

**Česká zemědělská univerzita v Praze**  
**Fakulta životního prostředí**  
**Územní technická a správní služba**



**Bakalářská práce**  
**Čistírna odpadních vod pro rodinný dům**

**Vedoucí práce: Ing. Martin Heřmanovský, Ph.D.**

**Bakalant: Lukáš Plášil, DiS**



Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta životního prostředí

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Autor práce:	Lukáš Plášil, DiS.
Studijní program:	Krajinářství
Obor:	Územní technická a správní služba
Vedoucí práce:	Ing. Martin Heřmanovský, Ph.D.
Garantující pracoviště:	Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování
Jazyk práce:	Čeština
Název práce:	<b>Čistírna odpadních vod pro rodinný dům</b>
Název anglicky:	<b>Domestic wastewater treatment plants</b>
Cíle práce:	Cílem bakalářské práce je návrh a posouzení nejvhodnějšího způsobu nakládání s odpadními vodami u rodinného domu v obci Nemyšl v jižních Čechách.
Metodika:	1. Literární rešerše zaměřená na danou problematiku. 2. popis řešené lokality a návrh variantních řešení čištění odpadních vod a jejich posouzení. 3. Diskuze prezentovaných výsledků.
Doporučený rozsah práce:	30-50 stran
Klíčová slova:	odpadní vody, čistírna odpadních vod, domovní čistírna odpadních vod, znečištění, stoka

Doporučené zdroje informací:

1. BINDZAR, J. -- VYSOKÁ ŠKOLA CHEMICKO-TECHNOLOGICKÁ V PRAZE. *Základy úpravy a čištění vod*. Praha: Vydavatelství VŠCHT, 2009. ISBN 978-80-7080-729-3.
2. DOHÁNYOS, M. -- STRNADOVÁ, N. -- KOLLER, J. *Čištění odpadních vod*. Praha: Vydavatelství VŠCHT, 1998. ISBN 80-7080-316-9.
3. Nicholas P. 2002: Handbook of Water and Wastewater Treatment Technologies. Butterworth-Heinemann
4. Pytl. V a kol. Příručka provozovatele čistírny odpadních vod. Líbenice u Prahy: Medim, spol. s r. o., 2004. ISBN: 80-239-2528-8
5. ŠOJKA, J. *Čistírny odpadních vod : pro rodinné domy*. Praha: Grada, 2013. ISBN 978-80-247-4504-6.
6. ŠVEHLA, P. -- TLUSTOŠ, P. -- BALÍK, J. -- ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. KATEDRA AGROCHEMIE A VÝŽIVY ROSTLIN. *Odpadní vody*. Praha: Česká zemědělská univerzita, Katedra agrochemie a výživy rostlin, 2004. ISBN 80-213-1169-.

Předběžný termín obhajoby: 2020/21 LS - FŽP

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Čistírna odpadních vod pro rodinný dům" jsem vypracoval samostatně pod vedením pana Ing. Martina Heřmanovského, Ph.D. a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne: 25. 3. 2021

## **Poděkování**

Rád bych touto cestou poděkovat svému vedoucímu bakalářské práce Ing. Martinu Heřmanovskému Ph.D. za vedení a užitečné rady při vypracování mé bakalářské práce a především rodině za podporu během celého studia.

# Čistírna odpadních vod pro rodinný dům

## Abstrakt

Bakalářská práce s názvem „Čistírna odpadních vod pro rodinný dům“ se zabývá porovnáním možných variant čištění odpadních vod z rodinného domu (malého zdroje znečištění).

První část se věnuje obecně odpadním vodám, rozdělení odpadních vod, typickým vlastnostem, stokování a metodami jejich čištění. V následující části se porovnávají jednotlivé možné varianty pro nakládání s OV pro konkrétní rodinný dům v obci Nemyšl. V úvahu v tomto případě přicházejí 4 možnosti: žumpa, tříkomorový septik se zemním filtrem, kořenová čistírna odpadních vod, nebo domovní čistírna odpadních vod. Po porovnání výhod, nevýhod a celkových nákladů na pořízení a na pětiletý provoz je vybráno nejvhodnější řešení.

**Klíčová slova:** odpadní vody, čistírna odpadních vod, domovní čistírna odpadních vod, znečištění, stoka

# **Domestic wastewater treatment plants**

## **Abstract**

The bachelor thesis called “Domestic wastewater treatment plants” investigates different varieties of waste water treatment for residential homes (from small soil sources).

The first section focuses on waste water, its different classifications, its properties, its drainage and its treatment methods. In the next section the environmental impact of these methods is compared on a specific residential house example in the Nemysl area. Four different methods are investigated: cesspit, septic tank, Wastewater Treatment Plant, or a Domestic wastewater treatment plants facility. Their respective pros and cons, acquisition cost and five-year running costs is analyzed, compared and an optimal solution is chosen.

**Keywords:** waste water, wastewater treatment plant, domestic wastewater treatment plants, water pollution, sewer

# Obsah

<b>1 Úvod.....</b>	<b>9</b>
<b>2 Cíl práce .....</b>	<b>10</b>
<b>3 Odpadní vody .....</b>	<b>11</b>
3.1 Druhy odpadních vod.....	11
3.1.1 Splaškové odpadní vody .....	12
3.1.2 Průmyslové odpadní vody .....	14
3.1.3 Dešťové odpadní vody.....	14
3.1.4 Balastní vody .....	15
3.1.5 Městské odpadní vody .....	16
3.2 Kvalita odpadních vod .....	16
3.2.1 Kvalita splaškových odpadních vod .....	16
3.3 Odvod odpadních vod .....	19
3.3.1 Rozdělení stokových sítí.....	19
3.3.2 Způsoby odkanalizování .....	20
<b>4 Čištění odpadních vod .....</b>	<b>22</b>
4.1 Mechanické čištění.....	23
4.2 Biologické čištění.....	25
<b>5 Možnosti nakládání odpadních vod z domácnosti .....</b>	<b>28</b>
5.1 Žumpa .....	28
5.2 Septik.....	29
5.3 Kořenová čistírna odpadních vod.....	30
5.4 Domovní čistírna odpadních vod .....	33
<b>6 Realizace stavby žumpy, septiku, KČOV a DČOV.....</b>	<b>37</b>
6.1 Stavba žumpy .....	37
6.2 Stavba septiku, KČOV a DČOV .....	37
6.2.1 Výběr vhodné varianty.....	38
6.2.2 Projektová dokumentace.....	38
6.2.3 Vyjádření dotčených orgánů.....	39
6.2.4 Vodoprávní řízení .....	39
6.2.5 Stavba a kolaudace.....	39
6.3 Přípustné znečištění vypouštěných vod .....	40
6.3.1 Vypouštění do povrchových vod .....	40
6.3.2 Vypouštění do podzemních vod .....	40

<b>7</b>	<b>Popis řešené lokality a stávající stav .....</b>	<b>41</b>
7.1	Popis řešené lokality .....	41
7.2	Porovnání variant pro řešenou lokalitu .....	43
<b>8</b>	<b>Diskuze .....</b>	<b>48</b>
<b>9</b>	<b>Závěr.....</b>	<b>50</b>
<b>10</b>	<b>Seznam použitých zdrojů .....</b>	<b>51</b>
<b>11</b>	<b>Seznam obrázků .....</b>	<b>56</b>
<b>12</b>	<b>Seznam tabulek .....</b>	<b>58</b>
<b>13</b>	<b>Seznam rovnic .....</b>	<b>60</b>
<b>14</b>	<b>Seznam grafů .....</b>	<b>60</b>
<b>15</b>	<b>Přílohy .....</b>	<b>i</b>



# 1 Úvod

Voda je základní a jedna z nejdůležitějších látek pro život člověka a život na Zemi. Bez ní by život na Zemi neexistoval. Plochou zabírá více než dvě třetiny naší planety, ale pouze necelá 3 % tvoří voda sladká. Výskyt sladkých vod lze dále rozdělit na ledovcové vody 68,3 %, podzemní vody 31,5 % a povrchové vody okolo 0,2 %. Česká Republika je zemí, které prakticky nemá přístup k žádným velkým zdrojům. Zásoby jsou velice omezené a doplňují se pouze z dešťových srážek (Ruda, 2014).

Vzhledem ke stále narůstajícímu počtu obyvatelstva a stále se zvyšujícími požadavky na komfort života dochází k znečištění většího a většího množství vody. Proto se lidstvo začalo zajímat, jak tuto vodu vyčistit a vrátit zpět do přirozeného koloběhu přírody. Tyto vyčištěné odpadní vody (dále jen OV) musí být v takové kvalitě, aby dále neznečišťovaly vodní zdroje a nezatěžovaly tím životní prostředí. K tomu slouží čistírny odpadních vod (dále jen ČOV), kam jsou odpadní vody centrálně přiváděny ze stokových sítí a následně upravovány.

Ne všude, většinou v menších městech, či ve vesnicích, je ale možnost se připojit do centrální kanalizace a odpadní vody nechat zlikvidovat centrální ČOV. Navíc když v současnosti panují na našem území největší sucha za několik posledních století (Česká televize ©2021), lidé přemýšlejí jak vodu v krajině zadržet. Nebo ještě lépe jí opakovaně využít. Proto se například při dešti sbírá voda ze střech a akumuluje se v dešťových nádržích, což je dnes veliký trend.

V dnešní době si lidé k domu bez možnosti připojení se na centrální kanalizaci stále častěji pořizují malé domovní ČOV (dále jen DČOV). Tím, že člověk vymění starou žumpu za moderní DČOV nejen že ušetří svou peněženku za její neustále vyvážení, ale pomůže i životnímu prostředí vypouštěním čisté vody zpět do přírody. Takto přečištěnou vodu lze ale i shromažďovat v akumulačních nádržích a využívat jí například na zalévání svých zahrad v době sucha. Někteří lidé jdou ale ještě dále a upravenou vodu používají například na splachování toalet, čímž lze opět ušetřit jak finanční prostředky, tak i velké množství pitné vody.

## **2 Cíl práce**

Cílem této bakalářské práce je návrh a posouzení nejvhodnějšího způsobu nakládání s OV u rodinného domu v obci Nemyšl v jižních Čechách.

První část práce je založena na rešerši problematiky OV. OV jsou v ní definovány, je představeno jejich základní dělení, jejich obecní složení a způsoby s jejich nakládáním – zejména v kontextu individuální zástavby.

Další část této práce je zaměřena na výběr a realizaci nejvhodnějšího a nejvýhodnějšího řešení způsobu nakládání s OV pro konkrétní rodinný dům v obci Nemyšl.

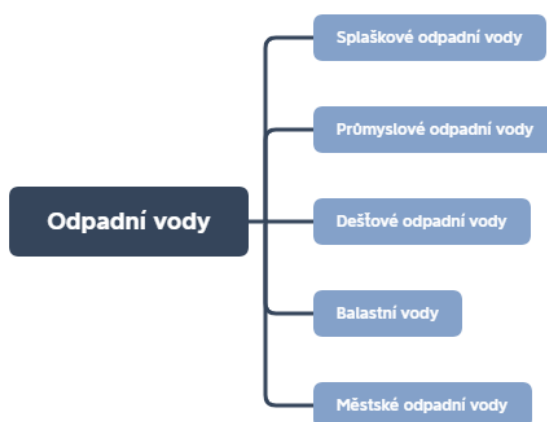
### 3 Odpadní vody

Odpadními vodami se zabývá zákon č. 254/2018 Sb. – Zákon o vodách v platném znění. Dle § 38 zákona č. 254/2018 Sb. Jsou odpadní vody (dále jen OV) všechny vody, které byly použité v obytných, průmyslových, zemědělských, zdravotnických a jiných stavbách, zařízeních nebo dopravních prostředcích, mají-li po použití změněnou jakost (například teplotu, složení). Do OV se řadí i směsi se srážkovými vodami, i jiné vody, které odtékají ze staveb, zařízení a dopravních prostředků a mohou ohrozit jakost povrchových nebo podzemních vod. OV jsou i průsakové vody vznikající při provozování skládek a odkališť nebo během následné péče o ně s výjimkou vod, které jsou zpětně využívány pro vlastní potřebu organizace, a vod, které odtékají do vod důlních.

Další výklad vzniku odpadních vod uvádí Švehla (2007). Ke znečištění vody dochází při každodenních běžných činnostech, při kterých dochází ke zhoršení vlastností, či její jakosti lidskou činností. Znečištění může být způsobeno rozpuštěnými, nebo nerozpuštěnými látkami. Za znečištění lze považovat například i změna její teploty apod. Její množství a kvalita se ve stejném místě v průběhu času mění.

#### 3.1 Druhy odpadních vod

Na Obrázku č. 1 je prezentováno dělení odpadních vod dle Švehly (2007) do pěti základních skupin.



Obrázek č.: 1 Rozdělení odpadních vod (Švehla, 2007)

### 3.1.1 Splaškové odpadní vody

Jedná se o OV z domácností, různých sociálních, kulturních a stravovacích zařízení, či hotelů a dalších podobných zařízení, mající podobný charakter OV od obyvatelstva (Slavíčková, 2013).

Pro výpočet množství těchto vod se počítá s jednotkou ekvivalentní obyvatel EO. Na každého EO se počítá se specifickou produkcí 150 l/osobu/den, znečištěním BSK<sub>5</sub> 60g/den a NL 55g/den. Hodnota BSK<sub>5</sub> je definována jako biochemická spotřeba kyslíku. Jedná se o hmotnostní koncentraci rozpuštěného kyslíku v roztoku, která byla spotřebována za biochemické oxidace za daných podmínek. NL jsou nerozpuštěné látky organického, nebo neorganického původu. Dále je lze rozdělit na usaditelné a neusaditelné (Komínková, 2014). V Tabulce č. 1 jsou uvedeny průměrné hodnoty znečištění splaškových OV na jeden litr.

pH	6,5 – 8,5
Nerozpuštěné látky	3 – 4,5 mg
Rozpuštěné látky	600 – 800mg
BSK <sub>5</sub>	100 – 400mg
CHSK <sub>CR</sub>	250 – 800mg
N <sub>Celkový</sub>	30 – 70mg
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	20 – 45mg
P <sub>Celkový</sub>	5 – 15mg

Tabulka č.: 1 Průměrné hodnoty znečištění splaškových OV na jeden litr (VŠB ©2014)

Komínková (2014) uvádí výpočet denní produkce  $Q_p$ , neboli průměrný denní přítok odpadní vody na čistírnu odpadních vod:

$$Q_p = SPV \times EO [m^3 \cdot den^{-1} \cdot osoba^{-1}]$$

(1)

kde SPV je specifická produkce [ $m^3 \cdot den^{-1}$ ] a EO počet ekvivalentních obyvatel [osoba].

Komínková (2014) uvádí výpočet maximálního denního průtoku  $Q_d$  na ČOV:

$$Q_d = Q_p \times k_d [m^3 \cdot den^{-1}]$$

(2)

kde  $Q_p$  je průměrný denní přítok [ $m^3 \cdot den^{-1}$ ] a  $k_d$  je součinitel denní nerovnosti [-], jeho hodnoty jsou uvedeny v Tabulce č. 2.

Počet obyvatel EO	$k_d$
< 1 000 obyvatel	1,50
1 000 – 5 000 obyvatel	1,40
5 000 – 20 000 obyvatel	1,35
20 000 – 100 000 obyvatel	1,25

Tabulka č.: 2 Hodnoty součinitele denní nerovnosti (Komínková, 2014)

Průtokové množství splaškové odpadní vody se mění v závislosti na čase s určitou pravidelností. Jeho maximum v ranních hodinách mezi 6 – 9 hodinnou a následně ve večerních hodinách mezi 17 – 21 hodinou (EPRAVO.cz ©2020). Maximální hodinový průtok  $Q_{hMax}$  se dle Komínkové (2014) vypočítá pomocí rovnice:

$$Q_{hMax} = \frac{Q_d \times k_h}{24} [m^3 \cdot h^{-1}],$$

(3)

kde  $Q_d$  je maximální denní přítok [ $m^3 \cdot den^{-1}$ ] a  $k_h$  součinitel max. hodinové nerovnosti [-]. Stoky jsou pak budovány alespoň na dvojnásobnou hodnotu  $Q_{hMax}$  (Novák J. 2003). Hodnoty součinitele maximální hodinové nerovnosti  $k_h$  jsou pak uvedeny v Tabulce č. 3.

Počet obyvatel EO	$k_h$	Počet obyvatel EO	$k_h$
30	7,2	1 000	2,2
40	6,9	2 000	2,1
50	6,7	5 000	2,0
75	6,3	10 000	2,0
100	5,5	20 000	1,9
300	4,4	30 000	1,8
400	3,5	50 000	1,7
500	2,6	100 000	1,5

Tabulka č.: 3 Hodnoty součinitele maximální hodinové nerovnosti (Vodovod.info ©2013)

### **3.1.2 Průmyslové odpadní vody**

Průmyslové odpadní vody jsou velice rozmanitou skupinou. Jedná se o odpadní vody, které pocházejí z technologických procesů výroby, nebo například z mytí výrobních zařízení. Jelikož jsou tyto vody většinou jiného charakteru než vody splaškové a liší se mezi jednotlivými odvětvími průmyslu, je snaha, aby k čištění docházelo přímo u zdroje svého vzniku, kde budou čistírny uzpůsobeny přímo na dané znečištění (Bindzar, 2009).

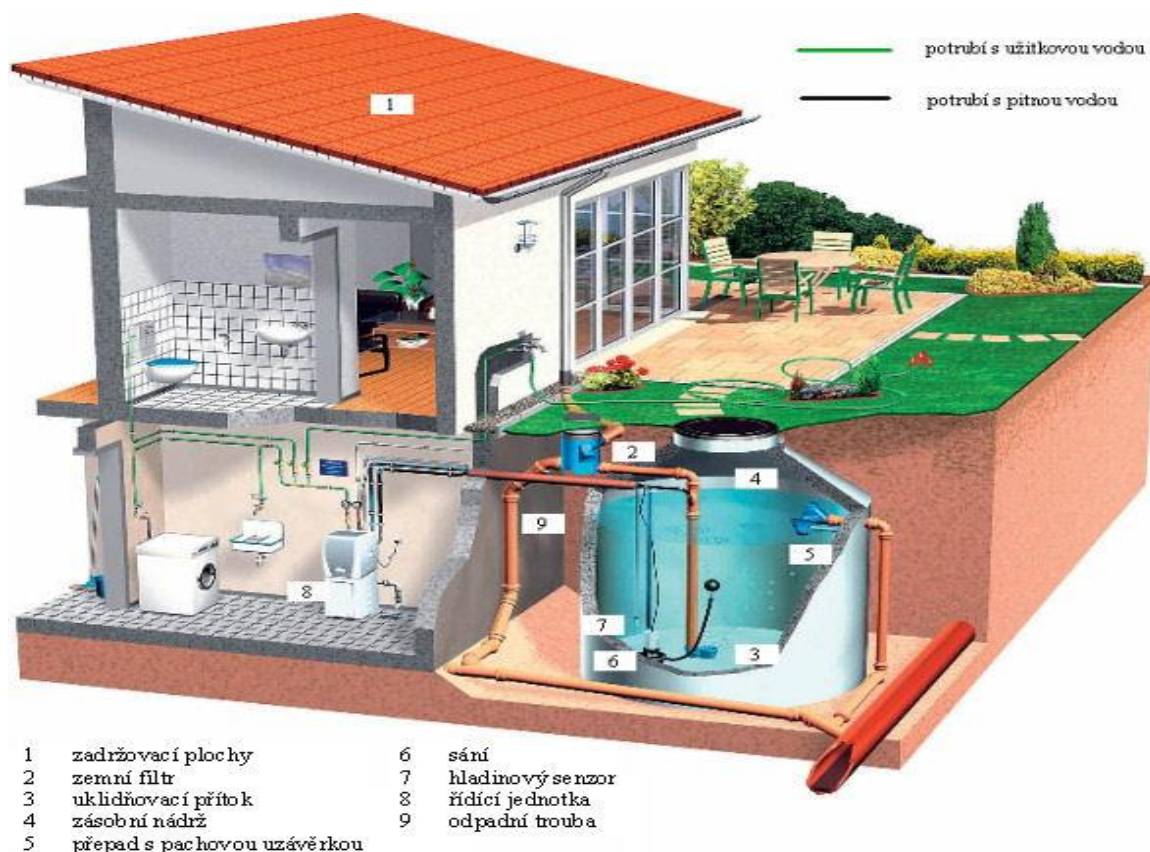
Průmyslové odpadní vody lze dle Bindzara (2009) rozdělit do 4 skupin. 1. skupinou jsou vody technologické, které často bývají ty nejrozmanitější a může jich během výrobního cyklu vznikat i více druhů. Jsou to vody, které se dostávají do kontaktu se surovinami a produkty, ale může se jednat i o vody které pocházejí z mytí a čištění příslušných technologických zařízení. Druhou skupinou jsou chladicí vody. V případě těchto vod se jedná hlavně o tepelné znečištění, ale může se zde jednat i o kontaminaci přidávanými látkami, nebo o kontaminaci při styku s chlazeným objektem. Třetí skupinou jsou splaškové vody, které vznikají například v sociálních zařízeních. Těmto odpadním vodám se věnuje předchozí kapitola. Čtvrtou a poslední skupinou jsou srážkové vody z areálu podniku. Tyto vody by se měly důsledně dělit na vody kontaminované a nekontaminované. Nekontaminované vody lze vypouštět přímo do recipientu, aby nedocházelo ke zbytečnému zatěžování čistíren odpadních vod. Kontaminované vody jsou většinou znečištěné ropnými látkami z dopravy. Tyto vody je potřeba sbírat a před vypouštěním vhodnými technologiemi vyčistit (Stephenson, 1998).

### **3.1.3 Dešťové odpadní vody**

Tyto vody bývají také velice často označovány jako srážkové vody. Vznikají při dešťových srážkách, nebo při tání sněhu. Kvalita těchto vod může být velice proměnlivá a záleží na mnoha faktorech. Dešťová voda je sama od sebe obvykle čistá. K její kontaminaci dochází při kontaktu s plochami, kde se během suchého období nahromadily různé znečišťující látky (Švehla, 2007).

Srážkové vody se často sbírají a akumulují například v sudech nebo v nádržích na akumulaci dešťových vod a následně se využívají jako užitkové vody. K těmto účelům je nejvhodnější sbírat vodu ze střech z inertních materiálů. Tyto vody se následně nejčastěji

používají k zalévání zahrad, splachování WC, úklidu a podobně (Kabelková, 2018). Příklad využití dešťových vod v domácnosti je vidět na Obrázku č. 2.



Obrázek č.: 2 Příklad technického zařízení pro užívání dešťové vody (tzb-info ©2020)

### 3.1.4 Balastní vody

Balastní vody jsou nežádoucí vody, které se dostaly do kanalizační, či stokové sítě. Může se jednat o podzemní vody, které se do potrubí dostaly různými netěsnostmi, povrchové vody zaústěné do kanalizace, případně se může jednat i o černá napojení srážkových vod z nemovitostí. Jejich přítomnost je nežádoucí, protože snižují kapacitu potrubí a více zatěžují čistírny odpadních vod, což může mít vliv na jejich výslednou účinnost (Švehla, 2007).

### **3.1.5 Městské odpadní vody**

Městské odpadní vody mohou být vlastně všechny výše uvedené druhy vod. Pokud se v městě nenachází žádný průmysl, jedná se vlastně o vody splaškové, většinou ještě naředěné balastními a srážkovými vodami. Dále sem mohou být přiváděny upravené vody z malých domovních čistíren odpadních vod, které mohou být vyčištěny pouze do kvality požadujících právní úpravou (Sojka, 2004).

## **3.2 Kvalita odpadních vod**

Za OV lze považovat jakoukoliv vodu, která po lidské činnosti změnila své vlastnosti a svou jakost a můžou tím ohrozit jakost povrchových a podpovrchových vod. Může se jednat například o její složení, teplotu, barvu, zápach apod. (Komínková, 2014; Stephens, 2009).

Každý druh OV je specifický svým složením a je potřeba s nimi nakládat určitým způsobem. Splaškové odpadní vody obsahují hlavně moč a fekálie. Dále jsou v nich obsaženy zbytky potravy, pracích a čisticích prostředků, popřípadě léků. U těchto OV se ve většině případů používá běžně mechanicko-biologické čištění (Komínková, 2014).

OV pocházející z průmyslu a zemědělství jsou velice rozmanitá skupina a vždy tak záleží, z jakého provozu pocházejí. Může se jednat o „pouze“ tepelné znečištění z chladirenských procesů, nebo znečištění chemickými látkami, či u zemědělských OV například pesticidy, či hnojiv. Tyto vody mohou být i toxické a zdraví nebezpečné a je proto potřeba s nimi tak zacházet. Klasické mechanicko-biologické čištění v tomto případě nemusí stačit a je potřeba je doplnit ještě o chemické procesy. Větší průmyslové provozovny v dnešní době již mají postavené ČOV dle svých specifických potřeb (Stephenson, 1997; Bindzar, 2009).

### **3.2.1 Kvalita splaškových odpadních vod**

Splaškové vody mají většinou šedou až šedohnědou barvu. Jejich teplota se pohybuje v závislosti na ročním období v rozmezí od 5 do 20°C, jejich pH je od 6,8 do 7, 5 a jsou silně zakalené (Komínková, 2014).

Pro výpočet množství splaškových vod se počítá s jednotkou ekvivalentní obyvatel EO. Na každého EO se počítá se specifickou produkcí OV 150 l/osobu/den. Tato jednotka



se využívá zejména pro návrh ČOV. V Tabulce č.4 jsou dle Komínkové (2014) vypsány průměrné hodnoty množství látek vyprodukované jedním EO za den.

Látky	Nerozpuštěné		Rozpuštěné [g/den]	Celkem [g/den]
	Usaditelné [g/den]	Neusaditelné [g/den]		
<b>Organické</b>	30	10	50	90
<b>Anorganické</b>	10	5	75	90
<b>BSK<sub>5</sub></b>	20	10	30	60
<b>N</b>	0,2	-	11	11,2
<b>P</b>	0,2	-	2,3	2,5

Tabulka č.: 4 Průměrné množství látek produkované 1 EO v ČR (Komínková, 2014)

### Nerozpuštěné látky

Nerozpuštěné látky, jsou tuhé látky, plovoucí, sedimentující, či látky ve vznosu, které jsou za určitých podmínek odstranitelné filtrací, usazováním, či odstředěním. Největší část lze odstranit sedimentací (Horáková, 2007). Jak lze vidět v Tabulce č. 4, jeden EO jich denně vyprodukuje průměrně 55g (367 mg.l<sup>-1</sup>). Podíl organické hmoty se udává kolem 70%. Nerozpuštěné látky obsažené v OV mohou být velice nebezpečné. Postupně se ve vodních tocích usazují a tvoří tzv. kal. V kalech může docházet k mnoha chemickým reakcí a po jejich rozvíření a smícháním s kyslíkem se může skokově zhoršit stav vody až do té míry, že dochází k úhynu rostlin a živočichů ve vodních tocích. Mezi nerozpuštěné látky obsažené v odpadních vodách lze zařadit například, hlínu, písek, prach, zbytky fekálií a jídla, různé bakterie, papír, plasty, škroby apod. (Mara, 2003; Quevauviller, 2006).

### Rozpuštěné látky

Za rozpuštěné látky se považují látky, které projdou přes filtraci. V Tabulce č. 4 je uvedeno, že jeden EO jich denně vyprodukuje průměrně 125g (833 mg.l<sup>-1</sup>). Podíl organické hmoty se udává kolem 40%. Velký podíl v rozpuštěných látkách zastávají sacharidy. Udává se několik desítek mg.l<sup>-1</sup>. Mezi rozpuštěné látky obsažené v odpadních vodách lze zařadit cukry, různá barviva, sulfidy a těžké kovy (Stephens, 2009).

### **Sloučeniny dusíku „N“**

Hlavní dusíkaté látky, obsažené ve splaškových OV jsou především močovina, amoniakální dusík, volné a vázané aminokyseliny. Dominantní podíl z celkového dusíku ve splaškových OV tvoří amoniakální dusík. Jeden EO průměrně vyprodukuje dle Tabulky č. 4 11,2g/den ( $74 \text{ mg.l}^{-1}$ ). Sloučeniny dusíku jsou ve vodách nestabilní a podléhají v závislosti na oxidačně-redukčním potenciálu a hodnotě pH biochemickým přeměnám. V praxi se toho využívá při biologickém čištění OV při řízených procesech nitrifikace a denitrifikace (Stephens, 2009; Pitter, 2009).

Při nitrifikaci se amoniakální dusík oxiduje na dusitany a následně na dusičnany. Při denitrifikaci se dusičnany redukují na dusitany a dále až na elementární dusík (Pitter, 2009; Komínková, 2014).

### **Sloučeniny fosforu „P“**

Sloučeniny fosforu většinou pocházejí z moči, fekálií a pracích prostředků. Na jednoho EO přichází dle Tabulky č. 4 2,5g/den ( $16,7 \text{ mg.l}^{-1}$ ). Fosfor je významným biogenním prvkem a značnou mírou se podílí na eutrofizaci vod. Proto je parametr „celkový fosfor“ pečlivě sledován (Komínková, 2014).

Nejčastěji se v České republice se fosfor odstraňuje za pomoci chemického srážení (využívání koagulantů) a zvýšeného biologického odstraňování. K chemickému srážení se používají trojmocné soli železa a hliníku, dvojmocné soli železa a vápníku. Biologické odstraňování se zvýšeným odstraněním fosforu, přesněji fosfátů, je založeno na zvýšeném příjmu fosforu do buněk některých mikroorganismů a bakterií (Mara, 2003; Pitter, 2009).

### **3.3 Odvod odpadních vod**

Pro odvod odpadních vod slouží stokový systém. Stoková síť se skládá z potrubí, kanálů, tunelů a dalších jiných objektů, které slouží k odvodu, či čerpání odpadních vod. Nejčastěji fungují na gravitačním principu, kdy je zapotřebí, aby měly stoky potřebný sklon a mohly plynule proudit do čistírny odpadních vod. Proto bývají ČOV umístěny co nejbližší vodnímu toku a v co nejnižším místě. Tam, kde není možné využít pouze gravitačního průtoku, se musí použít čerpání. V poslední době se začínají využívat tlakové, nebo vakuové kanalizační systémy (Novák, 2003).

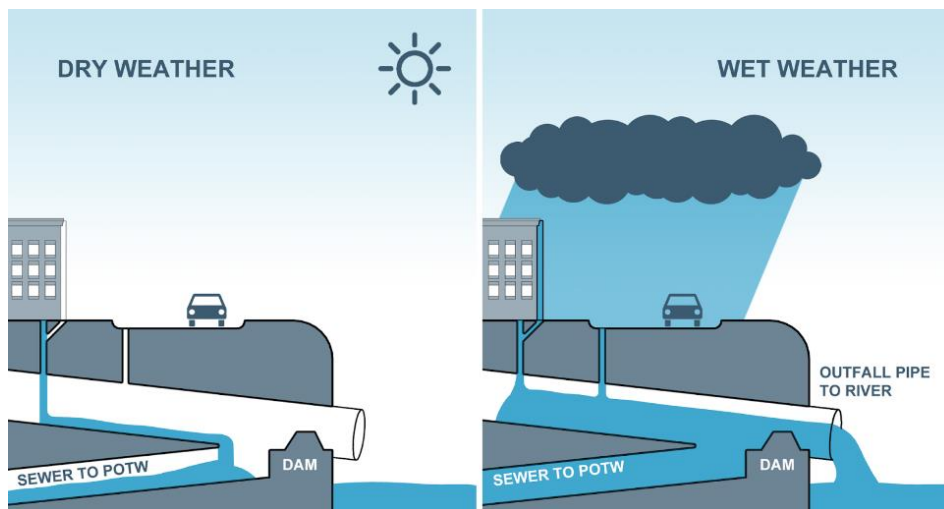
Kanalizacím se věnuje zákon č. 274/2001 Sb. – Zákon o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích) v platném znění. Tento zákon se vztahuje na kanalizace (a vodovody), které trvale využívá alespoň 50 fyzických osob, nebo pokud je průměrná denní produkce z ročního průměru odpadní vody za den je 10 m<sup>3</sup> a více. Zákon se naopak nevztahuje na oddílné kanalizace, které slouží k odvodu povrchových vod, které vznikly odtokem srážkových vod a na kanalizace na které není připojen alespoň 1 odběratel. Vodoprávní úřad může na návrh nebo z vlastního podnětu rozhodnout jinak, je-li to v zájmu ochrany veřejného zdraví, ochrany zdraví zvířat nebo ochrany životního prostředí a jsou-li na vodovod, nebo kanalizaci připojeni alespoň 2 odběratelé (Hlavínek, 2003).

#### **3.3.1 Rozdělení stokových sítí**

##### **Soustava jednotná**

U jednotné soustavy jsou všechny druhy odpadních vod (splaškové, průmyslové, dešťové, balastní a městské) vedeny jednou kanalizací. Nevýhodami jednotné soustavy jsou hygienické hledisko (musí být vždy zatrubněny) a velké profily potrubí. Velikost potrubí je zapotřebí kvůli dešťovým přívalům. Ty jsou sice občasné, ale převyšují průtoky všech ostatních odpadních vod. Kvůli těmto přívalům se na síti budují takzvané odlehčovací komory. V těchto komorách při velkém průtoku dohází k přepadu vody do odlehčovacích potrubí, které naředené odpadní vody odvádí přímo do recipientu, popřípadě do odlehčovacích nádrží. Princip odlehčovací komory je znázorněn na Obrázku č.: 3.

Další nevýhodou může být zbytečné zatěžování ČOV při dešťových srážkách. Výhodou jednotné soustavy je cena, kdy stačí vybudovat jedno potrubí, či stoku pro všechny odpadní vody (Wayland, 2003).



Obrázek č.: 3 Odlehčovací komora (anieloverbey ©2020)

### Soustava oddílná

U oddílné soustavy se odvádí dešťové a splaškové vody odděleně. Z toho vyplývá, že každý druh odpadní vody má své potrubí, či stoku. V praxi se využívá jednoho potrubí pro neznečištěnou dešťovou vodu (např. voda ze střech), která se odvádí přímo do recipientu a druhým potrubím se odvádí splaškové vody do ČOV. Výhodou je tedy snížení objemu odpadních vod odváděných na ČOV a vrácení neznečištěných dešťových vod do přírody. Nevýhodou je cena, kvůli výstavbě dvou oddělených kanalizací. Další nevýhoda může být v nedostatečném proplachu splaškové kanalizace, kdy může docházet k jejímu většímu zanášení (Novák, 2003).

### 3.3.2 Způsoby odkanalizování

#### Gravitační kanalizace

Odpadní vody jsou odváděny samovolně pomocí gravitace potrubím, které musí být s minimálním spádem 0,6 %. Na trase by měly být maximálně po 50 m umístěny revizní kanalizační šachty. Výhodou tohoto způsobu je jeho jednoduchost, minimální nároky na obsluhu při provozu a cena. Nevýhodou je nutnost dodržení minimálního spádu – tím může například v rovinném terénu dojít v důsledku dalšího zahlubování terénu k prodražení. V členitém terénu je nutno počítat s přečerpáváním odpadních vod (Mifek, 2011).

### **Tlaková kanalizace**

Odpadní vody jsou gravitačně svedeny do čerpacích šachet. Odtud jsou čerpadly, která jsou vybaveny drtičem, přečerpávána do hlavní tlakové kanalizace. Přibližně po 300 m se budují takzvané armaturní šachty. Ty se umisťují buď na vrcholech, aby bylo možné potrubí odvzdušnit, nebo v nejnižších místech, kde se potrubí odkaluje. Tlaková kanalizace má několik výhod. Není třeba brát v ohled na jednotlivé výškové rozdíly a nemusí se dodržovat spád potrubí a na výstavbu stačí potrubí s menšími průměry. Použití tlakové kanalizace má i své nevýhody. Je potřeba čerpadel (životnost, cena apod.) a závislost na funkčním elektrickém připojení (při výpadku elektrické energie čerpadla nefungují). Také se nesmí zapomenout na nutnost pravidelné údržby (proplach tlakovou vodou) (Novák, 2003).

### **Podtlaková kanalizace**

Podtlaková, neboli vakuová kanalizace je založena na principu podtlaku v hlavním potrubí. Odpadní vody jsou gravitačně svedeny do sběrných šachet. Odtud se přes speciální sací ventil nasává odpadní voda do hlavního potrubního systému a dále proudí do podtlakových nádob. Z podtlakových nádob je odpadní voda již přečerpávána do ČOV. Výhodami tohoto způsobu jsou: podtlakové ventily ve sběrných šachtách nepotřebují elektrickou přípojku, profil ventilu je plně průtočný, delší životnost podtlakového ventilu oproti domovním čerpadlům tlakové kanalizace, vyšší kapacita podtlakového ventilu ve srovnání s domovními čerpadly tlakové kanalizace a vysoká rychlost přepravy splašků zcela vylučuje jejich usazování v potrubí či ucpání kanalizace. Naopak nevýhodami realizace podtlakové stanice, nutnost těsnosti celého systému – při netěsnosti se zvyšuje energetická náročnost a tím i cena provozu (Mifek, 2011).

## 4 Čištění odpadních vod

Čištění odpadních vod v komunálních čistírnách lze, jak je vidět na Obrázku č. 4, rozdělit na tři základní části. První část je mechanické předčištění. V této části se oddělují nerozpuštěné nečistoty a případně i tuky. Druhá část je čištění biologické. Zde dochází k čištění odpadních vod pomocí bakterií a jiných malých organismů. Poslední částí je terciální čištění. V této fázi dochází hlavně k odstranění fosforu nerozpuštěných látek a k hygienizaci vody (Zweckverband ©2021).



Obrázek č.: 4 Čistírna odpadních vod (Zweckverband ©2021)

## 4.1 Mechanické čištění

Při mechanickém čištění dochází k odstranění nejhrubších a nerozpuštěných nečistot (štěrk, větve, písek, plasty, hadry a další). Odstranění těchto nečistot je velice důležité pro ochranu dalších komponent čistírny, které by mohly být těmito nečistotami poškozeny (například čerpadla) (W&A WASSER & ABWASSER TECHNIK ©2019).

Mechanické čištění má pro odstranění nerozpuštěných nečistot několik fází:

- Lapák štěrku
- Česle
- Lapák písku
- Usazovací nádrž

### Lapák štěrku

Lapák štěrku je prvním mechanickým stupněm čištění a nachází se před vlastní čistírnou odpadních vod. Jedná se o jímku, kde dochází k usazení nejhrubších nečistot nesených odpadními vodami (dlažební kostky, cihly, štěrk). Jímka musí být pravidelně vyklížena, nejčastěji je k tomu využíván mechanický drapák (Pecháček, 2018).

### Česle

Česle slouží k zachycení jemnějších hrubých nečistot a plovoucích objektů (zbytky jídla, papír, hadry, dřevo, obaly, nerozpadlé fekálie). Tyto zachycené nečistoty se nazývají shrabky. Česle lze dělit dle různých hledisek. Podle šířky průlin na hrubé a jemné. Dále je lze dělit dle stupně mechanizace – ručně, nebo strojně stírané česle. Na Obrázku č. 5 je příklad mechanických samočisticích česlí (Hlavínek, 2010).

Shrabky jsou hygienicky a esteticky závadné a obsahují velké množství patogenů. Pro další zpracování se odvodňují za pomoci lisů. Po té se odvázejí do spaloven, nebo se skládkují. Ve výjimečných případech se mohou kompostovat (mají-li dostatečně vysoký organický podíl) (Ramalho, 1997).



Obrázek č.: 5 Mechanické samočistící česle (FONTANA ©2021)

### **Lapák tuků**

Lapák tuků je definován jako zařízení pro odlučování tuků. Zařízení se zpravidla skládá z kalového prostoru, prostoru pro odloučení tuků a zásobního prostoru na odloučený tuk. Někdy je i požadavek na prostor pro odběr vzorků. Lapák tuku funguje na principu gravitačního odlučování tuku z přitékající znečištěné vody, ve kterém na základě rozdílu měrných hmotností mezi odlučovanou látkou a nosnou tekutinou, a na základě zmenšení rychlosti proudění, dochází k odlučování tukových částic jejich vynášením k hladině. Tukové částice jsou následně z hladiny sbírány. Lapák tuku chrání ČOV před zanášením cest OV a mechanického poškození dalších technologií (TZB.info ©2021).

### **Lapák písku**

Lapák písku slouží k zachycení nerozpuštěných nečistot s větší měrnou hmotností, než má odpadní voda – využívá gravitační síly a rozdílu hustot. Zachycuje částice do velikosti přibližně 0,2mm. Jedná se hlavně o splavený písek, popílky a další minerální látky, které přitékají ze stok společně s odpadní vodou. Tyto látky je potřeba odstranit kvůli ochraně dalších čistírenských zařízení (ochrana pohyblivých částí mechanického zařízení a čerpadel před abrazí a předčasným opotřebením a zamezuje ucpávání potrubí). Dalším



důvodem je zabránění hromadění minerálních látek v aktivačních a vyhnívacích nádržích (docházelo by ke zhoršení vlastností kalové směsi a zanášení nádrží) (Šálek, 2006).

### **Usazovací nádrž**

Usazovací nádrže slouží ke gravitační separaci suspendovaných látek obsažených v odpadní vodě a zároveň ke stírání plovoucích nečistot na hladině. Vzniklý kal se nazývá primární kal. Primární kal může být energeticky cenná surovina a může být využita pro výrobu bioplynu. Tím se primární kal zneškodní a stabilizuje (K&K TECHNOLOGY © 2021).

Usazovací nádrže mohou pracovat buď kontinuálně (průtočně), nebo s přerušovaným provozem. Nádrže mohou být pravoúhlé, nebo kruhové. A dle průtoku se dělí na nádrže s horizontálním, nebo vertikálním průtokem (W&A WASSER & ABWASSER TECHNIK ©2019). Na obrázku č. 6 lze vidět příklad kruhových usazovacích nádrží.



Obrázek č.: 6 Kruhové usazovací nádrže (WASSER ABWASSER TECHNIK, ©2019).

## **4.2 Biologické čištění**

Při biologickém čištění se využívá přirozených mikroorganismů (např. heterotrofní bakterie, bičíkovci, nálevníci a další). Ty tvoří kolonie a ke svému růstu se živí organickými složkami, které jsou obsaženy v odpadních vodách. Zde se mluví o takzvaném aktivovaném kalu. Následně se v další fázi voda přečerpá do dosazovací nádrže, kde se oddělí kal od vyčištěné vody (Komínková, 2014).

## Aktivační nádrž

Aktivace je jedním z nejčastěji používaných způsobů biologického čištění městských odpadních vod. Při tomto druhu čištění je odpadní voda míchána s tzv. aktivovaným kalem v aerobním prostředí (prostředí s dostatečným provzdušňováním) (Wanner, 1994).

Na obrázku č.: 7 jsou vidět aktivační nádrže, které se nacházejí v Ústřední čistírně odpadních vod v Praze.



Obrázek č.: 7 Aktivační nádrže (Pražské vodovody a kanalizace, a.s. ©2021).

Aktivovaný kal je tvořen mikroorganismy, převážně bakteriemi, které se vyskytují zejména ve formě zoogléí. Kromě bakterií jsou z vyšších organismů přítomni prvoci, vířníci, hlístice a mohou se zde vyskytovat i houby, plísňe a kvasinky. Osídlení aktivovaného kalu mikroorganismy (jeho biocenóza) závisí do značné míry na složení substrátu, na kterém byl vypěstován, a na technologických parametrech, při kterých byla aktivace provozována (Komínková, 2014).

Aktivovaný kal je směsnou kulturou mikroorganismů. Od čistých kultur se liší také tím, že je schopen se oddělovat od kapalné fáze prostou sedimentací, protože má vločkovitý charakter. Tato jeho vlastnost je nezbytná pro úspěšné biologické čištění (W&A WASSER & ABWASSER TECHNIK ©2019).

Směs vody a kalu je zapotřebí při aktivaci řádně provzdušňovat. Stlačený vzduch (případně i kyslík) se do nádrže vhání pomocí děrovaných rozvodů na jejím dně. Na aktivační čistírně by měl být i náhradní zdroj stlačeného vzduchu, aby nedošlo při jakékoliv poruše k dlouhodobému přerušení dodávky vzduchu do nádrží. K promíchávání aktivačních nádrží, které nemají být provzdušňovány, mohou sloužit speciální míchadla, nebo čerpadla (VŠB ©2020).

### **Dosazovací nádrž**

V dosazovací nádrži se separují usaditelné vločky aktivovaného kalu od vyčištěné vody. Část usazeného kalu se vrací zpět do aktivační nádrže. Přebytečný kal se ze systému odstraní. Mísí se s kalem z usazovací nádrže a následně se likviduje. Může být využit v zemědělství, v kompostárnách, či v bioplynových stanicích. Dalším způsobem bezpečné likvidace je jeho spalování (ve spalovnách odpadů) (Wanner, 1994). Ukázka dosazovací nádrže je vidět níže na Obrázku č.: 8.



*Obrázek č.: 8 Dosazovací nádrž (Šebesta ©2021)*

Dosazovací nádrže se rozdělují na 3 části – Vtoková, výtoková a kalová. Vtoková a odtoková část se navrhuje tak, aby bylo zajištěno rovnoměrné rozdělení a laminární proudění odpadní vody v celém příčném profilu usazovací zóny. V kalové části dochází k akumulaci a zahušťování kalu (Pytl, 2004).

## 5 Možnosti nakládání odpadních vod z domácnosti

### 5.1 Žumpa

Žumpa, nebo také bezodtoková jímka je většinou betonová, sklolaminátová, či plastová nádrž. Příklad plastové jímky je na Obrázku č. 9. Žumpa nemá žádný odtok a je tedy potřeba vyvážet veškerý obsah fekálním vozem na centrální čistírnu odpadních vod. Výhodou žumpy jsou nízké pořizovací náklady. Nevýhodou jsou naopak vysoké provozní náklady za její časté vyvážení a likvidaci odpadních vod (Voda v domě©2021). Požadovaná velikost jímky se vypočítá dle normy ČSN 75 6081 dosazením do rovnice:

$$V = EO \times SPV \times t [m^3]$$

(4)

kde EO počet ekvivalentních obyvatel [osoba], SPV je specifická produkce odpadních vod [ $m^3 \cdot \text{den}^{-1}$ ] a t je časový interval vyprazdňování žumpy [den]. Dle normy je specifická produkce odpadních vod  $0,15 m^3 \cdot \text{den}^{-1}$  na jednu osobu.



Obrázek č.: 9 Plastová jímka (Krausplast, ©2012)

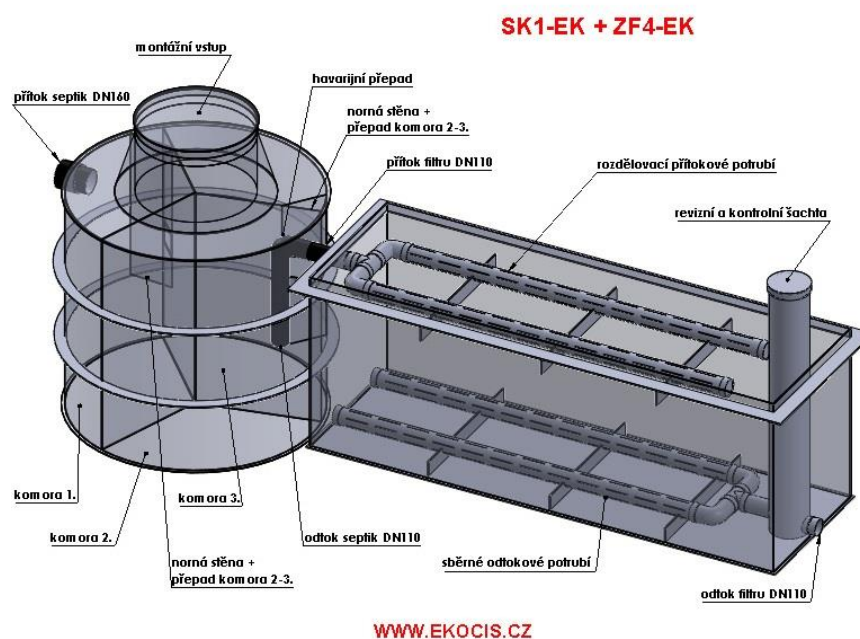


## 5.2 Septik

Septik je nádrž sloužící k předčištění odpadních vody. Nádrž je rozdělená za pomoci přepážek na několik komor (dnes se nejčastěji využívají 3 komory). Čím více komor v septiku je, tím bude předčištění účinnější.

Septiky slouží jako první stupeň předčištění odpadních vod z domácností (kuchyně, WC, či koupelna). Pracuje na principu biomechanického předčištění. Voda postupně přetéká z komory do komory, kdy v každé komoře dochází k sedimentaci nečistot. Zbytek kalů a nečistot, které zůstaly v jednotlivých komorách, postupně vyhnívají. Vyhnívání lze urychlit přípravky, které obsahují směs užitečných enzymů a bakterií. Kal ze septiku je zapotřebí, stejně jako u žumpy čas od času vyvážet. Ale díky postupnému vyhnívání se interval vyvážení snižuje (Pytl, 2004).

Jako další stupeň dočištění vody ze septiku se doporučuje rozšíření o takzvaný zemní filtr. Na Obrázku č.: 10 je zobrazeno takové řešení od firmy EKOCIS, spol. s.r.o. Zemní filtr je nádoba s pískovou náplní. Skládá se z vtokové šachty, nádoby s pískovou náplní a sběrného a výtokového potrubí. Účinnost přečištění vody pak dosahuje až 92 % (Pytl, 2004).



Obrázek č.: 10 Tříkomorový septik se zemním filtrem (EKOCIS, ©2021)

Potřebná velikost septiku se dle normy ČSN 75 6402 vypočítá dosazením do rovnice:

$$V = a \times EO \times SPV \times t [m^3]$$

(5)

kde  $a$  je součinitel vyjadřující kalový prostor (obvykle 1,5),  $EO$  počet ekvivalentních obyvatel [osoba],  $SPV$  je specifická produkce odpadních vod [ $m^3 \cdot den^{-1}$ ] a  $t$  je časový interval zdržení vody v septiku [den] (obvykle 3 - 5 dní). Dle normy je  $SPV$   $0,15 m^3 \cdot den^{-1}$  na jednu osobu.

Výhodou septiku je, že nepotřebuje ke svému chodu elektřinu, nevadí mu nepravidelná produkce odpadních vod a nízká pořizovací cena. Pokud je doplněn o zemní filtr, tak má vysokou účinnost až 92 %. Nevýhodou jsou větší rozměry a potřeba investice do obnovy zemního filtru. Životnost zemního filtru je obvykle počítána na 5-8 let (ZAKRA ©2020).

### 5.3 Kořenová čistírna odpadních vod

Kořenová čistírna odpadních vod pracuje na principu přirozeného čištění, podobně jako je tomu v přírodě - jsou to umělé mokřady. Hlavní roli zde hrají vodní rostliny, na jejichž kořenech se vyskytují anaerobní bakterie, které „požírají“ nečistoty, jenž pro ně představují živiny (Geller, 2003). K mechanickému předčištění se využívá buď šterbinové nádrže, nebo vícekomorového septiku. Dle nových výzkumů je vhodnější použít vícekomorových septiků. Ty jsou sice dražší, než šterbinové nádrže, ale jejich účinnost předčištění je na vyšší úrovni (Vymazal, 2011). Předčištění od pevných složek odpadu je důležité, aby nedošlo k ucpání kořenové čistírny (Wayland, 2003). Potřebnou velikost septiku lze vypočítat z Rovnice č. 5. Plocha kořenové čistírny  $A$  se dle Komínkové (2014) se vypočítá rovnicí:

$$A = \frac{Q_p \times (\ln c_0 - \ln c)}{K_{BSK}} [m^2]$$

(6)

kde  $Q_p$  je průměrný denní přítok [ $m^3 \cdot den^{-1}$ ] – výpočet hodnoty  $Q_p$  lze nalézt v Rovnici č. 1,  $c_0$  je průměrná denní koncentrace  $BSK_5$  v přítékající vodě [ $mg \cdot l^{-1}$ ],  $c$  je průměrná denní koncentrace  $BSK_5$  v odtékající vodě [ $mg \cdot l^{-1}$ ] a  $K_{BSK}$  je rychlostní konstanta úbytku

znečištění [ $\text{m.den}^{-1}$ ] (doporučovaná hodnota je  $0,1 \text{ m.den}^{-1}$ ). Dle Vymazala (2016) se většinou u plochy A uvažuje  $5 \text{ m}^2$  na jednoho obyvatele.

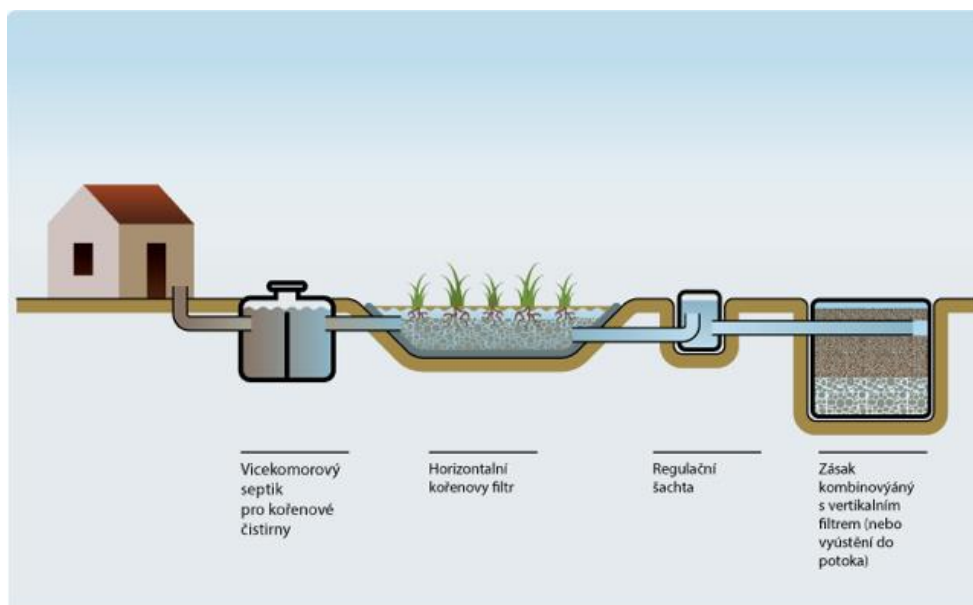
Kořenové čistírny odpadních vod lze rozdělit do dvou základních skupin. První skupinou jsou kořenové čistírny s horizontálním průtokem, druhou skupinou jsou kořenové čistírny s vertikálním průtokem (Vymazal, 2010).

### **Kořenová čistírna s horizontálním průtokem**

Kořenová čistírna s horizontálním podpovrchovým průtokem, jejíž princip je znázorněn na Obrázku č. 11, je jedním z nejběžnějších typů, se kterým se u nás můžeme setkat. Je tvořena výkopem, který je vyplněn hydroizolační fólií a geotextilií. Dále se výkop zaveze štěrkem o různé velikosti, který slouží jako filtrační materiál. Na vstupu a na odtoku je používán hrubší štěrk frakce 36/63 nebo 63/125, kdežto v samotné čistící zóně se používá jemnější štěrk (kačírek) frakce 8/16 nebo 4/8. (Grania ©2021).

Mechanicky předčištěná voda ze septiku kontinuálně vstupuje pomocí perforovaného potrubí do kořenové čistírny. Samotnou čistírnou odpadní voda protéká velice pomalu (v řádu několika dní). K vlastnímu čištění zde dochází dvojím způsobem. Za prvé, na povrchu štěrku jsou přítomny bakterie, které odbourávají některé živiny z odpadu. Za druhé, pomocí samotných rostlin, které jsou vysoce výkonným čistícím prvkem. Na jejich kořenech dochází k mnoha chemickým reakcím, které rozkládají složitější látky z odpadu na jednodušší sloučeniny. Největší roli zde hraje schopnost rostlin přivádět do vody kyslík (Grania ©2021).

Na konci kořenového pole je opět po jeho celé šířce perforované potrubí, které sbírá vyčištěnou vodu a přivádí ji do regulační šachty. Ta slouží k nastavení požadované výšky vodní hladiny v čističce. Dále je vyčištěná voda odváděna do recipientu, či zasakována do terénu (Mujdum, ©2021).



Obrázek č.: 11 Kořenová čistírna s horizontálním průtokem (Kraj Vysocina ©2021)

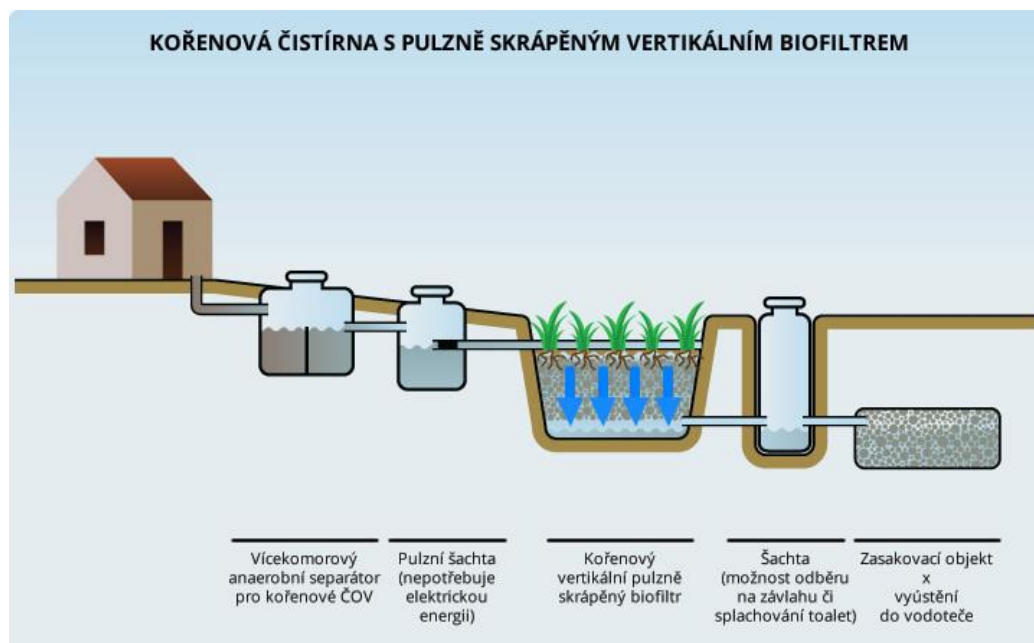
### Kořenová čistírna s vertikálním průtokem

Kořenová čistírna s vertikálním průtokem se stavebně podobá kořenové čistírně s horizontálním průtokem, s tím rozdílem, že se používá jemnější filtrační materiál a OV proudí shora z filtračního lože do jeho spodní části a voda neprotéká kontinuálně, ale v jednotlivých dávkách (Grania, ©2021). Její princip je znázorněn na Obrázku č. 12.

Mechanicky předčištěná voda ze septiku kontinuálně přitéká do pulzní šachty. Po naplnění pulzní šachty sepne čerpadlo (může fungovat i bez čerpadla), které žene vodu do sítě perforovaného potrubí a rovnoměrně zkropí kořenové filtrační pole. Tato voda pak postupně protéká nezatopeným filtračním ložem a tím se čistí. Na konci kořenového pole je opět po jeho celé šířce perforované potrubí, které sbírá vyčištěnou vodu a přivádí jí do sběrné šachty. Dále může být vyčištěná voda odváděna do recipientu, či zasakována do terénu. Další možností je využití přečištěné vody na zálivku zahrady, popřípadě jí znovu využít pro splachování toalet (NaturBauHof, ©2021; Grania, ©2021; Vymazal, 2016).

Výhodou kořenové čistírny s vertikálním průtokem je dobré prokysličování lože a tím účinnější odbourávání znečišťujících látek – hlavně amoniaku (GesundesHaus, ©2021; Grania, ©2021).





Obrázek č.: 12 Kořenová čistírna s vertikálním průtokem (Korenovky, ©2021)

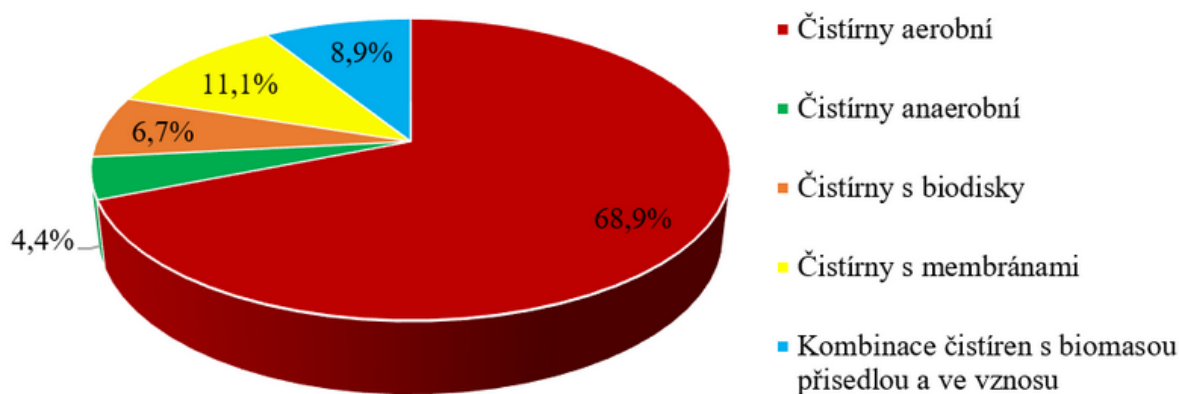
Výhody kořenových čistíren jsou jednoduchost, estetický vzhled, zvýšení biodiverzity prostředí, menší náchylnost k haváriím (například není závislé na dodávce elektrické energie, v případě, že není použito čerpadlo), minimální provozní náklady a jsou vhodné i k objektům, kde se předpokládá nepravidelná produkce OV. Nevýhody jsou pak velké nároky na plochu (přibližně 5 m<sup>2</sup> na jednoho obyvatele), vyšší pořizovací náklady, možnost ucpaní filtračního lože - filtrační vrstvu je nutné časem vyměnit (životnost je počítána na cca 15 – 20 let), nízká možnost řídit čistící proces a analyzovat případné problémy. V mimo vegetačním (zimním) období může docházet ke značnému poklesu čistícího efektu. Také se nesmí zapomenout na kontrolu stavu kalu v septiku, který je potřeba jednou za čas vyvézt (Kouřil, 2006; Kriška, 2015; Vymazal, 2016).

#### 5.4 Domovní čistírna odpadních vod

Domovní čistírny odpadních vod (dále jen DČOV) jsou v posledních letech v rámci České republiky stále častějším způsobem likvidace OV z jednotlivých nemovitostí, které nemají možnost napojení na veřejnou kanalizaci a nahrazují tak žumpy, či septiky.

DČOV je technické zařízení, které slouží k čištění splaškových vod. Aby čistírna správně fungovala a splňovala požadavky na ochranu vod a životního prostředí je potřeba nezanedbat údržbu a zajistit její nepřetržitý provoz. V České republice dnes působí několik

desítek výrobců DČOV s různými technologiemi. Mezi hlavní technologie čištění odpadních vod patří čistírny: aerobní, anaerobní, s biodisky, s membránovými moduly a kombinace s biomasou přisedlou a ve vznosu. Zastoupení jednotlivých technologií DČOV v rámci České republiky je zobrazeno na Obrázku č. 13 (Hlušík, 2019).



Obrázek č.: 13 Zastoupení používaných technologií DČOV (vodovod.info, ©2021)

Důležitým parametrem domácích čistíren, který musí splňovat, je dle nařízení vlády č. 401/2015 Sb., (o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech) minimální účinnost čištění vypouštěných vod. U DČOV s označením CE (dle oficiálních stránek evropské unie označení CE prokazuje, že výrobce daný výrobek posoudil, a že výrobek tedy splňuje bezpečnostní, zdravotní i environmentální požadavky EU. Označení CE se vyžaduje u výrobků, které jsou uváděny na trh EU, ať už byly vyrobeny kdekoli na světě (Your Europe ©2021)), jsou na základě účinnosti rozděleny do tří kategorií.

Charakteristiky jednotlivých kategorií jsou definovány níže dle 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). Parametry minimálních účinností jednotlivých kategorií jsou vypsány v Tabulce č. 5.

Kategorie výrobku CE	Minimální účinnost čištění [%]				
	CHSK <sub>Cr</sub>	BSK <sub>5</sub>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	N <sub>celk</sub>	P <sub>celk</sub>
I	70	80	-	-	-
II	75	85	75	-	-
III	75	85	80	50	80

Tabulka č.: 5 Kategorie minimální účinnosti čištění DČOV označovaných CE (Nařízení vlády č. 401/2015 Sb.)

**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 uvedené v příloze č. 3 k tomuto nařízení. Příslušným certifikátem dle ČSN EN 12566-3 je doložena požadovaná úroveň odstranění uhlíkatého znečištění.

**Kategorie II** - DČOV, u nichž je vyšší účinnost odstranění uhlíkatého 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.

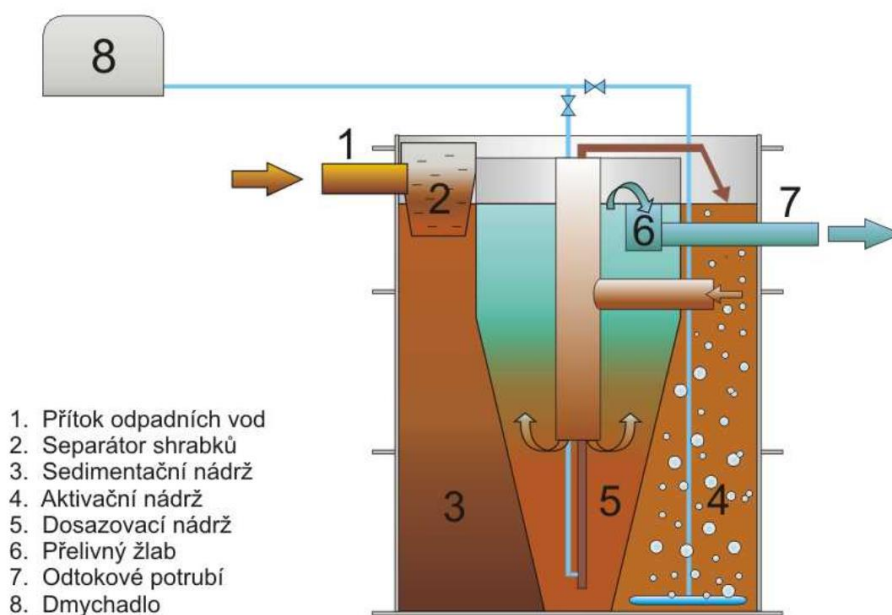
**Kategorie III** - DČOV, u nichž je vyšší účinnost nitrifikace, částečné odstraňování dusíku denitrifikací a odstranění fosforu nutné z důvodu vypouštění do vod povrchových s přísnějšími požadavky z důvodu užívání vod pro vodárenské účely apod. Jedná se nejčastěji o DČOV kategorie II, doplněné např. 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.

Platná legislativa v ČR vychází při všech hodnotách účinnosti DČOV z hodnot dosažených v dlouhodobém testu účinnosti podle EN 12566-3 (Aquatec, ©2021).

Nejčastěji používanou technologií DČOV je aerobní čištění, nebo -li čištění za přístupu vzduchu. Fungují na principu mechanicko-biologickému principu čištění OV. DČOV je

nejčastěji plastová nádoba, která je zpravidla rozdělena na 3 jednotlivé komory – viz Obrázek č. 14. Pro správnou funkci je zapotřebí zvolit správnou velikost dle počtu připojených obyvatel a zajistit ideálně rovnoměrný a stálý přísun OV (Aquatec, ©2021).

První místo, kam vtéká OV, se nazývá usazovací komora, nebo také sedimentační nádrž. Zde dochází k mechanickému odstraňování pevných látek na základě jejich velikosti. Nečistoty, které jsou takto z vody odstraněny, se následně anaerobně rozkládají (bez přístupu vzduchu). Další částí je aktivační komora. Do aktivační komory vtéká voda, která už obsahuje pouze organické látky. Ty se zde rozloží díky činnosti bakterií. Jedná se o aerobní proces (s přístupem vzduchu). Vzduch je do aktivačního prostoru vháněn za pomoci dmyhadla. Třetí částí DČOV je dosazovací komora. V dosazovací komoře dochází k oddělení kalu od vyčištěné vody. Vyčištěná voda následně odtéká z čističky buď do retenční nádrže, nebo do recipientu. Zbylý aktivovaný kal se dle potřeby vrací zpět do aktivační komory (Ekomonitor, ©2021).



Obrázek č.: 14 Schéma domovní čistírny odpadních vod (Ekomonitor, ©2021)

Mezi výhody DČOV patří: vysoká účinnost čištění odpadních vod (uvádí se až 97 %), malá produkce fekálního kalu a díky biologickému čištění se může kal používat ke kompostování. Díky biologickému čištění odkládají náklady na jeho likvidaci. Mezi nevýhody DČOV lze zařadit potřebu neustálého přísunu odpadních vod. Je tedy nevhodná například k rekreačním objektům. Další nevýhodou je vyšší pořizovací cena a nutnost připojení na elektřinu – provoz dmyhadla.

## **6 Realizace stavby žumpy, septiku, KČOV a DČOV**

V oblastech, kde není možné napojení na obecní ČOV, musí lidé řešit čištění odpadních vod svépomocí. Nejdříve je potřeba si volit způsob, jak s OV nakládat. Variant je hned několik. V této práci se počítá se žumpou, septikem se zemním filtrem, KČOV a DČOV. Po výběru nevhodnější varianty je potřeba získat povolení na stavbu a používání.

### **6.1 Stavba žumpy**

Žumpa je bezodtoková jímka, která slouží pouze pro akumulaci OV. Žumpa nemá na rozdíl od ostatních výše zmíněných variant přepad a proto je jí nutné pravidelně vyvážet a zajistit zneškodnění OV takovým způsobem, aby nebyla ohrožena jakost povrchových, nebo podzemních vod. Žumpa se neklasifikuje jako vodní dílo, a proto její stavba vyžaduje pouze ohlášení stavby dle zákona č. 183/2006 Sb. - Zákon o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon) v platném znění.

V § 104 odst. 1 písm. b je uvedeno, že podzemní stavby do 300 m<sup>2</sup> zastavěné plochy a do hloubky 3 m a zároveň nejsou vodním dílem, stačí pouze ohlášení stavby. V praxi to znamená, že stačí vyplnit formulář pro ohlášení stavby a dodat všechny potřebné přílohy, mezi kterými jsou například projektová dokumentace stavebního záměru, souhlasy osob, jejichž vlastnické právo může být realizací záměru dotčeno, ale také závazná stanoviska dotčených orgánů apod.

### **6.2 Stavba septiku, KČOV a DČOV**

Pro realizaci těchto variant je zapotřebí splnit celou řadu legislativních požadavků a počítat s tím, že při jejich povolování dochází k prolínání několika právních předpisů. Jedná se především o vodní a stavební zákon. Před samotným zažádáním o povolení stavby vodního díla musí mít žadatel ujasněno a ve stavebním projektu jasně uvedeno, kam se bude přečištěná voda odvádět (odvod do kanalizace, pozemních vod, nebo vsak do podzemních vod) a jakou kvalitu vody by měla daná technologie zajistit.

### 6.2.1 Výběr vhodné varianty

Prvním krokem je výběr samotné technologie čištění, protože projektová dokumentace se bude dělat již na zvolenou variantu čištění OV. Její výběr je vhodné prokonzultovat s odborníky, kteří dokáží navrhnout to nejvhodnější řešení pro konkrétní situaci (Papák, ©2020).

### 6.2.2 Projektová dokumentace

Jelikož je ČOV dle §55 zákona č. 254/2001 vodním dílem musí být projektová dokumentace vytvořená od autorizovaného projektanta vodohospodářských staveb. Autorizovaného projektanta lze vyhledat na webových stránkách ČKAIT (Česká komora autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě). Projektová dokumentace se řídí dle vyhlášky č. 499/2006 Sb. v platném znění.

Projektová dokumentace dle vyhlášky č. 499/2006 Sb. rozdělena do několika částí:

A. Průvodní zpráva

Obecné informace (identifikace klienta, projektanta, místo a předmět stavby)

B. Souhrnná technická zpráva

Zde se popisuje území stavby a jejího okolí. Jestli bylo potřeba hydrogeologického posudku (v případě stavby ČOV v této práci hydrologický posudek není potřeba). Popis samotné stavby, její parametry, doba realizace a její trvání. Součástí jsou také informace o vlivu stavby na životní prostředí a obyvatelstvo v jejím okolí.

C. Situační výkresy

Jednotlivé výkresy stavby. Umístění stavby, vedení odpadního potrubí, vedení elektrické přípojky apod.

D. Dokumentace objektů a technický a technologický zařízení

Bližší technický popis a osazení ČOV a odpadního potrubí. Technologie použita při stavbě apod.

E. Údaje o nakládání s vodami

Parametry vody na přítoku a odtoku z ČOV

F. Přílohy – Dokladová část

### **6.2.3 Vyjádření dotčených orgánů**

Pro povolení stavby je potřeba vyjádření dotčených orgánů správců sítí. Jedná se typicky o vyjádření správce vodního toku, kam se budou vyčištěné vody vypouštět (popřípadě se může jednat o správce kanalizace, či vyjádření hydrogeologa). Správců pozemních a podzemních vedení a zařízení. Správce dotčených komunikací. Souhlas obecného stavebního úřadu a souhrnné stanovisko příslušného odboru životního prostředí (Ochrana přírody a krajiny, Zemědělský půdní fond, Ochrana prostředí – odpady, Lesní hospodářství a Vodní hospodářství) (Papák, ©2020).

### **6.2.4 Vodoprávní řízení**

Jakmile byla získána všechna potřebná vyjádření, souhlasy, stanoviska apod., lze podat na příslušném stavebním úřadě žádost o vodoprávní řízení (může být řešeno i ohlášením). Vodoprávní úřad má na jeho vyřízení 60 dní.

### **6.2.5 Stavba a kolaudace**

V momentě, kdy je získáno kladné povolení, může se začít stavět. Většinou si lidé ČOV staví svépomocí (Zakra ©2021). Pro samotné zapojení a zprovoznění je ale zapotřebí zaměstnanec výrobce ČOV.

Jako poslední krok je po stavbě a zprovoznění ČOV zažádat na stavebním úřadě o její kolaudaci. K samotné kolaudaci budou potřeba následující dokumenty:

- Projektová dokumentace k ČOV
- Veškerá dokumentace k ČOV
- Vyjádření správce toku

Po podání žádosti o kolaudaci ČOV stanoví úřad termín, kdy dojde k místnímu šetření. Po úspěšné kolaudaci je stavebním úřadem vystaven doklad o kolaudačním řízení se všemi následujícími povinnostmi stavebníka pro následující období, které je standardně dáno na 10 let.

## 6.3 Přípustné znečištění vypouštěných vod

### 6.3.1 Vypouštění do povrchových vod

Pro vypouštění přečištěných OV z ČOV do povrchových vod, musí vypouštěná voda dle 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) splňovat emisní standardy. V Tabulce č. 6 jsou vypsány jen hodnoty pro ČOV do 500EO. U jednotlivých ukazatelů jsou dvě hodnoty. Hodnota „p“ jsou přípustné koncentrace a jsou překročitelné jen v určitých případech (vypsáno v příloze číslo 5 výše uvedeného Nařízení vlády). Hodnota „m“ jsou maximální koncentrace, tyto hodnoty jsou nepřekročitelné.

Kategorie ČOV (EO)	CHSK <sub>CR</sub> [mg.l <sup>-1</sup> ]		BSK <sub>5</sub> [mg.l <sup>-1</sup> ]		NL [mg.l <sup>-1</sup> ]		N <sub>Celk</sub> [mg.l <sup>-1</sup> ]		P <sub>celk</sub> [mg.l <sup>-1</sup> ]	
	p	m	p	m	p	m	p	m	p	m
<500	150	220	40	80	50	80	-	-	-	-

Tabulka č.: 6 Ukazatele a emisní standardy přípustného znečištění odpadních vod vypouštěných do povrchových vod  
(Nařízení vlády č. 401/2015 Sb. v platném znění)

### 6.3.2 Vypouštění do podzemních vod

Pro vypouštění přečištěných OV z ČOV do podzemních vod, musí vypouštěná voda dle 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) splňovat opět určité emisní standardy. V Tabulce č. 7 jsou vypsány jen emisní standardy pro ČOV do 10EO pro odpadní vody vypouštěné z jednotlivých staveb pro bydlení a rodinnou rekreaci. Jedná se o hodnoty „m“ – maximální nepřekročitelné koncentrace.

Kategorie ČOV (EO)	CHSK <sub>CR</sub> [mg.l <sup>-1</sup> ]	BSK <sub>5</sub> [mg.l <sup>-1</sup> ]	N-NK <sub>4</sub> <sup>+</sup> [mg.l <sup>-1</sup> ]	NL [mg.l <sup>-1</sup> ]	N <sub>Celk</sub> [mg.l <sup>-1</sup> ]
<10	150	40	20	30	-

Tabulka č.: 7 Ukazatele a emisní standardy přípustného znečištění odpadních vod vypouštěných do vod podzemních  
(Nařízení vlády č. 57/2016 Sb., v platném znění)



## 7 Popis řešené lokality a stávající stav

Tato kapitola se bude zabývat variantami a nejvhodnějším řešením pro likvidaci odpadních vod z rodinného domu v obci Nemyšl. Obec Nemyšl se nachází severně od Tábora na hranici jižních a středních Čech v oblasti zvané Česká Sibiř v nadmořské výšce 505 metrů nad mořem. V současné době má 301 obyvatel (ČSÚ ©2021). Celkově se obec Nemyšl skládá z 8 obcí - Dědice, Dědičky, Hoštice, Nemyšl, Prudice, Úlehle, Úraz, Záhoříčko a ze 4 katastrálních území – Dědice u Nemyšle, Hoštice u Nemyšle, Prudice a Nemyšl. Celková rozloha je 14,2 km<sup>2</sup>. První písemná zpráva o této obci se datuje v roce 1373 (Obec Nemyšl ©2021).

V obci není v dnešní době vybudovaná žádná centrální čistírna odpadních vod, ani kanalizace a z důvodu nedostatku finančních zdrojů to není ani plánováno. Proto je každý majitel domu odkázán sám na sebe a likvidaci odpadních vod si musí zařídit sám a na své náklady. Stejně tak je to i s dodávkou pitné vody, kdy u každého objektu najdeme kopanou, či vrtanou studnu.

Od 1. 5. 2019 do 1. 9. 2022 mohou obyvatelé s trvalým bydlištěm požádat o dotaci až 60 000 Kč na vybudování domovní čistírny odpadních vod. Tuto částku lze využít jak na koupi samotné čistírny, tak i na výkopové a ostatní práce s tím spojené. Pokud celková částka za realizaci přesáhne 60 000 Kč, musí si jí majitel nemovitosti uhradit z vlastních zdrojů. Podrobné podmínky lze vyčíst na webových stránkách obce Nemyšl.

### 7.1 Popis řešené lokality

Název obce: Nemyšl

Kód obce: 552747

Kraj: jihočeský

Okres: Tábor

Katastrální území: Nemyšl [703311]

Parcelní čísla pozemků: st. 92, st. 108, 280/10

Pozemek je rovinný a jeho celková plocha je přibližně 815 m<sup>2</sup>. Součástí pozemku jsou dvě stavby - rodinný dům o rozloze 105 m<sup>2</sup> a garáž o ploše 45 m<sup>2</sup>. Pozemek je kolem

celého obvodu oplocený. Ze dvou stran sousedí s veřejnou komunikací a ze dvou se sousedními pozemky - znázorněno na Obrázku č.: 15.



Obrázek č.: 15 Schéma pozemku s vyznačenými hranicemi (CUZK ©2021 – upraveno autorem)

V současné době je u rodinného domu vybudovaná žumpa o objemu 8 m<sup>3</sup>. Toto řešení je již nevyhovující. A to hlavně po ekonomické stránce, kdy se žumpa musí neustále vyvážet. Za rok 2020 se jímka vyvážela 12x a celkové náklady za odvoz a likvidaci odpadních vod byly 48 253Kč (včetně DPH). To je již cena, za kterou si lze pořídit novou DČOV.

## 7.2 Porovnání variant pro řešenou lokalitu

V této kapitole budou porovnány jednotlivé varianty pro likvidaci odpadních vod, uvedených v kapitole 5, pro výše uvedený rodinný dům. Budou vyčísleny průměrné pořizovací náklady + náklady na pětiletý provoz. Do pořizovacích nákladů nebudou započítány zemní práce, které si majitel dokáže udělat svépomocí. Pro výpočet potřebných kapacit bude počítáno se 4 ekvivalentním obyvateli a specifickou produkcí odpadních vod SPV snížíme na  $0,12 \text{ m}^3 \cdot \text{den}^{-1}$ . Snížená hodnota SPV byla vypočítána jako průměr mezi intervaly vývozu a vyčerpaného množství OV ze stávající žumpy u rodinného domu za posledních 12 měsíců. Ceny jsou uvedeny včetně DPH.

### Žumpa

Velikost žumpy se vypočítá dle Rovnice č. 4. Interval vyprazdňování žumpy  $t$  zvolíme 20 dní. Cena za jeden vývoz a likvidace OV z žumpy je počítán dle platného ceníku firmy ČEVAK a. s. v Táboře. Jednotlivé částky jsou vyčísleny v Tabulce č. 8.

Samonosná jímka o objemu  $10 \text{ m}^3$  byla vybírána z nabídek pěti firem (ApoPlast; Špaček plast, s.r.o.; Hydroplast s.r.o.; NašeJímky s. r. o. a PLV.Bohemia s.r.o.). Pořizovací cena včetně dopravy se pohybovala v rozmezí od 28 790 Kč do 34 385 Kč. Hlavní důraz byl kladen na co nejnižší pořizovací náklady, proto byla vybrána jímka od firmy ApoPlast v celkové ceně 28 790Kč.

Potřebný objem jímky dle výpočtu [ $\text{m}^3$ ]	9,6
Cena samonosné plastové jímky o objemu $10\text{m}^3$	28 790 Kč
Cena jednoho vývozu a likvidace OV	4 760 Kč
Počet vývozu za jeden rok	18
Cena vývozu a likvidace OV za jeden rok	57 120 Kč
Cena vývozu a likvidace OV za 5 let	285 600 Kč
<b>Výsledné náklady za 5let</b>	<b>314 390 Kč</b>

Tabulka č.: 8 Náklady na pořízení a provoz žumpy na 5 let (Autor)

### Septik se zemním filtrem

Velikost septiku se spočítá dle Rovnice č. 5. Součinitel vyjadřující kalový prostor  $a=1,5$ , časový interval zdržení vody v septiku  $t = 5$  dní. Septik o objemu  $4 \text{ m}^3$  pro 4EO bude potřeba nechat vyvézt 4x za rok (Zakra ©2020). Cena za jeden vývoz a likvidaci kalu ze septiku je počítán dle platného ceníku firmy ČEVAK a. s. v Táboře. Celkové náklady na 5 let jsou vypsány v Tabulce č. 9.

Samonosný plastový tříkomorový septik o objemu  $4 \text{ m}^3$  a plastový zemní pískový filtr pro připojení 3-5 EO byl vybírán z nabídek čtyř firem (PLASTIC BOX CZ, s.r.o; ApoPlast; Futurum Direct Marketing s.r.o. a BIOWA s.r.o.). Pořizovací cena setu (septik + zemní filtr) včetně dopravy se pohybovala v rozmezí od 36 732 Kč do 46 101 Kč. Hlavní důraz byl opět kladen na co nejnižší pořizovací náklady, proto byla vybrána nabídka od firmy PLASTIC BOX CZ v celkové ceně 36 732Kč.

Potřebný objem septiku dle výpočtu [ $\text{m}^3$ ]	3,6
Cena tříkomorového plastového septiku o objemu $4\text{m}^3$	20 632 Kč
Cena zemního filtru za tříkomorový septik pro 4EO	16 100 Kč
Cena jednoho vývozu a likvidace OV	2 816 Kč
Počet vývozů za jeden rok	4
Cena vývozu a likvidace OV za jeden rok	11 264 Kč
Cena vývozu a likvidace OV za 5 let	56 320 Kč
<b>Výsledné náklady za 5let</b>	<b>93 052 Kč</b>

Tabulka č.: 9 Náklady na pořízení a provoz tříkomorového septiku se zemním filtrem na 5 let (Autor)

### Domovní kořenová čistírna odpadních vod

Pro potřebnou plochu kořenového pole se bude počítat s  $5 \text{ m}^2$  na jednoho EO. Cena KČOV se velmi těžko vyčísluje a vždy záleží na daných okolnostech a dané lokalitě. Průměrná cena KČOV pro 4 EO je dle webových stránek 190 000 Kč (Kořenovky ©2021). Provozní náklady a náklady na údržbu budou nulové – potřebná údržba bude dělána svépomocí. Celkové náklady na 5 let jsou vypsány v Tabulce č. 10.

Potřebná plocha kořenového pole pro 4EO[m <sup>2</sup> ]	20
Cena tříkomorového plastového septiku o objemu 4m <sup>3</sup>	20 632 Kč
Cena KČOV pro 4EO (po odečtení ceny za septik)	190 000 Kč
Cena jednoho vývozu septiku a likvidace OV	2 816 Kč
Počet vývozů za jeden rok	4
Cena vývozu a likvidace OV za jeden rok	11 264 Kč
Cena vývozu a likvidace OV za 5 let	56 320 Kč
Náklady na údržbu KČOV	-
<b>Výsledné náklady za 5let</b>	<b>266 952 Kč</b>

Tabulka č.: 10 Náklady na pořízení a provoz KČOV s tříkomorovým septikem na 5 let (Autor)

### Domovní čistírna odpadních vod

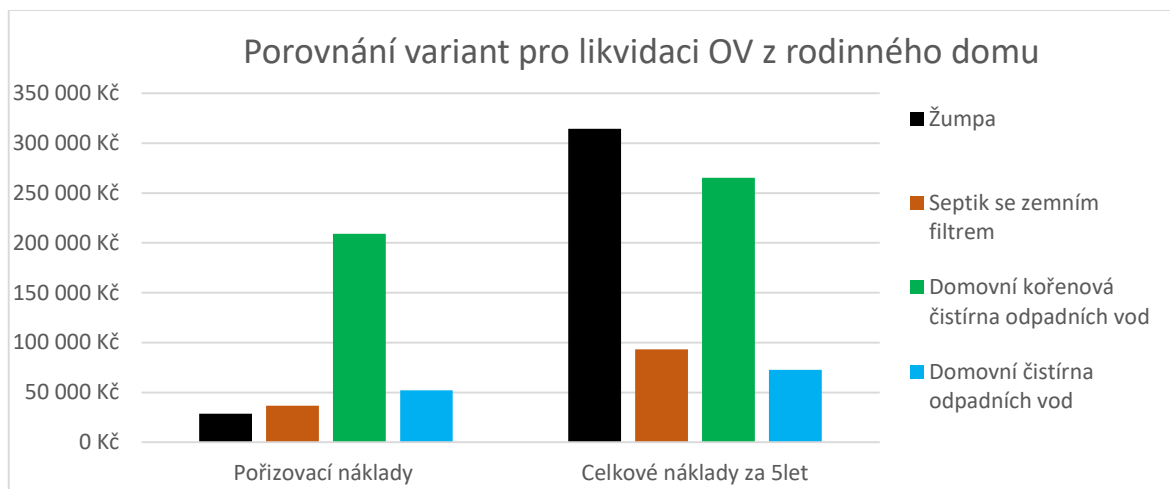
U výběru DČOV pro 3 – 5 OE byl kladen důraz na kvalitu přečištěné vody a samozřejmě na cenu (včetně dopravy). Bylo vybíráno z DČOV, které svou účinností čištění OV zapadají dle Nařízení vlády č. 401/2015 Sb. do Kategorie III. Vybíráno bylo z nabídek pěti firem (TopolWater, s.r.o., ENVI-PUR s.r.o., ASIO NEW, spol. s r.o., Climate CZ s.r.o. - Dešťovka.eu a Hellstein spol. s r.o.). Pořizovací cena se pohybovala v rozmezí od 52 000 Kč do 90 850 Kč. Všechny modely z nabízených čistíren spadaly do Kategorie III, a proto bylo vybíráno dle nejnižší ceny. Nejlevněji vycházela čistírna TOPAS R5 od firmy TopolWater s.r.o. za 52 000 Kč.

Pro výpočet celkových nákladů na pětiletý provoz je potřeba započítat spotřebu elektrické energie membránového kompresoru a náklady na testování vypouštěné vody. Vyčištěné vody budou vypouštěny do recipientu – proto na ně není potřeba žádná akumulační nádoba. Udávaná spotřeba elektrické energie čistírny je 60 W za hodinu. Aktuální průměrná cena za 1 kWh je 4,08 Kč (Energie123 ©2021). Odběry a testování vzorků, je potřeba provádět 2x do roka. Celkové náklady na 5 let jsou vypsány v Tabulce č. 11.

Cena DČOV TOPAS R5	52 000 Kč
Spotřeba elektrické energie za 1 den (kWh)	1,44
Spotřeba elektrické energie za 1 rok (kWh)	525,6
Spotřeba elektrické energie za 5 let (kWh)	2 629
Cena elektřiny za 1kWh	4, 08 Kč
Cena elektřiny za 1 rok	2 144,5 Kč
Cena elektřiny za 5 let	10 726,3 Kč
Cena za jeden odběr a vyhodnocení vzorků odtékající vody	1 000 Kč
Cena za odběr za vyhodnocení vzorků odtékající vody	10 000 Kč
<b>Výsledné náklady za 5let</b>	<b>72 726,3 Kč</b>

*Tabulka č.: 11 Náklady na pořízení a provoz DČOV na 5 let (Autor)*

V Grafu č. 1 jsou přehledně zobrazeny pořizovací náklady a celkové náklady na jednotlivé varianty čištění a likvidaci odpadních vod z řešeného rodinného domu. Z grafu vychází žumpa jako nejméně vhodná varianta. Pořizovací náklady jsou sice velice nízké, ale náklady za odvoz a likvidaci OV jsou velmi vysoké. Druhá nejhorší varianta je dle grafu KČOV, ale je to dáno vysokými počátečními náklady, které tvoří celých 78,9 % celkových nákladů za prezentované pětileté období. Její další nevýhodou je zábor velké části pozemku, a proto ne všude ji lze realizovat. Ale tam, kde mají dostatek místa a nezaleknou se vysokých pořizovacích nákladů je KČOV velice vhodným řešením. Ať už z pohledu nákladů na údržbu, tak i z pohledu přírody. Dobře navržená KČOV nejen dobře funguje, ale také dobře vypadá a v dané lokalitě zvyšuje biodiverzitu. Jako nejlepší investice vyšla do DČOV, kdy pořizovací náklady jsou sice vyšší, ale náklady na další provoz již nejsou tak vysoké. Hlavní výhodou DČOV je vysoká účinnost čištění a malý zábor místa. Pro řešenou lokalitu se tedy jedná o nejvhodnější variantu.



Graf č.: 1 Porovnání variant pro likvidaci OV z rodinného domu (Autor)

## 8 Diskuze

V dnešní době musí být veškeré odpadní vody před vypouštěním zpět do přírody (do povrchových vod, nebo do podzemních vod) náležitě upraveny, aby neznečišťovaly a zbytečně nezatěžovaly životní prostředí. Způsobů, jak nakládat s odpadními vodami je několik. Nejčastěji se pro co největší účinnost čištění využívá jejich kombinací.

U většiny domů jsou ještě dnes hojně využívány žumpy. Náklady na jejich pořízení jsou sice nejnižší, ale náklady na její vývoz během několika let několikanásobně převyší pořizovací cenu sofistikovanějšího řešení. Proto jsou na místech, kde je to možné, nahrazovány jinou a lepší variantou.

Dalším hojně využívaným řešením jsou vícekomorové septiky. Ale ani u nich se bez dalšího stupně dočištění nedá mluvit o účinném čištění OV. Jsou vhodné jako první stupeň – mechanické předčištění a je nutné je doplnit o další technologii, např. zemní filtry, nebo kořenovou ČOV, kde dojde k náležitému dočištění.

KČOV jsou jistě velice zajímavou alternativou a pokud jsou dobře navrženy, mají vysokou účinnost čištění. Nevýhodou jsou ale menší účinnost v zimních měsících v době vegetačního klidu a náklady na její výstavbu jsou vysoké. Další nevýhodou oproti jiným variantám je velký záběr pozemku (cca 5m<sup>2</sup> na jednoho EO, pro řešenou lokalitu je to pak 20m<sup>2</sup>) a proto je jejich výstavba možná jen tam, kde je k dispozici dostatek volného místa.

Jako nejvhodnější řešení se dnes jeví pořízení domovní čistírny odpadních vod. Na trhu je dnes celá řada výrobců, kteří jsou schopni vyřídit veškeré potřebné povolení, vyrobit ČOV dle individuálních požadavků zákazníka a následně jí nainstalovat. Takže si člověk může vybrat to nejvhodnější řešení na míru. Další výhodou DČOV je, že lze přečištěnou vodu shromažďovat v akumulacích nádržích a využívat jí například na zalévání svých zahrad v době sucha, nebo jí využít ke splachování a tím výrazně ušetřit množství spotřebované pitné vody, tak i svou peněženku, protože cena pitné vody neustále roste. A na místech, kde není k dispozici obecní nebo městský vodovod a lidé jsou odkázáni pouze na vodu ze své studny, je tento přínos o to významnější.



V případě rodinného domu řešeného v této práci byla také DČOV vyhodnocena jako nevhodnější řešení a to z několika hledisek:

- Cena – cena vybrané čistírny Topas R5 se pohybuje okolo 55 000Kč včetně DPH.
- Dotace v rámci obce – na pořízení DČOV je možné získat od obce dotaci až 60 000Kč
- Záběr místa – vybraná DČOV zabere na pozemku celkem 1,13m<sup>2</sup> (kruhový průřez o průměru 1,2m)
- Vzdálenost od studny
  - Dle vyhlášky č. 501/2006 Sb. o obecných požadavcích na využívání území pro málo propustné prostředí je nutné dodržet minimální vzdálenost (ČOV <=> studna) 12m
- Jednoduché napojení na stávající odpadní rouru
- Opětovné využití přečištěné vody na splachování a tím výrazné snížení spotřeby vody ze studny
- Účinnost čištění

## 9 Závěr

V této bakalářské práci s názvem „Čistírna odpadních vod pro rodinný dům“ bylo cílem osvětlit problematiku okolo nakládání a čištění odpadních vod a výběr nevhodnějšího řešení pro nakládání s odpadními vodami pro konkrétní rodinný dům.

V rešeršní části byly popsány jednotlivé druhy OV. Dále byly vypsány možnosti jejich odvodu a způsob čištění ve velké ČOV. V další části této práce byly popsány možnosti, jak nakládat s odpadními vodami v konkrétním případě rodinného domu. U jednotlivých variant (žumpa, tříkomorový septik se zemním filtrem, KČOV a DČOV) byly uvedeny jejich výhody a nevýhody, vyčísleny náklady na jejich pořízení a náklady na dalších 5 let provozu.

Z porovnávaných variant vyšla nejhůře žumpa. Kdy náklady na realizaci jsou sice nejnižší, ale náklady na její provoz jsou suverénně nejvyšší. Konečné rozhodování bylo mezi KČOV a DČOV. Obě varianty mají dobrou účinnost čištění a jsou tak šetrné k životnímu prostředí. Nevýhodou KČOV je velký zábor místa a vysoké náklady na její pořízení. Jako nejlepší varianta vyšla pořízení DČOV, která má dobrou účinnost čištění, zabírá málo místa a pořizovací náklady jsou dosažitelné. Zvláště když je možnost v rámci obce dosáhnou na dotaci na pořízení DČOV v celkové výši 60 000 Kč.

## 10 Seznam použitých zdrojů

- o Aquatec VFL s.r.o., ©2021: Kategorizace domovních ČOV v ČR podle nařízení vlády č. 401/2015 Sb (online) [cit. 2021. 02. 23], dostupné z: <<https://www.domovnicov.cz/kategorizace-domovnich-cov-v-cr/>>
- o Bindzar, J., 2009: Základy úpravy a čištění vod. Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Praha, 251 s.
- o Česká televize ©2021: Současná epizoda sucha v Česku je podle vědců nejhorší za 500 let (online) [cit. 2020. 01. 12], dostupné z: <<https://ct24.ceskatelevize.cz/domaci/3085517-soucasna-epizoda-sucha-v-cesku-je-podle-vedcu-nejhors-i-za-500-let>>
- o ČSÚ, ©2021: Počet obyvatel v obcích – k 1. 1. 2020 (online) [cit. 2021. 02. 08], dostupné z: <<https://czso.cz/csu/czso/pocet-obyvatel-v-obcich-k-112019>>
- o Ekomonitor, ©2021: Domovní čistírny odpadních vod pro 1-20 EU (online) [cit. 2021. 02. 23], dostupné z: <<http://www.ekomonitor.cz/vyroby/cistirny-odpadnich-vod-pro-1-20-eo>>
- o Energie123, ©2021: Aktuální (průměrná) cena 1kWh elektřiny (online) [cit. 2021. 03. 02], dostupné z: <<https://www.energie123.cz/elektrina/ceny-elektricke-energie/cena-1-kwh/>>
- o EPRAVO ©2020: Směrnice ze dne 20.7.1973 pro výpočet potřeby vody při navrhování vodovodních a kanalizačních zařízení a posuzování vydatnosti vodních zdrojů (online) [cit. 2020. 12. 15], dostupné z: <https://www.epravo.cz/vyhledavani-aspi/?Id=32306&Section=1&IdPara=1&ParaC=2>
- o Geller, G. A kol., 2003: Anwenderhandbuch Pflanzenkläranlagen. Springer, Berlin, 221 s.
- o gesundes Haus, ©2021: Pflanzenkläranlage (online) [cit. 2021. 02. 22], dostupné z: <<https://www.gesundes-haus.ch/pflanzenklaeranlage/pflanzenklaeranlage.html>>
- o Grania s.r.o., ©2021: Kořenová čistírna s horizontálním průtokem (online) [cit. 2021. 02. 22], dostupné z: <<https://grania.cz/korenove-cistirny-pruvodce-technologie/korenova-cistirna-s-horizontalnim-prutokem/>>

- o Grania, ©2021: KOŘENOVÁ ČISTÍRNA S VERTIKÁLNÍM PRŮTOKEM (online) [cit. 2021. 02. 22], dostupné z: <<https://grania.cz/korenove-cistirny-pruvodce-technologii/korenova-cistirna-s-vertikalnim-prutokem/>>
- o Hlavínek, P. a kol., 2010: Technologický projekt část Stokovanie. Nakladatelství ARDEC, Brno, 76 s.
- o Hlavínek, P., 2003: Stokování a čištění odpadních vod. Akademické nakladatelství CERM, Brno, 253 s.
- o Hlušík, P. a kol., 2019: Povolení domovních čistíren odpadních vod v ČR (online) [cit. 2021. 02. 23], dostupné z: <<https://www.vodovod.info/index.php/kanalizace-a-cov/408-povolovani-domovnich-cistiren-odpadnich-vod-v-cr>>
- o Horáková, M., 2007: Analytika vody. 2. vyd. VŠCHT, Praha, 335 s.
- o K&K Technology a.s. ©2021: Výrobky, zařízení, sestavy (online) [cit. 2021. 01. 12], dostupné z: <[http://www.kk-technology.cz/useruploads/files/podelna\\_usazovaci\\_nadrz\\_s\\_retez\\_shrabovakem.pdf/](http://www.kk-technology.cz/useruploads/files/podelna_usazovaci_nadrz_s_retez_shrabovakem.pdf/)>
- o Kabelková, I., 2018: Municipal wastewater: from treatment to resource recovery. České vysoké učení technické, Praha, 43 s.
- o Komínková D. a kol., 2014: Úprava pitných a čištění odpadních vod. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha, 238 s.
- o Kořenovky, ©2021: Kořenová čistička – náklady (online) [cit. 2021. 03. 02], dostupné z: <<https://www.korenova-cisticka.cz/o-korenovkach/financovani/Korenova-cisticka%E2%80%93korenova-cistirna%E2%80%93naklady.html>>
- o Kouřil, M., 2006: Kořenové čistírny: Alternativní způsob nakládání s odpadními vodami. Attavena, České Budějovice, 24 s.
- o Křiška, M. a kol., 2015: Kořenové čistírny odpadních vod: Metodická příručka pro povolování, návrh, realizaci a provoz. Vysoké učení technické v Brně, Brno, 45 s.
- o Mara, D., 2004: Domestic Wastewater Treatment in Developing Countries. Earthscan, London, 293 s.
- o Mířek, R., 2011: Vliv kanalizační sítě na kvantitu a kvalitu dopravené odpadní vody na ČOV (online) [cit. 2020. 12. 20], dostupné z: <<https://voda.tzb-info.cz/kanalizace-splaskova/7813-vliv-kanalizacni-site-na-quantitu-a-kvalitu-dopravene-odpadni-vody-na-cov>>

- o Mujdum, ©2021: Nové trendy v kořenovém čištění (online) [cit. 2021. 02. 09], dostupné z: <[https://www.mujdum.cz/rubriky/stavba/nove-trendy-v-korenovem-cistenim\\_4185.html](https://www.mujdum.cz/rubriky/stavba/nove-trendy-v-korenovem-cistenim_4185.html)>
- o Nařízení vlády č. 401/2015 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech, v platném znění
- o Nařízení vlády č. 57/2016 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění odpadních vod a náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod podzemních, v platném znění
- o NaturBauHof, ©2021: Funktionsweise von Pflanzenkläranlagen (online) [cit. 2021. 02. 22], dostupné z: <<https://www.naturbauhof.de/funktionsweise-von-pflanzenklaeranlagen>>
- o Novák J. a kol., 2003: Příručka provozovatele stokové sítě. Medim, spol. s r. o., Praha, 156 s.
- o Obec Nemyšl ©2021: O obci (online) [cit. 2021. 02. 10], dostupné z: <<https://www.nemysl.cz/obec/o-obci/>>
- o Papák D., ©2020: Jak získat povolení na domovní čističku odpadních vod (online) [cit. 2021. 02. 23], dostupné z: <<https://www.cisteniodpadnichvod.cz/>>
- o Pecháček, J., 2019: Čištění odpadních vod (online) [cit. 2021. 01. 10], dostupné z: <[https://kke.zcu.cz/about/projekty/enazp/projekty/16\\_Chemie-a-ekologie\\_43-44/44\\_MMP/081\\_cistenim-odpadnich-vod---Pechacek.pdf](https://kke.zcu.cz/about/projekty/enazp/projekty/16_Chemie-a-ekologie_43-44/44_MMP/081_cistenim-odpadnich-vod---Pechacek.pdf)>
- o Pitter, P., 2015: Hydrochemie 5. vydání. VŠCHT, Praha, 792 s.
- o Pytl, V. a kol., 2004: Příručka provozovatele čistírny odpadních vod. Medim, spol. s r. o., Líbenice u Prahy, 209 s.
- o Quevauviller. P. a kol., 2006: Wastewater Quality Monitoring and Treatment. John Wiley & Sons Ltd, Chichester, 394 s.
- o Ramalho, R. S., 1997: Introduction Wastewater Treatment Processes. ACADEMIK PRES, INC., New York, 409 s.
- o Ruda A., 2014: Fyzická geografie: Klimatologie a hydrografie pro učitele (online) [cit. 2020. 10. 11], dostupné z: <[https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/pdf/ps14/fyz\\_geogr/web/skripta](https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/pdf/ps14/fyz_geogr/web/skripta)>

- o Slavíčková K. a kol., 2013: Vodní hospodářství obcí 1 – Úprava čištění vody. České vysoké učení technické v Praze, Praha, 199 s.
- o Sojka, J., 2004: Stavíme malé čistírny odpadních vod. ERA group s. r. o., Brno, 98s.
- o Stephens. A. a kol., 2009: Waste a Waste Management Series. Nova Science Publishers, Inc., New York, 394 s.
- o Stephenson Ralf L. a kol., 1997: The Industrial Wastewater Systems Handbook. Taylor & Francis Inc, Milton, 544 s.
- o Šálek, J., 1995: Přírodní způsoby čištění odpadních vod. PC-DIR spol. s r. o., Brno, 115 s.
- o Švehla P. a kol., 2007: Odpadní vody. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha, 142 s.
- o TZB.info ©2021: Lapáky tuků (online) [cit. 2021. 01. 12], dostupné z: <<https://voda.tzb-info.cz/likvidace-odpadnich-vod/12913-lapaky-tuku>>
- o Voda v domě ©2021: ČOV, septik nebo jímka – v čem je rozdíl? Kde je vhodně použít? (online) [cit. 2021. 01. 10], dostupné z: <<https://www.vodavdome.cz/cov-septik-nebo-jimka-v-cem-je-rozdil-kde-je-vhodne-pouzit/>>
- o VŠB, ©2020: Biologické metody zpracování odpadů (online) [cit. 2021. 01. 20], dostupné z: <<http://hgf10.vsb.cz/546/bmzo/pages/Aktivace.html>>
- o Vyhláška č. 499/2006 Sb., Vyhláška o dokumentaci staveb, v platném znění
- o Vyhláška č. 501/2006 Sb., Vyhláška o obecných požadavcích na využívání území, v platném znění
- o Vymazal, J., 2010: Constructed Wetlands for Wastewater Treatment (online) [cit. 2021. 03. 13], dostupné z: <[doi:10.3390/w2030530](https://doi.org/10.3390/w2030530)>
- o Vymazal, J., 2011: Long-term performance of constructed wetlands with horizontal sub-surface flow: Ten case studies from the Czech Republic. Ecological engineering (online) [cit. 2021. 03. 13], dostupné z: <[doi:10.1016/j.ecoleng.2009.11.028](https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2009.11.028)>
- o Vymazal, J., 2016: KOŘENOVÉ ČISTÍRNY ODPADNÍCH VOD - Využití ve světě, České republice a Plzeňském kraji. Krajský úřad Plzeňského kraje, odbor životního prostředí, Plzeň, 66 s.

- o W&A WASSER & ABWASSER TECHNIK, ©2019: Abwasseraufbereitung in Kläranlagen (online) [cit. 2021. 01. 12], dostupné z: <<https://wasser-abwasser-technik.com/abwasseraufbereitung-in-klaeranlagen/>>
- o Wanner, J., 1994: Activated Sludge Bulking and Foaming Control. Technomic Publ. Co., Inc., Lancaster, 324 s.
- o Wayland, Robert H., 2003: Onsite Wastewater Treatment Systems Manual. Diane Pub Co., Cincinnati, 367 s.
- o Your Europe, ©2020: CE marking (online) [cit. 2021. 02. 23], dostupné z: <[https://europa.eu/youreurope/business/product-requirements/labels-markings/ce-marking/index\\_en.htm](https://europa.eu/youreurope/business/product-requirements/labels-markings/ce-marking/index_en.htm)>
- o Zákon č. 183/2006 Sb., Zákon o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon), v platném znění
- o Zákon č. 254/2018 Sb., Zákon o vodách (Vodní zákon), v platném znění
- o Zákon č. 274/2001 Sb., Zákon o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích), v platném znění
- o Zakra, ©2020: Cena žumpy: Kolik stojí nádrž a vývoz žumpy? (online) [cit. 2021. 03. 02], dostupné z: <<https://zakra.cz/blog/cena-zumpy-kolik-stoji-nadrz-a-vyvoz-zumpy/>>
- o Zakra, ©2020: Je lepší čistírna odpadních vod nebo septik s bio-filtrem? (online) [cit. 2021. 02. 16], dostupné z: <<https://zakra.cz/blog/je-lepsi-cistirna-odpadnich-vod-cov-nebo-septik-s-bio-filtrem/>>
- o Zweckverband, ©2021: Der Weg des Schmutzwassers (online) [cit. 2021. 01. 10], dostupné z: <<https://www.zvo.com/unsere-klaeranlagen>>

## 11 Seznam obrázků

- o **Obrázek č.: 1** Rozdělení odpadních vod (Švehla P. a kol., 2007: Odpadní vody. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha, 142 s.) ..... 11
- o **Obrázek č.: 2** Příklad technického zařízení pro užívání dešťové vody (tzb-info ©2020: Příklad technického zařízení pro užívání dešťové vody (online) [cit. 2020. 12. 03], dostupné z: <<https://voda.tzb-info.cz/destova-voda/3962-vyuzivani-destove-vody-ii-moznosti-pouziti-destove-vody-a-casti-zarizeni>>)..... 15
- o **Obrázek č.: 3** Odlehčovací komora (anieloverbey ©2020: Combined Sewer Overflow (CSO) (online) [cit. 2020. 12. 06], dostupné z: <<http://danieloverbey.blogspot.com/2014/10/indianapolis-digs-deep-to-fix-its.html>>)..... 20
- o **Obrázek č.: 4** Čistírna odpadních vod (Zweckverband ©2021: Die drei Reinigungsschritte von Schmutzwasser in einer Kläranlage (online) [cit. 2021. 01. 10], dostupné z: <<https://www.zvo.com/unsere-klieranlagen>>)..... 22
- o **Obrázek č.: 5** Mechanické samočisticí česle (FONTANA ©2021: Samočisticí česle hrubé - SČČ-H (online) [cit. 2021. 01. 10], dostupné z: <<http://www.fontanar.cz/mechanicke-predcisteni.php>>)..... 24
- o **Obrázek č.: 6** Kruhové usazovací nádrže (WASSER ABWASSER TECHNIK ©2019: Abwasseraufbereitung in Kläranlagen (online) [cit. 2021. 01. 12], dostupné z: <<https://wasser-abwasser-technik.com/abwasseraufbereitung-in-klieranlagen/>>)..... 25
- o **Obrázek č.: 7** Aktivační nádrže (Pražské vodovody a kanalizace, a.s. ©2021: Ústřední čistírna odpadních vod – aktivační nádrže (online) [cit. 2021. 01. 20], dostupné z: <<https://www.pvk.cz/o-spolecnosti/fotogalerie-spolecnost/ucov/>>)... 26
- o **Obrázek č.: 8** Dosazovací nádrž (Šebesta ©2021: Milotice - dosazovací nádrž (online) [cit. 2021. 01. 20], dostupné z: <<http://www.sebesta.cz/Fotogalerie/obsah/20/COV.html>>)..... 27
- o **Obrázek č.: 9** Plastová jímka (Krausplast, ©2012: Samonosná jímka na vodu (online) [cit. 2021. 02. 15], dostupné z: <<https://www.krausplast.cz/p/samonosna-jimka-na-vodu-8-m3-kpjuvk-s-natura-R/>>)..... 28



- o **Obrázek č.: 10** Tříkomorový septik se zemním filtrem (EKOCIS, ©2021: Septik v kombinaci se zemním filtrem (online) [cit. 2021. 02. 16], dostupné z: <<https://cistirny-cov.ekocis.cz/septik-1-6-osob-sk1-ek-zemni-filtr-zf4-ek>>).……. 29
- o **Obrázek č.: 11** Kořenová čistírna s horizontálním průtokem (Kraj Vysočina ©2021: Kořenová čistírna s horizontálním průtokem (online) [cit. 2021. 02. 22], dostupné z: <<https://m.kr-vysocina.cz/vismo5/dokumenty2.asp?id=4072363&n=korenova-cistirna-odpadnich-vod-muze-byt-resenim-pro-male-obce&p1=1013>>).……. 32
- o **Obrázek č.: 12** Kořenová čistírna s vertikálním průtokem (Korenovky, ©2021: Schéma kořenové čistírny (online) [cit. 2021. 02. 16], dostupné z: <<https://www.korenova-cisticka.cz/o-korenovkach/fungovani/Korenova-cisticka%E2%80%93korenova-cistirna%E2%80%93schema-fungovani.html>>). 33
- o **Obrázek č.: 13** Zastoupení používaných technologií DČOV (vodovod.info, ©2021: Procentuální zastoupení domovních čistíren odpadních vod podle technologie (online) [cit. 2021. 02. 23], dostupné z: <<https://www.vodovod.info/index.php/kanalizace-a-cov/408-povolovani-domovnich-cistiren-odpadnich-vod-v-cr>>).……. 34
- o **Obrázek č.: 14** Schéma domovní čistírny odpadních vod (Ekomonitor, ©2021: Schéma ČOV VZE 1 - 20 (online) [cit. 2021. 02. 23], dostupné z: <<http://www.ekomonitor.cz/sites/default/files/file/ke-stazeni/schemacovvze1-20.jpg>>).……. 36
- o **Obrázek č.: 15** Schéma pozemku s vyznačenými hranicemi (CUZK ©2021: Geoprohlížeč (online) [cit. 2021. 03. 23], dostupné z: <<https://ags.cuzk.cz/geoprohlizec/>> upraveno autorem).……. 42

## 12 Seznam tabulek

- o **Tabulka č.: 1** Průměrné hodnoty znečištění splaškových OV na jeden litr (VŠB ©2014: Orientační složení splaškových odpadních vod (online) [cit. 2021. 12. 01], dostupné z: <[http://hgf10.vsb.cz/546/VHZ2/3\\_odpadni\\_vody.html](http://hgf10.vsb.cz/546/VHZ2/3_odpadni_vody.html)>). . . . . 12
- o **Tabulka č.: 2** Hodnoty součinitele denní nerovnosti (Komínková, D. a kol., 2014: Úprava pitných a čištění odpadních vod. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha, 238 s.). . . . . 13
- o **Tabulka č.: 3** Hodnoty součinitele maximální hodinové nerovnosti (Vodovod.info ©2013: Hodnoty součinitele maximální hodinové nerovnosti (online) [cit. 2021. 12. 01], dostupné z: <<https://www.vodovod.info/index.php/extra/tabulky/217-potreba-vody-koeficienty-nerovnomernosti>>). . . . . 13
- o **Tabulka č.: 4** Průměrné množství látek produkované 1 EO v ČR (Komínková, D. a kol., 2014: Úprava pitných a čištění odpadních vod. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha, 238 s.). . . . . 17
- o **Tabulka č.: 5** Kategorie minimální účinnosti čištění DČOV označovaných CE (Nařízení vlády č. 401/2015 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech, v platném znění). . . . . 35
- o **Tabulka č.: 6** Ukazatele a emisní standardy přípustného znečištění odpadních vod vypouštěných do povrchových vod (Nařízení vlády č. 401/2015 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech, v platném znění). . . . . 40
- o **Tabulka č.: 7** Ukazatele a emisní standardy přípustného znečištění odpadních vod vypouštěných do vod podzemních (Nařízení vlády č. 57/2016 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění odpadních vod a náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod podzemních, v platném znění). . . . . 40
- o **Tabulka č.: 8** Náklady na pořízení a provoz žumpy na 5 let (Autor). . . . . 43

- o **Tabulka č.: 9** Náklady na pořízení a provoz tříkomorového septiku se zemním filtrem na 5 let (Autor)..... 44
- o **Tabulka č.: 10** Náklady na pořízení a provoz KČOV s tříkomorovým septikem na 5 let (Autor)..... 45
- o **Tabulka č.: 11** Náklady na pořízení a provoz DČOV na 5 let (Autor)..... 46

## 13 Seznam rovnic

- o **Rovnice č.: 1** Průměrný denní přítok (Komínková, D. a kol., 2014: Úprava pitných a čištění odpadních vod. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha, 238 s.)..... 12
- o **Rovnice č.: 2** Maximální denní průtok (Komínková, D. a kol., 2014: Úprava pitných a čištění odpadních vod. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha, 238 s.)..... 13
- o **Rovnice č.: 3** Maximální hodinový průtok (Komínková, D. a kol., 2014: Úprava pitných a čištění odpadních vod. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha, 238 s.)..... 13
- o **Rovnice č.: 4** Výpočet objemu žumpy (tzb-info ©2021: Výpočet velikosti žumpy dle ČSN 75 6081 (online) [cit. 2021. 02. 10], dostupné z: <<https://voda.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/108-vypocet-velikosti-zumpy-dle-csn-75-6081>>)..... 28
- o **Rovnice č.: 5** Výpočet objemu septiku (tzb-info ©2021: Výpočet velikosti biologického septiku dle ČSN 75 6402 (online) [cit. 2021. 02. 11], dostupné z: <<https://voda.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/109-vypocet-velikosti-biologickeho-septiku-dle-csn-75-6402>>)...... 30
- o **Rovnice č.: 6** Plocha kořenového pole (Komínková, D. a kol., 2014: Úprava pitných a čištění odpadních vod. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha, 238 s.)..... 30

## 14 Seznam grafů

- o **Graf č.: 1** Porovnání variant pro likvidaci OV z rodinného domu (Autor)..... 47

## **15 Přílohy**