. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2009, 2015 [cit. 2015-04-01]. Dostupné z:<http://eagri.cz/public/web/mze/voda/aplikace/odbery-a-vypousteni.html>

- [40] VODÁRENSKÁ AKCIOVÁ SPOLEČNOST, a.s., divize Třebíč. *Vodovody a kanalizace: svazek obcí se sídlem v Třebíči* [online]. [cit. 2015-04-01]. Dostupné z: <http://www.vaktr.cz/>
- [41] VODÁRENSKÁ AKCIOVÁ SPOLEČNOST a.s., divize Třebíč. *Výsledky analytické kontroly: odpadní voda*. Třebíč, 2005.
- [42] VODÁRENSKÁ AKCIOVÁ SPOLEČNOST a.s., divize Třebíč. *Výsledky analytické kontroly: odpadní voda*. Třebíč, 2014.
- [43] VÝZKUMNÝ ÚSTAV VODOHOSPODÁŘSKÝ T. G. MASARYKA. *Základní charakteristika toku OSLAVA a jeho povodí*. Praha, 2006, 2 s. Dostupné z: <http://www.dibavod.cz/24/charakteristiky-toku-a-povodi-cr.html>
- [44] *Zpráva o stavu vodního hospodářství České republiky v roce 2013*. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2014, 95 s. ISBN 978-80-7434-154-0.

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obrázek 1: Schulzovy biofitry [autorka]</i>	42
<i>Obrázek 2: Uložení kanalizace Náměšť nad Oslavou [ArcGIS, autorka]</i>	44
<i>Obrázek 3: Areál ČOV [10]</i>	45
<i>Obrázek 4: Dispoziční řešení provozních souborů ČOV [10]</i>	90
<i>Obrázek 5: Schéma česlí [1]</i>	90
<i>Obrázek 6: Schéma lapáku tuků a olejů [1]</i>	91
<i>Obrázek 7: Schéma komorového lapáku písku a kamenů [34]</i>	91
<i>Obrázek 8: Schéma vertikálního (Bochumského) lapák písku [8]</i>	91
<i>Obrázek 9: Schéma usazovací nádrže s horizontálním průtokem [1]</i>	92
<i>Obrázek 10: Schéma usazovací nádrže s radiálním průtokem [1]</i>	92
<i>Obrázek 11: Schéma usazovací nádrže s vertikálním průtokem [1]</i>	93
<i>Obrázek 12: Schéma aktivace s postupným tokem [35]</i>	93
<i>Obrázek 13: Schéma směšovací aktivace [35]</i>	93
<i>Obrázek 14: Schéma klasické aktivace [35]</i>	94
<i>Obrázek 15: Schéma odstupňované aktivace [34]</i>	94
<i>Obrázek 16: Schéma kruhového filtru [1]</i>	94
<i>Obrázek 17: Schéma věžového biofiltru [1]</i>	95
<i>Obrázek 18: Obecný postup zpracování kalů [13]</i>	95
<i>Obrázek 19: Schéma dekantační odstředivky [14]</i>	95
<i>Obrázek 20: Lokalizace města Náměšť nad Oslavou [21, upraveno autorkou]</i>	96
<i>Obrázek 21: Letecký snímek města Náměšť nad Oslavou [22, upraveno autorkou]</i>	96
<i>Obrázek 22: Přehledná mapa povodí Oslavy [43, upraveno autorkou]</i>	97
<i>Obrázek 23: Jemné česle [autorka]</i>	97
<i>Obrázek 24: Deponie separovaného písku [autorka]</i>	98
<i>Obrázek 25: Aktivační nádrž [autorka]</i>	98

Seznam obrázků

<i>Obrázek 26: Dosazovací nádrž [autorka]</i>	<i>98</i>
<i>Obrázek 27: Přepad vyčištěné vody [autorka]</i>	<i>99</i>
<i>Obrázek 28: Dekantační odstředivka [autorka]</i>	<i>99</i>
<i>Obrázek 29: Odvodnělý kal [autorka]</i>	<i>99</i>
<i>Obrázek 30: Vzorkovač [autorka]</i>	<i>100</i>
<i>Obrázek 31: Výúst' ČOV do recipientu [autorka]</i>	<i>100</i>
<i>Obrázek 32: Analytická kontrola vzorků [autorka]</i>	<i>101</i>
<i>Obrázek 33: Poklop kanalizace, majetek Svazku obcí [autorka]</i>	<i>101</i>

SEZNAM GRAFŮ

<i>Graf 1: Vývoj jednotlivých ukazatelů [9]</i>	<i>12</i>
<i>Graf 2: Vypouštěné množství odpadních vod do vod povrchových [44]</i>	<i>13</i>
<i>Graf 3: Struktura vypouštěných odpadních vod v roce 2013 [9]</i>	<i>19</i>
<i>Graf 4: Přehled hydraulického zatížení ČOV za rok 2005 [autorka]</i>	<i>58</i>
<i>Graf 5: Přehled látkového zatížení ČOV za rok 2005 [autorka].....</i>	<i>59</i>
<i>Graf 6: Biochemická spotřeba kyslíku, rok 2005 [autorka].....</i>	<i>60</i>
<i>Graf 7: Chemická spotřeba kyslíku, rok 2005 [autorka].....</i>	<i>61</i>
<i>Graf 8: Nerozpuštěné látky, rok 2005 [autorka]</i>	<i>61</i>
<i>Graf 9: Amoniakální dusík, rok 2005 [autorka].....</i>	<i>62</i>
<i>Graf 10: Celkový fosfor, rok 2005 [autorka]</i>	<i>63</i>
<i>Graf 11: Účinnost ČOV, rok 2005 [autorka]</i>	<i>64</i>
<i>Graf 12: Hydraulické zatížení ČOV, rok 2014 [autorka].....</i>	<i>65</i>
<i>Graf 13: Látkové zatížení ČOV, rok 2014 [autorka].....</i>	<i>66</i>
<i>Graf 14: Biochemická spotřeba kyslíku, rok 2014 [autorka].....</i>	<i>67</i>
<i>Graf 15: Chemická spotřeba kyslíku, rok 2014 [autorka].....</i>	<i>67</i>
<i>Graf 16: Nerozpuštěné látky, rok 2014 [autorka]</i>	<i>68</i>
<i>Graf 17: Amoniakální dusík, rok 2014 [autorka].....</i>	<i>68</i>
<i>Graf 18: Celkový fosfor, rok 2014 [autorka]</i>	<i>69</i>
<i>Graf 19: Účinnost ČOV, rok 2014 [autorka]</i>	<i>70</i>

SEZNAM TABULEK

<i>Tabulka 1: Vybrané klimatické charakteristiky [11].....</i>	<i>40</i>
<i>Tabulka 2: Údaje o recipientu ČOV [39].....</i>	<i>41</i>
<i>Tabulka 3: Přehled průtoků řeky Oslava [6].....</i>	<i>41</i>
<i>Tabulka 4: Jakostní ukazatele vody v toku Oslava [37].....</i>	<i>41</i>
<i>Tabulka 5: Lokalizace ČOV Náměšť nad Oslavou [37].....</i>	<i>43</i>
<i>Tabulka 6: Projektovaná kapacita stávající ČOV [37].....</i>	<i>45</i>
<i>Tabulka 7: Látkové zatížení stávající ČOV [37].....</i>	<i>45</i>
<i>Tabulka 8: Odpady čistírenské technologie, rok 2014 [autorka].....</i>	<i>52</i>
<i>Tabulka 9: Emisní standardy dle kategorie ČOV dle č. 61/2003 Sb. [2].....</i>	<i>54</i>
<i>Tabulka 10: Aktuální emisní limity vyčištěné odpadní vody vypouštěné do recipientu [26]</i>	<i>54</i>
<i>Tabulka 11: Aktuální povolené množství vod k vypouštění [27].....</i>	<i>55</i>
<i>Tabulka 12: Emisní limity přípustného znečištění vypouštěných vod do recipientu z dne 31.7.1981 [25].....</i>	<i>55</i>
<i>Tabulka 13: Povolené množství vod k vypouštění ze dne 31.7.1981 [25].....</i>	<i>56</i>
<i>Tabulka 14: Emisní limity přípustného znečištění vypouštěných vod do recipientu z dne 9.1.1989 [25].....</i>	<i>56</i>
<i>Tabulka 15: Povolené množství vod k vypouštění ze dne 9.1.1989 [25].....</i>	<i>56</i>
<i>Tabulka 16: Emisní limity přípustného znečištění vypouštěných vod do recipientu z dne 30.1.2002 [24].....</i>	<i>57</i>
<i>Tabulka 17: Povolené množství vod k vypouštění ze dne 30.1.2002 [24].....</i>	<i>57</i>
<i>Tabulka 18: Emisní limity přípustného znečištění vypouštěných vod do recipientu z dne 7.10.2003 [23].....</i>	<i>57</i>
<i>Tabulka 19: Povolené množství vod k vypouštění ze dne 7.10.2003 [23].....</i>	<i>57</i>
<i>Tabulka 20: Legenda dispozičního řešení provozních souborů ČOV [10].....</i>	<i>102</i>
<i>Tabulka 21: Orientační složení splaškových odpadních vod [33].....</i>	<i>102</i>

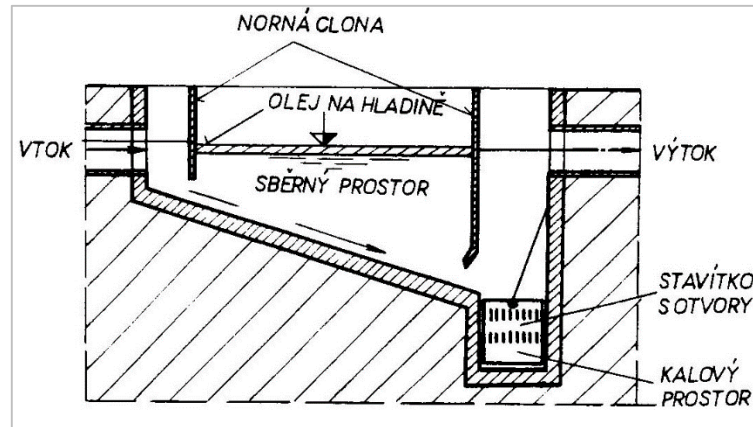
Seznam tabulek

<i>Tabulka 22: Hygienické vlastnosti kalu [3].....</i>	<i>102</i>
<i>Tabulka 23: Minimální četnost odběru vzorků [2].....</i>	<i>103</i>
<i>Tabulka 24: Emisní standardy a přípustná minimální účinnost čištění vypouštěných odpadních vod [2].....</i>	<i>103</i>
<i>Tabulka 25: Koncentrace znečištění vybraných ukazatelů na přítoku ČOV, 2014 [42]</i>	<i>103</i>
<i>Tabulka 26: Koncentrace znečištění vybraných ukazatelů na odtoku ČOV, 2014 [42]</i>	<i>104</i>
<i>Tabulka 27: Roční množství vypuštěné vody do recipientu, 2014 [42]</i>	<i>104</i>
<i>Tabulka 28: Hydraulické a látkové zatížení ČOV, 2014 [42]</i>	<i>105</i>
<i>Tabulka 29: Koncentrace znečištění vybraných ukazatelů na přítoku ČOV, 2005 [41]</i>	<i>105</i>
<i>Tabulka 30: Koncentrace znečištění vybraných ukazatelů na odtoku ČOV, 2005 [41]</i>	<i>106</i>
<i>Tabulka 31: Roční množství vypuštěné vody do recipientu, 2005 [41]</i>	<i>106</i>
<i>Tabulka 32: Hydraulické a látkové zatížení ČOV, 2005 [41]</i>	<i>107</i>

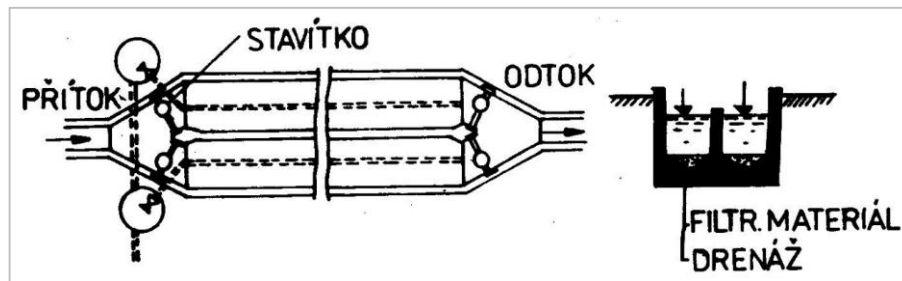
SEZNAM ZKRATEK

BSK ₅	Biochemická spotřeba kyslíku za 5 dní
CHSK _{Cr}	Chemická spotřeba kyslíku stanovená, oxidační činidlo dichroman draselný
ČOV	Čistírna odpadních vod
EO	Ekvivalentní obyvatel
NL	Nerozpuštěné látky
N-NH ₄	Amoniakální dusík
P _{celk.}	Fosfor celkový
VAS, a.s.	Vodárenská akciová společnost
VPR	Vodoprávní rozhodnutí

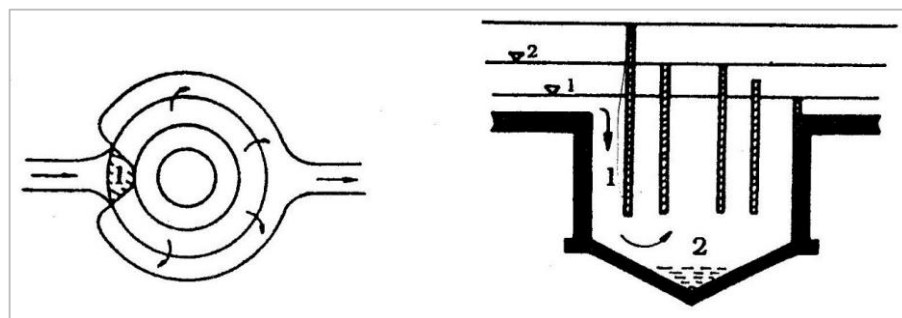
PŘÍLOHY



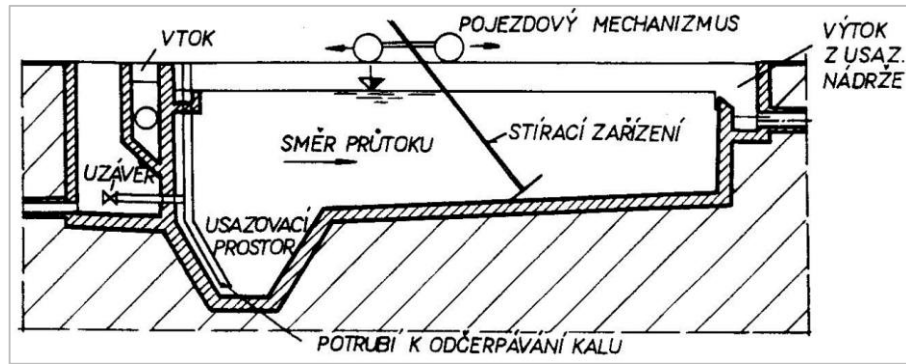
Obrázek 6: Schéma lapáku tuků a olejů [1]



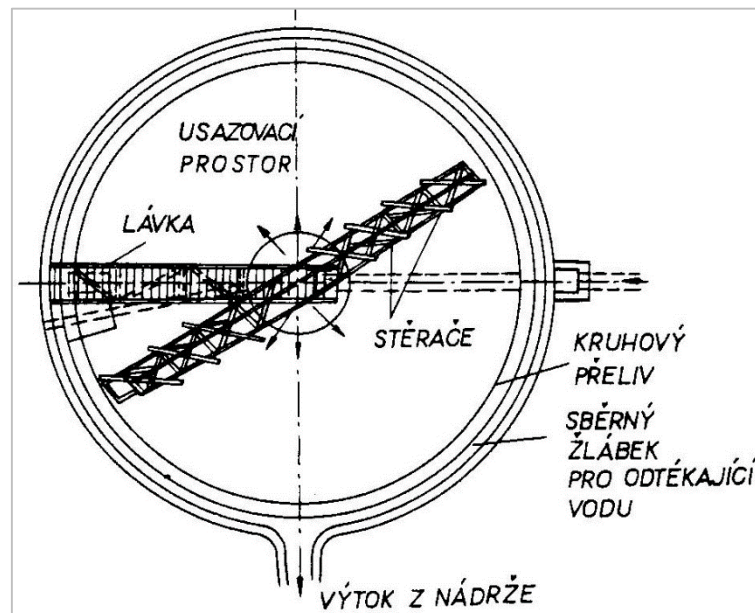
Obrázek 7: Schéma komorového lapáku písku a kamenů [34]



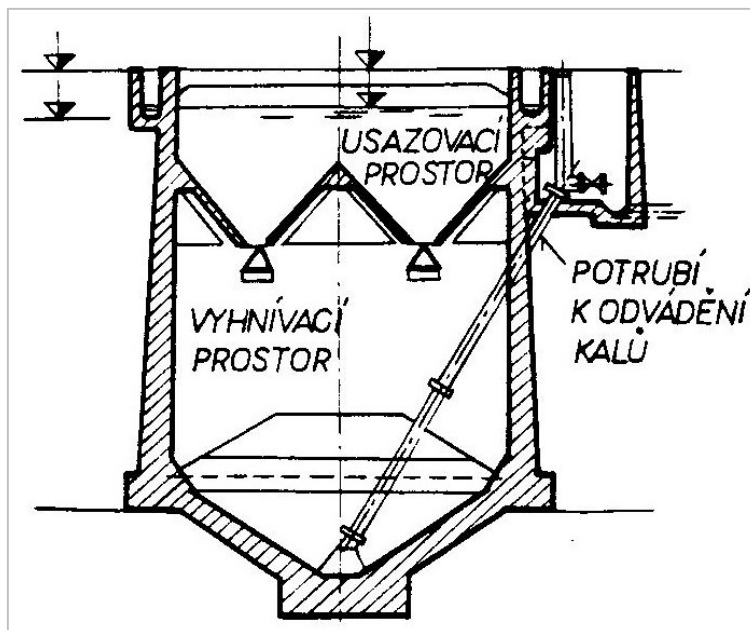
Obrázek 8: Schéma vertikálního (Bochumského) lapáku písku [8]



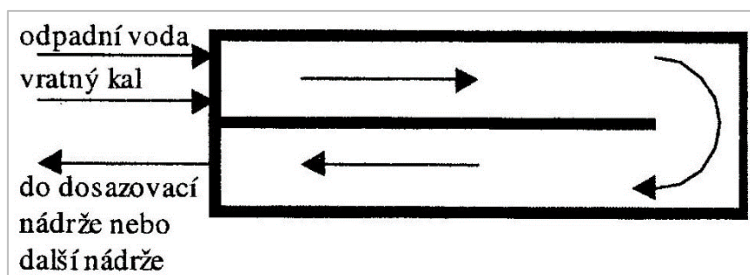
Obrázek 9: Schéma usazovací nádrže s horizontálním průtokem [1]



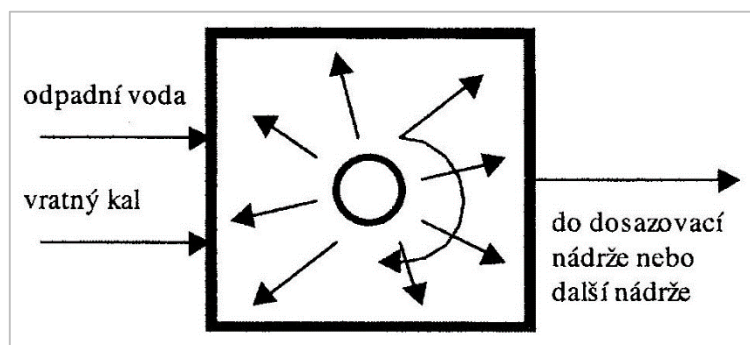
Obrázek 10: Schéma usazovací nádrže s radiálním průtokem [1]



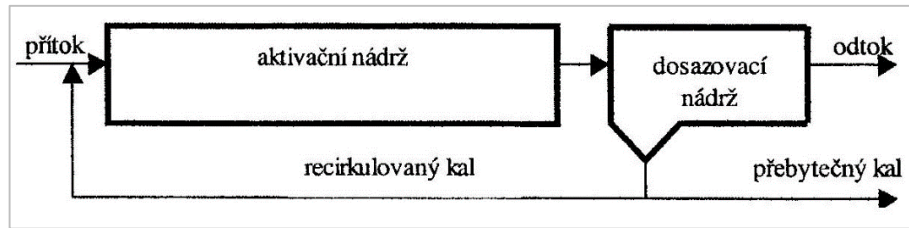
Obrázek 11: Schéma usazovací nádrže s vertikálním průtokem [1]



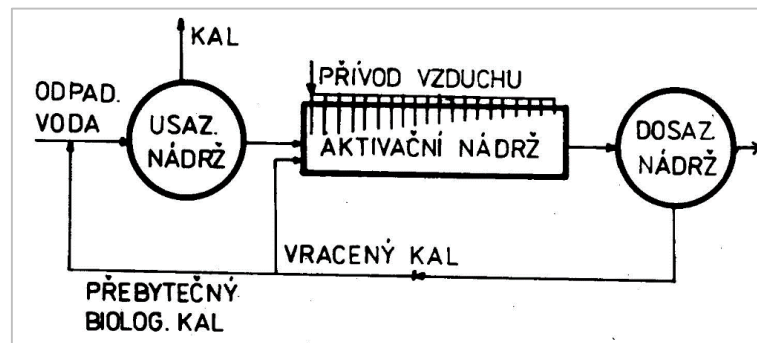
Obrázek 12: Schéma aktivace s postupným tokem [35]



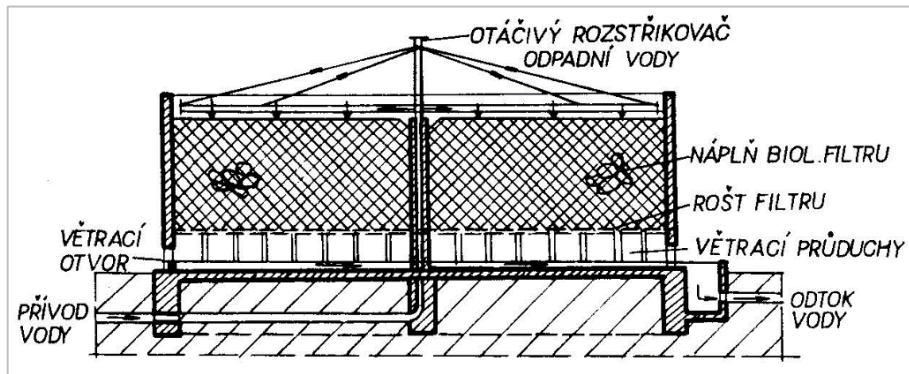
Obrázek 13: Schéma směšovací aktivace [35]



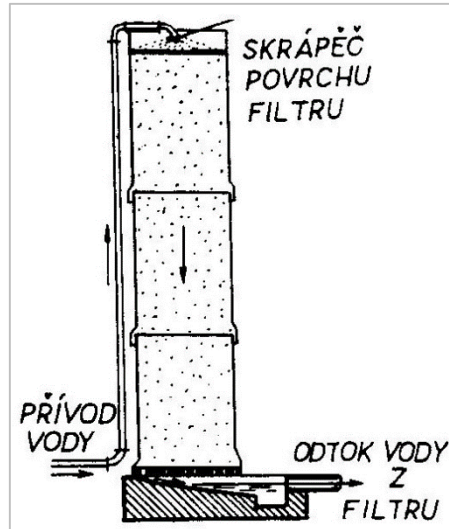
Obrázek 14: Schéma klasické aktivace [35]



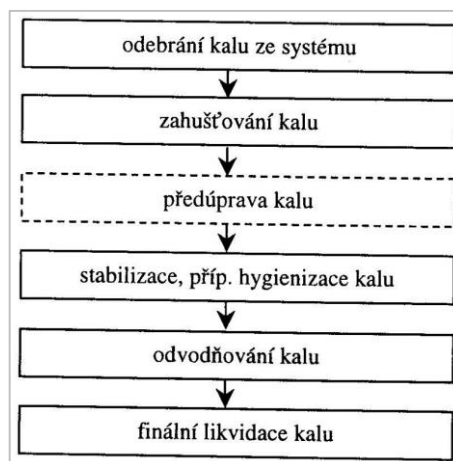
Obrázek 15: Schéma odstupňované aktivace [34]



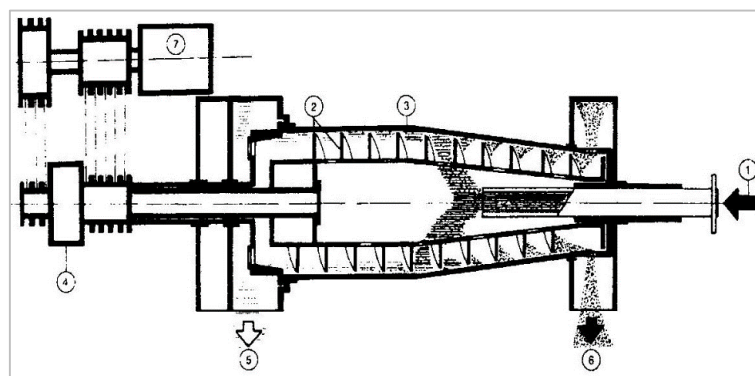
Obrázek 16: Schéma kruhového filtru [1]



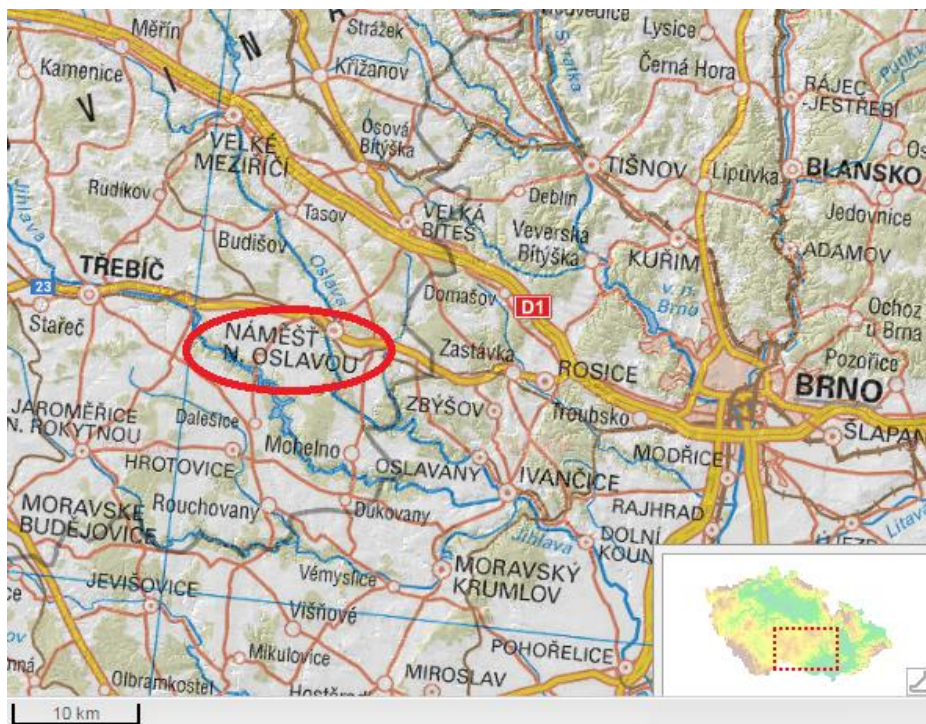
Obrázek 17: Schéma věžového biofiltru [1]



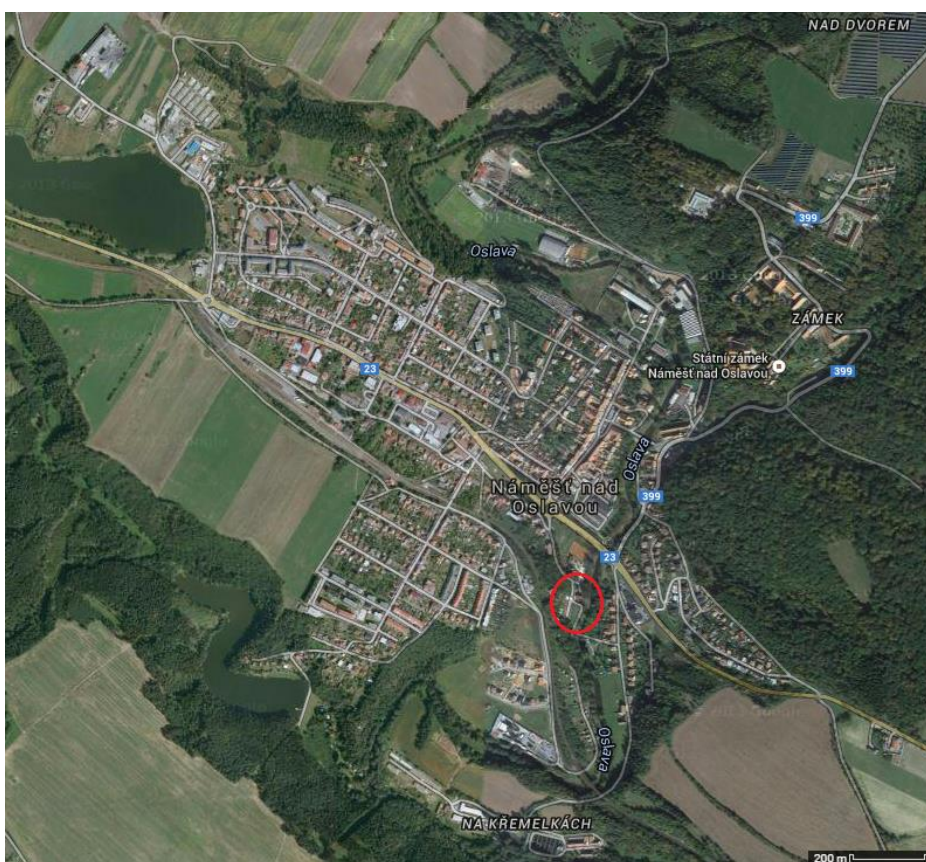
Obrázek 18: Obecný postup zpracování kalů [13]



Obrázek 19: Schéma dekantační odstředivky [14]



Obrázek 20: Lokalizace města Náměšť nad Oslavou [21, upraveno autorkou]



Obrázek 21: Letecký snímek města Náměšť nad Oslavou [22, upraveno autorkou]



Obrázek 24: Deponie separovaného písku [autorka]



Obrázek 25: Aktivační nádrž [autorka]



Obrázek 26: Dosazovací nádrž [autorka]



Obrázek 27: Přepad vyčištěné vody [autorka]



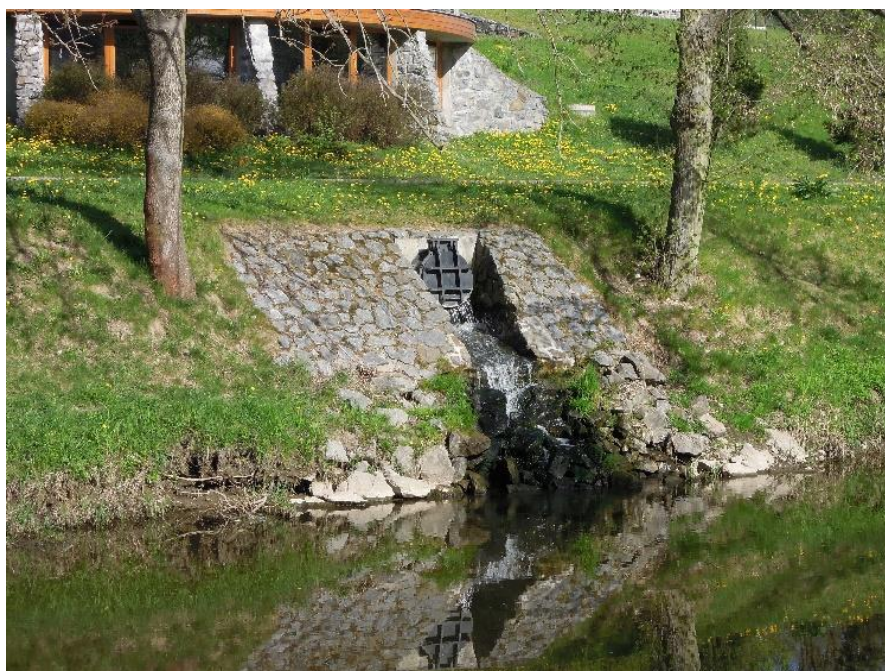
Obrázek 28: Dekantační odstředivka [autorka]



Obrázek 29: Odvodnělý kal [autorka]



Obrázek 30: Vzorkovač [autorka]



Obrázek 31: Výúst ČOV do recipientu [autorka]



Obrázek 32: Analytická kontrola vzorků [autorka]



Obrázek 33: Poklop kanalizace, majetek Svazku obcí [autorka]

TABULKOVÁ PŘÍLOHA

Tabulka 20: Legenda dispozičního řešení provozních souborů ČOV [10]

Legenda - dispoziční řešení provozních souborů ČOV			
PS 1	čerpací stanice odpadních vod	PS 10	odvodnění kalu
PS 2	jímka na fekálie	PS 11	zahuštění kalu
PS 3	dešťová zdrž	PS 12	hygienizace kalu
PS 4	mechanické předčištění	PS 13	chemické hospodářství
PS 5	dmychárna	PS 16	povodňová čerpací stanice
PS 6	kalové čerpací stanice	SO 12	Parshallův žlab
PS 7	aktivační nádrže	SO 13	výustní objekt
PS 8	dosazovací nádrže	SO 23	dezodorizační biofiltry
PS9	uskladňovací nádrže kalu	---	---

Tabulka 21: Orientační složení splaškových odpadních vod [33]

Orientační složení splaškových odpadních vod	
Hodnota pH	6,5-8,5
Nerozpuštěné látky [mg.l ⁻¹]	200-400
- z toho usaditelné [%]	73
- z toho neusaditelné [%]	27
Rozpuštěné látky [mg.l ⁻¹]	600-800
BSK ₅ [mg.l ⁻¹]	100-400
CHSK _{Cr} [mg.l ⁻¹]	250-800
N _{celk.} [mg.l ⁻¹]	30-70
N _{NH₄} [mg.l ⁻¹]	20-45
P _{celk.} [mg.l ⁻¹]	5-15

Tabulka 22: Hygienické vlastnosti kalu [3]

Kategorie kalů	Přípustné množství mikroorganismů v 1 g sušiny aplikovaných kalů		
	termotolerantní koliformní bakterie	enterokoky	Salmonella sp.
I.	< 10 E3	< 10 E3	negativní nález
II.	10 E3-10 E6	10 E3-10 E6	nestanovuje se

Tabulková příloha

Tabulka 23: Minimální četnost odběru vzorků [2]

Velikost zdroje (EO)	Typ vzorku	BSK ₅	CHSK _{Cr}	NL	N-NH ₄	N _{celk.}	P _{celk.}
< 500	A	-	-	-	-	-	-
500-2 000	A	12	12	12	-	-	-
2 001-10 000	B	12	12	12	12	-	-
10 001-100 000	C	26	26	26	-	26	26
> 100 000	C	52	52	52	-	52	52

Tabulka 24: Emisní standardy a přípustná minimální účinnost čištění vypouštěných odpadních vod [2]

Kategorie ČOV (EO)	CHSK _{Cr}	BSK ₅	N-NH ₄	N _{celk.}	P _{celk.}
	[%]				
< 500	70	80	-	-	-
500-2 000	70	80	50	-	-
2 001-10 000	75	85	60	-	70
10 001-100 000	75	85	-	70	80
> 100 000	75	85	-	70	80

Tabulka 25: Koncentrace znečištění vybraných ukazatelů na přítoku ČOV, 2014 [42]

2014		Přítok				
		[mg.l ⁻¹]				
Měsíc	Datum	BSK ₅	CHSK _{Cr}	NL	N-NH ₄	P _{celk.}
Leden	14.1.	259	594	240	31	7,78
Únor	11.2.	125	383	120	23,1	4,21
Březen	4.3.	269	563	290	34,5	8,26
Duben	15.4.	260	694	264	45,4	8,78
Květen	13.5.	277	709	400	34,2	7,7
Červen	4.6.	331	606	270	53,9	8,2
Červenec	15.7.	175	520	220	36,7	6,1
Srpen	5.8.	118	250	150	27,6	4,5
Září	2.9.	114	273	380	4,8	2,9
Říjen	7.10.	132	321	220	21,2	4
Listopad	3.11.	282	575	110	36	7,2
Prosinec	2.12.	131	289	130	20,2	3,8
Průměr		206,08	481,42	232,83	30,72	6,12

Tabulka 26: Koncentrace znečištění vybraných ukazatelů na odtoku ČOV, 2014 [42]

2014		Odtok				
		[mg.l ⁻¹]				
Měsíc	Datum	BSK ₅	CHSK _{Cr}	NL	N-NH ₄	P _{celk.}
Leden	14.1.	9,4	32	4	1,7	0,52
Únor	11.2.	5,7	40	6	0,6	0,55
Březen	4.3.	6,5	23	6	1,9	0,41
Duben	15.4.	8,2	39	5	1,1	0,72
Květen	13.5.	9,8	39	6	1,5	0,84
Červen	4.6.	7,8	42	6	1,1	0,72
Červenec	15.7.	9,4	40	5	1,5	0,84
Srpen	5.8.	9,8	34	12	1,0	0,73
Září	2.9.	5,2	35	10	0	0,40
Říjen	7.10.	7,7	40	20	0,9	0,36
Listopad	3.11.	8,8	47	6	1,2	0,56
Prosinec	2.12.	6,0	35	5	1,3	0,88
Průměr		7,86	37,17	7,58	1,15	0,63

Tabulka 27: Roční množství vypuštěné vody do recipientu, 2014 [42]

2014	Průtok [m ³ .měsíc ⁻¹]
Leden	23 535
Únor	20 945
Březen	20 169
Duben	17 736
Květen	24 493
Červen	16 463
Červenec	24 102
Srpen	28 349
Září	39 478
Říjen	29 485
Listopad	27 975
Prosinec	32 952

Tabulka 28: Hydraulické a látkové zatížení ČOV, 2014 [42]

2014	Zatížení	
	hydraulické [%]	látkové [%]
Leden	63,3	41
Únor	62,3	19,5
Březen	54,2	36,5
Duben	49,3	32
Květen	65,8	45,6
Červen	45,7	37,8
Červenec	64,8	28,3
Srpen	76,2	22,5
Září	109,7	31,3
Říjen	79,3	26,2
Listopad	77,7	54,8
Prosinec	88,6	29
Průměr	69,7	33,71

Tabulka 29: Koncentrace znečištění vybraných ukazatelů na přítoku ČOV, 2005 [41]

2005		Přítok			
		[mg.l ⁻¹]			
Měsíc	Datum	BSK ₅	CHSK _{Cr}	NL	N-NH ₄
Leden	11.1.	558	933	258	30,6
Únor	15.2.	126	250	94	21,2
Březen	15.3.	157	362	274	15,2
Duben	25.4.	120	413	272	19,0
Květen	10.5.	78	179	78	19,4
Červen	14.6.	136	283	132	27,5
Červenec	26.7.	98	266	122	22,8
Srpen	17.8.	47	176	85	10,3
Září	20.9.	161	368	202	21,8
Říjen	17.10.	215	446	168	32,8
Listopad	14.11.	143	325	116	29,5
Prosinec	5.12.	185	400	219	22,6
Průměr		169,00	367,00	168,00	22,70

Tabulka 30: Koncentrace znečištění vybraných ukazatelů na odtoku ČOV, 2005 [41]

2005		Odtok			
		[mg.l ⁻¹]			
Měsíc	Datum	BSK ₅	CHSK _{Cr}	NL	N-NH ₄
Leden	11.1.	58,8	207,0	83,0	33,8
Únor	15.2.	65,2	140,0	54,0	22,6
Březen	15.3.	41,3	133,0	58,0	21,7
Duben	25.4.	19,5	79,0	18,0	23,3
Květen	10.5.	28,2	82,0	33,0	27,4
Červen	14.6.	18,2	85,0	19,0	31,4
Červenec	26.7.	11,6	88,0	10,0	28,6
Srpen	17.8.	8,5	58,0	14,0	12,3
Září	20.9.	11,4	84,0	17,0	23,3
Říjen	17.10.	30,4	124,0	33,0	37,0
Listopad	14.11.	35,0	139,0	39,0	37,7
Prosinec	5.12.	37,1	120,0	41,0	20,3
Průměr		30,00	111,5	34,5	27,3

Tabulka 31: Roční množství vypuštěné vody do recipientu, 2005 [41]

2005	Průtok [m ³ .měsíc ⁻¹]
Leden	30 539
Únor	30 384
Březen	33 202
Duben	29 151
Květen	27 700
Červen	27 225
Červenec	34 324
Srpen	33 767
Září	28 317
Říjen	23 207
Listopad	21 052
Prosinec	28 848

Tabulka 32: Hydraulické a látkové zatížení ČOV, 2005 [41]

2005	Zatížení	
	hydraulické [%]	látkové [%]
Leden	109,5	169,7
Únor	120,3	42,2
Březen	119,0	51,9
Duben	104,3	34,8
Květen	99,4	21,6
Červen	100,8	38,1
Červenec	123,0	33,5
Srpen	121,0	15,9
Září	104,9	46,9
Říjen	83,2	49,7
Listopad	78,0	31,0
Prosinec	103,4	53,1
Průměr	105,6	49,0