

**Česká zemědělská univerzita v Praze**  
**Fakulta životního prostředí**  
**Katedra vodního hospodářství a environmentálního**  
**modelování**



**Bakalářská práce**

**Technologie čistírny odpadních vod a vyhodnocení  
zkušebního provozu nově vystavěné čistírny odpadních vod**

**Edita Stýblová**

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Edita Stýblová

Krajinářství

Územní technická a správní služba

Název práce

**Technologie čistírny odpadních vod a vyhodnocení zkušebního provozu nově vystavěné čistírny odpadních vod.**

Název anglicky

**Technology of wastewater treatment plants and evaluation of trial operation of the selected wastewater treatment plant.**

---

### Cíle práce

Cílem bakalářské práce je vyhodnocení zkušebního provozu nově vystavěné ČOV Louky u Litvínova.

### Metodika

- 1) Literární rešerše problematiky spojená s čištěním odpadních vod.
- 2) Popis zájmové ČOV.
- 3) Analýza dat získaných na přítoku do ČOV a na odtoku z ČOV do recipientu, vyhodnocení efektivity ČOV.
- 4) Diskuze výsledků.

## **Doporučený rozsah práce**

30 – 50 stran

## **Klíčová slova**

Čistírna odpadních vod, čistiřenské kaly, mechanické čištění odpadních vod, biologické čištění odpadních vod, zkušební provoz.

---

## **Doporučené zdroje informací**

Dohányos M., Koller J., Strnadová N.: Čištění odpadních vod, VŠCHT 1995.

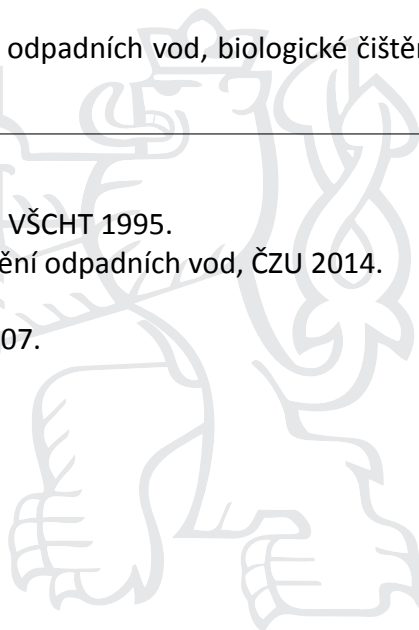
Komínková D., Benešová L., Šťastná G.: Úprava pitných a čištění odpadních vod, ČZU 2014.

Pošta J. a kol.: Čistírny odpadních vod, ČZU 2005.

Raclavská H.: Technologie zpracování a využití kalů z ČOV, 2007.

Švehla P., Tlustoš P., Balík J.: Odpadní vody, ČZU 2007.

Vítěz T., Groda B.: Čištění a čistírny odpadních vod, 2008.



---

## **Předběžný termín obhajoby**

2019/20 LS – FŽP

## **Vedoucí práce**

Ing. Martin Heřmanovský, Ph.D.

## **Garantující pracoviště**

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

Elektronicky schváleno dne 17. 3. 2020

**doc. Ing. Martin Hanel, Ph.D.**

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 17. 3. 2020

**prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.**

Děkan

V Praze dne 18. 03. 2020

### **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: „Technologie čistírny odpadních vod a vyhodnocení zkušebního provozu nově vystavěné čistírny odpadních vod“ vypracovala samostatně a citovala jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použila a které jsem rovněž uvedl/a na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

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

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

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

V Praze dne 23. 03. 2020

.....

## **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala svému vedoucímu bakalářské práce Ing. Martinu Heřmanovskému, Ph.D. za metodické vedení při zpracování této práce, odbornou pomoc a ochotu.

Dále bych chtěla poděkovat Ing. Filipu Harciníkovi, za jeho vstřícnost, cenné rady a podrobné popsání ČOV Louka u Litvínova, bez kterého bych nebyla schopna dokončit tuto bakalářskou práci.

Také bych ráda poděkovala Severočeské vodárenské společnosti a.s. a společnosti Severočeské vodovody a kanalizace, a.s., které mi poskytly potřebné laboratorní rozborů a informace uvedené v praktické části bakalářské práce.

V Praze dne 23. 03. 2020

.....

# **Technologie čistírny odpadních vod a vyhodnocení zkušebního provozu nově vystavěné čistírny odpadních vod**

## **Abstrakt**

Bakalářská práce popisuje technologii čistíren odpadních vod, podrobněji se věnuje popisu a vyhodnocení zkušebního provozu nově vystavěné čistírny odpadních vod Louka u Litvínova. Teoretická část je věnována popisu technologie čistíren odpadních vod se zaměřením na odpadní vodu komunální a současně na popis zpracování a využití kalů. Praktická část je věnována podrobnému popisu a vyhodnocení zkušebního provozu vybrané čistírny odpadních vod. Z analýzy laboratorních výsledků získaných z přítoku do čistírenské linky a odtoku do recipientu byla zjištěna dostatečná účinnost čistírny. Závěr je zaměřen na vyhodnocení zkušebního provozu vybrané čistírny odpadních vod a navržení řešení možných situací.

**Klíčová slova:** Čistírna odpadních vod, čistírenské kaly, mechanické čištění odpadních vod, biologické čištění odpadních vod, zkušební provoz.

# **Technology of wastewater treatment plants and evaluation of trial operation of the selected wastewater treatment plant**

## **Abstract**

The bachelor thesis deals with the technology of wastewater treatment plants and in detail it describes and evaluates the trial operation of newly built wastewater treatment plant called Louky u Litvínova. The theoretical part is devoted to the description of the technology of wastewater treatment plants with a focus on municipal wastewater as well as the description of processing and utilization of sewage sludge. In the practical part author deals with a detailed description and evaluation of the trial operation of the selected wastewater treatment plant. From the analysis results obtained from the inflow to the wastewater treatment line and the outlet to the recipient was found sufficient efficiency of the treatment plant. The conclusion of the thesis is focused on evaluation of trial operation of the selected wastewater treatment plant and proposing solutions to possible situations.

**Keywords:** Wastewater treatment plant, sewage sludge, mechanical waste water treatment, biological waste water treatment, trial operation.

## OBSAH

1. Úvod.....	1
2. Cíle práce.....	2
3. Metodika.....	2
4. Teoretická část.....	3
4.1 Legislativa pro provoz čistírny odpadních vod.....	3
4.2 Odpadní vody a jejich složení.....	4
4.2.1 Splaškové odpadní vody (komunální).....	5
4.3. Odvádění odpadních vod.....	6
4.3.1 Jednotná stoková soustava.....	6
4.3.2 Oddílná stoková soustava.....	7
4.4 Technologie čistírny odpadních vod.....	7
4.4.1 Mechanické čištění.....	9
4.4.2 Biologické čištění.....	11
4.4.3 Kalové hospodářství.....	15
5. Praktická část.....	18
5.1 Popis ČOV Louky u Litvínova.....	18
5.1.1 Vypouštění odpadních vod.....	27
5.1.2 Výsledky z laboratorních rozborů - přítok, odtok.....	29
5.1.3 Účinnost čištění odpadní vody.....	31
5.2 Navrhovaná řešení.....	32
5.3 Zhodnocení vlivu stavby na životní prostředí.....	33
5.4. Diskuse.....	34
6. Závěr.....	36
7. Přehled literatury a použitých zdrojů.....	37



# 1. Úvod

Voda pokrývá 71 % zemského povrchu. Ochrana vody je jedním z nejdůležitějších úkolů v oblasti životního prostředí. Cílem je, v souladu s požadavky legislativy EU, zlepšování stavu vodních toků, vodních ekosystémů a podpora trvale udržitelného užívání vod. Některé druhy znečištění povrchových vod mohou nastat přirozenými procesy, většinou jsou však znečištěny v důsledku lidské činnosti. Každodenním používáním vody v našich domovech, průmyslových odvětvích, zemědělské a živočišné výroby ovlivňujeme kvalitu vody. Znečištěná voda (odpadní voda) vypouštěná zpět do povrchových vod způsobuje nejen estetické problémy, ale především vnáší do recipientů organické látky, toxiny, patogenní mikroorganismy a další látky působící negativně na vodní ekosystém. Ochrana životního prostředí, především vodních ekosystémů, vyžaduje čištění odpadních vod v bodových zdrojích znečištění na míru přijatelnou pro ekosystém daného toku (Sonune, Ghate, 2004).

Čistírny odpadních vod (dále jen ČOV) jsou důležitými infrastrukturami, které zajišťují bezpečnost vodního prostředí a pomáhají dosáhnout udržitelného rozvoje měst. ČOV hrají zásadní roli v ochraně životního prostředí místních vod (Zhang a kol., 2017).

V oblasti výstavby a správy vodohospodářské infrastruktury, tedy výstavbou a provozem ČOV, v Ústeckém kraji a podstatné části Libereckého kraje se zabývá Severočeská vodárenská společnost, a.s. (dále jen SVS). Tato společnost tak pomáhá racionálně a rychle řešit závažné ekologické problémy v regionu a výrazně pomohla malým obcím, jež by nebyly schopné financovat zavedení a rozvoj vodohospodářské infrastruktury. SVS převzala za své akcionáře odpovědnost za zásobování obyvatelstva pitnou vodou a za odvádění a likvidaci komunálních odpadních vod. Provozování vodohospodářského majetku ve vlastnictví SVS je dlouhodobou smlouvou svěřeno provozní společnosti – Severočeským vodovodům a kanalizacím, a. s. (dále jen SčVK).

V rámci vodohospodářské infrastruktury SVS je dotčená nově vystavená ČOV Louka u Litvínova, které je věnována tato bakalářská práce. Jedná se o jednu ze staveb pro okres Most, kde SVS pro rok 2017 naplánovala celkem 25 staveb o celkovém objemu investic 128 milionů korun bez DPH. Z hlediska charakteru investic jde o kombinaci strategické, legislativou vyvolané investice a obnovy majetku.

## 2. Cíle práce

Cílem této bakalářské práce bylo vyhodnocení zkušebního provozu nově vystavěné ČOV Louky u Litvínova, zejména vyhodnocení získaných laboratorních dat zpracovaných jak z přítoku do technologické linky, tak i z odtoku do recipientu. Důvodem pro zpracování těchto dat bylo zjištění, zda a s jakou účinností jsou v čistírně odpadních vod odstraňovány nečistoty přítomné v přitékající odpadní vodě, dále pak stanovit závěr, případně navrhnout možná řešení.

## 3. Metodika

Prvním krokem bylo seznámení se s danou problematikou, a to studiem odborné literatury vypůjčené ze Severočeské vědecké knihovny města Ústí nad Labem. Laboratorní rozborů a data ze zkušebního provozu vybrané ČOV Louky u Litvínova byly získány od společnosti SVS a společnosti SčVK.

Teoretická část je věnována popisu základní technologie čistíren odpadních vod se zaměřením na splaškové odpadní vody (komunální), a to včetně zpracování a využití kalů.

Praktická část je věnována popisu zkušebního provozu vybrané ČOV Louky u Litvínova, který je nedílnou součástí období po skončení stavby. V tomto období dochází k několika drobným úpravám, vedoucí k optimálnímu provozu ČOV. V období zkušebního provozu byly pravidelně odebírány vzorky z přítoku do čistírenské linky a odtoku do recipientu. Z analýzy laboratorních výsledků bylo provedeno vyhodnocení účinnosti čištění ČOV Louky u Litvínova. Veškeré výsledky laboratorních rozborů pro tuto bakalářskou práci byly získány od společnosti SčVK, která je provozovatelem této ČOV.

Závěr bakalářské práce je věnován shrnutí a vyhodnocení výsledků zkušebního provozu.

Použité fotografie v této práci byly pořízeny autorem v říjnu 2019.

## 4. Teoretická část

### 4.1 Legislativa pro provoz ČOV

V Evropské unii je základním právním nástrojem, který řeší problematiku čištění odpadních vod směrnice Rady č. 91/271/EHS, o čištění městských odpadních vod. Tato směrnice se týká odvádění, čištění a vypouštění městských odpadních vod a čištění a vypouštění odpadních vod z určitých průmyslových odvětví. Cílem této směrnice je ochrana životního prostředí před nepříznivými účinky vypouštění výše uvedených odpadních vod, dle směrnice Rady č. 91/271/EHS.

Základním právním nástrojem pro ochranu vod v České republice je zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů.

Ukazatele vyjadřující stav vody ve vodním toku, ukazatele a hodnoty přípustného znečištění povrchových vod jsou uvedeny v nařízení vlády č. 401/2015 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech. Dle kapacity ČOV jsou v příloze č. 1 nařízení uvedené emisní standardy, tj. nejvýše přípustné hodnoty jednotlivých ukazatelů znečištění odpadních vod, dále imisní standardy, určující nejvýše přípustné hodnoty jednotlivých ukazatelů znečištění povrchových vod, které jsou uvedeny v příloze č. 3 nařízení a emisní limity, tj. nejvýše přípustné hodnoty ukazatelů znečištění odpadních vod, které stanoví vodoprávní úřad, dle nařízení vlády č. 401/2015 Sb.

Minimální roční četnost odběrů vzorků vypouštěných odpadních vod pro zjišťování koncentrace vypouštěného znečištění je stanovena v příloze č. 3 Vyhlášky č. 328/2018 Sb., o postupu pro určování znečištění odpadních vod, provádění odečtů množství znečištění a měření objemu vypouštěných odpadních vod do vod povrchových.

Vztahy vznikající při rozvoji, výstavbě a provozu vodovodů a kanalizací sloužících pro veřejnou potřebu a působnost orgánů územních samosprávných celků a správních úřadů v této oblasti upravuje zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích).

Nakládání s kaly z čistíren odpadních vod legislativně upravuje novelizovaný zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů a prováděcí vyhláška č. 437/2016 Sb., o podmínkách použití upravených kalů na zemědělské půdě.

Dále související české technické normy (ČSN) pro kategorii vodního hospodářství začínající číslem 75.

## 4.2 Odpadní vody a jejich složení

Vodu pro výrobu vody pitné získáváme z povrchových a podzemních vod. Využíváním vody dochází k jejímu znečišťování, mění se fyzikální, chemické a biologické vlastnosti vody. Znečištěná voda se tak stává vodou odpadní, ta je pak odváděna kanalizací k jejímu vyčištění (Henze a kol., 2008).

Odpadní vody rozlišujeme dle zdroje znečištění (Komínková a kol., 2014):

- **splaškové odpadní vody** z domácností, sociálních zařízení, kuchyní, umýváren, restaurací atd.;
- **průmyslové odpadní vody** vznikající v důsledku technologických procesů výroby. Do této skupiny spadají technologické vody s vysokým podílem znečišťujících látek v důsledku mytí a čištění technologických zařízení, přepravních kontejnerů;
- **městské odpadní vody** složené ze směsí splašků a průmyslových vod, dále z vod povrchových a infiltrovaných podzemních vod;
- **srážkové odpadní vody** jsou srážky spadlé na povrch a povrchem znečištěné. Tyto odpadní vody jsou odváděné jednotnou či oddílnou kanalizací;
- **zemědělské odpadní vody** z rostlinné a živočišné výroby;
- **balastní vody** jsou podzemní a povrchové vody, které se dostávají do kanalizace různými netěsnostmi způsobenými opotřebením materiálu trubek či špatným technickým stavem kanalizace. Balastní vody snižují účinnost čištění ČOV, a to v důsledku hydraulického zatížení ČOV, poklesu teploty a ředění odpadní vody.

V tabulce 1 je uveden přehled znečišťujících látek v odpadních vodách (Pošta a kol., 2005). Tyto látky nelze odstranit jedním univerzálním a současně ekonomicky přijatelným procesem, je potřeba zvolit rozdílné procesy při čištění těchto látek. Tyto procesy však musí splňovat požadavky na účinnost procesu čištění, ekonomickou přijatelnost, nenáročnost na spotřebu energie a zabránění dalšímu znečišťování (Dohányos a kol., 1995).

Tabulka 1 Přehled znečišťujících látek v odpadních vodách (Pošta a kol., 2005).

rozpuštěné	organické	biologicky rozložitelné		cukry, mastné kyseliny
		biologicky nerozložitelné		barviva
	Anorganické			těžké kovy, sulfidy
nerozpuštěné	organické	biologicky rozložitelné		škrob, bakterie
		biologicky nerozložitelné		plasty, papír
		Usaditelné		celulosová vlákna
		Neusaditelné	koloidní	bakterie
	plovoucí		papír	
	anorganické	Usaditelné		písek, hlína
		Neusaditelné		brusný prach

#### 4.2.1 Splaškové odpadní vody (komunální)

Splaškové vody jsou specifické silným zbarvením do šedé až šedočerné barvy, s teplotou pohybující se od 7 do 25 °C a s hodnotou pH od 6,8 do 7,5. Splaškové odpadní vody jsou znečištěny organickými i anorganickými látkami. Orientační složení splaškových odpadních vod je uvedeno v tabulce 2 (Kučerová a kol., 2011). Z organických látek mají největší zastoupení látky vyskytující se v moči, které podléhají velmi rychlému biologickému rozkladu a tvorbě amoniakálního dusíku. Dalšími organickými skupinami jsou bílkoviny, sacharidy a lipidy, ty se vyskytují převážně ve fekáliích. Ze zbytků potravin, fekálií a zejména čistících prostředků se ve splaškových odpadních vodách vyskytují sloučeniny fosforu (Vítěz, Groda, 2008).

Tabulka 2: Orientační složení splaškových odpadních vod (Kučerová a kol., 2011).

Ukazatel	Hodnota
pH (vodíkový exponent)	6,5 – 8,5
sediment po 1. hodině	3 mg/l – 4,5 mg/l
NL (nerozpuštěné látky)	200 mg/l – 700 mg/l
rozpuštěné látky	600 mg/l – 800 mg/l
BSK <sub>5</sub> (biochemická spotřeba kyslíku)	100 mg/l – 400 mg/l
CHSKcr (chemická spotřeba kyslíku)	250 mg/l – 800 mg/l
Ncelk. (celkový dusík)	30 mg/l – 70 mg/l
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (amonné ionty)	20 mg/l – 45 mg/l
Pcelk.(celkový fosfor)	5 mg/l – 15 mg/l

Průměrné množství splaškových odpadních vod produkované jedním obyvatelem za den je 150 l (Komínková a kol., 2014).

Odpadní splaškové vody se musí před vypuštěním do recipientu dostatečně vyčistit. Z technologického hlediska dochází k čištění různými způsoby, a to v závislosti na samotném stupni znečištění odpadní splaškové vody (Metcalf, Eddy, 1991).

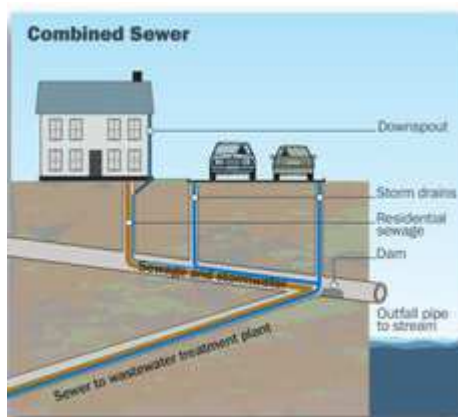
### 4.3. Odvádění odpadních vod

Pro odvádění odpadních vod jsou používány trubní stoky. Účelem stokových sítí a kanalizačních přípojek je spolehlivé, hospodárné a zdravotně neškodné odvádění odpadních vod z určeného území nebo připojené nemovitosti do zařízení na čištění odpadních vod a do recipientu. Dle způsobu odvádění odpadních a srážkových vod dělíme stokové sítě na dvě základní soustavy, jednotnou a oddílnou. Rozhodujícím kritériem pro řešení stokové soustavy by však jednoznačně měla být její schopnost přivádět do ČOV odpadní vody vhodné pro čistící proces (Kolektiv autorů, 2007).

#### 4.3.1 Jednotná stoková soustava

Na obrázku 1 je znázorněná jednotná stoková soustava (Potera, 2015). Splaškové a dešťové odpadní vody jsou odváděny společnou jednotnou stokovou soustavou, která ústí do ČOV. Pro případ přívalových dešťů se navrhuje na jednotné stokové soustavě tzv. odlehčovací komory. Odlehčovací komory jsou konstruovány tak, aby při rostoucím průtoku vlivem deště došlo při určitém průtoku k přepadání

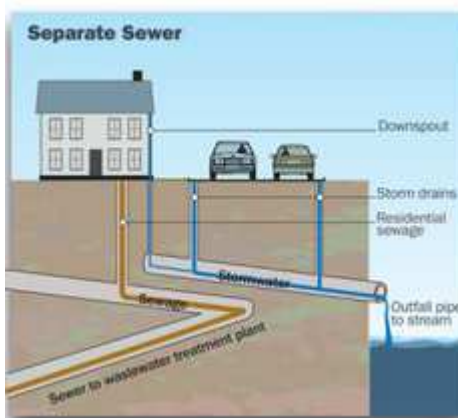
vody do odlehčovací stoky a odtud do recipientu nebo do dešťové nádrže (Synáčková, 2014).



Obrázek 1: Jednotná stoková soustava (Potera, 2015).

#### 4.3.2 Oddílná stoková soustava

Na obrázku 2 je znázorněná oddílná stoková soustava (Potera, 2015). Oddílná stoková soustava odvádí odděleně dešťové a splaškové odpadní vody. Splaškové odpadní vody jsou přiváděny na ČOV k dalšímu zpracování a dešťové vody, které jsou považované za slabě znečištěné, jsou odváděny zpět do recipientu (Švehla a kol., 2007).



Obrázek 2: Oddílná stoková soustava (Potera, 2015).

#### 4.4 Technologie čistírny odpadních vod

Technologie ČOV se skládá z několika stupňů čištění. Prvním je mechanické předčištění, jehož cílem je odstranění nerozpuštěných látek (hrubých nečistot), které by mohly mít za následek vážné poškození zařízení používaných v dalších fázích čištění na technologické lince. Dalším stupněm je biologické čištění, kde dochází jak

k rozkladu organických látek na oxid uhličitý a vodu, tak k odstraňování dusíku (kombinace nitrifikace a denitrifikace) a k částečnému biologickému odstraňování fosforu. Ten je v případě, kde biologické čištění nestačí k dosažení limitů, odstraňován ještě chemicky. Ve většině případů simultánním srážením v rámci biologického stupně (Vítěz, Groda, 2008).

Dalším stupněm čištění je terciální stupeň. Terciální stupeň čištění je založen na fyzikálně – chemických procesech. Tyto procesy se volí dle charakteru zbytkového znečištění. Nejčastější postupy používané v rámci terciálního čištění jsou odstraňování živin (fosforu, dusík), membránová filtrace, písková filtrace, kolony s aktivním uhlím atd. (Komínková a kol., 2014).

V biologickém čištění odpadních vod v aerobních podmínkách (v anaerobních podmínkách při čištění průmyslových vod) dochází k rozkladu organických látek. Součástí biologického čištění je také biologické odbourávání nutrientů v aktivačním systému (dusík, fosfor). V rámci mechanického a biologického stupně čištění vznikají kaly (primární, sekundární), které se dále zpracovávají v rámci kalového hospodářství. Skladba kalového hospodářství je závislá na velikosti ČOV, bývá složeno ze zahuštění kalů, následné stabilizace (aerobní nebo anaerobní) a odvodnění stabilizovaného kalu. U ČOV, kde je to ekonomicky výhodné (běžně se uvádí kapacita 50 000 EO, ale jsou i menší ČOV) je stabilizace kalu anaerobní. Při té vzniká bioplyn, který je na ČOV energeticky využíván k výrobě tepla a často také k výrobě elektrické energie. Kal z malých ČOV bývá svážen ke zpracování na větší ČOV (Vítěz, Groda, 2008).

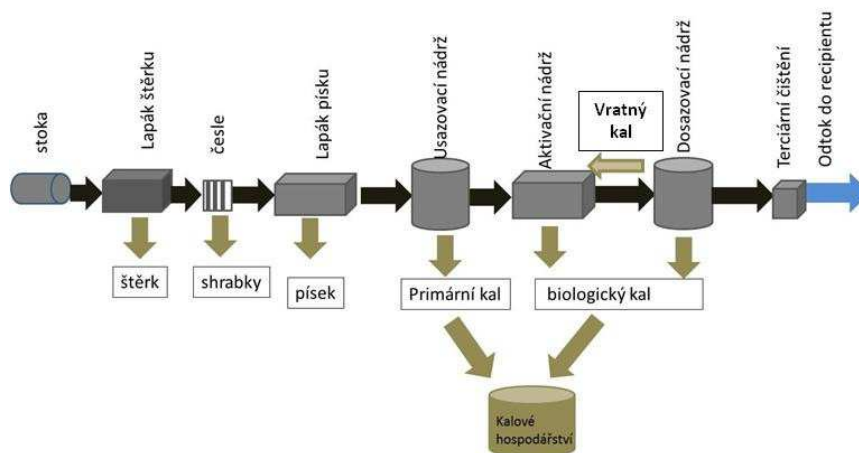
Uspořádání technologické linky závisí na více faktorech. Mezi nejdůležitější patří velikost čistírny vyjádřená počtem ekvivalentních obyvatel (EO). V tabulce 3 jsou uvedeny kategorie ČOV vyjádřené v počtu EO. EO je definovaný produkcí znečištění 60 g BSK<sub>5</sub> za den. Počet EO se pro účel zařazení COV do velikostní kategorie vypočítává z maximálního průměrného týdenního zatížení na přítoku do ČOV během roku s výjimkou neobvyklých situací, přivalových dešťů a povodní, dle nařízení vlády č. 401/2015 Sb.

Tabulka 3: Kategorie ČOV dle EO (nařízení vlády č. 401/2015 Sb.).

Kategorie
<500
500 – 2 000
2 001 – 10 000
10 001 – 100 000
>100 000



V České republice jsou nejčastěji používány mechanicko-biologické ČOV. Na obrázku 3 je znázorněné schéma technologické linky mechanicko-biologické ČOV (Komínková a kol., 2014).



Obrázek 3: Schéma technologické linky velkých a středních mechanicko-biologických ČOV (Komínková a kol., 2014).

#### 4.4.1 Mechanické čištění

Prvním stupněm čištění v ČOV je mechanické čištění. Zde dochází k odstranění nerozpuštěných látek, které tvoří podstatnou část znečištění odpadních vod. Produkce znečištění činí na 1 EO 55 g nerozpuštěných látek na den. Odstraněním nerozpuštěných látek se organické znečištění, vyjádřené jako BSK<sub>5</sub>, sníží asi o 30 % (Pošta a kol., 2005).

Součástí mechanického stupně je hrubé předčištění, které slouží k odstranění nerozpuštěných látek (hrubých nečistot) z přítékající vody. Hrubé předčištění je tvořeno několika na sebe navazujícími technologickými zařízeními, kterými zpravidla jsou: lapák štěrku, česle, lapák písku (Pošta a kol., 2005).

Nejhrubší nerozpuštěné nečistoty, které jsou proudem přítékající odpadní vody dopravovány po dně stoky, se usazují v jímce – lapáku štěrku, situovaném těsně před čistírnou na přivaděči odpadních vod nebo na přítoku na ČOV. (Pošta a kol., 2005).

Konstrukce lapáku štěrku zpomaluje rychlost proudění odpadní vody a dochází k sedimentaci těchto částic, ty jsou pak pravidelně odstraňovány či vyklíženy ručně (Švehla a kol., 2007).

Pro odstranění hrubých plovoucích nečistot se používají česle a tím dochází k procesu cezení. Je to mříž tvořená rámem a pruty (česlicemi), skloněná ve směru toku pod úhlem 30° až 60°, kruhového nebo obdélníkového průřezu (Pošta a kol., 2005).

Česle mají různé velikosti průlin. Hrubé česle dosahují velikosti průlin 50 až 100 mm. Na větších ČOV česle stírají strojně (automaticky), na ně pak navazují jemné česle, jejichž průliny bývají velikosti do 3 až do 20 mm a jsou taktéž stírány strojně. Ručně stírané hrubé česle se používají pouze na starších malých ČOV či na nově vystavěných malých ČOV, a to na obtokových žlabech. Česle plní také funkci ochranou proti poškození vybavení ČOV, zejména pro čerpadla (Švehla a kol., 2007).

Vzniklý odstraněný odpad z česlí se nazývá shrabky a je tvořen přibližně z 50 % hadry, 10–30 % papírem, 5–10 % plasty, 2 % gumovými výrobky, 2–3 % zbytky ovoce a zeleniny a 2–3 % nerozpadlými fekáliemi. Shrabky lze likvidovat spalováním, a to při teplotách 680 °C až 750 °C. Dále mohou být odstraňovány kompostováním, po hygienickém zabezpečení vápnem také skládkováním anebo ukládány v kontejnerech a poté odváženy na skládku (Dohányos a kol., 1995).

Další ochranou zařízení ČOV a následných objektů jsou lapáky písku, které slouží k zachytávání písku a minerálních částic do velikosti zrn 0,1 až 0,2 mm, které se do kanalizace dostávají s deštěm. Uvádí se, že lapáky zachytí 5–12 litrů písku na osobu a rok. Lapáky písku využívají gravitační síly a rozdílu hustoty pevných částic a vody. Odstraňují pouze písek, nikoli organickou suspenzi. Lapáky písku jsou pravoúhlé nebo kruhové nádrže, které jsou obvykle vybavené zařízením pro stírání dna i hladiny. Dle směru průtoku v lapáku rozlišujeme lapáky s horizontálním a vertikálním průtokem a lapáky s příčnou cirkulací tzv. vírový lapák písku. U některých typů lapáků se zachycený písek propírá v tzv. pračce písku, kde dochází k jeho rozvíření a usazení vyčištěného písku, který se poté odváží na skládku a skládá se jako nebezpečný odpad (Pošta a kol., 2005).

Dalším objektem na technologické lince ČOV v rámci mechanického čištění bývá lapák tuku. Ten se zařazuje pouze při vysoké koncentraci tuků, olejů a jiných plovoucích nečistot v odpadní vodě, které mají za následek ucpávání zařízení, znehodnocení průběhu čistícího procesu a zatížení biologického stupně čištění. Lapák tuku odstraňuje organické látky nesmíselné s vodou a s hustotou menší než je hustota vody. Pokud lapák tuku není zařazen do technologické linky ČOV, pak

jsou tuky spolu s ostatními plovoucími látkami zachyceny v usazovacích nádržích (Švehla a kol., 2007).

Poslední fází mechanického stupně čištění odpadních vod jsou usazovací nádrže, kde je usazován převážný podíl nerozpuštěných látek. Nádrže zachycují organické částice a bývají součástí technologické linky větších ČOV. Funkce nádrže se odvíjí od jejího objemu nádrže a s tím související hydraulickou dobou zdržení čištěné vody v usazovací nádrži. Vzhledem k nižší průtokové rychlosti je možno odstranit i malé částice s relativně nízkou hustotou a nízkou sedimentační rychlostí. Zachycené nerozpuštěné látky jsou od odpadní vody oddělovány ve formě primárního kalu, který je společně se sekundárním kalem vznikajícím v biologickém stupni čištění dále zpracováván v kalovém hospodářství ČOV. Usazovací nádrže je nutné odkalovat nepřetržitě nebo v pravidelných cyklech. V případě nedostatečného odkalování dochází k zahnívání organických látek a zhoršení kvality odtoku (Hlavínek a kol., 2003).

#### 4.4.2 Biologické čištění

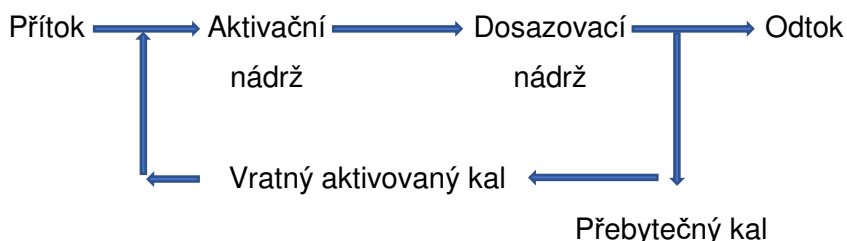
Po mechanickém vyčištění následuje stupeň biologického čištění, jehož cílem je odstranění organických látek z odpadní vody, resp. biologický rozklad organických látek, který vychází z biologických pochodů neustále probíhajících v přírodních vodách. Vedle organických látek je z odpadních vod odstraňován dusík a fosfor. Biologické čištění odpadních vod je založeno na principu oxidačně-redukčních biochemických reakcí (EPA, 1997).

Dle konečného akceptoru elektronů dělíme tyto reakce (Švehla a kol., 2007):

- **aerobní (oxické):** přítomen je rozpuštěný kyslík, který je konečným akceptorem elektronů, dochází k oxidaci organických látek a nitrifikaci;
- **anoxické:** molekulární kyslík zde není přítomen, přítomny jsou oxické sloučeniny dusíku (dusitany a dusičnany), konečným akceptorem elektronů je dusitanový a dusičnanový dusík, dochází k oxidaci organických látek a denitrifikaci;
- **anaerobní:** rozpuštěný kyslík ani oxické dusíkové sloučeniny nejsou přítomny, konečným akceptorem elektronů je vlastní organická látka (část molekuly se oxiduje a část se redukuje), probíhá zde anaerobní acidogenese, acetogenese a metanogenese, desulfatace a při biologickém odstraňování fosforu depolymerace polyfosfátů.

Biologické čištění je založené na odstraňování znečištění pomocí aktivovaného kalu. Aktivovaný kal je směsná kultura mikroorganismů, tvořena převážně bakteriemi, např.: Pseudomonas, Flavobacterius, Bacillus, houbami, kvasinkami, plísněmi, vláknitými mikroorganismy či nitrifikačními bakteriemi (WaterWorld, 2004).

V rámci biologických procesů čištění se používá různých technologických postupů. Obecně je dělíme na technologie s biologickou kulturou přisedlou na pevném povrchu (biologické filtry a biologické disky) a technologie s biologickou kulturou ve vznosu (aktivační nádrže). Tento způsobu čištění nazýváme aktivačním procesem. Na obrázku 4 je znázorněno blokové schéma aktivačního procesu (Komínková a kol., 2014). Aktivace je nejstarší kontinuální kultivace mikroorganismů v nesterilních podmínkách. V aktivační nádrži dochází k dostatečně dlouhodobému styku odpadní vody s aktivovaným kalem, poté je směs odvedena do dosazovací nádrže, kde je kal sedimentován a oddělen od vyčištěné vody. Během aktivace množství kalu přibývá, proto se část kalu z dosazovací nádrže odvádí. Jedná se o tzv. přebytečný kal, který je dále zpracováván v rámci kalového hospodářství. Určitá část kalu se vrací zpět do procesu tzv. vratný kal. Aktivační nádrž může být míchána a provzdušňována stlačeným vzduchem za pomoci kompresorů, ventilátorů nebo dmychadel (Kučerová a kol., 2011).



Obrázek 4 Blokové schéma aktivačního procesu (Komínková a kol., 2014).

Technologické linky aktivačního procesu jsou přizpůsobené podmínkám odstraňování nutrientů. Samotná volba technologie při návrhu ČOV je dána kvalitou přitékající odpadní vody a požadavky na kvalitu odtékající vody do recipientu (Kučerová a kol., 2011).

Mezi nejdůležitější technologické parametry aktivačního systému patří (Kučerová a kol., 2011):

- **doba zdržení v aktivační nádrži (h)** – podíl objemu nádrže a objemu přitékající OV a vratného kalu za daný čas.
- **objemové zatížení aktivační nádrže ( $\text{kg/m}^3 \cdot \text{d}$ )** – hmotnostní množství organických látek ( $\text{CHSK}_{\text{Cr}}$  nebo  $\text{BSK}_5$ ) na  $1 \text{ m}^3$  nádrže za 1 den.
- **zatížení kalu ( $\text{kg/kg} \cdot \text{d}$ )** – definováno přiváděným znečištěním vyjádřeným  $\text{BSK}_5$  na 1 kg sušiny kalu. Hodnoty se pohybují v širokém rozsahu v závislosti na typu procesu, u městských ČOV převládají nízko zatěžované systémy.
- **stáří kalu (d)** – podíl hmotnosti sušiny kalu v aktivačním systému a hmotnosti sušiny přebytečného kalu a NL v odtoku za 1 den. Vyjadřuje dobu, za kterou se obnoví kal v systému.
- **recirkulační poměr** – podíl průtoku vratného kalu a průtoku odpadní vody. Recirkulačním poměrem je ovlivněno množství kalu v systému, běžně bývá požadován poměr 0,8 – 1.
- **kalový index (ml/g)** – objem, který zaujímá 1 g sušiny kalu po 30 minutách sedimentace. Vyjadřuje sedimentační vlastnosti kalu, kal s hodnotou pod 100 ml/g je považován za dobře sedimentující, 100 – 200 ml/g za dostatečně sedimentující, hodnoty nad 200 ml/g indikují možné problémy se sedimentací kalu v dosazovacích nádržích.
- **koncentrace kalu (g/l)** - sušina kalu v litru aktivační směsi. Běžně požadovaná hodnota v aktivačních systémech je 3 – 6 g/l. Při nižších hodnotách koncentrace kalu nemusí být zajištěn dostatečný podíl nitrifikačních bakterií (pomalu rostoucí) v biocenóze aktivovaného kalu, což má za následek nedostatečnou nitrifikaci systému.

Vedle odstraňování organického znečištění dochází v aktivačním procesu k odstraňování dusíku. Toho je dosahováno kombinací biologických procesů nazývaných nitrifikace a denitrifikace. Nitrifikace je biochemická oxidace amoniakálního dusíku na dusitany a dusičnany prostřednictvím autotrofních nitrifikačních bakterií. Mezi ty nejdůležitější patří bakterie rodu *Nitrosomonas* a *Nitrobacter*. Nitrifikační bakterie využívají oxid uhličitý jako zdroj uhlíku a energii získávají přeměnou amoniakálního dusíku. Nitrifikace probíhá ve dvou stupních

nitritace a nitratace. V prvním stupni dochází k přeměně amoniakálního dusíku na dusitany a ve druhém stupni jsou vzniklé dusitany oxidovány na dusičnany (Chudoba a kol., 1991).

Mezi faktory, které ovlivňují rychlost nitrifikace, patří koncentrace rozpuštěného kyslíku, hodnota pH, teplota, stáří a zatížení aktivovaného kalu a složení odpadních vod (Henze a kol., 2008).

Denitrifikace je biochemická redukce dusitanů a dusičnanů až na elementární dusík, který je tímto postupem odstraňován z vody a je vrácen do původní formy. Denitrifikace probíhá v anoxických podmínkách činností heterotrofních denitrifikačních bakterií rodu např. *Pseudomonas*, *Micrococcus* a jiné. Různé druhy bakterií v procesu denitrifikace pracují jinak. Jedny redukují dusičnany na dusitany, jiné zase dusitany na elementární dusík a některé přímo dusičnany na dusík (Pitter, 1999).

Důležitým faktorem je také teplota, kdy s růstem teploty roste i rychlost denitrifikace (Pitter, 1999).

Nejrozšířenějším technologickým uspořádáním nitrifikace – denitrifikace je jednokalový systém, kdy jedna směsná kultura zajišťuje odstranění organických látek a současně nitrifikaci – denitrifikaci. Je periodicky vystavena anoxickým a oxickým podmínkám D – N (denitrifikace - nitrifikace). Aktivační nádrž zajišťuje nitrifikaci amoniakálního dusíku na dusičnanový. Vzniklé dusičnany jsou převáděny z konce aktivační nádrže interním recyklem na začátek denitrifikační nádrže, kam je též čerpán aktivovaný kal oddělený z vody v dosazovací nádrži (vratný kal), kde denitrifikace probíhá v bezkyslíkovém režimu a potřebný uhlík je dodáván jako BSK<sub>5</sub> v přiváděné vodě. Potřebný poměr C:N je zajišťován množstvím recyklované vody (Kučerová a kol., 2011).

Aktivační stupeň větších ČOV v ČR bývá v uspořádání R – D – N, nitrifikace s regenerací kalu a předřazenou denitrifikací. V tomto procesu vratný kal vede ještě přes regenerační nádrž, kde je provzdušňován bez přísunu substrátu. Tato úprava umožňuje zmenšit objem nitrifikační nádrže (Kučerová a kol., 2011).

V biologickém stupni ČOV je z odpadní vody odstraňován také fosfor. Ten je v odpadní komunální vodě obsažen v přibližném množství 3 g osoba/den, většina z tohoto množství pochází z lidských exkrementů, asi 1/3 z detergentů (ve formě polyfosfátů). Z odpadních vod je možné fosfor odstranit fyzikálně chemickými metodami nebo biologickými metodami. Část fosforu je z odpadní vody odstraněna inkorporací do nově rostoucí biomasy (Vítěz, Groda, 2008).

Fyzikálně chemické metody jsou založené na vzniku fosforečnanů kovů, jako jsou železo, vápník či hliník. Z technologického hlediska je možné srážení rozdělit podle dávkovacího místa na předsrážení, simultánní srážení a srážení v terciárním stupni. V případě předsrážení je činidlo (např. soli hliníku, železa) dávkováno před usazovací nádrže, vzniklé sedimenty jsou společně s primárním kalem odstraněny. V případě simultánního srážení je činidlo dávkováno do směsi aktivovaného kalu, vzniklé sráženiny sedimentují v dosazovací nádrži. Zařazené srážení je velmi specifická metoda, jelikož je činidlo dávkováno za dosazovací nádrží, přičemž metoda vyžaduje reaktory na separaci a míchání a tím jsou investiční náklady výrazně vyšší (Batěk, 1999).

Biologická metoda odstraňování fosforu je založená na schopnosti některých mikroorganismů akumulovat fosfor ve formě polyfosfátů při střídání kultivačních podmínek. Těmto mikroorganismům říkáme poly-P bakterie. Ty obsahují specifické uhličkaté sloučeniny a kyselinu octovou. Fosfor je v aktivačním systému využíván jako přenašeč energie. Tato metoda je založena na smíchání aktivovaného kalu s odpadní vodou v anaerobním reaktoru, kde dochází k uvolňování fosforu z buněk poly-P bakterií. V oxických podmínkách je následně jak uvolněný, tak fosfor obsažený v odpadní vodě znovu akumulován (Vítěz, Groda, 2008).

Dosazovací nádrže jsou konstruovány stejně jako usazovací nádrže, plní funkci oddělování suspendovaných látek od kapalné fáze, resp. oddělování biologického kalu.

#### **4.4.3 Kalové hospodářství**

Při čištění odpadních vod vzniká odpad tzv. kal. Je to vodná suspenze tuhých a koloidních částic organických a anorganických látek, která obsahuje netoxické organické látky (cukry, tuky, bílkoviny), sloučeniny fosforu a dusíku, toxické látky (těžké kovy, uhlovodíky, pesticidy), mikroorganismy, minerály (křemen, živec) a vodu (Raclavská, 2007).

Produktem čištění odpadních vod jsou dva druhy kalu – primární kal. Ten je od surové odpadní vody oddělován (sedimentován) v usazovacích nádržích v rámci mechanického stupně čištění odpadních vod a sekundární tzv. aktivovaný kal, který vzniká při biologickém stupni, kde je oddělován (sedimentován) z aktivační směsi v dosazovacích nádržích. Část aktivovaného kalu je vracena zpět do procesu biologického čištění a část je odváděna jako tzv. přebytečný kal. Uvedené druhy

kalů se společně nebo separátně zahušťují před dalším společným zpracováním. Takto spojený kal se nazývá směsný surový kal (Švehla a kol., 2007).

Základním ukazatelem kvality kalu je obsah sušiny (%). Obsah sušiny v čistírenských kalech je přibližně 2,5 % (zbytek tvoří voda), po zahuštění sedimentací lze dosáhnout obsahu sušiny kolem 4-6 % (stále tekutá konzistence). Strojním odvodněním nebo flotací lze dosáhnout obsahu sušiny obvykle od 20 % do 50 %, což už je konzistence podobná zemině (Raclavská, 2007).

Směsný surový kal obsahuje velké množství bakterií, je hygienicky závadný a považovaný tak za nebezpečný odpad. Proto je zapotřebí kaly, před jejich odvozem z ČOV, nejdříve stabilizovat. Tím dosáhneme přijatelně hygienických vlastností a odstranění zápachu. Úbytkem organické části dojde ke snížení hmotnosti sušiny a získání bioplynu (Lyčková a kol., 2009).

Metody stabilizace kalů se dělí na aerobní a anaerobní biologické metody, jejich použití závisí jak na technologii čištění odpadních vod, tak i na velikosti vlastní čistírny (Slavíčková, Slavíček, 2013).

Metoda aerobní stabilizace kalu je prováděna v samostatných provzdušňovaných uskladňovacích nádržích či při provozu nízkozatěžované aktivace se stářím kalu nad 25 dní. Tato metoda probíhá v aerobních podmínkách prostřednictvím mikroorganismů a slouží k rozkladu biologicky rozložitelných organických látek v surových kalech. Pro dokonalejší hygienizaci se používá termofilní aerobní stabilizace kalu. Jedná se o biologické aerobní zpracování kalu při teplotách vyšších než 45°C, a jehož ohřivací energie je získána z činnosti látkové výměny mikroorganismů. Výhodou této metody je intenzivnější odbourání organických látek kalu a tím i zkrácení doby zdržení na 7-9 dní, inaktivace patogenních bakterií a virů (Slavíčková, Slavíček, 2013).

Při anaerobní stabilizaci je kal uskladňován v mechanicky míchaných nádržích. Zvýšením výkonu anaerobní stabilizace kalu je možné dosáhnout při vyšších teplotách a v uzavřených (vyhňovacích) nádržích, spojených s vývinem a využitím bioplynu k výrobě elektrické energie a tepla. Teplota kalu se udržuje buď v rozmezí 27 až 45 °C (mezofilní vyhňování), nebo méně běžně v rozmezí 45 až 60 °C (termofilní vyhňování). Velkou výhodou termofilního vyhňování je vyšší rychlost rozkladu biologicky rozložitelných organických látek a tím dosažení dokonalejší hygienizaci kalu. Doba vyhňování je 20 – 30 dní (Slavíčková, Slavíček, 2013).

Způsoby nakládání s kaly závisí na místních a ekonomických podmínkách, na vlastnosti kalu a na možnosti konečného využití. Vzhledem k vysokému podílu



organických a minerálních látek obsažených v kalu se v České republice kaly nejčastěji využívají pro kompostování jako hnojivo (Slavíčková, Slavíček, 2013).

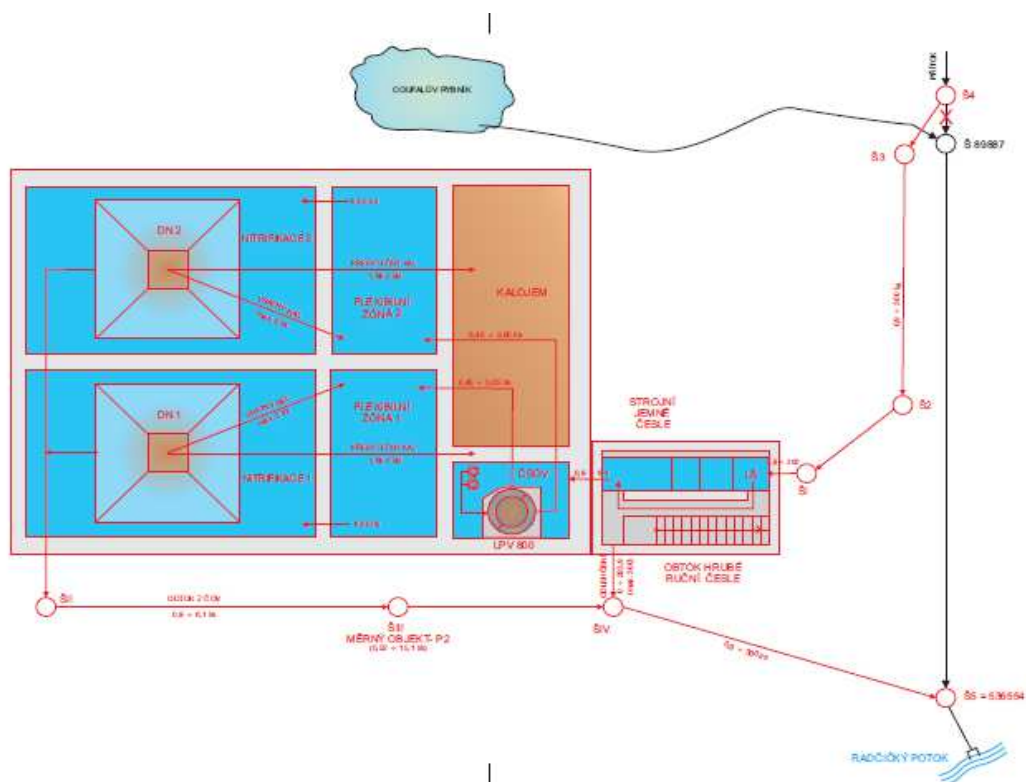
## 5. Praktická část

### 5.1 Popis ČOV Louky u Litvínova

ČOV Louka u Litvínova je kompaktní mechanicko-biologická čistírna odpadních vod s kapacitou 496 EO. Projektované parametry jsou uvedeny v tabulce č. 4. Umístěna je v nezastavěném území na jižním kraji obce Louka u Litvínova. Na ČOV jsou svedeny odpadní vody z obce Louka u Litvínova přiváděné jednotnou kanalizací. Odpadní vody natékají gravitačním potrubím do objektu hrubého předčištění, který slouží zároveň jako odlehčovací objekt. Průtokové schéma ČOV Louky u Litvínova je znázorněno na obrázku 5. Přitékající odpadní vody jsou převážně splaškového charakteru s podílem balastních vod a srážkových vod. ČOV byla vystavěna za účelem zlepšení kvality vody v Radčickém potoce podchycením stávajících 2 výustí a převedením vod z těchto výustí na centrální ČOV tak, aby bezproblémově vyčistila odpadní vody v souladu s platnou legislativou.

Tabulka 4: Projektované parametry ČOV Louky u Litvínova (Provozní řád ČOV Louky u Litvínova, SčVK, a.s.).

Ukazatel	Hodnota
počet připojených obyvatel	620
kapacita (počet ekvivalentních obyvatel)	496 EO
průměrné roční množství bezdeštných vyčištěných vod	27 375 m <sup>3</sup> /rok
průměrné denní množství bezdeštných vyčištěných vod	75 m <sup>3</sup> /den
maximální přítok na ČOV za deště	21,9 m <sup>3</sup> /h
maximální hodinový přítok na ČOV	10,6 m <sup>3</sup> /h
maximální přítok při dešti na AN	6,1 l/s
CHSK <sub>cr</sub>	59,5 (kg/den) 793,6 (mg/l)
BSK <sub>5</sub>	29,8 (kg/den) 396,8 (mg/l)
NL	27,3 (kg/den) 363,7 (mg/l)



Obrázek 5: Průtokové schéma ČOV Louky u Litvínova (Provozní řád ČOV Louky u Litvínova, SčVK, a.s.).

ČOV sestává z mechanického předčištění, čerpací stanice a z biologického stupně. ČOV je vybavena kalovým hospodářstvím. Součástí ČOV je provozní objekt se sociálním zařízením a elektrorozvodnou. Vyčištěné vody jsou odváděny přes měřný objekt do Radčického potoka.

Technologickou linku ČOV Louky u Litvínova tvoří zakryté hrubé předčištění, složené z předsazeného lapáku štěrku, strojních jemných česlí a na jejich obtoku ručních hrubých česlí. Za hrubým předčištěním je odlehčení dešťových vod, následně čerpací stanice a lapák písku. Biologická část ČOV je tvořena dvojicí linek složených z flexibilních zón (denitrifikace) a nitrifikačních nádrží s vnořenými dosazovacími nádržemi. Odtok vyčištěných odpadních vod je veden přes šachtu, ve které je osazen Parshallův žlab pro měření množství vyčištěné odpadní vody do recipientu Radčický potok. Kalové hospodářství je tvořeno provzdušňovaným kalojemem, ve kterém je kal udržován v aerobním stavu. Následně je kal odvážen k dalšímu zpracování na větší ČOV – ČOV Litvínov nebo ČOV Most - Chanov.

### Česle a lapák štěrků

Objekt hrubého předčištění – strojně stírané česle s lisem na shrabky (viz obrázek 6). Na začátku objektu hrubého předčištění je prohlubeň lapáku štěrků (viz obrázek 7). Štěrk je těžen a odvážen fekálním vozem.



Obrázek 6: Strojně stírané česle ČOV Louka u Litvínova (zdroj: autor práce).



Obrázek 7: Lapák štěrků ČOV Louka u Litvínova (zdroj: autor práce).

Za prohlubní lapáku štěrku následuje hlavní žlab a obtokový žlab. Do hlavního žlabu jsou osazeny strojně stírané česle s lisem na shrabky (viz obrázek 8). Výsypka jemných česlí navazuje na násypku lisu na shrabky s promýváním. Výpad z lisu na shrabky je osazený pytlovacím zařízením do nového kontejneru. Vedle hlavního žlabu je vybudován obtokový žlab, ve kterém jsou umístěny ruční česle o průřezu 20 mm a sklonu 45°. Tyto česle, resp. žlab, jsou využívány pouze při poruše strojně stíraných česlí, tak aby OV natékající na ČOV byla předčištěna. Shrabky z ručních česlí jsou obsluhou vyhrabovány odlehčeným hrablem do perforovaného žlabu a po jejich odvodnění je přemístí obsluha do přistavené popelnice a dále do natahovacího kontejneru.



Obrázek 8: Lis na shrabky ČOV Louka u Litvínova (zdroj: autor práce).

### *Čerpací stanice*

Odpadní vody zbavené shrabků natékají otvorem ve stěně z kanálu česlí do vstupní čerpací stanice (dále jen ČS). Ze vstupní ČS jsou odpadní vody čerpány do nátoky na lapák písku. Přítok do vstupní ČS je uzavíratelný pomocí vřetenového šoupátka (viz obrázek 9). Pro čerpání odpadní vody z jednotné kanalizace s obsahem písku jsou instalována dvě čerpadla značky Hidrostat. ČS nemá bezpečnostní přepad, jeho funkci plní odlehčení za česlemi.



Obrázek 9: Šoupátko ČOV Louka u Litvínova (zdroj: autor práce).

Provoz ČS je automatický. Pro provoz ČS je instalována hladinová automatika, čerpadla jsou řízena na základě výšky hladiny snímané ultrazvukovým snímačem (viz obrázek 10). V provozu je vždy jedno čerpadlo, druhé slouží jako 100% záloha. Čerpadla se pravidelně střídají v chodu, a jsou vybavena funkcí automatického zásoku, tj. v případě poruchy provozního čerpadla slouží druhé jako automatický zások.



Obrázek 10: Ultrazvukový snímač čerpadel ČOV Louka u Litvínova (zdroj: autor práce).

Ultrazvukový snímač měření hladiny ovládá chod čerpadel v automatickém provozu. Jejich chod je blokován na nastavitelné minimální hladině čerpací stanice, tak aby čerpadla byla vždy ponořena a nebyla v provozu tzv. „na sucho“. Maximální možné čerpané množství odpadních vod na biologickou část ČOV je 6,1 l/s a nesmí být překročeno při dosažení odlehčení za česlemi. Odpadní vody nad čerpané maximum odtékají odlehčením bezpečnostním přepadem za česlemi. Maximální

hladina v ČS splašků je dána výškou hladiny při odlehčení za přítoku 500 l/s, minimální provozní hladina je dána minimální provozní hladinou v čerpací jímce.

### *Lapák písku*

Z ČS je odpadní voda čerpána do vertikálního lapáku písku (viz obrázek 11). Lapák písku je vybaven rozvířováním usazených nečistot, které je zajištěno tlakovým vzduchem. Přívodní potrubí tlakového vzduchu je osazeno solenoidovým ventilem pro možnost automatického řízení rozvíření. Těžení usazených nečistot z LP je zajištěno skrze přípojné potrubí fekálním vozem. Do lapáku písku je kromě odpadních vod čerpána také odsazená kalová voda z kalojemu. Odtokový žlab z lapáku písku plní funkci rozdělovacího objektu na dvě biologické linky.



Obrázek 11: Lapák písku ČOV Louka u Litvínova (zdroj: autor práce).

### *Biologické linky*

Biologická část je ve dvoulinkovém provedení, přičemž každá linka sestává z flexibilní zóny a nitrifikace s vnořenou vertikální dosazovací nádrží. Na biologickou část ČOV je čerpáno maximálně 6,1 l/s odpadních vod. Obě biologické linky jsou shodně vystrojeny.

### *Flexibilní zóny*

Nádrž je zastropena s jedním otvorem, který slouží pro manipulaci s míchadlem i jako vlezový. Do flexibilní zóny je zaústěn vratný kal a plovoucí látky z příslušné dosazovací nádrže. Ve stěně mezi flexibilní zónou a kalojemem je nad hladinou okno sloužící jako bezpečnostní přepad z kalojemu a větrání kalojemu. Flexibilní zóna je primárně využívána jako denitrifikace, na základě potřeby provozu ČOV např. v zimním období jako nitrifikace. Flexibilní zóna je vybavena míchadlem a aeračním systémem, není souběžný provoz míchání a aerace. V nádrži je osazen jeden aerační rošt s jemnobublinnými elementy napojený na přívod tlakového vzduchu pro příslušnou linku z dmychárny. Odtok z flexibilní zóny do nádrže nitrifikace je oknem v dělící stěně při hladině.

### *Nádrže nitrifikace*

V nádrži nitrifikace je vnořena vertikální dosazovací nádrž. Nitrifikační nádrž je vybavena aeračním roštem s jemnobublinnými elementy napojeným na přívod tlakového vzduchu pro příslušnou linku z dmychárny. Provoz aerace, resp. dmychadel dodávajících tlakový vzduch do nitrifikačních nádrží, je řízen na základě koncentrace rozpuštěného kyslíku, která je měřena instalovanou kyslíkovou sondou (viz obrázek 12). V případě přebytku kyslíku (dosažení nastavitelné maximální hodnoty koncentrace rozpuštěného kyslíku) a provozu dmychadla na minimální výkon dojde k přerušení aerace. Je nastavena max. doba bez provzdušnění, po jejím uběhnutí dojde ke spuštění dmychadla na max. výkon, aby proběhlo zamíchání nádrže. Ke spuštění dmychadla dojde také po dosažení nastavitelné minimální hodnoty koncentrace rozpuštěného kyslíku. Odtok z nitrifikační nádrže je potrubím do vnořené vertikální dosazovací nádrže.





Obrázek 12: Nitrifikační nádrž s instalovanou kyslíkovou sondou ČOV Louka u Litvínova (zdroj: autor práce).

### *Vestavěné dosazovací nádrže*

Dvě vertikální dosazovací nádrže, každá o vnitřním půdorysném rozměru 3,3 m x 3,3 m, hloubce vody ve středu 3,6 m je vnořena do nitrifikační nádrže obou biologických linek. Dosazovací nádrž (obrázek 13) je vybavena zařízením pro oboustranné vyrovnání tlaku, aby nedošlo k její deformaci. Nátok do dosazovací nádrže je potrubím z konce nitrifikační nádrže do středového vtokového válce přístupného z lávky. Odtok vyčištěné vody je proveden dvěma příčnými odtokovými žlaby s oboustranným přelivem a předsazenou nornou stěnou. Odtoky ze žlabů jsou zaústěny do společného odtokového potrubí, zaústěného do šachet, odkud dále odtékají přes měrný objekt a dále stávajícím kanalizačním potrubím a šachtami do recipientu. Odtokové žlaby jsou přístupné z lávky nad nádrží.



Obrázek 13: Dosazovací nádrž ČOV Louka u Litvínova (zdroj: autor práce).

Kal sedimentuje v kalovém prostoru dosazovací nádrže.

Odtah vratného kalu z dosazovací nádrže je zaústěn do flexibilní zóny a je čerpán mamutkovým čerpadlem (dále jen mamutka).

Odtah přebytečného kalu z dosazovací nádrže do nádrže kalojemu je čerpán mamutkou. Odběr přebytečného a vratného kalu neprobíhá současně, tzn. v době odběru přebytečného kalu, je přerušeno čerpání vratného kalu.

Odstraňování plovoucích látek je prováděno cyklicky pomocí mamutek ze dvou výškově stavitelných sběrných žlabů plovoucích látek v každé nádrži. Plovoucí látky jsou odváděny potrubím a zaústěny do flexibilní nádrže. Tlakový vzduch pro dosazovací nádrže je odebírán z výtlačku dmychadla kalojemů.

Odtah vratného a přebytečného kalu, stejně tak i odtah plovoucích látek je řízen časovou automatikou. Mamutky jsou osazeny solenoidovými ventily, jejichž otevření umožní dodávku vzduchu k mamutce a tím čerpání kalu nebo plovoucích nečistot. Doba otevření a zavření přívodu vzduchu je nastavitelná v řídicím systému ČOV pro každou linku zvlášť.

### *Kalojem*

Nádrž kalojemu je zastropena se dvěma otvory, jeden pro manipulaci s čerpadlem a jeden vlezový. Kalojem slouží k uskladnění kalu v aerobních podmínkách (občasné provzdušnění) před odvozem k dalšímu zpracování, ke gravitačnímu zahuštění. Do kalojemu je periodicky mamutkou čerpán přebytečný kal z vertikálních dosazovacích nádrží. Bezpečnostní přepad z kalojemu je řešen oknem do každé ze dvou sousedních flexibilních zón. Kalojem je osazen středobublinným aeračním systémem s ručním odvodněním a čerpadlem kalové vody s integrovaným plovákem. V nádrži je osazen jeden aerační rošt se středobublinnými elementy (napojený na přívod tlakového vzduchu z dmychárny). Přívod vzduchu k aeračnímu systému je osazen ovládanou uzavírací armaturou a ruční armaturou. Čerpadlo kalové vody je zavěšeno pod poklopem nacházejícím se vně budovy, je výškově nastavitelné. Výtlaček čerpadla kalové vody je zaústěn do lapáku písku. Aerobně stabilizovaný zahuštěný kal je odvážen dle potřeby fekálním vozem k dalšímu zpracování, pro tento účel je osazeno potrubí odtahu kalu vyvedené vně objektu. Hladina v kalojemu je měřena ultrazvukovým čidlem.

## *Dmychárna*

Dmychárna je umístěna v provozní budově nacházející se nad čerpací stanicí, kalojemem a flexibilními nádržemi. Ve dmychárně jsou umístěny tři dmychadla – dvě pro aktivační nádrže a jedno pro kalojem, které zároveň slouží jako zdroj tlakového vzduchu pro lapák písku a dosazovací nádrže.

## *Měrný objekt*

Na odtokovém žlabu z ČOV je pro měření množství vyčištěné odpadní vody vybudována měrná šachta, která je osazena Parshallovým žlabem (obrázek 14). Množství protékající vody je kontinuálně měřeno ultrazvukovou sondou, jejíž signál ukazující okamžitý stav hladiny je vyveden v místnosti obsluhy na kontrolním panelu. Měrný objekt slouží i pro odběr vzorků vyčištěné odpadní vody.



Obrázek 14: Parshallův žlab ČOV Louka u Litvínova (zdroj: autor práce).

### **5.1.1 Vypouštění odpadních vod**

Zkušební provoz ČOV Louky u Litvínova byl zahájen 16. 12. 2018, po úspěšně ukončených komplexních zkouškách a měl trvat 12 měsíců do 31. 12. 2019.

Před uvedením stavby do provozu byly provedeny dle ČSN 75 0905 zkoušky vodotěsnosti stok, zkoušky vodotěsnosti vodárenských a kanalizačních nádrží, kontrola průtočnosti a zkoušky geometrické přesnosti a vytyčení. Dále byl vypracován návrh provozního řádu nově vystavěné ČOV, který byl odsouhlasen investorem a provozovatelem ČOV.

V tabulce 5 jsou vedeny hodnoty, které jsou legislativně závazné pro kategorii ČOV <500 EO. Jedná se o ukazatele  $CHSK_{Cr}$ ,  $BSK_5$ , NL, přípustných (p) a maximálních hodnot (m). Maximální hodnoty nesmí být překročeny.

Tabulka 5: Emisní standardy ukazatelů přípustného znečištění odpadních vod pro kategorii ČOV <500 EO (Nařízení vlády č. 401/2015 Sb.).

Ukazatel	přípustná hodnota (mg/l)	maximální hodnota (mg/l)
CHSK <sub>Cr</sub>	150	220
BSK <sub>5</sub>	40	80
NL	50	80

Množství a kvalita pro vypouštění odpadních vod do Radčického potoka byly stanoveny vodoprávním povolením č. j. OSÚ/8666/2017/SP vydaném Městským úřadem Litvínov, odborem životního prostředí, dne 27. 2. 2017. Tabulka 6 uvádí povolené limity znečištění vypouštěných odpadních vod, které musely být v rámci zkušební období dodrženy. V tabulce 7 jsou pak dále uvedena maximální množství vypouštěných odpadních vod.

Tabulka 6: Povolené limity znečištění vypouštěných odpadních vod dle (Provozní řád ČOV Louka u Litvínova, 2018).

Ukazatel	přípustná hodnota (mg/l)	maximální hodnota (mg/l)	roční bilance (t/rok)
CHSK <sub>Cr</sub>	110	170	3,0
BSK <sub>5</sub>	30	50	0,8
NL	40	60	1,0

Tabulka 7: Maximální množství vypouštěných odpadních vod dle vodoprávního povolení (Provozní řád ČOV Louka u Litvínova, 2018).

Ukazatel	hodnota
Průměrné povolené	0,9 l/s
Maximálně povolené	6,1 l/s
Maximálně roční povolené	27 376 m <sup>3</sup> /rok
Maximální měsíční povolené	2 325 m <sup>3</sup> /měsíc

Po celé zkušební období byl zajištěn kontrolní rozbor vypouštěných odpadních vod, a to vždy jedenkrát za měsíc. Analýza jednotlivých vzorků byla prováděna v akreditované laboratoři provozovatele ČOV jímž je společnost SčVK, z předepsaných vzorků typu A - dvouhodinových směsných vzorků získaných sléváním 8 dílčích vzorků stejného objemu odebraných v intervalu 15 minut.

Měření vypouštěného znečištění bylo prováděno kontinuálně průtokoměrem (Parshallův žlab) na odtoku z ČOV.

### 5.1.2 Výsledky z laboratorních rozborů - přítok, odtok

V tabulce 8 jsou uvedené laboratorní rozborů vzorků odpadní vody, odebrané na přítoku, tj. za mechanickým předčištěním, do ČOV Louky u Litvínova. Z laboratorních rozborů uvedených v tabulce 8 je zřejmé, že přítékající odpadní voda má poměrně nízké hodnoty látkového zatížení odpadních vod.

Běžně uváděné hodnoty bývají 800 mg/l pro CHSK<sub>Cr</sub>, 400 mg/l pro BSK<sub>5</sub> a 350 mg/l pro NL. Z laboratorních výsledků vyplývá, že těchto hodnot nebylo dosahováno ani v polovině odebraných vzorků.

Tabulka 8: Laboratorní rozborů – přítok v období zkušebního provozu.

Sumář	CHSK <sub>Cr</sub> mg/l	BSK <sub>5</sub> mg/l	NL mg/l
počet odběrů	10	10	10
Průměr	225,6	119,2	107,4
Minimum	86	22	40
maximum	390	210	300
datum odběru	CHSK <sub>Cr</sub> mg/l	BSK <sub>5</sub> mg/l	NL mg/l
16. 1. 2019	100	66	60
27. 2. 2019	210	110	92
27. 3. 2019	210	120	88
24. 4. 2019	390	210	300
21. 5. 2019	86	22	40
5. 6. 2019	200	100	86
31. 7. 2019	230	140	68
22. 8. 2019	180	64	120
20. 11. 2019	380	200	124
12. 12. 2019	270	160	96

V tabulce 9 jsou uvedené laboratorní rozborů vzorků odpadní vody, odebrané na odtoku z čistírenské linky do recipientu.

Z porovnání hodnot laboratorních rozborů odtoku s hodnotami stanovenými povolením k vypouštění odpadních vod, uvedených v tabulce 6, je zřejmé, že ani v jednom případě nedošlo k překročení těchto limitů. V několika případech byla kvalita vyčištěné odpadní vody ve sledovaných parametrech natolik

vysoká, že byla pod mezí detekce dané laboratorní metody. Z výsledků laboratorních rozborů odtoku lze konstatovat, že ČOV Louka u Litvínova již od začátku zkušebního provozu s dostatečnou rezervou dosahovala požadovaných odtokových koncentrací.

Tabulka 9: Laboratorní rozborů – odtok v období zkušebního provozu.

Sumář	CHSK <sub>Cr</sub> mg/l	BSK <sub>5</sub> mg/l	NL mg/l
počet odběrů	10	10	10
průměr	17,4	4,3	4,7
minimum	<15	0,9	<2
maximum	64	18	17,2
datum odběru	CHSK <sub>Cr</sub> mg/l	BSK <sub>5</sub> mg/l	NL mg/l
16. 1. 2019	34	9,8	9,6
27. 2. 2019	<15	2,2	3
27. 3. 2019	17	2,7	<2
24. 4. 2019	19	1,6	3,4
21. 5. 2019	<15	2,5	2,6
5. 6. 2019	<15	1,7	<2
31. 7. 2019	<15	0,9	<2
22. 8. 2019	21	1,1	4
20. 11. 2019	64	18	17,2
12. 12. 2019	19	2,1	7,4

Tabulka 10: Přehled množství vypouštěných odp. vod v období zkušebního provozu.

Období	množství m <sup>3</sup> /měsíc
Leden	2 120
Únor	2 280
Březen	2 115
Duben	2 250
Květen	2 132
Červen	2 292
Červenec	1 545
Srpen	504
Září	1 503
Říjen	2 015
Listopad	2 125
Prosinec	3 117
<b>Celkem m<sup>3</sup>/rok</b>	<b>23 998</b>

Z přehledu hodnot uvedených v tabulce 10 je patrné, že během zkušebního provozu nedošlo k překročení maximálně povoleného množství vypouštěných odpadních vod stanoveného v rozhodnutí příslušného vodoprávního úřadu.

### 5.1.3 Účinnost čištění odpadní vody

V tabulce 11 jsou uvedeny hodnoty, které jsou legislativně přípustné pro kategorii ČOV <500 EO. Jedná se o ukazatele  $CHSK_{Cr}$  a  $BSK_5$  uvádějící hodnoty přípustné minimální účinnosti čištění vypouštěných odpadních vod.

Tabulka 11: Emisní standardy: přípustná minimální účinnost čištění vypouštěných odpadních vod pro kategorii ČOV <500 EO (Nařízení vlády č. 401/2015 Sb.).

Ukazatel	Přípustná minimální účinnost (%)
$CHSK_{Cr}$	70
$BSK_5$	80

V tabulce 12 je na základě naměřených hodnot zpracováno posouzení zatížení ČOV v jednotlivých ukazatelích v porovnání s projektovanými hodnotami.

Tabulka 12: Porovnání projektovaného a skutečného zatížení ČOV.

ukazatel	projekt (přítok)	skutečnost (přítok - průměr)	Vyčerpaná kapacita ČOV (%)
<b>Průměrný denní přítok (<math>m^3/den</math>)</b>	<b>75</b>	<b>65,8</b>	<b>87,7</b>
$CHSK_{Cr}$ (kg/den)	59,5	14,8	24,9
$BSK_5$ (kg/den)	29,8	7,8	26,3
NL (kg/den)	27,3	7,1	25,9
<b>EO (60g)</b>	<b>496</b>	<b>130,6</b>	<b>26,3</b>

Porovnání projektovaného a skutečného zatížení ČOV potvrzuje zjištění na základě uvedeného přehledu laboratorních rozborů přítékající odpadní vody. Také z přehledu skutečného látkového zatížení, které je vypočteno z průměrných hodnot koncentrací přítékající odpadní vody a z průměrného množství přítékajících odpadních vod vyplývá, že látkové zatížení ČOV je nízké. Ve srovnání s projektovanou kapacitou se látkové zatížení pohybuje mezi 24,9 – 26,3 % v závislosti na konkrétním ukazateli. Jedinou výjimkou je průměrný denní přítok, který se blíží 90 % navrhované kapacity. Příčin nízkého látkového zatížení,

se kterým nekoresponduje zatížení hydraulické, může být několik – vysoký podíl balastních vod v kanalizaci, netypické složení produkovaných odpadních vod (na kanalizaci mohou být napojeny přepady z původních septiků a žump, přepadající voda má nižší koncentrace parametrů  $CHSK_{Cr}$ ,  $BSK_5$  a NL ve srovnání s čerstvými splašky), určitý vliv může mít také legislativou předepsaný typ vzorku. V této velikostní kategorii ČOV je odebírán 2h slévaný vzorek přítékající i odtékající odpadní vody, který má menší vypovídající hodnotu ve srovnání s 24h slévanými vzorky u větších ČOV. Vzorky bývají navíc odebírány v dopoledních hodinách všedního dne, kdy může být složení odpadní vody jiné, než je tomu při denních špičkách produkce odpadní vody (ráno a večer).

Z naměřených hodnot kvality odpadní vody na přítoku a na odtoku byla spočtena účinnost čištění v jednotlivých ukazatelích, které jsou uvedeny v tabulce 13.

Tabulka 13: Účinnost čištění ČOV Louky u Litvínova.

ukazatel	přítok (kg/den)	odtok (kg/den)	účinnost (%)
<b>CHSK<sub>Cr</sub></b>	14,8	0,3	<b>98,1</b>
<b>BSK<sub>5</sub></b>	7,8	1,1	<b>85,4</b>
<b>NL</b>	7,1	0,3	<b>95,6</b>

Z výsledků vyplývá, že účinnost čištění je velmi dobrá a je v souladu s projektovanými hodnotami a z hlediska legislativních požadavků je dostačující.

U sledovaných parametrů  $CHSK_{Cr}$  a NL účinnost překračuje 95 %, u parametru  $BSK_5$  je účinnost nižší, kolem 85%. To je způsobeno charakterem přítékající odpadní vody, která zřejmě obsahuje i obtížněji biologicky rozložitelné organické znečištění.

Účinnost čištění odpadních vod na ČOV Louka u Litvínova by měla být z dlouhodobého hlediska vyhovující.

## 5.2 Navrhovaná řešení

Vzhledem k výše uvedeným dosahovaným výsledkům na odtoku z ČOV Louka u Litvínova, které byly v souladu s povolením k vypouštění odpadních vod od začátku zkušebního provozu, nebylo během něj potřeba navrhnout nápravná opatření týkající se provozu ČOV. V rámci zkušebního provozu bylo odladěno technologické nastavení ČOV pomocí automatického řídicího systému (automatický



provoz vstupní ČS, automatický provoz a regulace aerace aktivačních nádrží, resp. dmychadel, časové řízení odtahu vratného a přebytečného kalu a plovoucích nečistot aj.)

Z vyhodnocení zkušebního provozu je patrné nízké látkové zatížení ČOV, v kontrastu se zatížením hydraulickým. Doporučením vyplývajícím z vyhodnocení zkušebního provozu by měl být průzkum stokové sítě. Ten by mohl identifikovat nebo naopak vyloučit nadměrný podíl balastních vod v kanalizaci. Dalším doporučením, pro přesnější zjištění skutečného látkového zatížení, je provedení měrné kampaně, při které budou odebrány 24h slévané vzorky přitékající odpadní vody, které mají vyšší vypovídající hodnotu. Následné posouzení látkového zatížení by pak mělo vycházet z výsledků této měrné kampaně a skutečného přitékajícího množství (resp. množství odtékající vyčištěné odpadní vody, které je měřené, a mělo by se rovnat množství přitékající odpadní vody). Tím bude dosaženo přesnějšího posouzení.

### **5.3 Zhodnocení vlivu stavby na životní prostředí**

Výstavbou nové ČOV Louky u Litvínova bylo jednoznačně dosaženo zlepšení odtokových parametrů vod vypouštěných do Radčického potoka. Provoz ČOV má příznivý vliv na vodní živočichy, protože zlepšuje kvalitu vody Radčického potoka.

Technologie ČOV je standardní současnou technologií, splňující podmínky (kritéria pro ČOV dané kapacity) a je běžně používaná na území ČOV. Vzhledem k tomu, že se ČOV nachází mimo zastavěné území, tak její provoz nemá zásadní vliv na okolí svým hlukem. Největším zdrojem hluku při provozu jsou dmychadla, ta jsou však umístěna uvnitř v provozním objektu. ČOV nenarušuje žádné ekologické funkce a vazby v krajině a nemá negativní vliv na ovzduší a na půdu.

Odpady vzniklé z vlastní technologie ČOV jsou likvidovány v souladu s legislativními předpisy odpadového hospodářství České republiky. Štěrky, vznikající hrubým předčištěním je pravidelně těžen a odvážen fekálním vozem. Shrabky z ručních česlí jsou přemísťovány do popelnice a dále do natahovacího kontejneru, který je v pravidelných intervalech vyvážen na skládku. Hydrosměsi zachycené lapákem písku jsou těženy fekálním vozem. Aerobně stabilizovaný zahuštěný kal je odvážen dle potřeby fekálním vozem k dalšímu zpracování na větší ČOV – ČOV Litvínov nebo ČOV Most - Chanov.

## 5.4. Diskuse

Z laboratorních rozborů, které byly získány v rámci zkušebního provozu ČOV lze konstatovat, že ČOV Louka u Litvínova po celou dobu zkušebního provozu dosahovala požadovaných odtokových koncentrací v souladu s hodnotami stanovenými povolením k vypouštění odpadních vod. Ani v jednom případě nedošlo k překročení maximálně povoleného množství vypouštěných odpadních vod stanoveného v rozhodnutí příslušného vodoprávního úřadu.

Z přehledu skutečného látkového zatížení, které bylo vypočteno z průměrných hodnot koncentrací přitékající odpadní vody a z průměrného množství přitékajících odpadních vod bylo zjištěno nižší látkové zatížení ČOV. Důvodů způsobujících nízké látkové zatížení může být několik – naředění odpadních vod balastními vodami nebo vodami srážkovými, netypická produkce odpadních vod obyvatelstvem, nedokončené přepojení septiků na vybudovanou veřejnou kanalizaci. Vliv může mít také odběr vzorků, kdy je odebírán legislativou předepsaný 2h směsný vzorek. K jeho odběru, který zajišťují akreditovaní vzorkaři, dochází většinou v dopoledních hodinách všedního dne. V této době odebírané vzorky nemusí mít zcela vypovídající hodnotu z důvodu denní nerovnoměrnosti produkce odpadní vody obyvatelstvem, které ve velké míře z obce cestuje za prací do blízkého města Litvínov.

V letních měsících lze pozorovat pokles v množství vyčištěné odpadní vody, což mohlo být způsobeno suchým obdobím, při kterém mohlo dojít k poklesu hladiny podzemní vody a tím k nižšímu nátoků balastních vod do kanalizace. Pokles mohl být dále způsoben také nižším srážkovým úhrnem.

Jelikož byla součástí investiční akce jak stavba nové ČOV, tak vybudování nové kanalizace, bylo z důvodů rozdílů v látkovém a hydraulickém zatížení ČOV požádáno o roční prodloužení zkušebního provozu. V rámci prodlouženého zkušebního provozu by měla být zjištěna a následně odstraněna příčina zvýšeného podílu balastních vod v kanalizaci, které způsobují zvýšené hydraulické zatížení ČOV.

Z naměřených hodnot kvality odpadních vod na přítoku a na odtoku byla vypočtena účinnost čištění. V rámci porovnání projektovaného a skutečného zatížení ČOV bylo zjištěno, že účinnost čištění je velmi dobrá a z hlediska legislativních požadavků je dostačující.

Lze tedy konstatovat, že dosavadní zkušební provoz ČOV Louky u Litvínova i přes zjištěné nižší látkové zatížení, probíhá úspěšně. Od zahájení zkušebního

provozu nedošlo k překročení povolených koncentračních limitů na odtoku ČOV, která plní svou funkci.

Vybudováním ČOV bylo dosaženo značného snížení vnosu organického znečištění, společně s vnosem nutrientů (dusík a fosfor) do recipientu. Pokud by byly odpadní vody pouze odváděny stokovou sítí do recipientu, odpovídal by vnos znečištění látkovému zatížení na přítoku ČOV. Stavbou ČOV bylo zatížení recipientu poníženo o 98 % v parametru  $CHSK_{Cr}$ , 85 % v parametru  $BSK_5$  a 96 % v parametru NL. Díky tomu je samozřejmě dosahováno lepšího stavu vody v recipientu a také podmínek pro život organismů v toku.

## 6. Závěr

Tato bakalářská práce se zabývala popisem základní technologie čistírny odpadních vod. Podrobněji byla věnována popisu nově vystavěné ČOV Louky u Litvínova a vyhodnocení jejího zkušebního provozu.

ČOV Louka u Litvínova byla vybudována z důvodu potřeby odstranit nežádoucí stav. Kanalizační systém v Louce u Litvínova byl tvořen jednotnými stokami z roku 1915 (rekonstruovanými zčásti v r. 1969 a v r. 2006 zčásti sanovanými), které odváděli splaškové a dešťové vody. Ty byly vyvedeny bez přečištění do Radčického potoka.

V rámci investiční akce společnosti SVS byla na kraji obce ve směru na Mariánské Radčice vybudována nová ČOV, s kapacitou 500 EO, resp. 620 připojených obyvatel. Splaškové odpadní vody v souladu s legislativou byly podchyceny a jsou odváděny novou kanalizací na novou ČOV. Stávající stoky jednotné kanalizace nadále slouží jako kanalizace dešťová.

Stavba byla zahájena předáním staveniště 2. června 2017. Stavební práce byly dokončeny 30. srpna. 2018. Zkušební provoz ČOV Louky u Litvínova byl zahájen 16. 12. 2018 a vzhledem k zjištěným rozdílům látkového a hydraulického zatížení ČOV přetrvává resp. je prodloužen o další rok. Prodloužením zkušebního provozu ČOV bude zajištěna a následně odstraněna příčina zvýšeného počtu balastních vod v kanalizaci.

Vyhodnocení výsledků naměřených hodnot na ČOV Louka u Litvínova spolu s porovnáním s hodnotami, které jsou uvedené v platné legislativě, nedochází k překračování těchto emisních limitů a standardů. Účinnost čištění odpadních vod na ČOV Louka u Litvínova by měla být z dlouhodobého hlediska vyhovující.

## 7. Přehled literatury a použitých zdrojů

### Odborné publikace

**Batěk J., 1999:** Odstranění fosforu a jeho vliv na kalové hospodářství čistíren odpadních vod. In: Kyncl M., Tolka J., Hlavínek P.(ed.): Problematika zpracování a využití kalů z ČOV 1999. VŠB-Technická univerzita Ostrava, Hornicko-geologická fakulta, Institut enviromentálního inženýrství a Severomoravské vodovody a kanalizace Ostrava, a.s., Ostrava. s47-56, ISBN 80-7078-652-3.

**Dohányos M., Koller J., Strnadová N., 1995:** Čištění odpadních vod. VŠCHT Praha, Praha, ISBN 80-7080-207-3.

**EPA, 1997:** Waste water treatment manuals: primary, secondary and tertiary treatment. Wexford, ISBN 1 899965 46 7.

**Hlavínek P., Mičín J., Prax P., 2003:** Stokování a čištění odpadních vod. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Brno, ISBN 80-214-2535-0.

**Chudoba J., Dohányos M., Wanner J., 1991:** Biologické čištění odpadních vod. SNTL Nakladatelství technické literatury, Praha.

**Komínková D., Benešová L., Šťastná G., 2014:** Úprava pitných a čištění odpadních vod. Skripta, Česká zemědělská univerzita v Praze.

**Kučerová R., Fečko P., Lyčková B., 2011:** Úprava a čištění vody. VŠB-Technická univerzita Ostrava, Ostrava, ISBN 978-80-248-2389-8.

**Lyčková B., Fečko P., Kučerová R., 2009:** Zpracování kalů. VŠB-Technická univerzita Ostrava, Hornicko-geologická fakulta, Institut enviromentálního inženýrství, Ostrava, ISBN 978-80-248-121-1.

**Malý J., Malá J., 2009:** Čištění odpadních vod. Tribun EU s.r.o., Brno, ISBN 978-80-7399-785-4.

**Pitter P., 1999:** Hydrochemie. VŠCHT, Praha, ISBN 978-80-248-1600-5.

**Pošta J. a kol., 2005:** Čistírny odpadních vod. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha, ISBN 978-80-213-13.

**Raclavská H., 2007:** Technologie zpracování a využití kalů z ČOV. Ostrava, ISBN 978-80-248-1600-5.

**Slavičková K., Slaviček M., 2013:** Vodní hospodářství obcí 1, Úprava a čištění vody. České vysoké učení technické v Praze, Fakulta stavební, Praha, ISBN 978-80-01-05390-4.

**Synáčková M., 2014:** Vodárenství a stokování. Skripta, Česká zemědělská univerzita v Praze.

**Švehla P., Tlustoš P., Balík J., 2007:** Odpadní vody. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha, ISBN 978-80-213-1716-1.

**Vítěz T., Groda B., 2008:** Čištění a čistírny odpadních vod. Mendelova zemědělská a lesnická fakulta v Brně, Brno, ISBN 978-80-7375-180-7.

### **Legislativní zdroje**

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

**Vyhláška č. 437/2016 Sb.,** o podmínkách použití upravených kalů na zemědělské půdě a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady a změně vyhlášky č. 341/2008 Sb., o podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady a o změně vyhlášky č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č.383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady (vyhláška o podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady).

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

**Zákon č. 254/2001 Sb.,** o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů.

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

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

### **Internetové zdroje**

**Henze M., M. van Loosdrecht, Ekama G. A., Brdjanovic D., 2008:** Biological Wastewater Treatment (online), [cit. 2019-10-28], dostupné z <<https://books.google.cz/books?id=41JButufnm8C&pg=PA1&dq=wastewater+treatment&hl=cs&sa=X&ved=0ahUKEwiuwlqJwLXIAhXWwAIHHa9FAUEQ6AEIKTAA#v=onepage&q=wastewater%20treatment&f=false>>.

**Kolektiv autorů, 2007:** Čištění odpadních vod jako nástroj k ochraně životního prostředí v zemědělské praxi a na venkově (online), [cit. 2019-10-27], dostupné z <[http://eagri.cz/public/web/file/26962/cistení\\_odpadnich\\_vod.pdf](http://eagri.cz/public/web/file/26962/cistení_odpadnich_vod.pdf)>.

**Metcalf & Eddy, Inc., Tchobanoglous G., Burton F., Stensel H., 1991:** Wastewater Engineering Treatment and Reuse, (online), [cit. 2019-10-30], dostupné

z <[http://www.sswm.info/sites/default/files/reference\\_attachments/TCHOBANOGLOUS%20et%20al.%202003%20Wastewater%20Engineering.pdf](http://www.sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/TCHOBANOGLOUS%20et%20al.%202003%20Wastewater%20Engineering.pdf)>.

**Potera, C., 2015:** After the Fall: Gastrointestinal Illness following Downpours, *ehp Environmental Health Perspectives*, (online), [cit. 2020-01-31], dostupné z <<https://ehp.niehs.nih.gov/doi/10.1289/ehp.123-a243>>.

**Sonune A., Ghate R., 2004:** Development in wastewater treatment methods (online), [cit. 2019-10-29], dostupné z <<http://www.minnwater.com/research/ce06015/2015/Lecture-9-reading-assignment-2.pdf>>.

**WaterWorld, 2004:** The composition and treatment of active sludge (online), [cit.2019-10-29], dostupné z <<https://www.waterworld.com/municipal/environmental/article/16225161/the-composition-and-treatment-of-active-sludge>>.

**Zhang B., Xu X., Zhu L., 2017:** Structure and function of the microbial consortia of activated sludge in typical municipal wastewater treatment plants in winter. *Sci. Rep.*7, 17930, (online), [cit. 2019-10-31], dostupné z <<https://www.nature.com/articles/s41598-017-17743-x>>.

### **Ostatní zdroje**

**SčVK, a.s., 2008:** Provozní řád pro zkušební provoz ČOV Louka u Litvínova, „nepublikováno“. Dep.: Severočeské vodovody a kanalizace, a.s.

**Interní materiály Severočeské vodárenské společnosti a.s.**

**Interní materiály Severočeských vodovodů a kanalizací, a.s.**