



**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**FAKULTA STAVEBNÍ**

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

**ÚSTAV VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ OBCÍ**

INSTITUTE OF MUNICIPAL WATER MANAGEMENT

**POROVNÁNÍ CENTRALIZOVANÉHO  
A DECENTRALIZOVANÉHO ZPŮSOBU LIKVIDACE  
ODPADNÍCH VOD**

EVALUATION OF CENTRALIZED AND DECENTRALIZED SANITATION

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

BACHELOR'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**

AUTHOR

**Michal Novotný**

**VEDOUCÍ PRÁCE**

SUPERVISOR

**prof. Ing. PETR HLAVÍNEK, CSc., MBA**

**BRNO 2019**



## VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

<b>Studijní program</b>	B3607 Stavební inženýrství
<b>Typ studijního programu</b>	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
<b>Studijní obor</b>	3647R015 Vodní hospodářství a vodní stavby
<b>Pracoviště</b>	Ústav vodního hospodářství obcí

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

<b>Student</b>	Michal Novotný
<b>Název</b>	Porovnání centralizovaného a decentralizovaného způsobu likvidace odpadních vod
<b>Vedoucí práce</b>	prof. Ing. Petr Hlavínek, CSc., MBA
<b>Datum zadání</b>	30. 11. 2018
<b>Datum odevzdání</b>	24. 5. 2019

V Brně dne 30. 11. 2018

---

doc. Ing. Ladislav Tuhovčák, CSc.  
Vedoucí ústavu

---

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.  
Děkan Fakulty stavební VUT

## PODKLADY A LITERATURA

- [1] Mays L.W. Stormwater Collection Systems Design Handbook. McGraw-Hill, New York. 2004. ISBN 007-135471-9.
- [2] WEF manual of practice: Wastewater collection systems management, ISBN: 978-0-07-166663-3.
- [3] Kabelková I a kol. : Posuzování dešťových oddělovačů jednotných stokových systémů v urbanizovaných územích, SFŽP 2010.
- [4] Grady, C.P.Leslie ; Daigger, Glen T. ; Love, Nancy G. ; Filipe, Carlos D.M. Biological Wastewater Treatment, Third Edition, IWA Publishing, 2011. 991 s. ISBN 9780849396793
- [5] Hlavínek P., Mičín J., Prax P.: Příručka stokování a čištění, ISBN 80-86020-30-4, NOEL 2000, Brno 2001
- [6] Krejčí a kol.: Odvodnění urbanizovaných území - koncepční přístup, ISBN 80-86020-39-8, NOEL 2000, Brno 2002
- [7] Sborníky Water Science and Technology, IWA Publishing

## ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Bakalářská práce bude zaměřena na problematiku porovnání centrální a decentrální likvidace odpadních vod pro obec 1000 EO. V první části práce bude zpracována rešerše problematiky centralizovaného a decentralizovaného odvádění a čištění odpadních vod. V druhé části práce bude zpracována pro obec Boleradice studie porovnání centrální a decentrální likvidace odpadních vod s ohledem na investiční náklady, provozní náklady a vliv na životní prostředí. Při zpracování textů, výpočtů a výkresové části dokumentace bude v maximální míře využita výpočetní technika.

## STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

## **ABSTRAKT**

Bakalářská práce je zaměřena na problematiku porovnání centrální a decentrální likvidace odpadních vod pro obec 1000 EO. Teoretická část práce je zpracována formou rešerše a zaměřuje se především na možnosti centralizovaného a decentralizovaného odvádění a čištění odpadních vod. V druhé části práce je zpracována pro obec Boleradice studie porovnání centrální a decentrální likvidace odpadních vod s ohledem na investiční náklady a provozní náklady.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

odpadní voda, centralizovaný systém čištění odpadních vod, decentralizovaný systém čištění odpadních vod, čistírna odpadních vod

## **ABSTRACT**

This bachelor thesis deals with the subject of comparison of centralized and decentralized wastewater treatment system for an urban area of 1000 inhabitant equivalent. Theoretical part of thesis is made by a research study and is focused on the options of centralized and decentralized wastewater draining and treatment. In the second part of the thesis a study of comparison between centralized and decentralized wastewater disposal is elaborated for village Boleradice considering investment and operating costs.

## **KEYWORDS**

wastewater, centralized wastewater treatment system, decentralized wastewater treatment system, wastewater treatment plant

## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP**

Michal Novotný *Porovnání centralizovaného a decentralizovaného způsobu likvidace odpadních vod*. Brno, 2019. 69 s., 15 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství obcí. Vedoucí práce prof. Ing. Petr Hlavínek, CSc., MBA

## **PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE**

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce s názvem *Porovnání centralizovaného a decentralizovaného způsobu likvidace odpadních vod* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 24. 5. 2019

---

Michal Novotný  
autor práce

## **PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Porovnání centralizovaného a decentralizovaného způsobu likvidace odpadních vod* zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 24. 5. 2019

---

Michal Novotný  
autor práce

## **PODĚKOVÁNÍ**

Děkuji svému vedoucímu bakalářské práce prof. Ing. Petrovi Hlavínkovi, CSc., MBA za cenné rady, připomínky a možnost konzultací při zpracování mé bakalářské práce. Dále také děkuji Ing. Janovi Přikrylovi za poskytnuté informace a rady ohledně čistírny odpadních vod.

# OBSAH

<b>1</b>	<b>ÚVOD .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>DRUHY ODPADNÍCH VOD .....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>ODVÁDĚNÍ ODPADNÍCH VOD .....</b>	<b>7</b>
<b>3.1</b>	<b>Stokové soustavy .....</b>	<b>7</b>
3.1.1	Jednotná stoková soustava .....	7
3.1.2	Oddílná stoková soustava.....	8
3.1.3	Modifikovaná stoková soustava.....	9
<b>3.2</b>	<b>Stokové sítě.....</b>	<b>10</b>
3.2.1	Radiální systém .....	10
3.2.2	Větevový systém.....	11
3.2.3	Úchytný systém.....	11
3.2.4	Pásmový systém.....	12
<b>3.3</b>	<b>Způsob dopravy odpadních vod.....</b>	<b>12</b>
3.3.1	Tradiční způsob dopravy odpadních vod .....	12
3.3.2	Alternativní způsob dopravy odpadních vod.....	13
<b>4</b>	<b>CENTRALIZOVANÝ ZPŮSOB ČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD .....</b>	<b>18</b>
<b>4.1</b>	<b>Mechanicko-biologické čištění odpadních vod.....</b>	<b>18</b>
4.1.1	Mechanické čištění odpadních vod .....	19
4.1.2	Biologické čištění odpadních vod .....	20
<b>4.2</b>	<b>Kořenové čistírny odpadních vod.....</b>	<b>25</b>
4.2.1	Předčištění.....	26
4.2.2	Kořenové čištění .....	27
<b>4.3</b>	<b>Biologické nádrže.....</b>	<b>29</b>



4.3.1	Aerobní nádrže.....	30
4.3.2	Anaerobní nádrže.....	31
4.3.3	Fakultativní nádrže.....	31
<b>5</b>	<b>DECENTRALIZOVANÝ ZPŮSOB ČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD .....</b>	<b>32</b>
5.1	Žumpa.....	32
5.2	Septik se zemním filtrem.....	33
5.3	Domovní čistírna odpadních vod.....	34
<b>6</b>	<b>POROVNÁNÍ CENTRALIZOVANÉHO A DECENTRALIZOVANÉHO ZPŮSOBU ČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD.....</b>	<b>37</b>
<b>7</b>	<b>KRITICKÉ ZHODNOCENÍ ŘEŠERŠE.....</b>	<b>38</b>
<b>8</b>	<b>POSOUZENÍ VARIANT LIKVIDACE ODPADNÍCH VOD V OBCI BOLERADICE .....</b>	<b>39</b>
8.1	Základní informace o obci .....	39
8.2	Plán rozvoje vodovodů a kanalizací územních krajů – prvuk.....	39
8.3	Současné odkanalizování obce.....	40
<b>9</b>	<b>VARIANTY ODVÁDĚNÍ A ČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD .....</b>	<b>41</b>
9.1	Varianta č. 1 – Vybudování oddílné gravitační stokové sítě.....	42
9.2	Varianta č. 2 – Vybudování podtlakové stokové sítě.....	45
9.3	Varianta č. 3 – Čištění odpadních vod na mechanicko-biologické čistírně v obci Boleradice.....	47
9.4	Varianta č. 4 – Čištění odpadních vod v domovních čistírnách odpadních vod.....	50

9.5	Varianta č. 5 – Vybudování nových bezodtokových jímek a rekonstrukce stávajících jímek na vyvážení a odvoz na ČOV .....	53
<b>10</b>	<b>EKONOMICKÉ SROVNÁNÍ VARIANT .....</b>	<b>55</b>
10.1	Investiční náklady jednotlivých variant.....	55
10.2	Provozní náklady jednotlivých variant.....	55
10.3	Doporučení zvolené varianty .....	56
<b>11</b>	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>57</b>
<b>12</b>	<b>POUŽITÁ LITERATURA .....</b>	<b>58</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>62</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>64</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ .....</b>	<b>66</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH .....</b>	<b>68</b>
	<b>SUMMARY .....</b>	<b>69</b>

# 1 ÚVOD

Bakalářská práce je rozdělena na dvě části. První rešeršní část představuje úvod do problematiky odvádění a čištění odpadních vod. Jsou popsány základní druhy stokových soustav, stokových sítí a tradiční i alternativní možnosti dopravy odpadních vod (OV). Centralizované způsoby čištění popisují klasické mechanicko-biologické čistírny a netradiční extenzivní způsoby čištění, jako jsou např. kořenové čistírny a stabilizační nádrže. Decentralizované způsoby popisují bezodtokové jímky, septiky a domovní čistírny odpadních vod (DČOV). U každé varianty čištění jsou popsány výhody a nevýhody.

Druhá část je zpracována jako studie. Tato studie je zaměřená na porovnání investičních a provozních nákladů různých variant odkanalizování a čištění odpadních vod v obci Boleradice. Cílem této práce je návrh čištění odpadních vod, ekonomické srovnání variant a doporučení nejvhodnější varianty. Tato bakalářská práce je určena pro zastupitelstvo a občany obce Boleradice, aby porozuměli této problematice a sami mohli zhodnotit nejvhodnější variantu.

Změnou Zákona č. 254/2001 Sb. „Zákon o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon)“ účinného od 1. 1. 2019 se mění pravidla pro likvidaci odpadních vody z bezodtokových jímek. Nově provádí kontroly vodoprávní úřady a majitelé nemovitostí musí prokázat kolik odpadních vod v nechalí odvézt na čistírnu odpadních vod (ČOV), přičemž toto množství by mělo odpovídat celkové spotřebě vody v domácnosti. V případě porušení či nedodržení může vodoprávní úřad uložit pokutu až do výše 100 tisíc Kč. [10]

U menších obcí s počtem obyvatel do 1000 stále převládá likvidace odpadních vod vyvážením domovních jímek. Tento způsob je v dnešní době zastaralý a neefektivní. Předseda České asociace hydrogeologů Josef V. Datel uvedl: „*Když se žumpa vyváží, jak má, je to jednoznačně nejdražší způsob likvidace odpadních vod. Dá se doporučit jen tam, kde jí nevzniká velké množství, například v rekreačních objektech.*“ [35] Dle českého statistického úřadu se každoročně zvýší počet čistíren odpadních vod v průměru o 2,4 % z celkového počtu čistíren. To znamená, že se obce snaží řešit odpadní vody v místě vzniku, tedy na území obce a nepřesouvají tento problém jinam.

Ochranu a zlepšování stavu vodních ekosystémů a vodního prostředí, snižování znečištění povrchových a podzemních vod předepisuje Rámcová směrnice 2000/60/ES Evropského parlamentu a Rady ustanovující rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky. [34] Proto se snažíme vytvořit správně pracující a ekonomicky únosný systém odvádění a čištění odpadních vod.

## 2 DRUHY ODPADNÍCH VOD

Podle zákona 254/2001 Sb., § 38 odstavec 1 je odpadní voda definována jako:

*„Opadní 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 nich odtékající, pokud mohou ohrozit jakost povrchových nebo podzemních vod. Odpadní vody jsou i průsakové vody z odkališť, s výjimkou vod, které jsou zpětně využívány pro vlastní potřebu organizace, a vod, které odtékají do vod důlních, a dále jsou odpadními vodami průsakové vody ze skládek odpadu.“ [10]*

Opadní vody lze rozdělit do kategorií podle původu a znečištění dle ČSN 75 6101 na:

- splaškové odpadní vody;
- infekční odpadní vody;
- průmyslové odpadní vody;
- odpadní vody ze zemědělství a zemědělské výroby;
- znečištěné srážkové vody z extrémně znečištěných ploch;
- městské odpadní vody;
- ostatní odpadní vody. [1]

### ***Splaškové odpadní vody***

Splaškové odpadní vody jsou vody vypouštěné do stokových sítí z bytů, sociálních zařízení, škol, restaurací, hotelů apod. Obsahují organické a anorganické látky, které se do vody dostávají především činností metabolismu člověka, ale také z pitné a užitkové vody. Do veřejné kanalizace jsou splachovány také zbytky jídel, tuky, chemikálie a další odpad z domácností, který do kanalizace rozhodně nepatří. [2]

### ***Infekční odpadní vody***

Infekční odpadní vody obsahují choroboplodné zárodky, které se nesmějí před hygienickým předčištěním dostat do stokové sítě. Infekční vody vznikají ve zdravotnických zařízeních, laboratořích, veterinárních zařízeních apod. [1]

### ***Průmyslové odpadní vody***

Průmyslové odpadní vody jsou vody vypouštěné do stokových sítí z průmyslových závodů, zejména vody technologické, chladicí, splaškové a také vody původem ze zemědělství a zemědělské výroby. Odpadní vody mohou být znečištěny látkami, jež je

možné vypustit do veřejné kanalizace nebo obsahují látky, které je nutné před vypuštěním do kanalizace předčistit v místě průmyslového závodu. [2] [7]

### ***Srážkové vody***

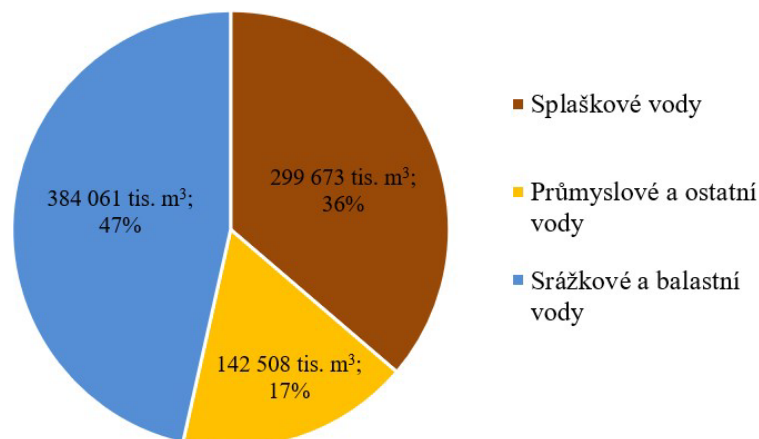
Srážkové vody jsou atmosférické srážky, které dopadají na veřejné plochy a jsou odvodňovány společnou nebo oddílnou kanalizací. Takové plochy mohou být střechy, komunikace, parkoviště, zatravněné plochy apod. Znečištění srážkové vody je závislé na druhu povrchu, ze kterého je voda odváděna. Největší znečištění je odváděno na začátku deště, kdy dochází k prvnímu oplachu těchto ploch. Tyto první deště je vhodné odvádět přímo do splaškové kanalizace, např. polo-oddílnou soustavou. Znečišťující látky jsou například těžké kovy, dioxiny, ropné látky, pesticidy, enterokoky a jiné. Neznečištěné dešťové vody se doporučuje zasakovat, popřípadě vypouštět rovnou do vodního recipientu. [3] [7]

### ***Městské odpadní vody***

Městské odpadní vody jsou směsí splaškových vod, průmyslových odpadních vod a případně i srážkových vod. Jejich vzájemný poměr není vždy stejný a závisí na místních podmínkách. [2]

### ***Balastní odpadní vody***

Balastní vody jsou podzemní a povrchové vody, které vnikají do kanalizace netěsnostmi a trhlinami ve stoce, přepadem z vodárenských objektů a únikem z vodovodních řadů. Tyto vody samy o sobě nejsou odpadní, ale jakmile se dostanou do kanalizace, stávají se odpadními vodami. Tyto vody mají nepříznivý vliv na provoz čistírny odpadních vod a je nutné s nimi počítat. Podzemní vody ředí a ochlazuje splaškové vody, čímž se snižuje kvalita biologického čištění na ČOV a zvyšuje hydraulické zatížení. Balastní vody tvoří 10–15 % z celkových odpadních vod. [3] [7]



Obr. 2.1 Množství čištěných odpadních vod v roce 2017 [13]

## 3 ODVÁDĚNÍ ODPADNÍCH VOD

### 3.1 STOKOVÉ SOUSTAVY

Stoková soustava slouží k odvádění odpadní vody na čistírnu odpadních vod nebo do recipientu. Skládá se z veřejné stoky, objektů umístěných na stoce, sběrače a ČOV.

Podle způsobu odvádění je lze rozdělit na:

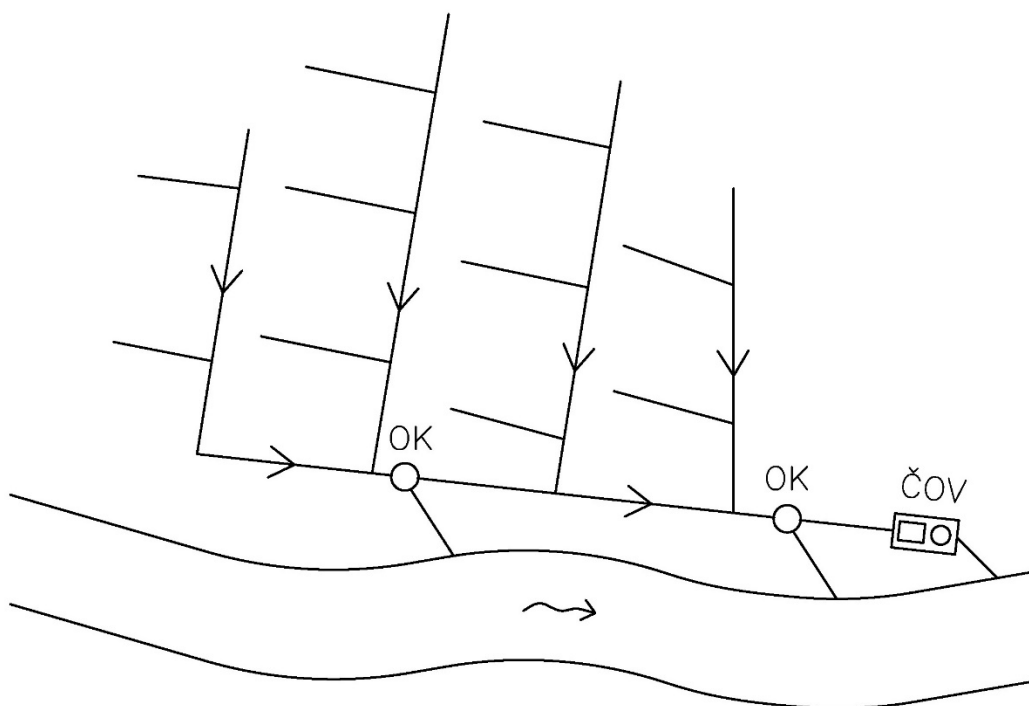
- jednotná stoková soustava;
- oddílná stoková soustava;
- modifikovaná stoková soustava.

#### 3.1.1 Jednotná stoková soustava

Jedná se o nejrozšířenější stokovou soustavu na území ČR. Veškeré odpadní a dešťové vody jsou odváděny společnou kanalizační sítí na ČOV. Nejběžnější způsob dopravy vody je gravitační, přečerpávání vody se nedoporučuje kvůli nerovnoměrnému průtoku dešťových vod. [5]

Dešťové vody výrazně převažují nad splaškovými, proto se budují odlehčovací komory, ve kterých zředěná odpadní voda přetéká přes přeliv a dále do vodního recipientu nebo retenční dešťové nádrže. Vody lze vypouštět bez čištění nebo s nižším stupněm čištění (průtočné dešťové nádrže). Retenční nádrže slouží pouze k zadržení odpadní vody a její následné vypouštění na ČOV. [4]

Jednotná stoková soustava se dimenzuje vzhledem k poměru bezdeštného a dešťového průtoku. Pokud největší bezdeštný průtok přesahuje 10 % návrhového dešťového průtoku, dimenzujeme stoku na největší průtok odpadních vod. Jestli je průtok bezdeštných vod menší než 10 % návrhového dešťového průtoku, je možné splaškové odpadní vody zanedbat a počítat pouze s dešťovými. Jestliže největší bezdeštný průtok přesahuje návrhový dešťový průtok, dimenzujeme stoku na dvojnásobek bezdeštného průtoku. [1]



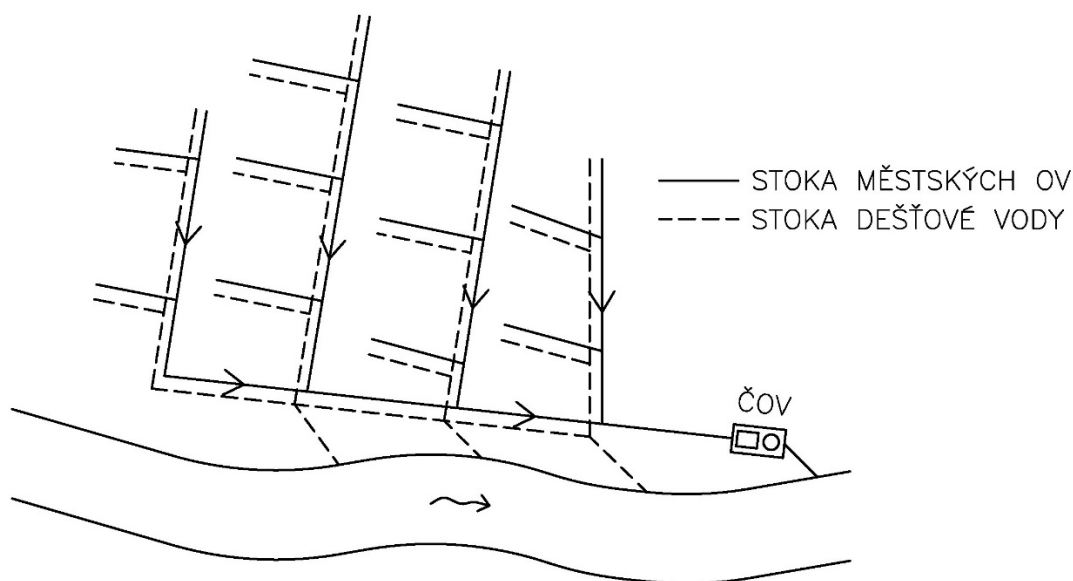
Obr. 3.1 Jednotná stoková soustava [vlastní]

### 3.1.2 Oddílná stoková soustava

Oddílná stoková soustava rozlišuje odvádění odpadní splaškové vody a vody dešťové. Odpadní voda je vedena v samostatné trubní síti a upravována na ČOV. Dešťová voda je zaústěna přímo do vodního recipientu s ohledem na jakost vodního toku, aby nedocházelo k jeho zanášení. Dešťová voda může obsahovat minerální a organické látky, úkapy pohonných hmot a další znečištění. Míru znečištění je možné snížit v usazovacích nádržích. Nevýhodou této soustavy jsou vyšší pořizovací náklady a větší požadavek na prostor. [3]

V rámci hospodaření s dešťovou vodou se doporučuje zasakování a retence vody na území dopadu srážky. Dešťovou vodu lze využívat na zavlažování zelených ploch, použití v domácnostech, např. splachování WC, použití v průmyslu a další. Cílem je snížení znečištění vodních toků, obnova hladiny podzemní vody a ochrana před povodněmi.

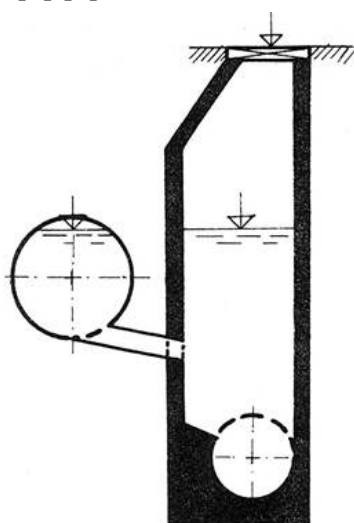
Stoková síť pro splaškovou vodu se dimenzuje na dvojnásobek maximálního hodinového průtoku  $Q_{h,max}$ . Při návrhu dešťové stokové sítě se pracuje s různými výpočtovými postupy, využívá se tzv. racionálních metod. [1]



Obr. 3.2 Oddílná stoková soustava [vlastní]

### 3.1.3 Modifikovaná stoková soustava

Vzniká kombinací jednotné a oddílné stokové soustavy. V zahraničí se tato soustava nazývá též jako polo-oddílná. Soustava spojuje výhody obou výše zmíněných soustav. Splaškové vody jsou odváděny potrubím uloženým ve větších hloubkách a dešťové vody potrubím uloženým nad splaškovou stokou. Při přívalovém dešti jsou nejdříve odvedeny znečištěné dešťové vody splaškovou stokou na ČOV, po zahlcení splaškové stoky nad úroveň dna dešťové stoky dochází k odtoku neznečištěné srážkové vody přímo do vodního recipientu. V dalším případě lze využívat dešťovou stoku pouze pro odtok neznečištěné dešťové vody ze střech, chodníků a neprašných vozovek. Dešťové vody z ostatních ploch jsou odváděny spolu se splaškovou vodou na ČOV. V tomto případě se nenavrhují dešťové separátory. [3] [6]



Obr. 3.3 Modifikovaná stoková soustava [3]



## 3.2 STOKOVÉ SÍTĚ

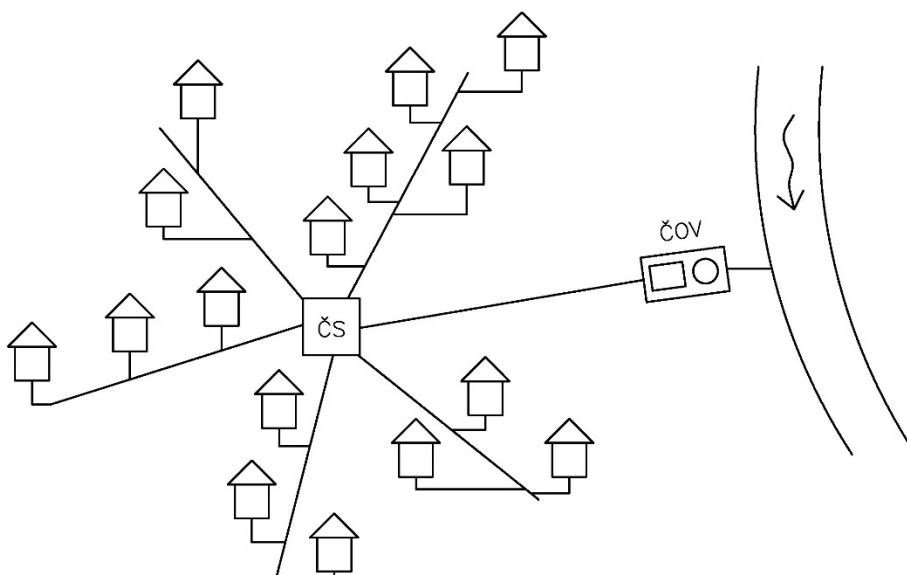
Stokové sítě jsou navrženy tak, aby trasa byla co nejkratší s ohledem na pořizovací a provozní náklady. To závisí především na morfologii terénu, charakteru a uspořádání občanské výstavby a vzájemné poloze odvodňovaného území a vodního recipientu. Dalším kritériem pro výstavbu stokových sítí jsou sklony potrubí, které se navrhuje s ohledem na unášecí rychlost. V rámci jednoho odvodňovaného území je možné kombinovat různé typy stokových sítí. [7]

Stokové sítě lze rozdělit podle uspořádání na:

- radiální systém;
- větvový systém;
- úchytný systém;
- pásmový systém.

### 3.2.1 Radiální systém

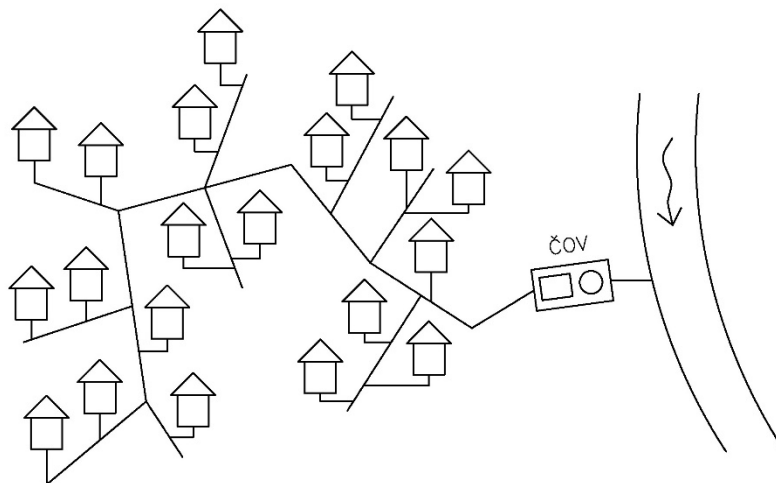
Tento systém se používá pro odvodnění údolí a uzavřených kotlin. Voda se gravitačně odvádí stokovou sítí do nejnižšího místa, odkud je přečerpávána nebo gravitačně přiváděna na ČOV. Hlavní nevýhodou je neustálé přečerpávání odpadní vody, což zvyšuje provozní náklady, které se musí posoudit technicko-ekonomickým rozбором. Výhodou je nenarušení provozu celého systému v případě poruchy na jednom úseku stoky. [3]



Obr. 3.4 Radiální systém [vlastní]

### 3.2.2 Větvný systém

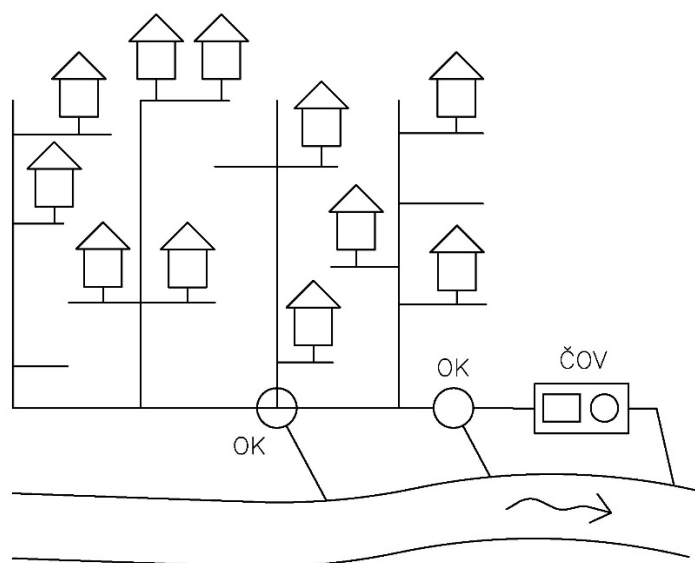
Větvný systém je vhodný v členitém terénu. V nejnižších místech je vedena kmenová stoka, na kterou se napojují v co nejkratším směru vedlejší stoky. V případě poruchy na kmenové stoce je pozastaven provoz ve všech výše položených místech. [3]



Obr. 3.5 Větvný systém [vlastní]

### 3.2.3 Úchytný systém

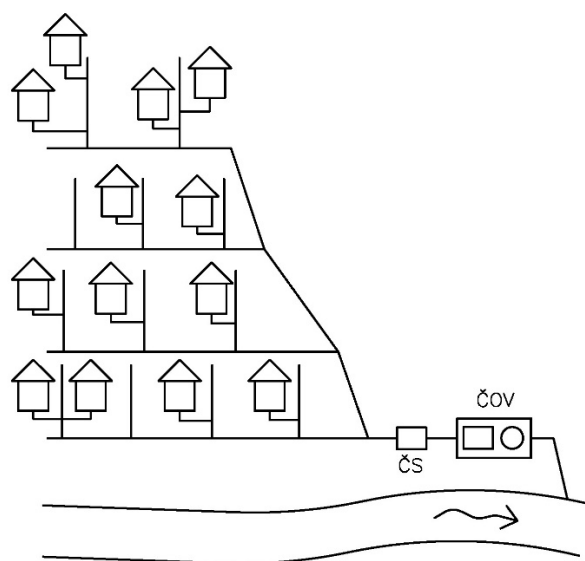
Úchytný systém se navrhuje v údolích s protékajícím vodním tokem. Kmenová stoka je vedena podél vodního toku a na ni se napojují uliční sběrače. Na kmenové stoce jsou umístěny odlehčovací komory, které snižují hydraulické zatížení ČOV. Za odlehčovací komorou je možné výrazně snížit průřez potrubí, a tím snížit náklady na výstavbu. [3]



Obr. 3.6 Úchytný systém [vlastní]

### 3.2.4 Pásmový systém

Pásmový systém se skládá z jednotlivých výškových pásem, které lze odvádět gravitačně do nižších částí systému. Z nejvyššího pásma odtéká odpadní voda gravitačně do ČOV, ze středního pásma je možné gravitační odvádění s ohledem na členitost terénu a za nízkých stavů ve vodním recipientu, v případě vyšší hladiny ve vodním recipientu je nutné přečerpávání. V nejnižším místě je vždy umístěna čerpací stanice, odkud je splašková voda z nejnižšího pásma čerpána na ČOV. V případě oddílné stokové sítě je možné dešťovou vodu z nižších výškových pásem zaústit přímo do vodního recipientu. [3] [7]



Obr. 3.7 Pásmový systém [vlastní]

## 3.3 ZPŮSOB DOPRAVY ODPADNÍCH VOD

Před návrhem vlastní ČOV je nutné zohlednit druh kanalizace, jež dopravuje odpadní vodu. Správná volba kanalizace může zajistit finanční úsporu při výstavbě a provozu celého systému. Způsob dopravy je závislý především na morfologii terénu a použité soustavě odkanalizování. Dopravu odpadních vod dělíme na tradiční a alternativní. [3]

### 3.3.1 Tradiční způsob dopravy odpadních vod

Tradiční způsob je založen na své jednoduchosti a spolehlivosti celého systému. Využívá se gravitační odvádění odpadní vody jednotné nebo oddílné soustavy. Jen zřídka se osazují čerpací stanice či tlakové úseky, které zvyšují cenu a náročnost na údržbu. Problémem jsou balastní vody vnikající do kanalizace při větší hloubce založení a současně vyšší hladině podzemní vody. [3] [8]

Výhody:

- minimální nároky na obsluhu;
- bezporuchový provoz;
- minimální provozní náklady
- snadné revize a čištění;
- systém není závislý na elektrické energii;
- využití morfologie terénu;
- jednoduché napojení gravitačních přípojek. [3]

Nevýhody:

- vyšší investiční náklady (větší hloubky uloženého potrubí);
- v případě výskytu podzemní vody je nutnost čerpání;
- pravidelná kontrola sedimentů. [3]

### 3.3.2 Alternativní způsob dopravy odpadních vod

Alternativní způsob dopravy se volí tam, kde není možné odvádět OV gravitačně. Mezi alternativní způsoby se řadí tlaková, podtlaková a maloprofilová kanalizace. Alternativní způsoby navrhujeme v případě:

- nevyhovujícího sklonu terénu;
- rozptýlené zástavby;
- sezónní produkce OV;
- nepříznivých geologických podmínek;
- vysoké hladiny podzemní vody;
- nemožnosti umístění vstupních a revizních šachet;
- ochranného pásma vodního zdroje;
- provádění stoky bezvýkopovým způsobem. [1] [33]

Nevýhody:

- absence dlouhodobých zkušeností provozováním v podmínkách ČR;
- provozní náročnost systému;
- vyšší nároky na provozní energie;
- kratší životnost a vyšší četnost poruch;
- systémy nejsou vhodné pro odvádění dešťových odpadních vod. [3]

## ***Tlaková kanalizace***

Podstatou tlakové kanalizace je přetlak uvnitř liniové, větvěné či okružové kanalizační sítě, který se pohybuje mezi 0,5–3,0 MPa. Splašky se se svádí gravitační přípojkou z jedné či více nemovitostí do domovních čerpacích jímek (DČJ), které jsou umístěny u odvodňovaných objektů. Jako DČJ může sloužit i stávající jímka nebo žumpa. Přetlak v DČJ (20–50 m v. sl.) je zajišťován ponornými čerpadly. Provoz čerpadel je řízen automaticky podle stavu hladiny v jímce. K proplachování kanalizace slouží proplachovací stanice, proplachování probíhá 1–2× denně v intervalu 15–20 minut směsí vody a tlakového vzduchu. [3] [7]

Ucpání celého systému se snažíme zabránit mechanickým předčištěním, jež se umísťuje před čerpadlo, jsou to např. mříže nebo sítě. Další možností je použití ponorného čerpadla s řezačkou, které rozmělní pevné složky ve splaškové vodě. Tento systém se v současnosti doporučuje jako nejlepší řešení. [4]

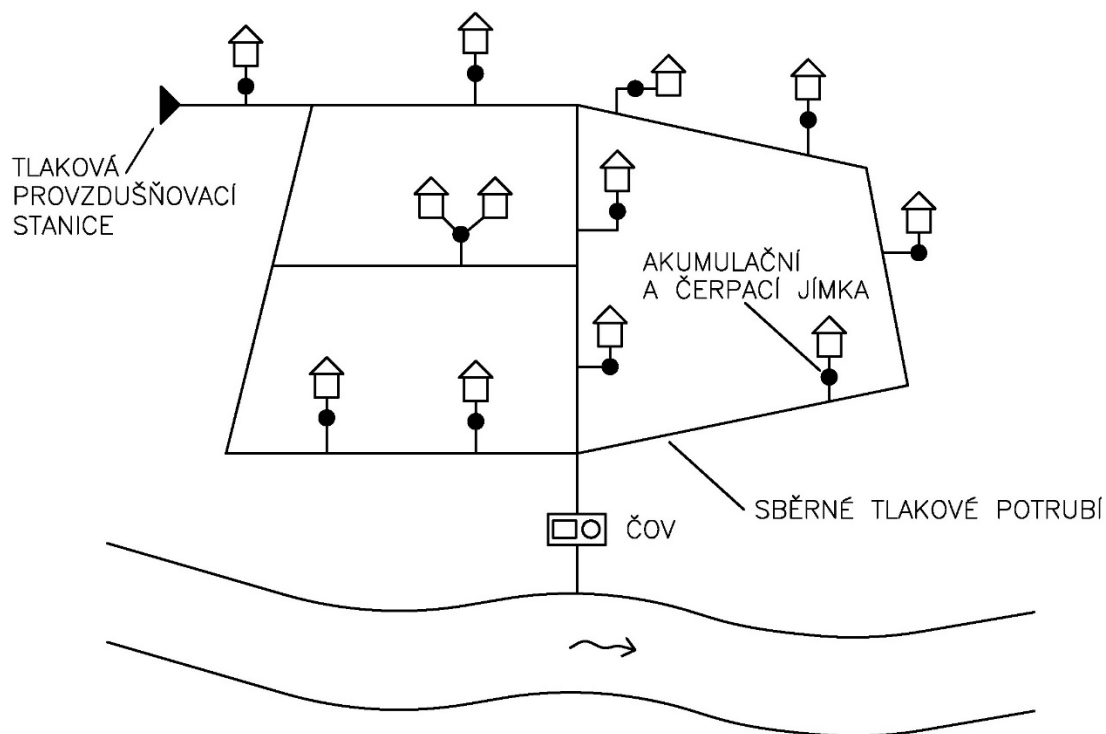
Potrubí se navrhuje z tlakových trub PE a PVC min. DN 80 mm, v případě použití čerpadla s řezačkou je možné použít i DN 50 mm. Kanalizace se ukládá do nezámrzé hloubky 1–2 m, především pod zelené pásy a chodníky. [7]

Výhody:

- nejnižší pořizovací náklady z alternativních způsobů dopravy;
- možnost překonání větších protispádů v území;
- malé profily stok;
- porucha čerpadla v ČDJ neohrozí chod celého systému.

Nevýhody:

- nízké rychlosti OV – zanášení potrubí;
- spotřeba elektrické energie;
- omezená životnost čerpadel;
- vyšší četnost provozních poruch;
- odpadní voda při delší době zdržení zapáchá. [9]



Obr. 3.8 Schéma tlakové kanalizace [vlastní]

### ***Podtlaková kanalizace***

V podtlakové nebo také vakuové kanalizaci se vytváří podtlak pomocí speciálních ventilů, sací tlak se pohybuje v rozmezí 60–70 kPa. Tento tlak se udržuje v podtlakových nádobách umístěných v podtlakové stanici na konci stokové sítě. Splašky se gravitačně svádí kanalizační přípojkou do akumuláční šachty umístěné u odvodňovaného objektu. Při dosažení určité hladiny odpadní vody v šachtě se sací ventil otevře a voda putuje kanalizačním potrubím do podtlakových nádob, odkud je odváděna gravitačně nebo častěji čerpáním na ČOV. V současnosti jsou nejpoužívanějšími podtlakovými systémy například Roediger-Roovac, Schluff, Evac, Iseki a Airvac.

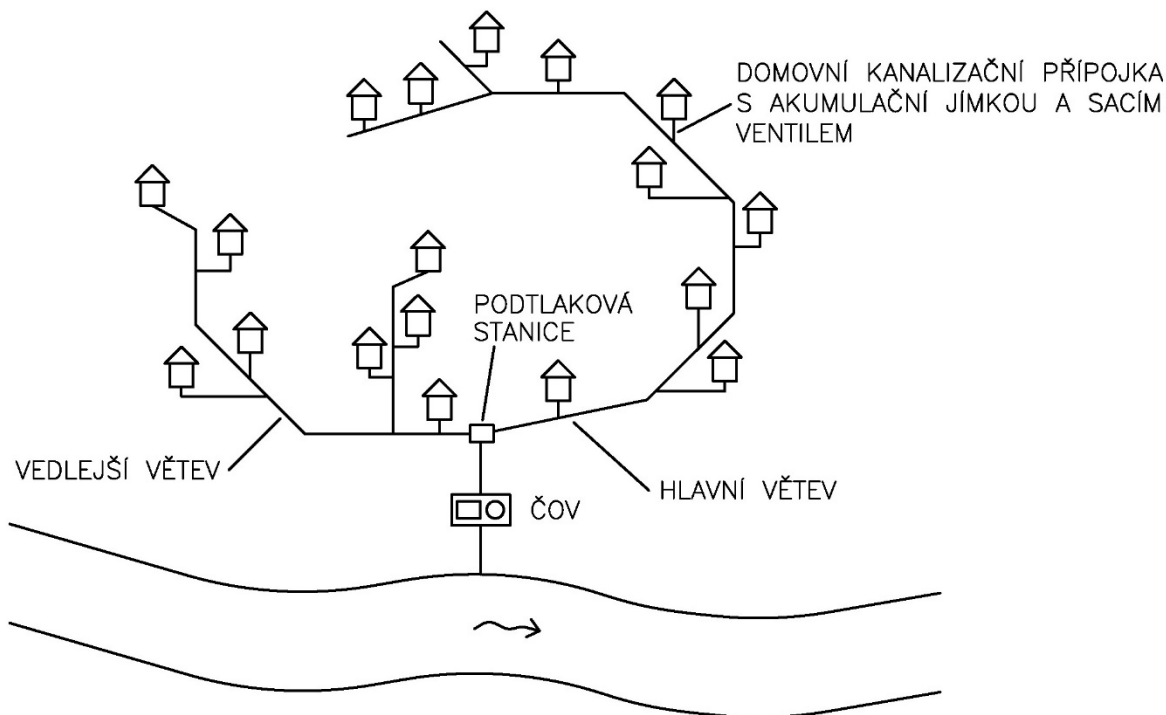
Rychlost transportu OV je 6–8 m/s nezávisle na sklonu potrubí, minimální sklon potrubí jsou 2 ‰. Nejčastěji používaný materiál je PVC nebo PE o průměru 65–250 mm. Na potrubí se neosazují vstupní šachty, ale pouze kontrolní šachty umístěné nejvýše po 100 m určené ke kontrole tlaku v kanalizaci. V úseku hlavní stoky se navrhuje po 500 m uzavírací armatury, v případě vedlejší stoky po 200 m. [4]

Výhody:

- vysoké rychlosti OV v kanalizaci – nulová sedimentace;
- OV se pohybuje v aerobním prostředí – žádný zápach;
- odpadá údržba stok.

Nevýhody:

- v případě výpadku elektrické energie nefunkčnost celého systému;
- možnost ucpání ventilů. [9] [33]



Obr. 3.9 Schéma podtlakové kanalizace [vlastní]

### **Maloprofilová kanalizace**

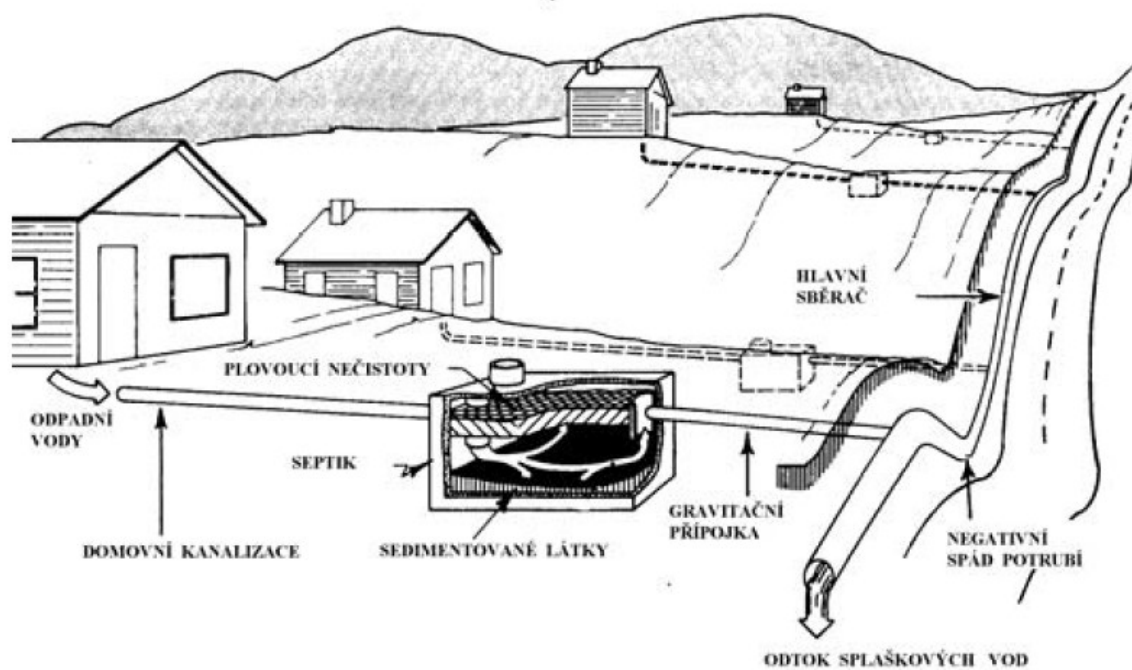
Tento systém je vhodný pro odvádění OV z rozlehlého území s řídkou zástavbou. Celý systém je založen na gravitačním odvádění s násoskovým efektem v částech s negativním sklonem, z toho důvodu musí být ČOV umístěna v nejnižším místě. Kanalizace je díky malým průtočným profilům náchylnější na ucpávání, a proto se osazují lapače pevných částí (septik). Tento systém se používá v USA a Austrálii. [3]

Výhody:

- nízké pořizovací a provozní náklady;
- potrubí kopíruje terén v nezámrzné hloubce;
- nízké nároky na čištění vody.

Nevýhody:

- nakládání s odpadem z lapačů pevných částí;
- není vhodná pro hustě obydlené území.



Obr. 3.10 Schéma maloprofilové kanalizace [3]



## 4 CENTRALIZOVANÝ ZPŮSOB ČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD

Centralizovaný způsob je založen na odvádění OV veřejnou stokovou sítí na centrální ČOV, která se obvykle umísťuje mimo intravilán poblíž vodního zdroje, do kterého se vypouští vyčištěná odpadní voda. Obecně lze čištění OV rozdělit na intenzivní a extenzivní postupy. Intenzivní přístup čištění OV je nejčastěji používán v hustě osídlených oblastech. Tyto postupy pracují na principu biologického odstranění znečišťujících látek v relativně krátkém čase. Naopak extenzivní postupy více dbají na přírodní odstraňování znečišťujících látek, které probíhá v kořenových čistírnách, stabilizačních nádržích a zemních filtrech. Provoz těchto systémů je jednoduchý a méně nákladný, ale má také svoje nevýhody. Nejpodstatnější nevýhodou je velký nárok na plochu, kterou tyto čistírny potřebují ke správné funkci. Účinnost čištění odpadních látek je nižší než při využití intenzivních systémů. [12]

Výhody:

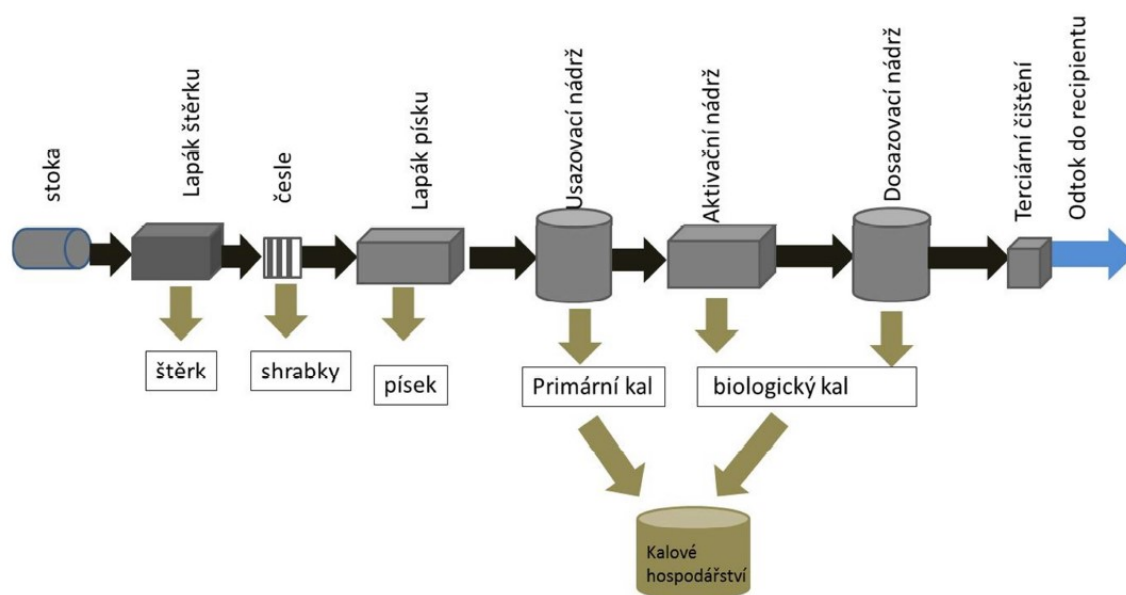
- vysoká účinnost čištění;
- centrální kontrola kvality vypouštěných vod.

Nevýhody:

- vysoká energetická náročnost;
- nutnost kvalifikovaného personálu;
- vysoké náklady na výstavbu kanalizační sítě;
- v případě jednotné kanalizace ředění OV. [11]

### 4.1 MECHANICKO-BIOLOGICKÉ ČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD

Samotná čistírna se skládá z více stupňů čištění. Minimálně se používají dva stupně, první stupeň je vždy mechanický a druhý je biologický. Často se do systému přidává i třetí stupeň (terciální čištění), který zajistí dočištění odpadní vody (např. odstranění zbytku fosforu, nerozpustných látek a patogenů).



Obr. 4.1 Schéma technologické linky mechanicko-biologické ČOV [11]

#### 4.1.1 Mechanické čištění odpadních vod

Cílem mechanického čištění je odstranit hrubé nečistoty a nerozpustné látky z odpadní vody, aby nedocházelo k zanášení ostatních objektů na ČOV. Používají se procesy založené na jevech sedimentace (lapáky písku, lapáky štěrku), flotace (lapáky tuků a olejů) nebo cezení (česle, síta). Při mechanickém čištění se odstraní 15–30 % organického znečištění vyjádřeného jako  $BSK_5$ . [3] [11]

##### *Česle a síta*

Česle odstraňují hrubé a plovoucí nečistoty (větve, plasty, hadry, papíry). Podle vzdálenosti jednotlivých česlic rozeznáváme česle hrubé (průliny 5–20 cm) a jemné (průliny 10–20 mm). Umísťují se na nátok odpadní vody do čistírny, na větších ČOV se jemné česle budují hned za hrubými. Shrabky jsou stírány buď ručně, nebo strojně. Shrabky obsahují 15–20 % minerálních látek a dále se s nimi pracuje v odpadovém hospodářství. Síta zachytávají látky větší než 1 mm a můžeme je rozdělit na spádová, samočisticí, bubnová pohyblivá a bubnová nepohyblivá. Rotační síta se uplatňují v potravinářském průmyslu. [3]

##### *Lapáky písku*

Lapáky písku slouží k odstraňování písku a minerálních látek nerozpustných ve vodě s vyšší měrnou hmotností než voda. Lapák zachycuje částice větší než 0,2 mm. Průtočná rychlost nesmí klesnout natolik, aby docházelo k usazování kalových částic s vysokým obsahem organických látek. Lapák písku se navrhuje vždy u jednotné stokové sítě z důvodu vysokého podílu písku v přívalových deštích. Rozlišujeme lapáky jak s horizontálním

průtokem, tak i vertikálním. Horizontálními lapáky mohou být např. komorový, šterbinový a komorový s kontrolovanou rychlostí. Mezi lapáky vertikální se řadí vírové, provzdušňované a odstředivé s příčnou cirkulací. Produkce písku je 5–12 l/rok na obyvatele. Vytěžený a propraný písek se likviduje rozmetáním po půdě nebo ukládáním do jam. [9] [11]

### ***Lapáky tuků a olejů***

Návrh lapáku tuků a olejů se posuzuje individuálně podle složení odpadní vody a průmyslových nebo občanských objektů, jež mohou zvýšit množství tuků a olejů v odpadní vodě. Primárně by se toto znečištění mělo odstraňovat přímo u zdroje znečištění. [4] Nejčastěji se používají odlučovače typu Lapol. Odpadní voda protéká nádrží oddělenou normou stěnou tak, aby se vyplavené tuky nesmíchaly na odtoku s vyčištěnou vodou. Další možností je odstranění tuků pomocí flotace. Flotace je separační proces, při kterém se tuky spojují s mikrobublinkami plynu vháněnými do nádrže aeračním zařízením, a tím se vynášejí k hladině, kde tvoří vrstvu pěny. [11]

### ***Usazovací nádrže***

V těchto nádržích se separují suspendované látky usazováním. Sedimentaci je možné rozlišit na prostou a rušenou. Usazovací nádrže můžeme rozdělit na primární a sekundární. Primární usazovací nádrže slouží jako předčištění před biologickým stupněm. Tímto způsobem se odstraní 25–40 % BSK<sub>5</sub> v závislosti na době zdržení. U ČOV z kategorie 500–2000 EO se nenavrhují primární usazovací nádrže z důvodu jednoduššího technologického schématu a lepší stabilizace kalu. Sekundární nádrže (také jako dosazovací nádrže) separují vločky biologického kalu vzniklých při biologickém čištění OV. Část odebraného kalu se vrací přes recirkulaci do aktivační nádrže a přebytečný sekundární kal do kalového hospodářství. [4] [11]

Usazovací nádrže dělíme podle tvaru a průtoku na pravoúhlé nebo kruhové vždy s horizontálním nebo vertikálním průtokem. Další typy nádrží jsou šterbinové, lamelové a etážové. V nádržích musí být navrženo zařízení na stírání kalu, např. mostový nebo řetězový shrabovák. [3]

## **4.1.2 Biologické čištění odpadních vod**

Cílem biologického čištění je odstranit neusaditelné organické látky působením mikroorganismů za aerobních nebo anaerobních podmínek. Mikroorganismy se vyskytují v aktivovaném kalu nebo u biofilmových reaktorů na biofilmovém nosiči. Proces biologického čištění je závislý na mnoha faktorech, např. na obsahu kyslíku ve vodě, pH, teplotě, typu znečištění, přítomnosti toxických látek a použité metodě čištění.

Základním principem všech biologických čistírenských procesů jsou biochemické oxidačně redukční rovnice. Rozhodujícím faktorem pro rozdělení těchto reakcí je konečný akceptor elektronů a s tím související hodnota oxidačně-redukčního potenciálu. [9] [11]

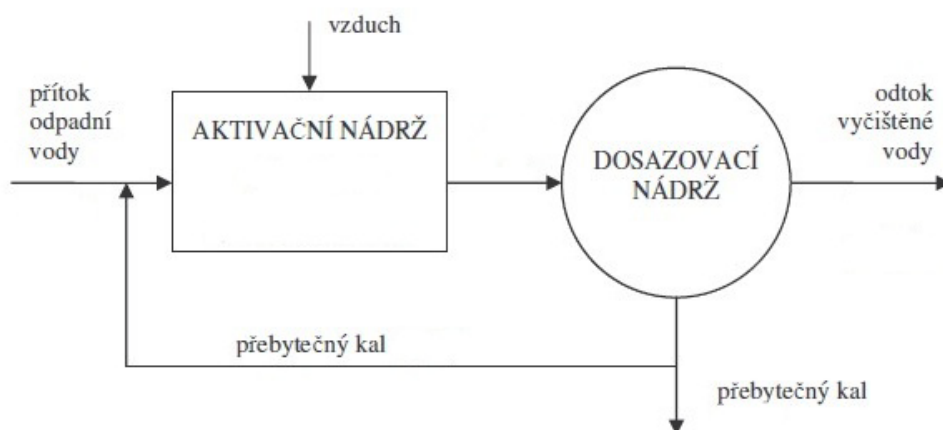
Rozdělení biologických procesů [11]:

- **Oxická zóna:** konečným akceptorem elektronů je rozpuštěný kyslík, probíhá oxidace organických látek a nitrifikace.
- **Anoxická zóna:** rozpuštěný kyslík není přítomen, dusitanový a dusičnanový dusík slouží jako konečný akceptor elektronů, probíhá nitrifikace.
- **Anaerobní zóna:** kyslík je přítomný pouze jako vázaný ve sloučeninách, konečným akceptorem elektronů je vlastní organická látka, část molekuly se oxiduje a část redukuje, probíhá anaerobní acidogeneze a methanogeneze.

Procesy biologického čištění pomocí aktivovaného kalu jsou konstrukčně a materiálně skoro stejné, proto hlavní rozdíl v těchto technologiích spočívá ve vzájemném umístění a střídání oxických, anoxických a anaerobních zón v technologické lince. Různými kombinacemi může vzniknout až tucet odlišných systémů. [14]

### ***Aktivační nádrže***

V aktivačních nádržích probíhá vlastní proces aktivace. Princip aktivace je čištění OV za přítomnosti aktivovaného kalu, který vzniká smísením odpadní vody s vratným kalem a následným provzdušněním v aktivační nádrži. Aktivovaná směs odtéká do dosazovací nádrže, kde se separuje aktivovaný kal od vyčištěné vody. Část aktivovaného kalu se vrací recirkulací zpět do aktivační nádrže, podíl vratného kalu je 30–50 %. Provzdušňování probíhá stlačeným vzduchem, mechanickými aerátory, ejektory a injektory nebo kombinací více zařízení. [2] [3]



Obr. 4.2 Schéma aktivace [2]

Kvalita biologicky vyčištěné odpadní vody závisí na kvalitě přiváděné OV na čistírnu, na jejím vybavení a parametrech provozu. Mezi základní technologické parametry aktivační nádrže patří: doba zdržení OV, objemové zatížení, koncentrace suspendovaných látek aktivovaného kalu, zatížení kalu, stáří kalu. [2]

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

- směšovací aktivace;
- aktivace s postupným tokem;
- postupně zatěžovaná aktivace;
- odstupňovaná aktivace;
- aktivace s oddělenou regenerací kalu;
- aktivace se zkrácenou dobou zdržení;
- rychloaktivace;
- aktivace s cirkulací aktivační směsi;
- oběhová aktivace. [11]



Obr. 4.3 Oběhová aktivační nádrž na ČOV Bochov (1200 EO) [15]

### ***Zkrápěné biologické kolony***

Princip čištění je obdobný jako v případě čištění aktivací. Mikroorganismy rozkládají za přítomnosti kyslíku a organické hmoty znečišťující látky v OV, zásadní rozdíl je v nosiči biofilmu. Zatímco v aktivaci se mikroorganismy udržují ve vznosu, u zkrápěných kolon se vytváří biofilm na pevných nosičích. Těmito nosiči mohou být např. šterk, ocel nebo dřevo, ale v současnosti se již nepoužívají. Nejčastějším materiálem jsou volně sypané plasty nebo

bloková náplň z plastu uložené na děrovaném roštu. Výška náplně bývá 3–4 m. Odpadní voda je rovnoměrně vypouštěna po celém průřezu kolony pevnými zkrápěči, nebo častěji Segnerovým kolem. Odpadní voda protéká náplní uvnitř kolony, kde ve styku s biofilmem probíhá její čištění, poté je vyčištěná voda odváděna do dosazovací nádrže. Důležitým kritériem je vzduch uvnitř kolony, nejčastěji se využívá rozdíl teplot uvnitř a vně kolony (komínový tah), ojediněle se používá nucené větrání. [16]

Celková redukce organického znečištění dosahuje cca 80 %. V případě vyšších požadavků na čištění OV je nutné umístit terciální stupeň čištění, doporučuje se osazovat za biologický stupeň stabilizační nádrž. [3]

Výhody:

- nenáročnost na obsluhu a údržbu;
- nízká spotřeba energie a nízké provozní náklady;
- dobré zahušťovací vlastnosti biomasy.

Nevýhody:

- nekontrolovatelná doba zdržení biomasy;
- vyšší citlivost na změny teplot;
- je potřeba kvalitní předčištění;
- možnost zamrzání u nadzemních filtrů.



Obr. 4.4 Zkrápěná biologická kolona se Segnerovým kolem [17]



## ***Rotační diskové reaktory***

Biofilm je umístěn na pevných discích, které se otáčí kolem své horizontální osy. Disky jsou umístěny v polokruhovém žlabu a ponořeny z 25–40 % v odpadní vodě. Biofilm je střídavě vystaven oxické a anoxické zóně, a tím je zajištěn přísun vzduchu a organického substrátu pro čisticí proces. Přebytková biomasa odtéká spolu s odpadní vodou do dosazovací nádrže, kde se separuje od vyčištěné vody. Pro větší účinnost čisticích procesů se doporučuje umístit za sebe více diskových jednotek oddělených přepážkami, v takto vzniklém systému dosahuje účinnost odstranění organického znečištění 80–90 %. Průměr disků se volí v rozmezí 0,5–3 m, tloušťka disku je 10–20 mm, vzdálenost mezi diskem je 10–40 mm. Rychlost rotace disků se doporučuje mezi 3–6 otáčkami za minutu. Nejčastějším materiálem disků jsou plasty. [3]

Výhody:

- jednoduchost konstrukce a provozu;
- nízká spotřeba energie;
- nenáročná obsluha;
- dobré vlastnosti produkovaného kalu.

Nevýhody:

- požadována adekvátní předběžná úprava;
- omezená flexibilita provozu;
- při delší nečinnosti disků vznikají problémy. [3]



*Obr. 4.5 Rotační diskové reaktory [3]*

## 4.2 KOŘENOVÉ ČISTÍRNY ODPADNÍCH VOD

Moderní řešení likvidace OV pro obce do 2000 EO jsou přírodní kořenové (vegetační) čistírny. Kořenové čištění je založeno na samočisticích procesech vyskytujících se v přírodě, které probíhají v půdním vodním a mokřadním prostředí. Čistící procesy lze rozdělit jako fyzikální (sedimentace a filtrace), chemické (sorpce, rozklad a přeměna odpadních složek, oxidační a redukční procesy) a biologické. Kořenové čistírny odpadních vod (KČOV) se dělí podle směru proudění na horizontální, vertikální a radiální. Pro obce do 2000 EO se nejčastěji používají KČOV s horizontálním prouděním. [18] [19]

KČOV nejsou vhodné pro odpadní vody obsahující vysoký obsah organického znečištění, vysoké množství tuků a olejů, pro extrémně kyselé nebo zásadité vody a toxické látky. [18]



*Obr. 4.6 KČOV Čistá u Rakovníka (800 EO) [21]*

Výhody:

- ekologický charakter čištění a příznivější začlenění do životního prostředí;
- nízké provozní náklady;
- minimální spotřeba elektrické energie;
- jsou schopny čistit OV s nízkou koncentrací organických látek;
- možnost přerušení provozu.



Nevýhody:

- velké nároky na plochu;
- závislost čistících procesů na klimatickém prostředí;
- nejsou vhodné pro odstraňování amoniaku a fosforu;
- nižší čistící účinek v zimním období. [18]

#### 4.2.1 Předčištění

Důležitým požadavkem pro bezproblémový a účinný chod KČOV je kvalitní mechanické předčištění OV. Důsledkem neúplného odstranění nerozpustných látek může nastat ucpání filtračního lože. Nejvhodnější je kombinace česlí a štěrbinové usazovací nádrže, popřípadě se doplní lapákem písku a šterku. U jednotné kanalizace je třeba osadit odlehčovací komoru, která zajistí postupné zatěžování usazovací nádrže, čímž se zamezí zanášení filtračního lože vyplaveným kalem. [20]



*Obr. 4.7 Česle a lapák písku na KČOV Kámen u Havlíčkova Brodu [21]*

## 4.2.2 Kořenové čištění

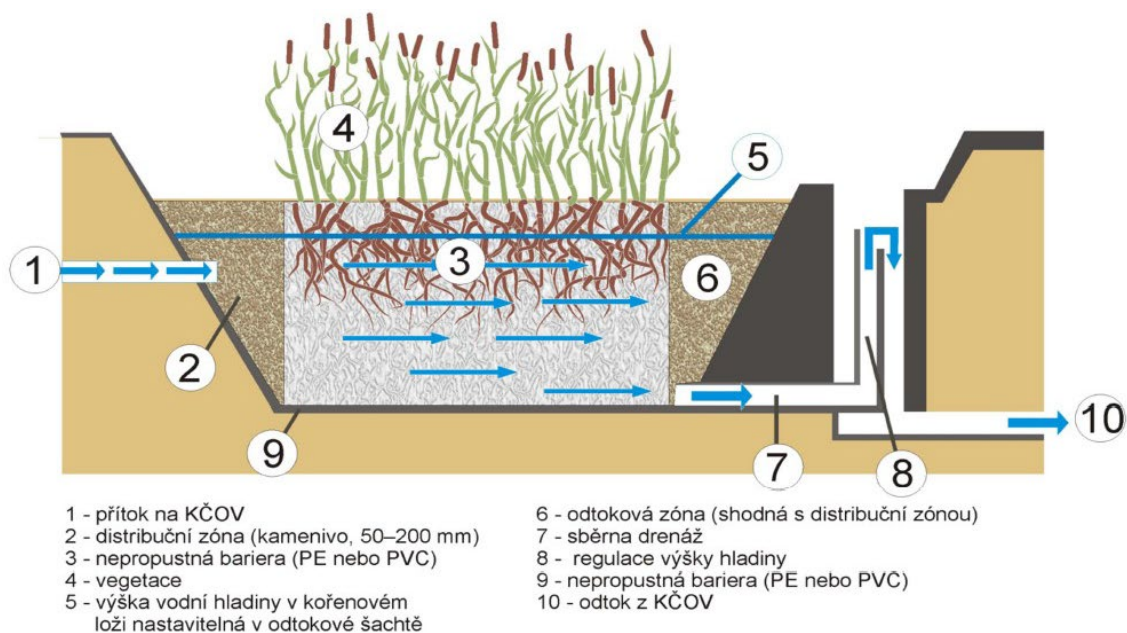
Vlastní čištění probíhá ve filtračním loži tloušťky 60–80 cm. Nejčastěji se používá praný šterk, drcené kamenivo, kačírek nebo umělé filtrační materiály s frakcí zrnitosti 4/8 nebo 8/16. Nedoporučuje se kombinovat různé frakce kameniva kvůli možnosti nedokonalého promísení a následného vzniku zkratových proudů. Rozvodné proudy jsou vyplněny hrubým kamenivem (50–200 mm), aby se odpadní voda rovnoměrně rozvedla po celém profilu nátokové hrany. Při běžném provozu se hladina odpadní vody udržuje 5–10 cm pod povrchem filtračního lože. Filtrační lože je odděleno od terénu PVC nebo PE fólií. Fólii je nutné chránit geotextílií, aby nedošlo k protržení při navážení kameniva. [21]

Filtrační lože je doplněno vodními rostlinami, které se aktivně podílí na biologickém rozkladu znečišťujících látek obsažených v odpadní vodě a které vytváří příznivé podmínky pro rozvoj mikroorganismů. V našich klimatických podmínkách je jejich hlavní funkcí izolace a zateplení filtračního lože v zimních měsících. Rostliny navíc plní funkci estetickou v době květenství. Vodní rostliny nejsou náchylné na změny složení odpadní vody, např. na náhlé změny pH, periodické zaplavení, nedostatek kyslíku nebo vysoký obsah solí. Nejčastěji používané rostliny jsou:

- orobinec širokolistý;
- rákos obecný;
- chrastice rákosovitá;
- zblochan vodní;
- zevar vzpřímený;
- kosatec žlutý;
- sítina rozkladitá. [19]

### *Horizontální filtrační pole*

Odpadní voda protéká filtračním polem gravitačně, tedy kontinuálně. Horizontální pole se vyznačuje především anoxickou, někdy až anaerobní zónou. Systémy s horizontálním průtokem mají nižší čistící účinnost odstraňování  $\text{N-NH}_4^+$ , což má za příčinu vytváření šedobílého povlaku na odtoku do recipientu. V horizontálním poli dochází často k ucpávání povrchu ve směru proudění, obvykle je toto ucpávání způsobeno špatným návrhem mechanického předčištění. [20] [21]



Obr. 4.8 Typické uspořádání horizontálně protékaného filtru [11]

Alternativou s vyšší čisticí účinností je použití zařízení, které zajistí nepravidelné (pulzní) vypouštění OV na odtoku. Zařízení umožní automatické vypouštění OV při dosažení maximální úrovně hladiny ve filtračním poli. Tento systém zajistí lepší přestup kyslíku do odpadní vody. [20]

Výhody:

- nejlevnější řešení při rekonstrukci;
- bez nutnosti obsluhy čistírny;
- nulové provozní náklady;
- nulová spotřeba elektrické energie.

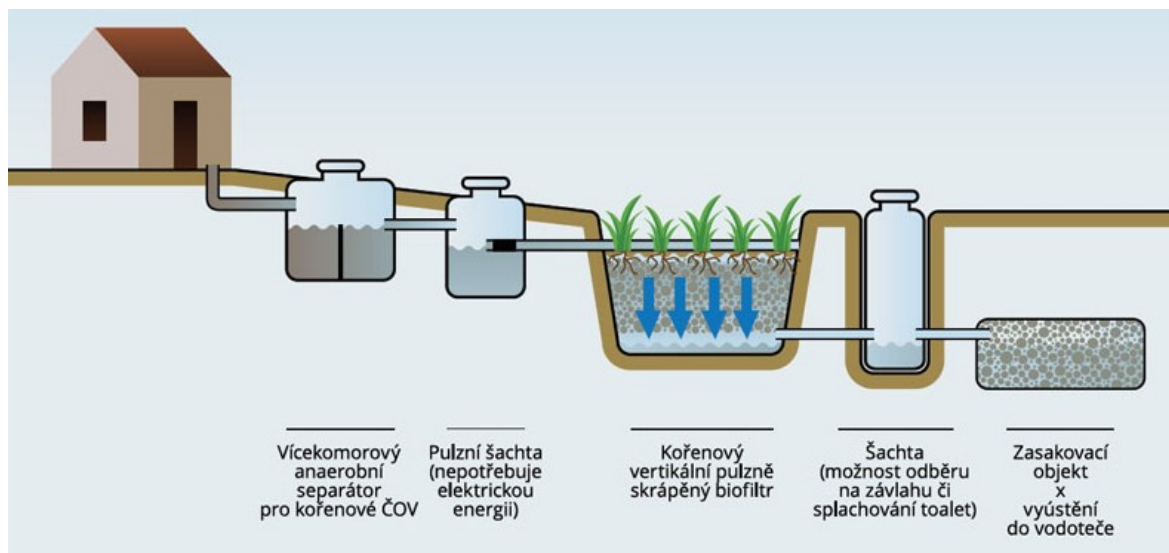
Nevýhody:

- nižší účinnost čištění  $N-NH_4^+$ ;
- nutné kvalitní předčištění. [20]

### **Vertikální filtrační pole**

Čištění OV na vertikálně protékaném filtru je nejúčinnější při použití pulzně napouštěného a zároveň zkrápěného filtračního lože. Účinnost čištění dosahuje 90–95 % parametrů  $CHSK_{Cr}$ ,  $BSK_5$  a  $N-NH_4^+$ . Zkrápění dodává do OV mnohonásobně vyšší množství

kyslíku než zatopené vertikální filtry. Potrubí se navrhuje užších profilů DN 40, které zajistí vyšší rychlosti a zabrání zanášení potrubí. V potrubí je téměř stejná tlaková výška, a tím i rovnoměrné rozdělení OV na celou plochu filtru. [20]



Obr. 4.9 Uspořádání vertikálně zkrápěného filtru [19]

Výhody:

- menší nároky na plochu;
- $\text{N-NH}_4^+$  odstraňuje i v zimě;
- minimální zápach – aerobní prostředí.

Nevýhody:

- vyžaduje dostatečný spád terénu;
- složitější návrh potrubí. [20]

### 4.3 BIOLOGICKÉ NÁDRŽE

Biologické nádrže nacházejí uplatnění při čištění splaškových vod z jednotlivých domácností, menších obcí, organicky nízkozatížených zemědělských odpadních vod nebo jako dočištění za mechanicko-biologickou čistírnou. V nádržích se využívá fyzikálních, chemických, biologických procesů a samočisticích pochodů. Čistící účinek závisí na složení a množství OV, podílu balastních vod, teplotě, intenzitě samočisticích procesů, kvalitě předčištění surové odpadní vody, tvaru a počtu biologických nádrží, hydraulických podmínkách v nádržích, způsobu a rozsahu okysličování vody v nádržích. [18]

Mechanické předčištění je stejně důležité jako u KČOV a probíhá totožně. Biologické nádrže mohou být pravidelného (obdélníkového, čtvercového, lichoběžníkového) nebo nepravidelného tvaru. Důležitým faktorem pro efektivní provoz nádrže je rovnoměrný nátok a odtok, který je zajišťován zvýšeným počtem vtoků a nátoků. Hloubka nádrže se navrhuje 1,8–4,5 m, u nízkozatěžených je hloubka 0,8–1,4 m. Dno nádrže se uvažuje ve sklonu 0,5–1 % k výpustnému objektu. Teoretická doba zdržení OV v nádrži je alespoň 5 dní, doporučuje se však 8–12 dní. [18] [22]



Obr. 4.10 Biologická nádrž [23]

Výhody:

- jednoduché stavební řešení;
- malé nároky na vybavenost;
- jsou schopny čistit výrazně zředěné OV.

Nevýhody:

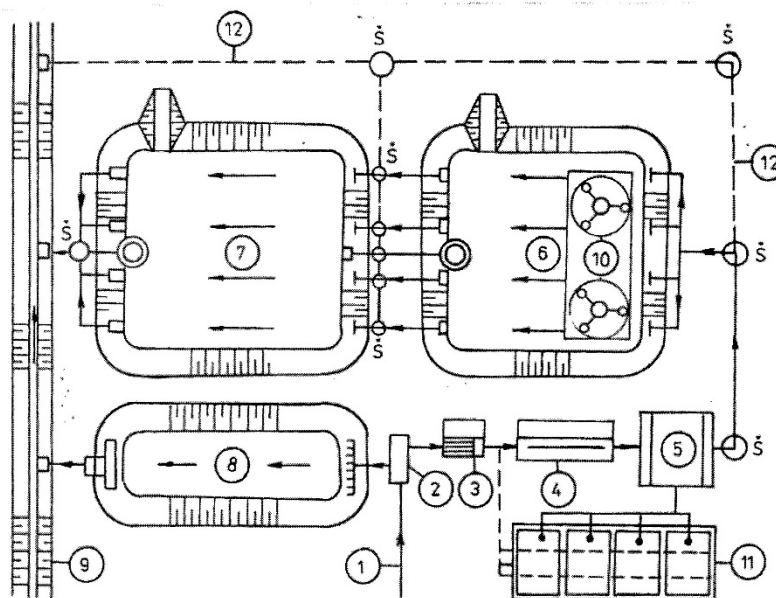
- velké nároky na plochu;
- nutno těžit biomasu a sedimenty;
- závislost účinnosti čištění na klimatických poměrech;
- eutrofizace vod v aerobním prostředí. [22]

### 4.3.1 Aerobní nádrže

Mikrobiální čistící procesy jsou závislé na množství kyslíku v nádrži, který se do nádrže dostává s přiváděnou odpadní vodou, v letních měsících je největší produkce kyslíku



způsobena fotosyntézou řas, naopak v zimních měsících je produkce řas minimální a je nutné provzdušňovat přidavnou aerací, používají se hladinové aerátory, mikrobublinová aerace z potrubí a provzdušňovací ejektory. Zkratové proudy mají nepříznivý účinek na čisticí proces, proto je vhodné rozdělit nádrž na dvě nebo více protékajících sekcí. [22]



Obr.2 Blokové schéma uspořádání aerobních biologických nádrží: 1 - přívod odpadní vody, 2 - dešťový oddělovač, 3 - česle, 4 - lapák písku, 5- štěrbinová nádrž, 6,7 – aerobní biologické nádrže, 8 - dešťová usazovací nádrž (zdrž), 9 - vodní tok, 10 - hladinové aerátory, 11 - kalová pole, 12 - obtoky

Obr. 4.11 Schéma uspořádání aerobních biologických nádrží [18]

### 4.3.2 Anaerobní nádrže

Anaerobní procesy probíhají v bezkyslíkatém prostředí. Vliv na čisticí proces má především teplota, průběh při teplotách pod 10 °C je značně omezený. V závěrečné fázi anaerobního procesu se celý proces urychlí přidavnou aerací. Účinnost čištění v těchto nádržích může dosahovat až 99 % BSK<sub>5</sub>. Doprovázeným jevem anaerobního čištění je zápach. Nejčastěji se tyto nádrže používají jako sezónní čištění pro různá průmyslová odvětví, např. v cukrovarech, lihovarech a škrobárnách. [18]

### 4.3.3 Fakultativní nádrže

Fakultativní nádrže kombinují aerobní a anaerobní čištění pro lepší čisticí účinek. V první nádrži probíhá předčištění anaerobními procesy a v poslední aerobními biologickými procesy. Nádrže mají kratší dobu zdržení (1–6 týdnů) a pracují při vyšším organickém zatížení. Do aeračního prostředí se přidávají aerátory obdobně jako u klasické aerační nádrže. [22]

## 5 DECENTRALIZOVANÝ ZPŮSOB ČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD

Decentralizovaný systém nakládání s odpadními vodami se zaměřuje na akumulaci a čištění OV co nejbližší místu vzniku znečištění. Čistírny OV v kategorii do 50 EO se budují přímo pro jednotlivé stavby nebo skupiny těchto staveb. Decentralizované systémy se převážně navrhují pro obce s malým počtem obyvatel nebo pro oblasti s roztroušenou zástavbou, kde by bylo ekonomicky nevýhodné budovat kanalizační síť s centrální ČOV.

Vypouštění vyčištěných odpadních vod se uskutečňuje do povrchových vod (upravuje NV č. 401/2015 Sb.), do podzemních vod (upravuje NV č. 57/2016 Sb.) či do stávající kanalizační sítě, která není zakončena ČOV. V neposlední řadě může být OV využívána v domácnosti jako voda užitková. [9]

### 5.1 ŽUMPA

Žumpa je bezodtoková vodotěsná jímka určená k akumulaci splaškové vody. Obsah žumpy není možné za žádných podmínek vypouštět do vodních toků, ani jím hnojit vegetaci zahrady či pole. Je důležité pravidelně kontrolovat naplnění žumpy a při překročení maximální hladiny odstavit vnitřní kanalizaci do doby, než bude obsah vyvezen například na ČOV, kde bude hygienicky zneškodněn. Jímku umísťujeme tak, aby byl zajištěn přístup a příjezd fekálního vozu. Pro čtyřčlennou rodinu uvažujeme žumpu o velikosti asi 10 m<sup>3</sup> při intervalu vyvážení 2× za měsíc. Doporučená velikost žumpy i s rezervou je 20 m<sup>3</sup>. Do žumpy není dovoleno přivádět dešťové vody, jednak se nařadí splaškové vody, čímž se sníží účinnost čištění na ČOV, a s ohledem na cenu za jeden vývoz cca 1000 Kč/měsíc (při vzdálenosti do 25 km) by to bylo neekonomické. Tvar žumpy je obvykle kruhový nebo obdélníkový se sklonem dna min. 2 % k místu čerpání. [4] [9]

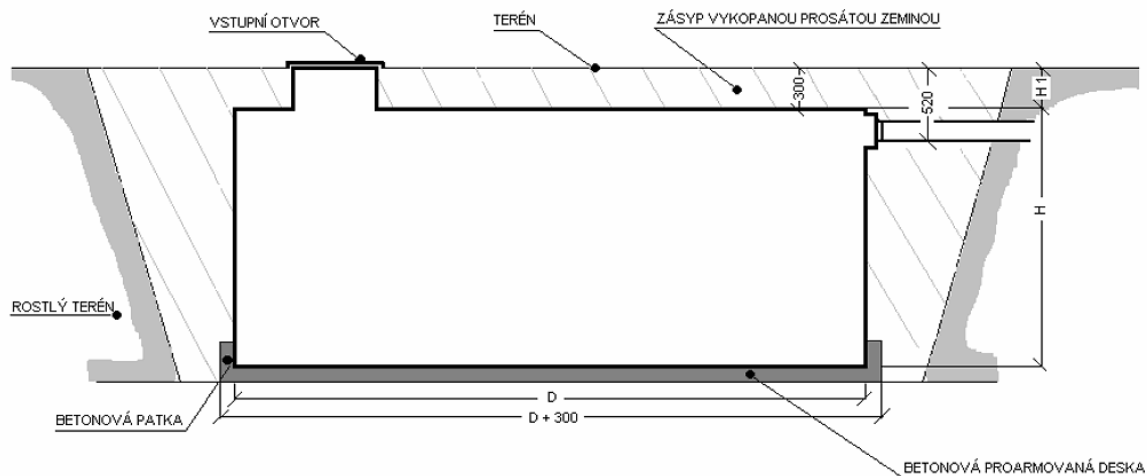
Vhodnost použití pro:

- rekreační objekty nebo domy bez vodovodů;
- obytné domy a rekreační objekty, kde nelze vyčištěné vody vypouštět ani zasakovat;
- obytné domy, které budou v blízkém časovém horizontu napojeny na centrální ČOV.

Nevýhody:

- vysoké pořizovací náklady;
- vysoké provozní náklady;
- poměrně velký zastavěný prostor;

- možnost zápachu při manipulaci s odpadem. [9]



Obr. 5.1 Podélný řez žumpou [24]

## 5.2 SEPTIK SE ZEMNÍM FILTREM

Septik je průtočná nádrž o dvou či třech komorách sloužící k zachycení nerozpustných látek. V septiku probíhá anaerobní rozklad pevných a plovoucích částic a tím dochází ke snížení organického znečištění až o 30 %. Tato hodnota je závislá na době zdržení, která se doporučuje v rozmezí 3–5 dní. Orientační objem septiku se uvažuje 0,6 m<sup>3</sup>/obyvatele, minimálně však 3 m<sup>3</sup>. Anaerobní procesy produkují kal, který se usazuje na dně nádrže. Kal je nutné minimálně 1× ročně vyvážet. Samostatný septik má nedostatečnou účinnost, a proto se doplňuje například zemním filtrem. [4] [9]

Zemní filtr se skládá z horní rozváděcí drenáže, filtračního lože a dolní sběrnou drenáží. Těleso samotného filtru je odděleno od okolní zeminy vodotěsnou fólií. Rozvodná drenáž se navrhuje s minimální světlostí DN 100 a je obsypána štěrkem. Vrstva filtračního lože je vysoká 0,6–1,0 m a skládá se z tříděného písku o velikosti zrn 2–4 mm. Doporučuje se využívat materiály obsahující ionty železa. Sběrný drén je opatřen odvětrávacím potrubím. Plocha celkové filtrační plochy se stanoví z průměrného denního množství OV a z hydraulického zatížení. Orientačně lze uvažovat 1–5 m<sup>2</sup> na 1 EO. Účinnost čištění septiku se zemním filtrem může dosahovat až 95 % celkového BSK<sub>5</sub>. [9]

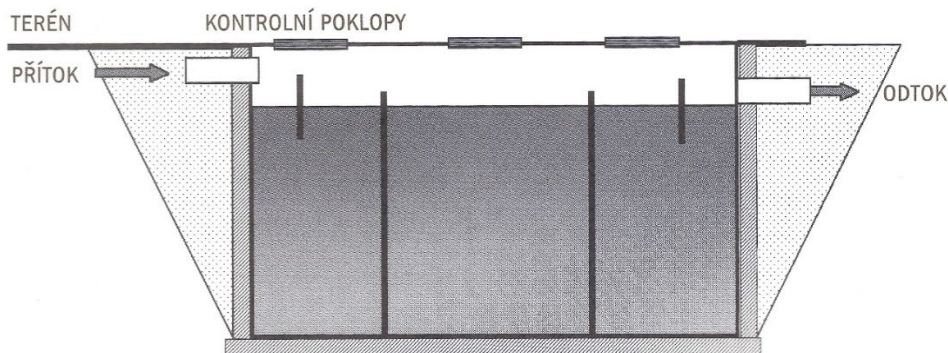
Výhody:

- nízké provozní náklady;
- nulová spotřeba elektrické energie;
- poměrně vysoká účinnost čištění.

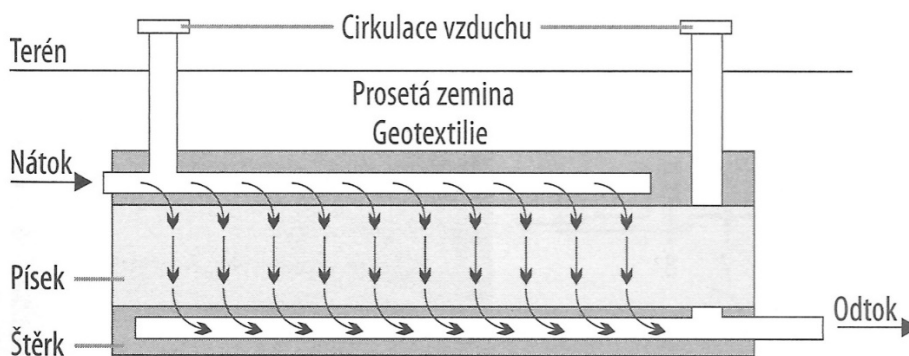


Nevýhody:

- omezená životnost filtrů cca 15 let;
- vysoká spád na filtru cca 0,9–1,2 m;
- větší zastavěná plocha. [9]



Obr. 5.2 Tříkomorový septik [9]



Obr. 5.3 Schéma zemního filtru [9]

### 5.3 DOMOVNÍ ČISTÍRNA ODPADNÍCH VOD

Domovní čistírna odpadních vod je nejdokonalejší decentralizovaný způsob čištění OV z domácností. Princip fungování malých domovních čistíren je stejný jako u těch velkých biologických. Zpravidla se vždy jedná o aerobní nebo anaerobní procesy, které využívají mikroorganismy na rozklad organického znečištění. Detailní popis těchto technologií je uveden v kapitole 4.1. DČOV mohou být s kontinuálním průtokem (více nádrží nebo jedna nádrž rozdělena přepážkami) a s přerušovaným průtokem (jedna nádrž pracující ve více cyklech). [9]

Na trhu existuje mnoho DČOV od různých výrobců, které se liší technologií, účinností čištění, manipulací a údržbou. Některé čistírny jsou vhodné pro celoroční provoz, jiné se využívají jen sezónně, např. v chatových oblastech. Každá domovní čistírna musí mít

certifikaci CE s uvedenou hodnotou zbytkového znečištění nebo minimální účinností čištění. Výrobci DČOV v ČR jsou například ASIO, TopolWater, Sineko, Envi-Pur, Ekoplast a další.

Vyčištěné OV se vypouští do vodního recipientu na základě minimální účinnosti čištění předepsané v NV 401/2015 Sb., takové DČOV se dělí do tří kategorií. V případě vypouštění vyčištěných OV do podzemních vod musí být splněny přísnější limity na minimální účinnost čištění uvedené v NV 57/2016 Sb. a musí být zpracován hydrogeologický posudek. DČOV které splňují tyto limity jsou též označovány jako PZV. [25] [26]

Kategorie DČOV podle NV 401/2015 Sb. [25]:

- *Kategorie I – DČOV určené pro obvyklé vypouštění do vod povrchových. S DČOV kategorie I se uvažuje jako s obvyklým řešením pro většinu lokalit, ve kterých se využití DČOV předpokládá, a to zejména tam, kde se prokáže, že použitím zařízení této kategorie nebudou překročeny normy environmentální kvality.*
- *Kategorie II – DČOV, u nichž je vyšší účinnost odstranění uhlikatého znečištění a stabilní nitrifikace nutná vzhledem ke zvýšené ochraně povrchových vod, zejména tam, kde zvýšený obsah amoniaku může působit toxicky na vodní ekosystémy a tam, kde malá vodnost toku nezaručuje dosažení norem environmentální kvality a požadavků na užívání vod uvedených v příloze č. 3 k tomuto nařízení. DČOV musí garantovat při navrhovaném zatížení dostatečné aerobní stáří kalu, tj. větší objem aktivace ve srovnání s kategorií I nebo jiný konstrukční prvek zaručující zvýšení koncentrace vhodných mikroorganismů v systému např. nosič biomasy apod.*
- *Kategorie III – DČOV, u nichž je vyšší účinnost nitrifikace, částečné odstraňování dusíku denitrifikací a odstranění fosforu nutné z důvodu vypouštění do vod povrchových s přísnějšími požadavky z důvodu užívání vod pro vodárenské účely apod. Jedná se nejčastěji o DČOV kategorie II, doplněné např. membránovou filtrací nebo jiným dalším stupněm čištění – chemickým srážením, filtrací (pískový filtr, zemní filtr), sorpcí apod. Tyto DČOV musí být vybaveny odděleným prostorem pro akumulaci kalu.*

Tab. 5.1 Minimální účinnost čištění pro kategorie DČOV označovaných CE v % [25] [26]

Třída čistírny odpadních vod	CHSK <sub>cr</sub>	BSK <sub>5</sub>	N-NH <sub>4</sub>	N <sub>celk</sub>	P <sub>celk</sub>
I	70	80	-	-	-
II	75	85	75	-	-
III	75	85	80	50	80
PZV	90	95	-	50	40

Pokud chceme využívat vyčištěnou odpadní vodu jako užitkovou vodu v domácnosti (splachování WC, mytí techniky, závlaha), musíme odtok doplnit technologií na hygienizaci vody, například UV záření nebo stále oblíbenější membránové bioreaktory. Vyčištěné OV jsou akumulovány v zásobní nádrži. [4]

Kaly z čistíren se obvykle zpracovávají kompostováním a následným využitím v zemědělství na pozemku vlastníka nebo mohou být odváženy na centrální čistírny odpadních vod. DČOV obsahují buď jímku určenou pro akumulaci kalu, nebo jsou již vybaveny zařízením na odvodnění kalu (filtrační koš), což sníží celkový objem kompostovaného kalu. [4]

Výhody:

- snadná obsluha;
- nízké provozní náklady;
- srovnatelná účinnost čištění s centrálními čistírnami OV;
- minimální nároky na zastavěnou plochu;
- provoz bez zápachu.

Nevýhody:

- vyšší citlivost na chemické znečištění;
- mikroorganismy jsou náchylné na změny teplot a nerovnoměrný nátok;
- možnost zamrznutí.



Obr. 5.4 Příklad DČOV AS-IDEAL PZV od firmy ASIO s.r.o., [27]

## 6 POROVNÁNÍ CENTRALIZOVANÉHO A DECENTRALIZOVANÉHO ZPŮSOBU ČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD

Při posuzování centralizovaných a decentralizovaných systémů jsou pro investora nejdůležitější kritéria hodnocení investiční a provozní náklady. V posledních letech se technologie čištění odpadních vod na malých a domovních čistírnách odpadních vod tak zdokonalily, že účinnost čištění dosahuje stejných kvalit jako u větších ČOV. Z toho důvodu se nemusíme vyhýbat navrhování i decentralizovaných systémů čištění OV.

Při navrhování DČOV musíme vždy počítat s tím, že nám pravděpodobně vodoprávní úřad nedovolí vypouštět vyčištěnou odpadní vodu vsakováním do podzemních vod pro celou obec. Vyčištěnou OV lze vypouštět do stávající kanalizační stoky a následně do vodního recipientu, přičemž podmínky takového vypouštění jsou dány emisními limity. Ze zkušeností víme, že největší problém je nekázeň a nezájem občanů o zajištění řádného čištění OV. S následným vypouštěním vyčištěné odpadní vody přes stávající stokovou síť je nutné k provozním nákladům přičíst i výši stočného.

Tab. 6.1 Porovnání centralizovaného a decentralizovaného systému čištění OV [28]

CENTRALIZOVANÝ SYSTÉM	DECENTRALIZOVANÝ SYSTÉM
Náklady na kanalizaci představují několikanásobek nákladů na samotnou ČOV.	Odpadají velké náklady na kanalizaci.
Základní kostru kanalizace je třeba stavět v jedné investiční akci.	Území obce lze řešit postupně, jednotlivé domy nebo skupiny domů nejsou vzájemně závislé.
Měrné náklady na centrální ČOV a její provoz jsou nižší.	Měrné náklady na DČOV nebo podobné decentralizované zařízení je vyšší.
Čím větší ČOV, tím může být provoz spolehlivější, účinky lepší, snáze se technologicky řídí a kontroluje.	Malé a DČOV často nejsou správně provozovány a chybí jim technologická kontrola.
V případě jednotné kanalizace je proces čištění nepříznivě ovlivněn dešťovými vodami.	Retence a zasakování srážkových vod v místě dopadu srážky je pro obec přijatelnější.
	Vodohospodářský orgán považuje vyčištěnou vodu stále za vodu odpadní, může nastat problém s následným odváděním.

## **7 KRITICKÉ ZHODNOCENÍ ŘEŠERŠE**

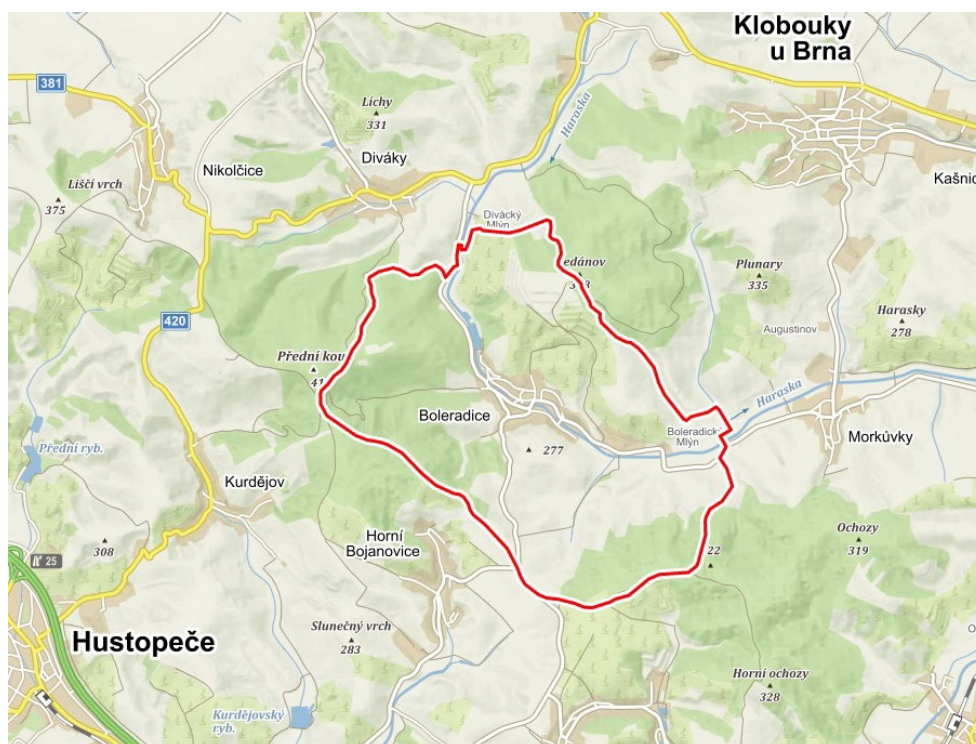
Rešeršní část této práce byla zpracována za pomoci knižních materiálů, materiálů v elektronické podobě, byly využity webové stránky a také vlastní materiály z přednášek. Informace z knižních zdrojů jsou obecného charakteru a nepopisují problematiku více do hloubky.

## 8 POSOUZENÍ VARIANT LIKVIDACE ODPADNÍCH VOD V OBCI BOLERADICE

V této části práce se zabývám návrhem a porovnáním možných variant odvádění a čištění odpadních vod v obci Boleradice. Cílem je určit investiční a provozní náklady jednotlivých variant a vzájemně je mezi sebou porovnat a doporučit nejlepší variantu.

### 8.1 ZÁKLADNÍ INFORMACE O OBCI

Městys Boleradice se nachází v Jihomoravském kraji, v okrese Břeclav asi 7 km severovýchodně od města Hustopeče. Obcí protéká potok Haraska. V roce 2018 bylo v obci evidováno 903 trvale žijících obyvatel. Obytnou zástavbu tvoří především rodinné domy. Obec se rozkládá v nadmořské výšce 200–225 m n. m. Obcí prochází silnice III. třídy. Celková katastrální výměra je 12,1 ha.



Obr. 8.1 Mapa záměrného území [30]

### 8.2 PLÁN ROZVOJE VODOVODŮ A KANALIZACÍ ÚZEMNÍCH KRAJŮ – PRVKUK

V obci je vybudovaná kanalizační síť jednotné kanalizace. Svádí veškeré srážkové vody z intravilánu a částečně i z extravilánu. Převážnou část srážkových vod odvádí potok Haraska. Kanalizace vybudovaná postupně, na základě dotací v jednotlivých letech, je vyústěná do potoka Harasky a to na dvaceti místech. Potrubí je z trub betonových, většinou



hrdlových. Technický stav je zhruba z 50 % nevyhovující. V údolní nivě potoka působí jako drén, což je příčinou průtoků balastních vod kanalizačním systémem. Do kanalizace jsou zaústěny domovní přípojky, a to buď přímo, nebo přes septiky nebo jímky na vyvážení. Stávající kanalizace je uložena v krajnicích vozovek nebo v zelených pásích vedle vozovek. [29]

Vzhledem k v podstatě nevyhovujícímu stavu stávající kanalizace z trub DN 300–800 se navrhuje její využití jako kanalizace dešťové a pro odvedení odpadních vod splašková kanalizace z trub DN 300 v dl. 6.567 m. Splaškové vody budou odváděny k likvidaci na mechanicko-biologickou ČOV pro 950 EO, která bude situována pod obcí u vodoteče Haraska. [29]

### 8.3 SOUČASNÉ ODKANALIZOVÁNÍ OBCE

V současné době je likvidace splaškových odpadních vod řešena pomocí bezodtokových jímek a septiků. Jímky jsou pravidelně vyváženy fekálním vozem. Septiky jsou napojené na stávající jednotnou kanalizaci a odpadní vody jsou vypouštěny do vodního recipientu Harasky.



*Obr. 8.2 Vnitřní pohled do stávající jednotné kanalizace [36]*

## 9 VARIANTY ODVÁDĚNÍ A ČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD

Varianty:

1. Oddílná gravitační kanalizace a mechanicko-biologická čistírna odpadních vod
2. Oddílná podtlaková kanalizace a mechanicko-biologická čistírna odpadních vod
3. Vybudování nových bezodtokových jímek a rekonstrukce stávajících jímek
4. Vybudování domovních čistíren odpadních vod

Navrhl jsem dvě varianty odvádění odpadních splaškových vod. První variantou odkanalizování je vybudování nové oddílné splaškové gravitační stokové sítě a tří čerpacích stanic. Druhou variantou odkanalizování je výstavba nové podtlakové stokové sítě a jedné podtlakové stanice. Trasa stokové sítě bude v obou variantách identická. Stávající jednotná stoková síť bude ponechána a využita pro odvádění srážkových vod.

Kanalizační přípojka je vždy v majetku majitele nemovitosti a je povinností majitele ji vybudovat a provozovat. Je vhodné, při provádění hlavních kanalizačních řadů obcí, dohodnout se na spolupráci obce a majitelů nemovitostí minimálně na hromadném vyprojektování přípojek, provádění zemních prací a pokládání alespoň části přípojek k hranicím pozemku, na němž se nachází nemovitost.

Variantou centralizovaného čištění OV je mechanicko-biologická ČOV typové řady komunálních čistíren AS-VASRIOcomp D od firmy ASIO, spol. s r. o. Pro porovnání jsou použity ceny již realizované ČOV s obdobnými parametry.

První způsob decentralizovaného čištění je výstavba nových plastových bezodtokových jímek a rekonstrukce stávajících jímek určených k pravidelnému vyvážení na ČOV. Druhý způsob je vybudování domovních čistíren odpadních vod AS-IDEAL PZV 5 od firmy ASIO, spol. s r. o.

V rámci studie je vypracován hrubý ekonomický odhad jednotlivých variant z hlediska investičních a provozních nákladů. Jako podklad jsem použil příručku Průměrné ceny dopravní a technické infrastruktury vydanou ministerstvem pro místní rozvoj ČR. [32] Veškeré ceny uvedeny dle této příručky jsou uvedeny bez DPH.



## 9.1 VARIANTA Č. 1 – VYBUDOVÁNÍ ODDÍLNÉ GRAVITAČNÍ STOKOVÉ SÍTĚ

Varianta č. 1 představuje výstavbu nové oddílné gravitační stokové sítě z PVC kruhového profilu DN 250 ve všech rádech o celkové délce kanalizace 6134 m a výstavbu tří čerpacích stanic.

Pro návrh stokové sítě platí ČSN 75 6101 „Stokové sítě a kanalizační přípojky“. Z výpočtu profilů potrubí (Tab. 9.1) vyšly návrhové průtoky velmi malé, proto volím minimální profil potrubí z PVC, tj. DN 250. Z důvodu velmi malého sklonu terénu, především na stokách A, AB a AD, jsem navrhl 3 čerpací stanice. Dle vypočtených průtoků odpadní vody od obyvatelstva jsou navržena ponorná kalová čerpadla o příkonu 5,5 kW. Umístění čerpacích stanic jsem navrhoval podle podélných profilů (Přílohy č. 2, 3, 4). Podélné profily pro zbylé větve stokové sítě nejsou vypracovány, předpokládá se dostatečný sklon terénu pro návrh stoky. Minimální sklon potrubí 4,2 ‰ jsem uvažoval podle 1:D (kde D je vnitřní průměr potrubí v m) tak, aby bylo zabráněno zanášení stoky.

Primárně je potrubí vedeno ve volném terénu a chodnicích. V případech, kde to není možné, je potrubí uloženo ve vozovce. K odvedení odpadních vod přes vodní tok dojde prostřednictvím shybky. Případně pokud nebude možné vybudovat shybku, odpadní vody se převedou pod vodním tokem pomocí čerpací stanice, čímž se navýší investiční náklady.

### *Množství splaškových odpadních vod od obyvatelstva*

Vstupní hodnoty:

- |  |                      |   |
|--|----------------------|---|
| • Počet ekvivalentních obyvatel:                 | EO =                 | 889   |
| • Počet nemovitostí:                             | RD =                 | 306   |
| • Specifická produkce splaškových vod:           | $q_{\text{spec}} =$  | $98,6 \text{ l} \cdot \text{os}^{-1} \cdot \text{den}^{-1}$ |
| • Součinitel maximální hodinové nerovnoměrnosti: | $k_{\text{h,max}} =$ | 2,28  |
| • Balastní vody:                                 | $Q_{\text{B}} =$     | 15 % z $Q_{24,\text{m}}$                                    |
| • Součinitel drsnosti PVC potrubí:               | $n =$                | 0,008   |

V obci jsou zastoupeny pouze drobné podnikatelské aktivity bez významnějšího množství odpadních vod z výroby.

Tab. 9.1 Výpočet profilu potrubí splaškové oddílné kanalizace v obci Boleradice

STOKA	DÉLKA STOKY	$i$	$Q_{24,m}$	$Q_{h,max}$	$Q_B$	$Q_{h,I}$	$Q_{h,II}$	$Q_N$	$Q_c$	DN	$v$	$\rho$
[-]	[m]	[-]	$[m^3 \cdot d^{-1}]$	$[m^3 \cdot h^{-1}]$	$[m^3 \cdot d^{-1}]$	$[m^3 \cdot h^{-1}]$	$[m^3 \cdot h^{-1}]$	$[l \cdot s^{-1}]$	$[l \cdot s^{-1}]$	[mm]	$[m \cdot s^{-1}]$	[Pa]
A	2164,0	0,006	45,27	4,30	6,79	2,17	0,46	1,21	3,03	250	2,01	4,22
A-1	66,0	0,12	1,15	0,11	0,17	0,05	0,01	0,03	0,03	250	9,00	84,30
A-2	100,0	0,06	3,15	0,30	0,47	0,15	0,03	0,08	0,08	250	6,37	42,15
A-3	228,5	0,07	5,44	0,52	0,82	0,26	0,06	0,14	0,14	250	6,88	49,18
A-4	246,0	0,04	5,16	0,49	0,77	0,25	0,05	0,14	0,14	250	5,20	28,10
A-5	172,5	0,06	4,30	0,41	0,64	0,21	0,04	0,11	0,11	250	6,37	42,15
AB	1288,0	0,02	29,80	2,83	4,47	1,43	0,30	0,79	0,82	250	3,68	14,05
AB-1	110,0	0,006	1,15	0,11	0,17	0,05	0,01	0,03	0,03	250	2,01	4,22
AC	312,0	0,05	6,02	0,57	0,90	0,29	0,06	0,16	0,34	250	5,81	35,13
AC-1	262,5	0,06	6,59	0,63	0,99	0,32	0,07	0,18	0,18	250	6,37	42,15
AD	818,0	0,006	20,06	1,91	3,01	0,96	0,20	0,53	0,66	250	2,01	4,22
AD-1	272,0	0,06	4,01	0,38	0,60	0,19	0,04	0,11	0,11	250	6,37	42,15
AD-2	94,0	0,015	0,86	0,08	0,13	0,04	0,01	0,02	0,02	250	3,18	10,54

### Investiční náklady

Oddílná splašková kanalizace bude v celé délce z PVC DN 250. Na stoce budou umístěny 3 čerpací stanice se separací tuhých látek.

Tab. 9.2 Cena vybudovaného potrubí gravitační kanalizace

PLOCHA	DN [mm]	DÉLKA [m]	CENA ZA bm	CENA CELKEM
VOZOVKA	250	4024	10 450 Kč	42 050 800 Kč
NEZPEVNĚNÁ	250	2110	6 650 Kč	14 031 500 Kč

V ceně za potrubí uložené ve vozovce jsou zahrnuty následující položky:

- řezání asfaltového krytu;
- odstranění krytu a podkladních vrstev vozovky v celkové tl. 550 mm;
- hloubka výkopu 3,0 m;
- odvoz a uložení výkopu a sutí na skládku do 10 km + poplatek za skládku;
- zásyp rýhy štěrkokopískem nebo recyklovaným materiálem;
- podíl kanalizačních šachet (na 30 m potrubí 1 ks šachty). [32]

V ceně za potrubí uložené v nezpevněné ploše jsou zahrnuty následující položky:

- rozpočtové náklady předpokládají hloubku výkopu 2,60 m + 0,2 m sejmutí ornice;
- výkopek se ponechává na místě, odvoz přebytku zeminy do 10 km na skládku a poplatek za skládku;
- při výskytu podzemní vody je třeba uvažovat se zvýšením nákladů cca 330 Kč/bm (drenážní potrubí DN 100 s obsypem kamenivem, čerpací studny po 50 m, čerpání vody);
- podíl kanalizačních šachet (na 50 m potrubí 1 ks šachty). [32]

Tab. 9.3 Cena vybudování splaškových přípojek

POČET [ks]	DN [mm]	DÉLKA [m]	CENA ZA bm	CENA CELKEM
306	150	2	3 800 Kč	2 325 600 Kč

V ceně za potrubí přípojky jsou zahrnuty následující položky:

- zemní práce (hloubka výkopu do 2,0 m);
- vlastní potrubí přípojky včetně tvarových kusů;
- napojení na stoku;
- úprava povrchu;
- uliční vpusti nejsou součástí ceny přípojky. [32]

Tab. 9.4 Cena čerpacích stanic

TYP	POČET [ks]	CENA ZA ks	CENA CELKEM
ČS	3	600 000 Kč	1 800 000 Kč

V ceně za čerpací stanici jsou zahrnuty následující položky:

- stavební část;
- technologické vstrojení;
- kabelová přípojka NN. [32]

**Celkové investiční náklady na výstavbu stokové sítě jsou 60 207 900 Kč bez DPH**

### ***Provozní náklady***

Provozní náklady jsou spojeny s provozem a údržbou čerpacích stanic (revize čerpadel 1× za 2 roky).

Tab. 9.5 Roční provozní náklady čerpacích stanic

TYP	POČET [ks]	CENA ZA ROK	CENA CELKEM ZA ROK
ČS	3	20 000 Kč	60 000 Kč

<b>Celkové roční provozní náklady stokové sítě jsou</b>	<b>60 000 Kč bez DPH</b>
<b>Celkové provozní náklady na obyvatele (889 EO) jsou</b>	<b>67,49 Kč bez DPH</b>
<b>Celkové provozní náklady na 1 m<sup>3</sup> odpadní vody jsou</b>	<b>1,87 Kč bez DPH</b>
<b>(36 m<sup>3</sup>·os·rok)</b>	

## 9.2 VARIANTA Č. 2 – VYBUDOVÁNÍ PODTLAKOVÉ STOKOVÉ SÍTĚ

Varianta č. 2 představuje výstavbu nové podtlakové stokové sítě z PE kruhového profilu DN 65–250 o celkové délce kanalizace 6134 m a podtlakové stanice. Trasa stokové sítě je shodná s trasou ve variantě č. 1.

Pro návrh podtlakové stokové sítě platí ČSN EN 16932-3 „Odvodňovací a stokové systémy vně budov – Čerpací systémy – Část 3: Podtlakové systémy“. Stoková síť je navržena jako zubová. Tento systém vyžaduje zřízení sběrných šachet umístěných u každé nemovitosti, na jednu šachtu je možné připojit více nemovitostí. Monitoring ventilů zajišťuje trvalou kontrolu a v případě poruchy ji ohlásí na dispečink. V případě překročení rozdílu tlakových výšek podél větve musí být zabudovány automatické zavzdušňovací ventily. Maximální rozdíl tlakových výšek je 5 m. [33]

Součástí podtlakové kanalizace je podtlaková stanice, tj. objekt o velikosti cca 3 × 5 m, který bude umístěn na konci hlavní větve před ČOV. Podtlaková stanice je vybavena technologickými prvky:

- vývěva;
- kontrolní a řídicí panel;
- podtlakové nádoby;
- tlaková čerpadla;
- spojovací a výfukové potrubí a potrubní rozvody.

V podtlakové stanici budou osazeny tři rotační olejové vývěvy s diskontinuálním provozem o výkonu 5,5 kW, dvě podtlakové nádoby o objemu 10 m<sup>3</sup> a dvě podtlaková čerpadla. V případě výpadku elektrické energie musí být zajištěn náhradní zdroj energie, nejčastěji je používána elektrocentrála.

## Investiční náklady

Tab. 9.6 Cena vybudovaného potrubí podtlakové kanalizace

PLOCHA	DN [mm]	DÉLKA [m]	CENA ZA bm	CENA CELKEM
VOZOVKA	80–250	4024	6 250 Kč	25 150 000 Kč
NEZPEVNĚNÁ	80–250	2110	3 320 Kč	7 005 200 Kč

V ceně za potrubí uložené ve vozovce jsou zahrnuty následující položky:

- zřízení a odstranění pažení příložného hloubky do 2 m;
  - zpětný zásyp rýhy recyklátem;
  - lože pod potrubí z písku v tl. 10 cm;
  - obsyp potrubí pískem 30 cm nad potrubí;
  - odvoz celého objemu výkopu do vzdálenosti 10 km, uložení na skládku, včetně poplatku za uložení na skládku;
  - odstranění a obnovení povrchu asfaltové vozovky nad paženou rýhou při ploše do 200 m<sup>2</sup>;
  - dodávka a montáž potrubí s podílem tvarovek a armatur, vč. spojů a těsnění, tlakové zkoušky, včetně zabezpečení konců potrubí při tlakových zkouškách.
- [32]

V ceně za potrubí uložené v nezpevněné ploše jsou zahrnuty následující položky:

- Hloubka krytí nad potrubím 150 cm + 10 cm na nerovnosti terénu;
  - zřízení a odstranění pažení příložného hloubky do 2 m;
  - zpětný zásyp zeminou;
  - lože pod potrubí z písku v tl. 10 cm;
  - obsyp potrubí pískem 30 cm nad potrubí;
  - odvoz přebytku výkopu do vzdálenosti 10 km, uložení na skládku, včetně poplatku za uložení na skládku;
  - dodávka a montáž potrubí s podílem tvarovek a armatur, vč. spojů a těsnění, tlakové zkoušky včetně zabezpečení konců potrubí při tlakových zkouškách.
- [32]

Tab. 9.7 Cena sběrných šachet včetně vystrojení pro RD

TYP	POČET [ks]	CENA ZA ks	CENA CELKEM
SBĚRNÁ ŠACHTA	306	55 000 Kč	16 830 000 Kč
MONITORING	306	10 000 Kč	3 060 000 Kč

V ceně za sběrnou šachtu jsou zahrnuty následující položky:

- zemní práce;
- podkladní deska;
- šachta včetně vstrojení;
- případně obetonování. [32]

Tab. 9.8 Cena podtlakové stanice

TYP	POČET [ks]	CENA ZA ks	CENA CELKEM
STAVEBNÍ ČÁST	1	800 000 Kč	800 000 Kč
STROJNĚ-TECHNOLOGICKÁ ČÁST	1	3 500 000 Kč	3 500 000 Kč
DOPROVODNÉ OBJEKTY	1	200 000 Kč	200 000 Kč

**Celkové investiční náklady na výstavbu stokové sítě jsou 56 545 200 Kč bez DPH**

### ***Provozní náklady***

Provozní náklady zahrnují provoz vývěv, elektrickou energii na provoz řídicího panelu a monitoringu ventilů uvnitř sběrných šachet a na opravy a údržbu.

Tab. 9.9 Roční provozní náklady podtlakové kanalizace

TYP	POČET [ks]	CENA ZA ROK	CENA CELKEM ZA ROK
VÝVĚVY	3	30 000 Kč	90 000 Kč
TLAKOVÁ ČERPADLA	2	15 000 Kč	30 000 Kč
PROVOZ KANALIZAČNÍ SÍTĚ A SBĚRNÝCH ŠACHET	-	15 000 Kč	15 000 Kč

**Celkové roční provozní náklady stokové sítě jsou 135 000 Kč bez DPH**

**Celkové provozní náklady na obyvatele (889 EO) jsou 151,86 Kč bez DPH**

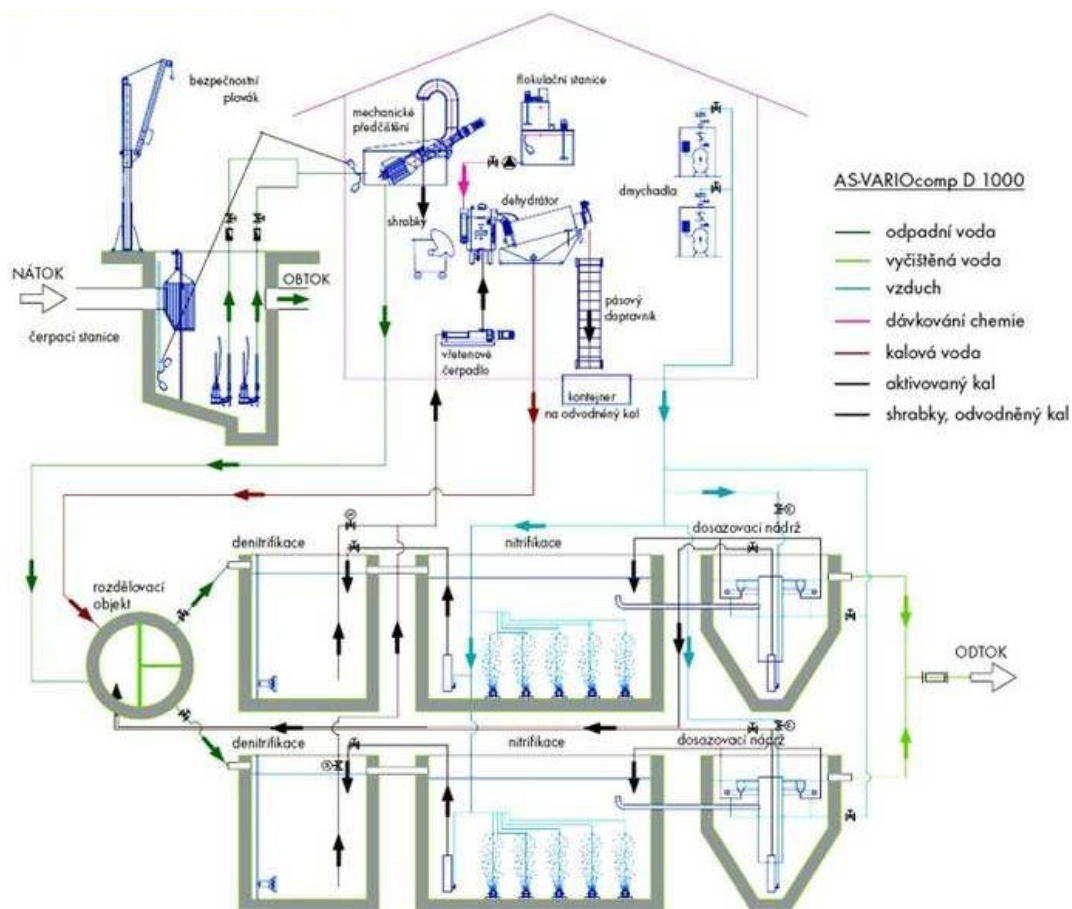
**Celkové provozní náklady na 1 m<sup>3</sup> odpadní vody jsou 4,22 Kč bez DPH (36 m<sup>3</sup>·os·rok)**

## **9.3 VARIANTA Č. 3 – ČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD NA MECHANICKO-BIOLOGICKÉ ČISTÍRNĚ V OBCI BOLERADICE**

Čistírna odpadních vod je navržena jako mechanicko-biologická pro 1000 EO. Prvním stavebním objektem je čerpací stanice, která zároveň slouží jako vyrovnání změn nátoků odpadní vody. Čerpací stanice je vstrojena hrubým česlovým košem a zdvihacím zařízením. K čerpání odpadní vody jsou navržena dvě čerpadla se střídavým provozem.

Odpadní voda gravitačně natéká na samočisticí strojně stírané šroubové česle. Shrabky jsou shromažďovány v kontejneru. Na obtoku jsou umístěny ručně stírané česle. Biologická část obsahuje denitrifikaci, nitrifikaci a separaci aktivovaného kalu. Mezi nádržemi je zavedena interní recirkulace, která zabezpečuje snížení dusičnanového dusíku. Recirkulace je prováděna mamutkami. Nitrifikační nádrže jsou provzdušňovány pomocí jemnobublinného aerátoru. Zdrojem vzduchu jsou jednotáčková dmychadla. Z nitrifikační nádrže natéká aktivační směs do vertikální dosazovací nádrže, kde dochází k separaci vyčištěné vody od aktivovaného kalu. Vyčištěná voda protéká přes měrný objekt do recipientu, kterým je potok Haraska. Měrný objekt je vybaven indukčním průtokoměrem. Kalové hospodářství je navrženo tak, aby minimalizovalo provozní náklady. Přebytečný aktivovaný kal je čerpán přes flokulační stanici AS-PROchem D přímo na spirálový dehydrátor, který je schopen při minimálních nárocích na prostor a elektrickou energii zahustit kal na 18–20 % sušiny. Dehydrátor pracuje v plně automatizovaném režimu. [31]

Na odtoku z ČOV musí být dodrženy emisní limity pro vypouštění do povrchových vod dle NV 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.



Obr. 9.1 Technologické schéma ČOV pro 1000 EO [31]

## ***Investiční náklady***

Uvedené ceny jsou pouze orientační a byly stanoveny dle již realizovaných ČOV s podobnými návrhovými parametry.

Stavební část čistírny odpadních vod obsahuje výkopové práce, železobetonovou desku a obetonování. Příjezdová komunikace je odhadnuta 1 500 Kč/m<sup>2</sup>. Terénní úpravy zahrnují úpravy terénu a oplocení areálu ČOV. Technologická část zahrnuje potrubí, dmychadla s provzdušňovacími elementy, mamutová čerpadla, elektrický rozvaděč.

Tab. 9.10 Cena ČOV

TYP	CENA CELKEM
<b>TECHNOLOGICKÁ ČÁST</b>	
TECHNOLOGIE ČOV	5 000 000 Kč
MECHANICKÉ PŘEDČIŠTĚNÍ	470 000 Kč
DEHYDRÁTOR	1 200 000 Kč
<b>STAVEBNÍ ČÁST</b>	
STAVEBNÍ OBJEKT	3 000 000 Kč
MONOLITICKÉ NÁDRŽE	12 000 000 Kč
PŘÍJEZDOVÁ KOMUNIKACE	90 000 Kč
TERÉNNÍ ÚPRAVY	300 000 Kč

**Celkové investiční náklady na výstavbu ČOV jsou**

**22 060 000 Kč bez DPH**

## ***Provozní náklady***

Provozní náklady tvoří náklady na spotřebu elektrické energie pro stroje a zařízení, náklady na pracovníka obsluhy a údržby ČOV na částečný úvazek (4 hodiny denně), využití nebo zpracování přebytečného kalu, náklady na odvoz a likvidaci shrabků, náklady spojené s nákupem chemikálií pro odvodnění kalu, náklady spojené s rozbory vyčištěné odpadní vody.

Tab. 9.11 Roční provozní náklady ČOV

TYP	POČET	JEDNOTKA	CENA ZA JEDNOTKU	CENA CELKEM
ELEKTRICKÁ ENERGIE	55000	kWh	4,34 Kč	238 700 Kč
SPOTŘEBA OPLACHOVÉ VODY	54,75	m <sup>3</sup>	50 Kč	2 738 Kč



SPOTŘEBA CHEMIKÁLIÍ	160	kg	200 Kč	32 000 Kč
ODVOZ KALU	130	m <sup>3</sup>	750 Kč	97 500 Kč
OBSLUHA (0,5 úvazek)	1460	h	200 Kč	292 000 Kč
ROZBORY 4× ROČNĚ	-	-	-	11 000 Kč

**Celkové roční provozní náklady ČOV jsou 673 938 Kč bez DPH**  
**Celkové provozní náklady na obyvatele (889 EO) jsou 758,09 Kč bez DPH**  
**Celkové provozní náklady na 1 m<sup>3</sup> odpadní vody jsou 21,06 Kč bez DPH**  
**(36 m<sup>3</sup>·os·rok)**

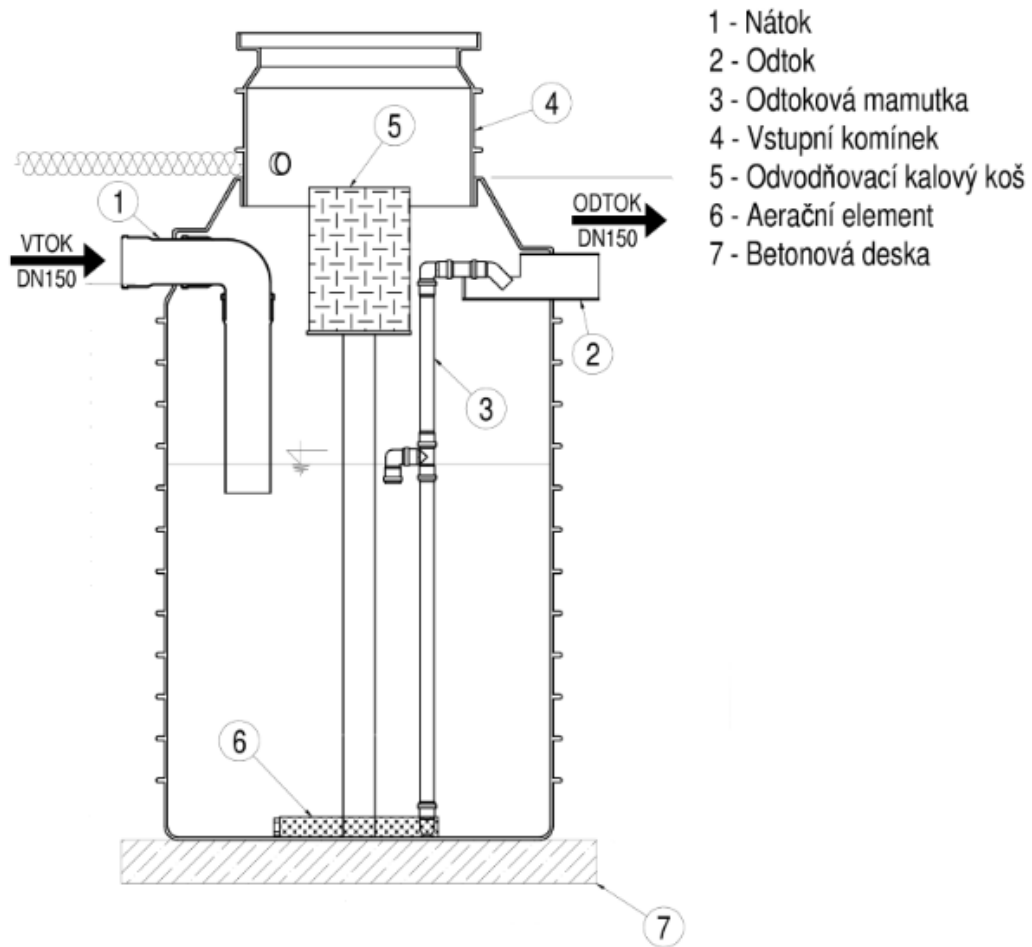
#### 9.4 VARIANTA Č. 4 – ČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD V DOMOVNÍCH ČISTÍRNÁCH ODPADNÍCH VOD

V této variantě je navrženo čištění splaškových odpadních vod pomocí domovních čistíren odpadních vod. Zvolil jsem DČOV firmy ASIO, spol. s r. o. AS-IDEAL PZV 5 typ SSC určenou pro 4–5 EO. Odtok vyčištěné odpadní vody bude zaústěn do stávající jednotné kanalizace, přímo do vodního recipientu, nebo do akumulčních nádrží a následně bude využita k závlaze.

DČOV tvoří plastová nádrž, ve které je umístěn jemnobublinný provzdušňovací systém, rozvody vzduchu, mamutka a odvodňovací kalový koš. Nádrž je uzavřena pochůzným poklopem s únosností 200 kg. Vzduch je vháněn pomocí membránového dmychadla Charles Austen ET 120. Kal je automaticky odtahován do odvodňovacího pytle, který je možné vyjmout a následně kompostovat. Nádrž se umísťuje do výkopu na podkladní betonovou desku. Čistírna je řízena řídicí jednotkou připojenou na elektrickou energii (230 V). [27]

Znečištění je odstraňováno mechanicko-biologickými procesy v SBR reaktoru. Pracovní cyklus čistírny můžeme rozdělit do tří fází:

- Fáze I – Aerační fáze, během níž dochází k plnění nádrže a současně k aerobním čisticím procesům. Plovoucí mikroorganismy shluklé do vloček odstraňují aerobní degradací organické znečištění a konverzují ho do biomasy.
- Fáze II – Sedimentace probíhá obvykle v nočních hodinách a zabezpečuje sedimentaci vloček tak, že se vytvoří rozhraní mezi aktivovaným kalem a vyčištěnou vodou.
- Fáze III – Odtah čisté vody proběhne po sedimentaci, která obvykle trvá 1,5 hodiny. Vyčištěná voda je odtahována do odtokového žlabu nebo nádržky na odběr vzorků mamutkou. [27]



Obr. 9.2 Schéma DČOV AS-IDEAL PZV 5 [27]

Tab. 9.12 Základní technické a technologické parametry navržené DČOV [27]

PARAMETR	HODNOTA	JEDNOTKA
JMENOVITÝ DENNÍ PRŮTOK $Q_d$	0,75	$m^3/\text{den}$
MAXIMÁLNÍ DENNÍ PŘÍTOK	0,9	$m^3/\text{den}$
JMENOVITÉ LÁTKOVÉ ZATÍŽENÍ	0,30	$\text{kg BSK}_5/\text{den}$
OBJEM ČOV	2,5	$m^3$
PRŮMĚRNÝ POČET VYVÁŽENÍ KALU ZA ROK	2×	-
PRŮMĚR	1350	mm
VÝŠKA SE VSTUPNÍM KOMÍNKEM	2730	mm
HMOTNOST	140	kg
PŘÍKON	90	W

Výrobce garantuje následující odtokové parametry vyčištěné odpadní vody na výtoku. V případě vypouštění vyčištěné odpadní vody do povrchových vod se hodnoty posuzují dle NV 401/2015 Sb. Vypouštění do podzemních vod se posuzuje dle NV 57/2016 Sb. Vyčištěné vody je možné s povolením vodoprávního úřadu zasakovat do podzemních vod.

Tab. 9.13 Posouzení hodnot koncentrací vyčištěné vody na odtoku [27]

TYP	BSK <sub>5</sub> (p/m)	CHSK (p/m)	NL (p/m)	N-NH <sub>4</sub> (p/m)	P <sub>CELK.</sub> (p/m)	N <sub>CELK.</sub> (p/m)
AS-IDEAL PZV 5	30	130	30	20	8	30
PŘÍPUSTNÉ HODNOTY DLE NV 401/2015 Sb.	40/80	150/220	50/80	-	-	-
PŘÍPUSTNÉ HODNOTY DLE NV 57/2016 Sb.	40	150	30	20	-	-
jednotky v mg/l p = přípustné hodnoty, m = maximální hodnoty						

### *Investiční náklady*

Tab. 9.14 Cena DČOV AS-IDEAL PZV 5

TYP	POČET [ks]	CENA ZA ks	CENA CELKEM
AS-IDEAL PZV 5	306	44 900 Kč	13 739 400 Kč
STAVEBNÍ PRÁCE (ODHAD)	306	20 000 Kč	6 120 000 Kč

V ceně za DČOV je zahrnuto:

- veškeré provozní komponenty včetně dmyhadla a ovládacího panelu;
- pochůzný poklop;
- standardní vstupní komínek (530 mm);
- záruční servis.

**Celkové investiční náklady na výstavbu DČOV jsou**

**19 859 400 Kč bez DPH**

### *Provozní náklady*

V provozních nákladech je započítána cena za výměnu jednotlivých částí po dobu životnosti DČOV.

Tab. 9.15 Roční provozní náklady DČOV AS-IDEAL PZV 5

TYP	POČET [ks]	CENA ZA ROK	CENA CELKEM ZA ROK
ELEKTRICKÁ ENERGIE	306	1 500 Kč	459 000 Kč
ROZBORY VODY (2× ROČNĚ)	306	1 200 Kč	367 200 Kč
DÁVKOVÁNÍ BAKTERIÍ	306	800 Kč	244 800 Kč
ODVOZ A LIKVIDACE KALU (2× ROČNĚ)	306	500 Kč	153 000 Kč
PROVOZNÍ NÁKLADY	306	1 840 Kč	563 040 Kč

**Celkové roční provozní náklady DČOV jsou 1 787 040 Kč bez DPH**  
**Celkové provozní náklady na obyvatele (889 EO) jsou 2010 Kč bez DPH**  
**Celkové provozní náklady na 1 m<sup>3</sup> odpadní vody jsou 55,84 Kč bez DPH**  
**(36 m<sup>3</sup>·os·rok)**

## 9.5 VARIANTA Č. 5 – VYBUDOVÁNÍ NOVÝCH BEZODTOKOVÝCH JÍMEK A REKONSTRUKCE STÁVAJÍCÍCH JÍMEK NA VYVÁŽENÍ A ODVOZ NA ČOV

Tato varianta představuje rekonstrukci stávajících jímek, popřípadě výstavbu nových bezodtokových jímek a následný odvoz na ČOV. Jímky se navrhuje podle počtu osob v rodinném domě napojeném na jímku. V případě nových jímek se uvažuje s maximální velikostí jímky do 10 m<sup>3</sup>. Materiál jímek budou svařované PP desky.

V případě této varianty je třeba zajistit, aby občané řádně likvidovali odpadní vody, tedy nechávali pravidelně vyvážet jímky na fekálie.

### *Investiční náklady*

Celkové investiční náklady na rekonstrukci se mohou lišit dle stavu stávající jímky.

Tab. 9.16 Cena jímek určených k vyvážení

TYP	POČET [ks]	CENA ZA ks	CENA CELKEM
JÍMKA	306	30 000 Kč	9 180 000 Kč
STAVEBNÍ PRÁCE (ODHAD)	306	8 000 Kč	2 448 000 Kč

**Celkové investiční náklady jsou 11 628 000 Kč bez DPH**

### ***Provozní náklady***

Cena za vývoz jímky se odvíjí od ujetých kilometrů a množství odpadní vody. Uvažuje se s vývozem jímky 1× za měsíc.

*Tab. 9.17 Roční provozní náklady vyvážení jímek*

TYP	POČET [ks]	OBJEM [m <sup>3</sup> ]	CENA ZA m <sup>3</sup>	CENA CELKEM
VYVÁŽENÍ FEKÁLIÍ	306	120	281 Kč	10 318 320 Kč

**Celkové roční provozní náklady na provoz jímek jsou**  
**Celkové provozní náklady na obyvatele (889 EO) jsou**  
**Celkové provozní náklady na 1 m<sup>3</sup> odpadní vody jsou**  
**(36 m<sup>3</sup>·os·rok)**

**10 318 320 Kč bez DPH**  
**11 607 Kč bez DPH**  
**322,41 Kč bez DPH**

## 10 EKONOMICKÉ SROVNÁNÍ VARIANT

### 10.1 INVESTIČNÍ NÁKLADY JEDNOTLIVÝCH VARIANT

Investiční náklady byly stanoveny podle příručky Průměrné ceny dopravní a technické infrastruktury vydanou ministerstvem pro místní rozvoj ČR, aktualizované v roce 2017. [32]

Tab. 10.1 Celkové investiční náklady jednotlivých variant

VARIANTA	ZPŮSOB ODKANALIZOVÁNÍ	ZPŮSOB ČIŠTĚNÍ	INVESTIČNÍ NÁKLADY KANALIZACE BEZ DPH	INVESTIČNÍ NÁKLADY ČOV BEZ DPH	INVESTIČNÍ NÁKLADY CELKEM BEZ DPH
1	GRAVITAČNÍ	ČOV	60 207 900 Kč	22 060 000 Kč	82 267 900 Kč
2	PODTLAKOVÁ	ČOV	56 545 200 Kč	22 060 000 Kč	78 605 200 Kč
3	-	DČOV	-	-	19 859 400 Kč
4	-	JÍMKY NA VYVÁŽENÍ	-	-	11 628 000 Kč

### 10.2 PROVOZNÍ NÁKLADY JEDNOTLIVÝCH VARIANT

Celková cena stočného se skládá z provozních nákladů na provoz kanalizační sítě a ČOV.

Tab. 10.2 Kalkulace stočného jednotlivých variant

VARIANTA	ZPŮSOB ODKANALIZOVÁNÍ	ZPŮSOB ČIŠTĚNÍ	PROVOZNÍ NÁKLADY KANALIZACE BEZ DPH	PROVOZNÍ NÁKLADY ČOV BEZ DPH	CELKOVÁ CENA STOČNÉHO BEZ DPH
1	GRAVITAČNÍ	ČOV	1,87 Kč	21,06 Kč	22,93 Kč
2	PODTLAKOVÁ	ČOV	4,22 Kč	21,06 Kč	25,28 Kč
3	-	DČOV	0,00 Kč	55,84 Kč	55,84 Kč
4	-	JÍMKY NA VYVÁŽENÍ	0,00 Kč	322,41 Kč	322,41 Kč

### 10.3 DOPORUČENÍ ZVOLENÉ VARIANTY

Varianta č. 1 je z provozního hlediska nejvhodnější. Provozní náklady jsou dány pouze provozem tří čerpacích stanic. Výhodou této varianty je centrální řešení a gravitační způsob dopravy odpadní vody. Nevýhodou jsou vyšší investiční náklady spojené s velkou hloubkou výkopů a výstavbou čerpacích stanic.

Varianta č. 2 má nižší pořizovací náklady, ale z dlouhodobého hlediska je provoz dražší než u varianty č. 1 z důvodu neustálého provozu podtlakové stanice. Nevýhodou této varianty je výstavba a údržba velkého množství sběrných šachet umístěných u každé nemovitosti.

Varianta č. 3 je proveditelná, ale nedoporučuje se z důvodu náročnosti na údržbu jednotlivých DČOV. Nastává otázka, kdo by se měl starat o údržbu a provoz čistíren, zdali pracovník obce, nebo majitelé nemovitostí. V případě, že odtok z DČOV je proveden do stávající jednotné kanalizace, měla by obec vybírat peníze na obnovu této kanalizace.

Varianta č. 4 je z investičního hlediska nejvhodnější, ale z provozního a vodohospodářského hlediska nejvíce nákladná. S danou variantou se neuvažuje, je zvolena pouze jako srovnání nejdražšího způsobu likvidace odpadních vod.

Při výběru je nezbytné srovnat výhody a nevýhody všech variant a finanční hledisko, které je složeno z investičních a provozních nákladů. Na základě srovnání všech variant doporučuji variantu č. 1., kde jsou celkové investiční náklady 82 267 900,00 Kč bez DPH. Cena stočného je 22,93 Kč bez DPH za 1 m<sup>3</sup> odpadní vody.

## 11 ZÁVĚR

Hlavním cílem této bakalářské práce bylo vypracovat možnosti centralizovaného a decentralizovaného odvádění a čištění odpadních vod v obci Boleradice a jejich následné zhodnocení z hlediska investičních a provozních nákladů. Byly navrženy čtyři varianty.

- Varianta č. 1 zahrnuje výstavbu nové oddílné gravitační kanalizace se třemi čerpacími stanicemi a mechanicko-biologickou ČOV.
- Varianta č. 2 zahrnuje výstavbu nové podtlakové kanalizace s podtlakovou stanicí a mechanicko-biologickou ČOV.
- Varianta č. 3 spočívá v návrhu domovních čistíren odpadních vod.
- Varianta č. 4 spočívá ve výstavbě nových bezodtokových jímek a rekonstrukci stávajících jímek na vyvážení a odvoz na ČOV.

Investiční náklady decentralizovaných řešení jsou téměř 4× nižší než u centralizovaného řešení. Provozní náklady jsou naopak v případě DČOV 2× vyšší než u centralizovaného řešení a v případě pravidelného vyvážení bezodtokových jímek až 13× vyšší.

Doporučenou variantou je varianta č. 1, kde jsou celkové investiční náklady 82 267 900,00 Kč bez DPH. Cena stočného je 22,93 Kč bez DPH za 1 m<sup>3</sup> odpadní vody. Gravitační způsob odvádění odpadní vody je nejméně náročný na údržbu. I přes provoz čerpacích stanic jsou provozní náklady nejnižší ze všech variant.

Trasa stokové sítě je v obou variantách totožná a je navržena na pozemcích obce a orgánů krajské zprávy. Stávající jednotná stoková síť bude ponechána a bude sloužit k odvádění srážkových vod. Výstavba mechanicko-biologické čistírny odpadních vod je spolehlivá a osvědčená varianta čištění odpadních vod.

Uvedené ceny jednotlivých variant jsou pouze orientační a mohou se lišit v návrhu jednotlivých objektů a použitých technologií. Cílem této práce nebylo co nejpřesněji určit výši investičních nákladů, ale orientační porovnání jednotlivých variant mezi sebou. Investiční náklady jsou stanoveny pomocí příručky průměrných cen dopravní a technické infrastruktury obcí, ceníků firem na českém trhu a porovnáním s již vybudovanými objekty. Provozní náklady jsou stanoveny na základě skutečných provozních nákladech provozovaných stokových sítí.



## 12 POUŽITÁ LITERATURA

- [1] ČSN 75 6101 *Stokové sítě a kanalizační přípojky*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2013.
- [2] MALÝ, Josef a Jitka MALÁ. *Chemie a technologie vody*. Brno: NOEL 2000, 1996. ISBN 80-860-2013-4.
- [3] HLAVÍNEK, Petr; Jan MIČÍN, Petr PRAX, Radim MIFEK a Petr HLUŠTÍK. *Stokování a čištění odpadních vod*. Stokování a čištění odpadních vod. Brno: VUT v Brně, FAST, 2006. s. 1–274.
- [4] JÁGLOVÁ, Veronika a Martin ŠNAJDR. *Zneškodňování odpadních vod v obcích do 2000 ekvivalentních obyvatel-metodická příručka* [online]. Praha: Ministerstvo životního prostředí, 2009 [cit. 2019-01-27]. Dostupné z: <https://www.mzp.cz/web/edice.nsf/e26dd68a7c931e61c1256fbc0033a4ee/0989b086a5d140a7c1257589003ace96?OpenDocument>
- [5] HÁNKOVÁ, D. *Kanalizační stoky* [online]. Praha: ČVUT FSv, 2005 [cit. 2019-01-27]. Dostupné z: <http://people.fsv.cvut.cz/www/hanekpav/K154/PDF/Stokovani.pdf>
- [6] VÁCLAVÍK, Vojtěch. *Vodohospodářská zařízení II: Soustavy stokových sítí* [online]. Ostrava, 2014 [cit. 2019-01-28]. Dostupné z: [http://hgf10.vsb.cz/546/VHZ2/5\\_soustavy\\_stokovych\\_siti.html](http://hgf10.vsb.cz/546/VHZ2/5_soustavy_stokovych_siti.html)
- [7] NYPL, Vladimír a Marcela SYNÁČKOVÁ. *Zdravotně inženýrské stavby 30: stokování*. Praha: České vysoké učení technické, 1998. ISBN 80-010-1729-X.
- [8] HLAVÍNEK, Petr a Radim MIFEK. Rozdíly v kvalitě a kvantitě odpadních vod podle způsobu odkanalizování a vliv těchto vod na ČOV. *Tzbinfo* [online]. 30.01.2012 [cit. 2019-01-29]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/likvidace-odpadnich-vod/8241-rozdily-v-kvalite-a-quantite-odpadnich-vod-podle-zpusobu-odkanalizovani-a-vliv-techto-vod-na-cov>
- [9] SOJKA, Jan. *Malé čistírny odpadních vod*. 2. aktualiz. vyd. Brno: ERA, 2004. Stavíme. ISBN 80-865-1780-2.
- [10] Zákon č. 254/2001 Sb. o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon). In: č. 98/2001 *Sbírky zákonů*. 2001.

- [11] KOMÍNKOVÁ, Dana, Libuše BENEŠOVÁ a Gabriela ŠTASTNÁ. *Úprava pitných a čištění odpadních vod*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2014.
- [12] HOPHMAYER TOKICH, S. *Wastewater management strategy: centralized v. decentralized technologies for small communities*. [online]. (CSTM-reeks; Vol. 271, No. 271). Enschede: Center for Clean Technology and Environmental Policy, 2006. [cit. 2019-02-13]. Dostupné z: [https://ris.utwente.nl/ws/files/5149389/Hophmayer\\_2006\\_Wastewater%20Management%20Strategy%20centralized%20v.%20decentralized%20technologies%20for%20small%20communities.pdf](https://ris.utwente.nl/ws/files/5149389/Hophmayer_2006_Wastewater%20Management%20Strategy%20centralized%20v.%20decentralized%20technologies%20for%20small%20communities.pdf)
- [13] Vodovody, kanalizace a vodní toky - 2017. *Český statistický úřad* [online]. 2018 [cit. 2019-02-14]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/vodovody-kanalizace-a-vodni-toky-2017>
- [14] GRADY, C. P. Leslie, Glen T. DAIGGER a Henry C. LIM. *Biological wastewater treatment*. 2nd ed. rev. and expanded. New York: Marcel Dekker, c1999. ISBN 08-247-8919-9.
- [15] Oběhová aktivační nádrž. In: *Sanbien.com* [online]. [cit. 2019-02-21]. Dostupné z: <http://www.sanbien.com/index.php?lang=cz&menu=industry2>
- [16] CHUDOBA, Jan, Jiří WANNER a Michal DOHÁNYOS. *Biologické čištění odpadních vod: vysokoškolská příručka pro vysoké školy chemicko-technologické*. Praha: SNTL, 1991. Ochrana životního prostředí. ISBN 80-030-0611-2.
- [17] PEČENKA, Martin. *Biofilmové procesy* [online]. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2018 [cit. 2019-02-15]. Dostupné z: <https://web.vscht.cz/~pecenkam/Biologick%C3%A9%20C4%8Di%C5%A1t%C4%9Bn%C3%AD%20OV/prezentace/Biofiltry%202018.pdf>
- [18] PYTL, Vladimír. *Příručka pro provozovatele čistírny odpadních vod*. Líbeznice u Prahy: Medim, 2004. ISBN 80-239-2528-8.
- [19] Kořenovky.cz Fungování, stavba, revitalizace a financování kořenových čistíren odpadních vod. [online]. [cit. 2019-02-22]. Dostupné z: <http://www.korenova-cisticka.cz/>
- [20] KRIŠKA, Michal a Miroslava NĚMCOVÁ. *Kořenové čistírny odpadních vod: metodická příručka pro povolávání, návrh, realizaci a provoz*. [online]. Brno: Vysoké učení technické, 2017 [cit. 2019-02-22]. Dostupné z:

- [http://uvhk.fce.vutbr.cz/sites/default/files/kzp/pdf/korenove\\_cistirny\\_odpadnich\\_vod.pdf](http://uvhk.fce.vutbr.cz/sites/default/files/kzp/pdf/korenove_cistirny_odpadnich_vod.pdf)
- [21] VYMAZAL, Jan. *Kořenové čistírny odpadních vod* [online]. Třeboň: ENKI, 2004 [cit. 2019-02-23]. Dostupné z: <https://www.enki.cz/cs/publikace/ke-stazeni>
- [22] MLEJNSKÁ, Eva. Biologické nádrže využívané k čištění a dočišťování odpadních vod. In: *Čištění komunálních vod od A do Z ... aneb ABECEDA novinek* [online]. Praha: Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. M., 2014 [cit. 2019-02-23]. Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/356.biologicke-nadrze-vyuzivane-k-cisteni-a-docistovani-odpadnich-vod>
- [23] Biologický rybník může čistit odpadní vody. In: *Jindřichohradecký deník* [online]. 2010 [cit. 2019-02-24]. Dostupné z: [https://jindrichohradecky.denik.cz/zpravy\\_region/biologicky-rybnik-muze-cistit-odpodni-vody20100124.html](https://jindrichohradecky.denik.cz/zpravy_region/biologicky-rybnik-muze-cistit-odpodni-vody20100124.html)
- [24] Usazení nádrže do terénu bez přítomnosti spodní vody. In: *Janečka & Vlk: Bazénová technika* [online]. [cit. 2019-03-07]. Dostupné z: <http://janeckavlk.cz/zumpy/obetonovane.php>
- [25] Nařízení vlády č. 401/2015 Sb.: Nařízení vlády o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech. In: Ministerstvo životního prostředí České republiky, 2015, 166/2015. Dostupné také z: <https://zakonyprolidi.cz/cs/2015-401>
- [26] Nařízení vlády č. 57/2016 Sb.: Nařízení vlády o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění odpadních vod a náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod podzemních. In: Ministerstvo životního prostředí České republiky, 2016, 21/2016. Dostupné také z: <https://zakonyprolidi.cz/cs/2016-57>
- [27] AS-IDEAL PZV. *Asio: čištění a úprava vod* [online]. [cit. 2019-03-08]. Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/as-ideal-pzv>
- [28] HLAVÍNEK, Petr. *Centralizované a decentralizované čištění odpadních vod*. [prezentace]. Brno: Ústav vodního hospodářství obcí, VUT. [cit. 2019-03-14].
- [29] *Plán rozvoje vodovodů a kanalizací: obec Boleradice* [online]. 2016 [cit. 2019-04-26]. Dostupné z: [http://prvkjm.aquatis.cz/PRVK%20Breclav/A.3%20Popisy%20vodovodu%20a%20kanalizaci%20v%20obcich%20\(karty%20obci\)/173.doc](http://prvkjm.aquatis.cz/PRVK%20Breclav/A.3%20Popisy%20vodovodu%20a%20kanalizaci%20v%20obcich%20(karty%20obci)/173.doc)

- [30] *Mapy.cz* [online]. [cit. 2019-04-27]. Dostupné z: <https://mapy.cz>
- [31] *Komunální čistírny odpadních vod* [online]. Asio [cit. 2019-05-02]. Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/as-variocomp-d-400-5000-eo>
- [32] *Průměrné ceny dopravní a technické infrastruktury obcí: Aktualizace 2017* [online]. Brno: Ústav územního rozvoje a Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, 2017 [cit. 2019-05-07]. ISBN 978-80-87318-60-7. Dostupné z: <http://www.uur.cz/default.asp?ID=899>
- [33] RACLAVSKÝ, Jaroslav. *Venkovní podtlakové systémy stokových sítí*. Brno.
- [34] *Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES*. In: . 2000. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32000L0060&from=CS>
- [35] KOPAČKOVÁ, Dagmar. *Od ledna začala platit novela vodního zákona č. 254/2001 Sb. o vodách. Tzbinfo* [online]. 2019 [cit. 2019-05-11]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/likvidace-odpadnich-vod/18488-od-ledna-zacala-platit-novela-vodniho-zakona-c-254-2001-sb-o-vodach>
- [36] *TV-Monitoring obce Boleradice*. Boleradice: SEZAKO Prostějov s.r.o., 20.4.2018.

## SEZNAM TABULEK

Tab. 5.1 Minimální účinnost čištění pro kategorie DČOV označovaných CE v % [25] [26] .....	35
Tab. 6.1 Porovnání centralizovaného a decentralizovaného systému čištění OV [28] .....	37
Tab. 9.1 Výpočet profilu potrubí splaškové oddílné kanalizace v obci Boleradice .....	43
Tab. 9.2 Cena vybudovaného potrubí gravitační kanalizace .....	43
Tab. 9.3 Cena vybudování splaškových přípojek .....	44
Tab. 9.4 Cena čerpacích stanic .....	44
Tab. 9.5 Roční provozní náklady čerpacích stanic .....	45
Tab. 9.6 Cena vybudovaného potrubí podtlakové kanalizace .....	46
Tab. 9.7 Cena sběrných šachet včetně vstrojení pro RD .....	46
Tab. 9.8 Cena podtlakové stanice .....	47
Tab. 9.9 Roční provozní náklady podtlakové kanalizace .....	47
Tab. 9.10 Cena ČOV .....	49
Tab. 9.11 Roční provozní náklady ČOV .....	49
Tab. 9.12 Základní technické a technologické parametry navržené DČOV [27].....	51
Tab. 9.13 Posouzení hodnot koncentrací vyčištěné vody na odtoku [27] .....	52
Tab. 9.14 Cena DČOV AS-IDEAL PZV 5 .....	52
Tab. 9.15 Roční provozní náklady DČOV AS-IDEAL PZV 5 .....	53
Tab. 9.16 Cena jímek určených k vyvážení.....	53
Tab. 9.17 Roční provozní náklady vyvážení jímek .....	54
Tab. 10.1 Celkové investiční náklady jednotlivých variant .....	55

Tab. 10.2 Kalkulace stočného jednotlivých variant ..... 55

## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 2.1 Množství čištěných odpadních vod v roce 2017 [13] .....	6
Obr. 3.1 Jednotná stoková soustava [vlastní] .....	8
Obr. 3.2 Oddílná stoková soustava [vlastní] .....	9
Obr. 3.3 Modifikovaná stoková soustava [3] .....	9
Obr. 3.4 Radiální systém [vlastní] .....	10
Obr. 3.5 Větvový systém [vlastní] .....	11
Obr. 3.6 Úchytný systém [vlastní] .....	11
Obr. 3.7 Pásmový systém [vlastní] .....	12
Obr. 3.8 Schéma tlakové kanalizace [vlastní] .....	15
Obr. 3.9 Schéma podtlakové kanalizace [vlastní] .....	16
Obr. 3.10 Schéma maloprofilové kanalizace [3] .....	17
Obr. 4.1 Schéma technologické linky mechanicko-biologické ČOV [11] .....	19
Obr. 4.2 Schéma aktivace [2] .....	21
Obr. 4.3 Oběhová aktivační nádrž na ČOV Bochov (1200 EO) [15] .....	22
Obr. 4.4 Zkrápěná biologická kolona se Segnerovým kolem [17] .....	23
Obr. 4.5 Rotační diskové reaktory [3] .....	24
Obr. 4.6 KČOV Čistá u Rakovníka (800 EO) [21] .....	25
Obr. 4.7 Česle a lapák písku na KČOV Kámen u Havlíčkova Brodu [21] .....	26
Obr. 4.8 Typické uspořádání horizontálně protékaného filtru [11] .....	28
Obr. 4.9 Uspořádání vertikálně zkrápěného filtru [19] .....	29

Obr. 4.10 Biologická nádrž [23].....	30
Obr. 4.11 Schéma uspořádání aerobních biologických nádrží [18] .....	31
Obr. 5.1 Podélný řez žumpou [24] .....	33
Obr. 5.2 Tříkomorový septik [9] .....	34
Obr. 5.3 Schéma zemního filtru [9].....	34
Obr. 5.4 Příklad DČOV AS-IDEAL PZV od firmy ASIO s.r.o., [27] .....	36
Obr. 8.1 Mapa zájmového území [30].....	39
Obr. 8.2 Vnitřní pohled do stávající jednotné kanalizace [36].....	40
Obr. 9.1 Technologické schéma ČOV pro 1000 EO [31] .....	48
Obr. 9.2 Schéma DČOV AS-IDEAL PZV 5 [27] .....	51



## SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

%	procento
‰	promile
§	paragraf
NV	nařízení vlády
ČSN	česká státní norma
Sb.	sbírka
m v. sl.	metr vodního sloupce
m n. m.	metr nad mořem
kPa	jednotka tlaku – kilopascal
MPa	jednotka tlaku – megapascal
bm	běžný metr
m	jednotka délky – metr
cm	jednotka délky – centimetr
mm	jednotka délky – milimetr
m <sup>2</sup>	jednotka plochy – metr čtvereční
ha	jednotka plochy – hektar
m <sup>3</sup>	jednotka objemu – metr krychlový
m/s	jednotka rychlosti – metr za sekundu
°C	jednotka teploty – stupeň Celsia
kW	jednotka výkonu – kilowatt
kWh	jednotka energie – kilowatthodina
V	jednotka elektrického napětí – volt
kg	jednotka hmotnosti – kilogram
DN	jmenovitá světlost [mm]
ČOV	čistírna odpadních vod
DČOV	domovní čistírna odpadních vod
KČOV	kořenová čistírna odpadních vod
DČJ	domovní čerpací jímka
OV	odpadní voda

EO	ekvivalentní obyvatel
ČS	čerpací stanice
OK	odlehčovací komora
RD	rodinný dům
ČR	Česká republika
PVC	polyvinylchlorid
PE	polyethylen
PP	polypropylen
CE	označení výrobku
UV	ultrafialové
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	amonné ionty
BSK <sub>5</sub>	biochemická spotřeba kyslíku
CHSK <sub>Cr</sub>	chemická spotřeba kyslíku stanovená dichromanem draselným
NL	nerozpustné látky
P <sub>celk</sub>	celkový fosfor
N <sub>celk</sub>	celkový dusík
Q <sub>d</sub>	průměrný denní průtok [m <sup>3</sup> /d]
Q <sub>h,max</sub>	maximální hodinový průtok [m <sup>3</sup> /h]
Kč	koruna česká
DPH	daň z přidané hodnoty
NN	nízké napětí

## **SEZNAM PŘÍLOH**

Příloha č. 1 – Přehledná situace stokové sítě

Příloha č. 2 – Přehledný podélný profil stoky A

Příloha č. 3 – Přehledný podélný profil stoky AB

Příloha č. 4 – Přehledný podélný profil stoky AD

## SUMMARY

The main goal of this bachelor thesis is to elaborate the options of centralized and decentralized wastewater disposal and treatment in village Boleradice and to evaluate these options from the point of view of investment and operating costs. Four following treatment options have been proposed.

- The first option includes a construction of a new gravity sewerage system with three pumping stations and mechanical-biological treatment plant.
- The second option counts with a construction of a new vacuum sewerage system with vacuum pumping station and mechanical-biological treatment plant.
- The option no. 3 consists in the plan of domestic wastewater treatment plant.
- The last option includes a construction of new cesspits and a reconstruction existing cesspits.

Investment costs of decentralized options are almost four times lower than of centralized ones. By contrast, operating costs of decentralized options are two times higher and in the case of regular clearing of cesspits even thirteen times higher.

The suggested option is the first one where the total investment costs are 82 267 900 CZK excluding VAT. The price of sewer rages is 22,93 CZK excluding VAT/cubic metre of wastewater. The gravitational method is the most easy to maintain. Despite the operation of pumping stations operating costs are the lowest ones from all the mentioned options. Investing cost are higher because of deeper placement of pipes exceeding three metres.

A sewer route is the same in both options and is designed on the lands in the possession of the municipal and region authorities. Already existing sewer system will be left as it is and will serve to precipitation disposal. A construction of mechanical-biological treatment plant is reliable and proven option of wastewater treatment.

Mentioned costs are only indicative and can differ in particular projects and used technologies. The goal of this thesis is not to determine the most precise value of investment costs but only to compare indicatively individual options. Investment costs have been set according to the handbook of transport and technical infrastructure average costs and lists of prices of companies on the Czech market. Operating costs have been set on the grounds of already existing operating costs of running sewer systems.