

# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

## ÚSTAV VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ KRAJINY

INSTITUTE OF LANDSCAPE WATER MANAGEMENT

# EKOLOGICKÉ ČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD PRO REKREAČNÍ OBJEKT

THE ECOLOGICAL WASTEWATER TREATMENT FOR RECREATION BUILDING

## BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

## AUTOR PRÁCE

AUTHOR

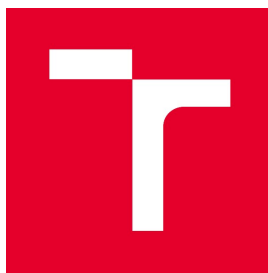
Tereza Poloprutská

## VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. MICHAL KRIŠKA, Ph.D.

BRNO 2017



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3656 Městské inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program
Studijní obor	3647R025 Městské inženýrství
Pracoviště	Ústav vodního hospodářství krajiny

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Tereza Poloprutská
Název	Ekologické čištění odpadních vod pro rekreační objekt
Vedoucí práce	Ing. Michal Kriška, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2016
Datum odevzdání	26. 5. 2017

V Brně dne 30. 11. 2016

---

prof. Ing. Miloš Starý, CSc.  
Vedoucí ústavu

---

prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA  
Děkan Fakulty stavební VUT

## **PODKLADY A LITERATURA**

- 1) Kriška, M., Němcová, M.: Kořenové čistírny odpadních vod – METODICKÁ PŘÍRUČKA PRO POVOLOVÁNÍ, NÁVRH, REALIZACI A PROVOZ, 2015
- 2) Rozkošný, M., Kriška, M., Šálek, J., Bodík, I., Istenič, D.: Natural Technologies of Wastewater Treatment, 2014., 138 p., ISBN: 978-80-214-4831-5
- 3) Databáze vědeckých článků sciencedirect.com
- 4) Normy ČSN související s technologií kořenových ČOV

## **ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ**

Bakalářská práce se zaměří na výběr nejvhodnějšího technologického uspořádání pro čištění odpadních vod z rekreačního objektu pro 30 obyvatel. Řešení bude vycházet z přirozených technologií – na základě nejnovějších výzkumných poznatků bude navrženo řešení, které bude svým provozem vykazovat nejmenší provozní i ekologickou zátěž.

Výstupem práce by měla být výkresová dokumentace pro územní řízení a stavební povolení.

## **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).

---

Ing. Michal Kriška, Ph.D.  
Vedoucí bakalářské práce

## **ABSTRAKT**

Práce pojednává o problematice čištění odpadních vod ze středně velkého rekreačního objektu. Popisuje jednotlivé možnosti čištění vod, a podrobně se věnuje vegetačním čistírnám odpadních vod. Na konkrétním zájmovém území jsou popsány faktory relevantní pro výběr daného typu čistírny a v praktické části je zvoleno a navrženo nejvhodnější řešení – vertikální kořenová čistírna s pulzním skrápěním bez stabilizační nádrže.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Odpadní voda, kořenová čistírna odpadních vod, septik, anaerobní septik, amoniak, rekreační objekt, vertikální filtr, pulzní skrápění.

## **ABSTRACT**

Thesis is centred around the problem of wastewater treatment in medium sized recreational object. There are described viable solutions and describes in more detail kinds of wetland treatment. Area of interest is used for description of factors relevant to the selection of given types of wastewater treatment plant; practical area of this work contains the most suitable design for this area – vertical treatment wetland with pulsed filling, without stabilization container.

## **KEYWORDS**

Wastewater, wetland treatment, septic, anaerobic septic, ammonia, recreational object, vertical filter, pulse filling.

## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP**

Tereza Poloprutská *Ekologické čištění odpadních vod pro rekreační objekt*. Brno, 2017. 61 s., 42 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství krajiny. Vedoucí práce Ing. Michal Kriška, Ph.D.

## **PROHLÁŠENÍ**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 26. 5. 2017

---

Tereza Poloprutská  
autor práce

### **PODĚKOVÁNÍ:**

Ráda bych poděkovala svému vedoucímu bakalářské práce Ing. Michalovi Kříškovi Dunajskému, Ph.D. za odborné vedení, vstřícnost a ochotu při pomoci s problémem, za jeho čas a trpělivost, které věnoval mým konzultacím.

V Brně dne 26. 5. 2017

---

Tereza Poloprutská  
autor práce

# Obsah

Úvod .....	10
1 Odpadní vody a jejich čištění .....	13
1.1 Odpadní vody .....	13
1.2 Množství odpadních vod .....	13
1.3 Složení odpadních vod .....	14
1.3.1 Nerozpuštěné látky (NL).....	15
1.3.2 Sloučeniny dusíku (N).....	15
1.3.3 Sloučeniny fosforu (P) .....	16
1.3.4 Chemická spotřeba kyslíku (CHSK) .....	17
1.3.5 Biochemická spotřeba kyslíku (BSK).....	17
1.4 Čištění odpadních vod do 50 EO .....	18
1.4.1 Mechanicko-biologická ČOV .....	18
1.4.2 Septik, filtrační systém a stabilizační nádrž.....	20
1.4.3 Jímka na vyvážení .....	22
1.4.4 Bezodtokový systém .....	22
1.4.5 Shrnutí způsobů čištění OV do 50 EO.....	22
1.5 Vypouštění vyčištěných odpadních vod.....	24
1.5.1 Do povrchových vod.....	24
1.5.2 Do podzemních vod .....	25
1.6 Shrnutí.....	26
2 Vegetační čistírny odpadních vod .....	27
2.1 Obecné informace.....	27
2.2 Horizontální KČOV.....	28
2.2.1 Pulzní vypouštění .....	29
2.2.2 Rozdělovací potrubí .....	29
2.2.3 Filtrační materiál .....	29
2.2.4 Shrnutí.....	30
2.3 Vertikální KČOV .....	30
2.3.1 Pulzní skrápění .....	31
2.3.2 Rozdělovací potrubí .....	31
2.3.3 Filtrační materiál .....	32
2.3.4 Shrnutí.....	32



2.4	Porovnání .....	33
3	Zájmová oblast .....	34
3.1	Popis území .....	34
3.2	Územní plán .....	34
3.3	Povodí.....	35
3.4	Žádost.....	36
4	Praktická část .....	37
4.1	Množství odpadní vody.....	37
4.2	Návrh anaerobního separátoru.....	37
4.2.1	Ověření doby zdržení v anaerobním separátoru .....	39
4.3	Návrh vertikálních skrápěných filtrů .....	41
4.4	Ověření návrhu a odtokové koncentrace.....	42
4.4.1	Zjištění dílčích koncentrací znečištění CHSK .....	43
4.4.2	Výpočet odtokových koncentrací pomocí $B_v$ .....	45
4.4.3	Výpočet odtokové koncentrace znečištění NL.....	47
4.5	Akumulační dávkovací šachta s pulsním vypouštěčem.....	48
4.6	Potrubí.....	49
4.7	Shrnutí.....	49
	Závěr.....	51
	Seznam použitých informačních zdrojů .....	54
	Odborná literatura .....	54
	Elektronické zdroje.....	54
	Právní předpisy.....	56
	Seznam obrázků .....	57
	Seznam grafů.....	58
	Seznam tabulek .....	59
	Seznam použitých zkratk a symbolů .....	60
	Seznam příloh.....	61
	Textová část .....	61
	Výkresová část.....	61

## Úvod

V dnešní době je pro mnohé nepředstavitelné nemít doma splachovací záchod, koupelnu, pračku, myčku apod. Zvykli jsme si používat vodu nejen k utišení základních potřeb, ale hlavně k čištění nás a našich věcí. A to právě díky tomu, že voda má k čištění vhodné vlastnosti, nečistoty se v ní dobře rozpouštějí či jsou snadno unášeny proudem pryč. Vlastnosti, které vodu činí vhodným nástrojem, se však jejím znečišťováním ztrácejí. Tím pitnou vodu přeměňujeme na odpadní. Ale co pak s touto vodou? Dříve se použitá voda pouštěla volně z domů do ulic, což vytvářelo v ulicích zápach a napomáhalo to k masivnímu šíření nemocí, kupříkladu moru nebo cholery. Při zvyšování spotřeby vody se začala budovat kanalizace, která odváděla odpadní vodu z měst a následně byla vypouštěna na okrajových částech do řek.

Pokud by všichni pouštěli odpadní vodu do řek bez jakéhokoliv čištění, brzy se z řek stanou páchnoucí stoky, které nebudou přinášet život, ale smrt. Řeky sice mají určitou samočisticí funkci, ale k tomu, aby se voda zcela sama vyčistila, by musela být podle mnohých literárních zdrojů naředěna čistou vodou deseti až padesáti násobkem svého objemu, což s dnešním množstvím populace a geografickým rozložením území není možné.

Kolik máme zdrojů pitné vody? A dá se tento zdroj vyčerpat? Na planetě se nachází dost vody pro všechny, avšak většina sladkých vod jsou tzv. hluboké podzemní vody, ke kterým nemáme přístup. Studny, ze kterých získáváme pitnou vodu, čerpají tzv. mělkou podzemní vodu. Je dost možné, že už v dnešní době je tato voda čerpána ve větším množství, než je možná její obnova ve stejném čase. Kdybychom vsakovali použitou odpadní vodu volně do podloží, byla by jen otázka času, kdy by se tyto podzemní vody kontaminovaly a zničilo by to tak podzemní zdroje pitné vody. Znečistili bychom i řeky, které jsou při obdobích sucha vyživovány právě touto vodou. Jediná neznečištěná voda by byla voda dešťová. A ztráta zdrojů pitné vody by pak rychle vedla k zániku naší civilizace.

Dále pak, i kdybychom vodu čistili, ale odváděli jinam a nevraceli jí do zdroje či do přirozeného koloběhu vody, mohli bychom úplně přeměnit krajinu. Voda by byla uměle transportována pryč z oblasti do níže položených částí až do oceánu. Vysušená půda přijímá hůře vodu oproti půdě s vyšší vlhkostí, a tím napomáhá k rychlejšímu transportu vody, a tedy i k dalšímu vysušování. Postupně by se vytrácela vlhkost z půdy, poté ze

vzduchu, až by nezůstala žádná voda v okolí a ani by žádná nepřicházela. Lidé často ve své chamtivosti ubližují krajině, aniž by si uvědomovali, že jsou její součástí a vlastně škodí sami sobě. Vymlouvají se na přírodní katastrofy a nikoho nenapadne, že za ně mohou právě lidé, konkrétně, že za to může jejich nakládání s vodou.

V dnešní době už jsme nuceni různými právními předpisy odpadní vody čistit, ale bereme to jako vnucené zlo, které je nákladné. A místo toho, abychom se snažili pomáhat okolní krajině čili sobě, tak hledíme jen na tabulky a předpisy a předstíráme, že se nás to více netýká. Máme ve zvyku, že co není na našem pozemku, nás nezajímá. Je potřeba brát sebe samotné jako součást většího celku, který, aby fungoval, musí jeho prvky navzájem spolupracovat; tím nemyslím jen spolupráci lidí navzájem, ale hlavně spolupráci lidí s přírodou.

Moderním přístupem se postupně stává šetření vodou v podobě recyklace, kdy je mírně znečištěná voda předčištěna a vracena zpět do domu, např. na splachování WC, závlahu plodin apod. Taková praxe může snížit množství pitné, resp. odpadní vody až o jednu třetinu. Další vymoženost se již stává běžnou věcí, a to je možnost splachování dvěma různými množstvími vody, které se stalo populární při nárůstu cen za stočné. Další způsob šetření vody zabezpečují speciální baterie, které snižují průtok čili opět zajistí menší spotřebu vody. Šetření vody však nezajistí samotné technologické vymoženosti, které nabízí dnešní společnost, klíčové rozhodnutí spočívá hlavně ve smýšlení lidí a jejich zvyklostech.

Šetřením vody se jen zmenší množství odpadní vody, avšak to nezajistí její čistotu. Bude-li se do řek vypouštět odpadní voda, bude se tím zvyšovat její znečištění, a tudíž nastane problém v nižších lokalitách, kde bude nákladnější úprava této vody na vodu pitnou. Máme štěstí, že žijeme v srdci Evropy, kde pramení tři světové veletoky do tří různých moří. Tudíž za veškeré znečištění, které je v řekách, si můžeme sami. Nelze převychovat lidstvo, nelze ho nutit, aby změnilo svoje zvyklosti a vštěpovat mu své vlastní pravdy. Je důležité být proaktivní a zabývat se skutečnostmi, které mohou ovlivnit. Stát se mužem, který sázel stromy, kterého popsal ve své knize Jean Giono. Tedy je potřeba začít na konkrétních malých územích, tj. činit je co nejméně závislými udržováním vody v krajině.

Jeden z popsaných přístupů jsem si vybrala právě jako téma mé bakalářské práce. Nezaměřím se na šetření vody a snižování její spotřeby, ale na výběr a definování technologie, která si spolehlivě poradí s odstraňováním znečištění z odpadní vody. A jelikož v duchu moderního přístupu jde i návrat k přirozenému stavu a jakémusi „návratu k přírodě“, vybrala jsem si řešení nakládání s odpadními vodami pro ubytovací objekt v horském prostředí. Technologii pro čištění odpadních vod zaměřuji na co možná nejpřirozenější fyzikální konfiguraci, tzn., odpadní voda bude celoročně čištěna bez nutnosti připojení elektrické energie. Než ale přistoupím k detailnímu návrhu řešení, budu se nejprve zabývat obecným popisem odpadních vod, čištěním a vypouštěním již vyčištěných odpadních vod. Zaměřím se na složení odpadní vody, stanovení množství odpadních vod a následně na popis systému jejich čištění.

Poté podrobněji popíšu vlastnosti, výhody a nevýhody vegetačních čistíren odpadních vod, obzvláště jejich vliv na mikroklima a jejich provozní náklady.

V praktické části práce se zaměřím na nejvhodnější návrh čistírny odpadních vod a její technologické uspořádání na konkrétním území, tj. pro rekreační objekt pro 30 obyvatel v obci Loučná nad Desnou. V návrhu se tedy budu zabývat technologií ekologického čištění odpadních vod pro konkrétní rekreační objekt.

# 1 Odpadní vody a jejich čištění

Při výběru technologického uspořádání pro čištění odpadních vod jsou nejdůležitější následující faktory: množství a jakost přitékající odpadní vody a nároky na jejich vyčištění a jejich likvidaci. Ostatní faktory jsou ovlivněné finanční a energetickou náročností, a rozhoduje o nich investor.

V této kapitole uvedu, co si představit pod odpadní vodou a jak se počítá její množství, jaké základní ukazatele znečištění se hlídají a jak se z vody odbourávají. Nastíním pár způsobů čištění odpadních vod malého znečištění a popíšu dva způsoby vypouštění vyčištěné vody.

## 1.1 Odpadní vody

Odpadní vody (dále jen OV) definujeme podle zákona č. 254/2001 Sb. § 38 odstavce 1 jako: „...vody použité v obytných, průmyslových, zemědělských, zdravotnických a jiných stavbách, zařízeních nebo dopravních prostředcích, pokud mají po použití změněnou jakost (složení nebo teplotu), jakož i jiné vody z těchto staveb, zařízení nebo dopravních prostředků odtékající, pokud mohou ohrozit jakost povrchových nebo podzemních vod. Odpadní vody jsou i průsakové vody z odkališť, 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.“

Odpadní vody z objektů se dělí podle složení a barvy na šedou, žlutou, hnědou a černou vodu. Šedá voda pochází z koupelny, pračky, myčky apod. Žlutá voda se skládá z moči. Černá voda pochází z WC. Šedá voda může být po úpravě znovu využita na splachování či zalévání zahrady. (Rozkošný, 2014)

## 1.2 Množství odpadních vod

Specifické množství odpadní vody se počítá v závislosti na 1 ekvivalentního obyvatele (dále jen EO)<sup>1</sup>, a jeho specifickou spotřebu vody ( $q_{\text{spec.}}$ ). Spotřebu lze určit odhadem na

---

<sup>1</sup> Ekvivalentní obyvatel (EO) je definován produkcí látkového znečištění 60 g BSK<sub>5</sub> za den (NV č. 401/2015 Sb.), což přibližně odpovídá jedné fyzické osobě.

základě zkušeností z minulých let; norma (ČSN 75 6402, 1998)<sup>2</sup> například doporučuje předpokládat její hodnotu v rozmezí 100–150<sup>3</sup> l/den/EO. Je však třeba brát ohled na případné faktory, které by mohly ovlivnit množství OV. Průměrný denní průtok ( $Q_{24,m}$ ) se tedy získá součinem specifické spotřeby vody a počtem ekvivalentních obyvatel ( $n$ ), nejčastěji se uvádí v l/s nebo m<sup>3</sup>/den.

$$Q_{24,m} = q_{spec} * n$$

### 1.3 Složení odpadních vod

Podle Hlavínka (2003) je chemicky čistá voda pouze voda destilovaná, ostatní vody mají v sobě látky, které způsobují znečištění. Z chemického hlediska je rozlišuje na *organické* a *anorganické* a z fyzikálního hlediska na látky *rozpuštěné* a *nerozpuštěné*. Nerozpuštěné látky (dále jen NL) se dělí na *neusaditelné*, *usaditelné* a *plovoucí*.

Jakost vody je určena právě mírou látkového znečištění, která je charakterizována jejich ukazateli – mezi nejdůležitější anorganické ukazatele patří NL, *sloučeniny dusíku* (dále jen  $N_{celk}$ ) a *sloučeniny fosforu* (dále jen  $P_{celk}$ ); mezi organickými ukazateli najdeme *chemickou spotřebu kyslíku* (dále jen CHSK) a *biochemickou spotřebu kyslíku* (dále je BSK). Všechny jmenované ukazatele jsou popsány podrobněji níže.

Odpadní vody z jednotlivých objektů nebo malých sídlišť jsou charakterizovány podle normy (ČSN 75 6402) průměrnými hodnotami koncentrací znečištění ( $S_1$  viz tabulka č.1), a mají pH v rozmezí od 6,5 do 8,5. Podíl mezi CHSK a BSK<sub>5</sub> má obvykle hodnotu rovnou 2. Právě OV odpovídající takovým hodnotám mohou být přiváděny do čistírny navržené podle normy ČSN 75 6402, avšak nesmějí obsahovat závadné látky, které by mohly nepříznivě ovlivnit účinnost biologického čištění.

**Tabulka č. 1:** Průměrné koncentrace znečištění  $S_1$  pro jednotlivé objekty v mg/l. (ČSN 75 6402).

	<b>CHSK</b>	<b>BSK<sub>5</sub></b>	<b>N</b>	<b>P<sub>celk.</sub></b>
<b>S<sub>1</sub></b>	do 1 000	do 550	do 140	do 16

<sup>2</sup> V práci čerpám jak z platné normy z února 1998, tak i z revize též normy z dubna 2017, která ještě není platná a je stále ve formě úprav. Protože platná norma z roku 1998 je již zastaralá a v revizi nacházím potřebné informace pro tuto práci. V textu označuji normu z roku 1998 jako ČSN 75 6402, 1998 a revizi normy z dubna 2017 jako ČSN 75 6402.

<sup>3</sup> V roce 1981 byla spotřeba vody podle Štěrbý (1986) v Československu 370 l/den/osobu.

Jak jsem již uvedla, celkové množství znečištění je počítáno v závislosti na 1 EO, norma (ČSN 75 6402) určuje jeho jednotlivou produkci daného znečištění (viz tabulka č.2).

**Tabulka č. 2:** Orientační hodnoty produkce specifického znečištění na 1 EO v g/d. (ČSN 75 6402)

Látky			Ostatní				
Minerální	Organické	Celkem	BSK <sub>5</sub>	CHSK	NL	N <sub>celk.</sub>	P <sub>celk.</sub>
90	90	180	60	120	55	11-20	2,5

### 1.3.1 Nerozpuštěné látky (NL)

Nerozpuštěné látky mohou být viditelné i pouhým okem a jsou odlučovány od OV mechanickou cestou. Látky zvolna sedimentují v akumulčních nádržích, kde jsou zadrženy a do dalšího stupně čištění se dostává pouze malé množství. Pytl (2004) popisuje postup pro stanovení hodnot tohoto znečištění; voda je filtrována přes filtry z borosilikátových skelných vláken předepsané jakosti. Filtr je následně vysušen při 105 °C a po odečtení hmotnosti čistého filtru od vysušeného filtru se stanoví hmotnost nerozpuštěných látek.

### 1.3.2 Sloučeniny dusíku (N)

Sloučeniny dusíku se sloučeninami fosforu patří do skupiny nutrientů<sup>4</sup>. Celkový dusík (N, N<sub>celk</sub>) je součtem anorganického a organického vázaného dusíku. Mezi anorganické vázané dusíky patří *amoniakální dusík* (N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), *dusitanový dusík* (N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) a *dusičnanový dusík* (N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>). Sloučeniny dusíku jsou ve vodách málo stabilní a podléhají rychlým přeměnám. V *aerobním prostředí*<sup>5</sup> probíhá *nitrifikace*, která představuje oxidaci amoniakálního dusíku na dusitany až dusičnany. V *anoxickém prostředí*<sup>6</sup> probíhá *denitrifikace*, což je redukce dusičnanů na elementární dusík. (Pytl, 2004).

Hlavínek (2003) popisuje proces nitrifikace a denitrifikace následujícími vztahy:

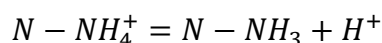


<sup>4</sup> Nutrienty jsou minerální živiny, které podporují růst mikroorganismů. (Hlavínek, 2003).

<sup>5</sup> V aerobním prostředí probíhají procesy za přítomnosti kyslíku. (Hlavínek, 1996).

<sup>6</sup> V anoxickém prostředí probíhají procesy za nepřítomnosti kyslíku. (Hlavínek, 1996).

Amoniakální dusík ( $N-NH_4^+$ ) vzniká rozkladem z močoviny. Je-li mechanické předčištění předdimenzované, může se zvyšovat koncentrace amoniakálního dusíku, následným rozkladem usazené organické hmoty v *anaerobním prostředí*<sup>7</sup>. Sloučeniny dusíku jsou nestabilní a problémem je zejména druhá forma amoniakálního dusíku  $NH_3$  – amoniak, která je toxická pro ryby a zvýšené koncentrace ve vodě vedou k jejich úhynu. (Kriška, 2015).



Štěrba (1986) uvádí ve své knize, že v padesátých letech se začalo hovořit o otázce dusičnanů v pitné vodě, a jejich vliv na životy kojenců. Popisuje, že dusičnany způsobují u kojenců chorobu zvanou alimentární methemoglobinémie. Pro život jsou nebezpečné dusitaný<sup>8</sup> tím, že přeměňují krevní hemoglobin na methemoglobin, který nepřenáší kyslík do tkání a způsobuje vnitřní dušení. Kritické hodnoty koncentrací pro kojence jsou větší než 15 mg/l dusičnanů a větší než 0,1 mg/l dusitanů.

### 1.3.3 Sloučeniny fosforu (P)

Sloučeniny fosforu rovněž patří mezi nutrienty způsobující eutrofizaci vod. Eutrofizací vod se rozumí zvyšování živin (dusíku a fosforu), které ve vodě umí nejlépe využít řasy a sinice (fytoplankton). Zvýšení vede k jejich rychlému rozmnožení, což narušuje rovnováhu ekosystému; pomalu vytlačují jiné organismy až docílí jejich úhynu. Odumřelé sinice se hromadí na hladině vody a tvoří biomasu; tím zabraňují prostupu slunečných paprsků a kyslíku do vody, což může vést až k úhynu živočichů. (Živiny v krajině, 2006).

Fosfor se vyskytuje v některých pracích, čistících a protikorozních prostředcích (Pytl, 2004). Částečně se odbourává sedimentací v akumulacích nádrží nebo je rostliny dokáží v malém množství odebrat z vody pro svou spotřebu (Kriška, 2015). Tedy fosfor je využíván při růstu zelených vodních rostlin, proto je jeho koncentrace ve vodě v letním období nejnižší. Zdravotně není nijak závadný. (Hlavínek, 2003).

---

<sup>7</sup> V anaerobním prostředí probíhají procesy za absence kyslíku. (Hlavínek, 1996).

<sup>8</sup> Na dusitaný jsou v lidském těle měněny i dusičnany, dochází k tomu za určitých podmínek ve střevech.



### 1.3.4 Chemická spotřeba kyslíku (CHSK)

Chemická spotřeba kyslíku je definována množstvím kyslíku, které se spotřebuje za procesu oxidace organických látek ve vodě pomocí oxidačního činidla. Jako oxidační činidlo se používá dichroman draselný ( $\text{CHSK}_{\text{Cr}}$ )<sup>9</sup> a výjimečně i manganistan draselný ( $\text{CHSK}_{\text{Mn}}$ )<sup>10</sup>. (Pytl, 2004).

Neodstraní-li čistírna dostatečné množství CHSK, uváděné v mg/l, a vypustí-li se zbytkové množství do stojaté vody, může dojít k narušení rovnováhy ekosystému. Dochází poté k redukci rozpuštěného kyslíku ve vodě, který se spotřebuje k oxidaci. Nedostatek rozpuštěného kyslíku ve vodě může vést až k úhynu živočichů. (Kriška, 2015).

### 1.3.5 Biochemická spotřeba kyslíku (BSK)

Biologická spotřeba kyslíku je definována hmotnostní koncentrací rozpuštěného kyslíku spotřebovaného za stanovených podmínek v *oxickém prostředí*<sup>11</sup> biochemickou oxidací organických látek ve vodě, vyjádřená v mg/l. Hodnota závisí na době inkubace; byla zvolena jednotná inkubační doba 5 dní, a tudíž  $\text{BSK}_5$  značí pětidenní biochemickou spotřebu kyslíku. Úplné biochemické spotřeby kyslíku se dosáhne po 20 dnech inkubace. (Pytl, 2004).

Znečištění je odbouráváno pouze s pomocí mikroorganismů, které jsou schopné odstranit snadno rozložitelné organické znečištění. Složité sloučeniny (celulóza, polysacharidy) mikroorganismy odbourávají pomalu, a proto jsou považovány za znečištění CHSK. Určité množství koncentrace  $\text{BSK}_5$  se vyskytuje volně ve stojatých i tekoucích vodách; je vzniklé rozkladem listů a jiných organických hmot, mrtvých organismů a jiného přírodního znečištění. Velké vypouštění zbytkové koncentrace může narušit přirozenou rovnováhu obsahu kyslíku ve vodách. (Kriška, 2015).

---

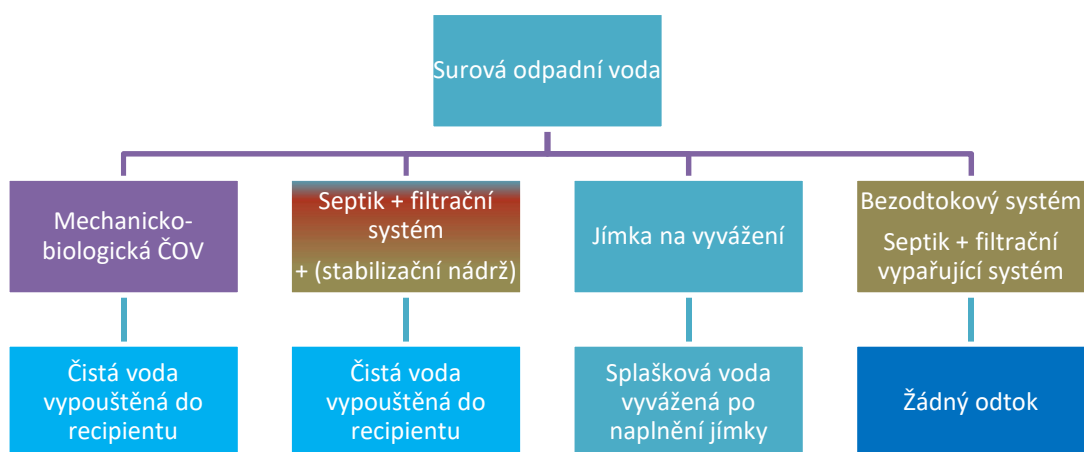
<sup>9</sup> Je-li zkratka bez indexu, předpokládá se  $\text{CHSK}_{\text{Cr}}$ .

<sup>10</sup> Oxidace manganistanem draselným ( $\text{CHSK}_{\text{Mn}}$ ) se používá již jen výjimečně při analýze pitné, užitkové a povrchové vody. Při analýze odpadních vod se nepoužívá. (Pytl, 2004)

<sup>11</sup> V oxickém prostředí probíhají procesy s přítomností rozpuštěného kyslíku. (Terminologický slovník, 2006).

## 1.4 Čištění odpadních vod do 50 EO

Způsoby čištění OV u malého zdroje znečištění jsou závislé první řadě na přírodních podmínkách oblasti řešené stavby. Některé stavby potřebují dostatečné výškové poměry terénu, jiné jsou náročné na potřebnou rozlohu, další vyžadují větší náročnost na údržbu. Rozhodujícím se stává, zdali je možnost vyčištěnou vodu odvádět do recipientu<sup>12</sup>, nebo je třeba vodu likvidovat na pozemku či odvázet. Kriška v metodické příručce (2015) uvádí čtyři způsoby s nakládáním odpadních vod do 50 EO – schéma je uvedeno níže.

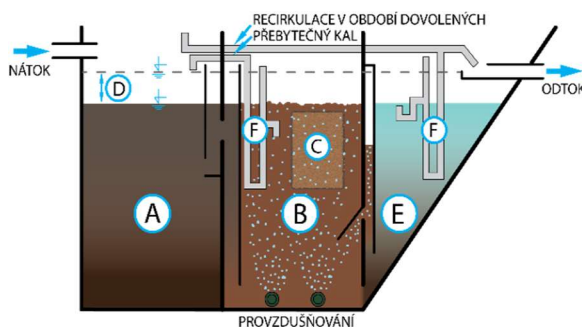


Obrázek č. 1: Schéma způsobů čištění OV do 50 EO. (Kriška, 2015).

### 1.4.1 Mechanicko-biologická ČOV

#### 1.4.1.1 Aktivace

Princip čištění v aktivační nádrži je následující: OV přitéká do usazovacího a kalového prostoru (A). Po odloučení NL voda natéká do aktivační části (B), ve které je nosič biomasy (C). Zde probíhají aerobní procesy, které zajišťuje jemnobublinový provzdušňovací systém



Obrázek č. 2: Schéma aktivační ČOV. (Čistírny odpadních vod AS VARIACOMP K, 2011-2017).

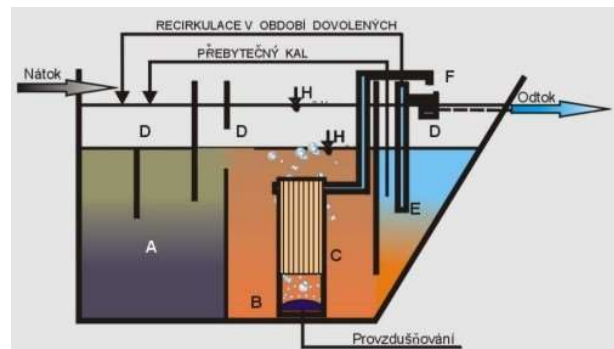
<sup>12</sup> „Vodní recipient je každý vodní útvar, do něhož vyúsťují povrchové vody nebo znečištěné odpadní vody. Jedná se o všechny větší vodní plochy v krajině jako rybníky, přehradní nádrže, jezera. V rámci procesu čištění odpadních vod se takto označuje vodní útvar, který slouží k dočištění odpadních vod. Využívá se zde samočisticí schopnost recipientu, která spočívá ve schopnosti recipientu zbavit se přirozenými procesy znečištění.“ (Recipient (vodohospodářství), 2016).

nacházející se ve spodní části. Voda se čistí díky mikroorganismům sloučeným do vloček, které se od vody oddělí v dosazovací nádrži (E) a vrací zpět do aktivace (vratný kal). Mamutka<sup>13</sup> (F) odtahuje vyčištěnou vodu z čistírny – akumuluje a zrovnoměrňuje vypouštění vody (D). (Čistírny odpadních vod AS VARIACOMP K, 2011-2017).

Domovní aktivační nádrž funguje na principu vratného kalu, případně se lepšího účinku dosáhne pomocí nosiče biomasy. Má poměrně malou pořizovací hodnotu a není náročný na prostor. Na druhou stranu vznikají provozní náklady na provzdušňování aktivační části. Domovní aktivační nádrž si dokáže poradit s nízkým kolísáním množství vody na přítoku, avšak s nárazovým provozem má problém.

#### 1.4.1.2 Membránové čistírny

Princip čištění v membránové čistírně je následující: OV přitéká do usazovacího a kalového prostoru (A), po odloučení NL voda přetéká přepadem do aktivačního prostoru (C), ve kterém je osazen membránový modul (B), v jehož spodní části je umístěn provzdušňovací systém. Nad



**Obrázek č. 3:** Schéma membránové ČOV. (Čistírny odpadních vod AS-VARICOMP K ULTRA, 2011-2017).

membránovým modulem je umístěno čerpadlo, které pomocí podtlaku odsává vodu přes filtrační membrány a odvádí ji do odtoku (F). V celém prostoru čistírny je akumulační prostor (D). Přebytečný aerobně stabilizovaný kal je odtahován pomocí mamutki zpět do usazovacího a kalového prostoru (A). V případě havarijního stavu odtéká voda přes dosazovací nádrž (E) do odtokového žlabu (F). (Čistírny odpadních vod AS-VARICOMP K ULTRA, 2011-2017).

Domovní membránová čistírna funguje na obdobném principu jako aktivační nádrž, avšak z aktivačního prostoru je voda odváděna přes membránový modul, což zvyšuje účinnost čištění. Stejně jako aktivační čistírna zabírá málo prostoru a pořizovací náklady jsou nízké. Rovněž jsou zapotřebí provozní náklady na provzdušňování aktivační části.

<sup>13</sup> Mamutka (mamutkové čerpadlo) je zařízení pro čerpání vody bez mechanických pohyblivých komponentů. Ke své funkci využívá energii stlačeného vzduchu. Využívá se na místech, kde je potřeba čerpat vodu nepřetržitě, s minimální spotřebou energie, minimální údržbou a do malé výšky. (Principy průmyslových čerpadel – 10.díl – mamutková čerpadla, 1997-2014).

Domovní membránová čistírna si dokáže poradit s nízkým kolísáním množství vody na přítoku, avšak s nárazovým provozem má problém.

## 1.4.2 Septik, filtrační systém a stabilizační nádrž

Tento způsob čištění je složen z několika na sebe navazujících částí. První část zajišťuje mechanické čištění a akumulaci OV, následuje biologické čištění a končí stabilizační nádrží. Nyní popíšeme jednotlivé prvky tohoto systému a závěrem této kapitoly zhodnotím jeho výhody a nevýhody.

### 1.4.2.1 Septik

Septik je uzavřená vícekomorová (obvykle tvořena ze tří komor) průtočná akumulární nádrž, kde probíhají anaerobní procesy. Slouží k mechanickému a biologickému předčištění umístěnému před hlavním stupněm čištění a z OV se zde primárně odlučuje plovoucí a usaditelné znečištění. Celkový objem všech komor musí být dostatečný pro zajištění minimálního zdržení vody v septiku ( $t$ ). Minimální účinný prostor septiku nesmí sahat pod  $3 \text{ m}^3$  a střední doba zdržení vody je doporučena na 3 dny. Dále je objem závislý na počtu připojených EO ( $n$ ), na specifické spotřebě vody ( $q$ ) a potřebném prostoru pro zdržující se kal ( $a$ ), který zabírá přibližně 50 % účinného prostoru septiku. Norma (ČSN 75 6402, 1998) zmiňuje následující vzorec pro výpočet účinného prostoru septiku v  $\text{m}^3$ . (ČSN 75 6402, 1998).

$$V = a * n * q * t$$

Kde	a	je	součinitel vyjadřující kalový prostor (obvykle $a = 1,5$ );
	n		počet připojených obyvatel;
	q		specifická spotřeba vody na osobu v $\text{m}^3/\text{d}$ ;
	t		střední doba zdržení ve dnech

Plovoucí nečistoty nesmí přecházet z jedné komory do druhé, což zajišťují norné stěny nebo tvarovky potrubí na přítoku i odtoku, jejichž horní hrana musí být podle normy minimálně 0,15 m nad hladinou vody a dolní hrana 0,30 m pod hladinou vody v septiku. Aby bylo možné odklízet kal (podle normy alespoň 1x ročně) a aby bylo možné opravit případné poruchy, musí mít každá komora přístupný otvor ve stropě septiku s rozměry minimálně 600 mm x 600 mm. (ČSN 75 6402).

#### 1.4.2.2 Anaerobní separátor

Anaerobní separátor (dále jen AS) je inovativní forma septiku vylepšená zvýšením doby zdržení vody v separátoru a zvýšením jeho účinnosti oproti septiku. AS se skládá minimálně ze tří komor. Je důležité, aby komory byly doplněny technickými přepážkami, aby byl využit celý objem separátoru, a tudíž nedocházelo ke zkratovému proudění. Minimální střední doba zdržení jsou 4 dny a minimální účinný objem jsou 4 m<sup>3</sup>. Je důležité, aby účinný objem separátoru zabíral minimálně 70 % z celkového objemu separátoru. Ostatní technické požadavky jsou podobné jako u septiku. (ČSN 75 6402).

#### 1.4.2.3 Filtrační systém

Za anaerobními biologickými nádržemi se vždy musí nacházet další stupeň čištění. Filtrační systémy mohou mít několik podob, norma (ČSN 75 6402) rozlišuje: *zemní filtr*, *vertikální filtr s dávkovacím systémem*, *vegetační čistírnu s horizontálním průtokem* a *vertikální filtr s vegetací*. Vegetační čistírny jsou podrobněji popsány níže v samostatné kapitole.

Filtrační systémy jsou tedy rozděleny na vegetační a bez vegetace. Vegetace nemá na účinnost zásadní vliv. V některých případech však má ochrannou funkci (proti UV záření a tepelnou izolaci) a v každém případě má estetickou hodnotu. Filtrační pole si umí poradit s vysoce kolísavým nárazovým provozem. Některé typy umí účinně odstraňovat problémový amoniakální dusík. Systém může fungovat bez přidané energie, jeho funkci pak zajišťují pouze mechanické doplňky. Nevýhodou je poměrně velká účinná plocha filtru.

#### 1.4.2.4 Stabilizační nádrž

Stabilizační nádrž je poslední fází čištění, tj. dočištění. Podle Krišky (2015) je tato fáze nepovinná, navrhuje se pouze v odůvodněných případech jako jsou: vyšší nároky na kvalitu vyčištěné vody, zapojení za horizontálními filtry s účelem snížení koncentrace amoniaku na odtoku, vyrovnaní průtoků, snížení koncentrace CHSK<sub>Cr</sub> apod. Stabilizační nádrž bývá ve formě průtočného jezírka s vegetačním doprovodem, díky kterému má samočisticí efekt. Nádrž slouží k dalšímu čištění, má však i estetickou hodnotu, zlepšuje místní mikroklima díky vyparu vody a může posloužit pro jednodušší odběr vzorků vody při zjišťování její jakosti.

#### **1.4.2.5 Zhodnocení systému – septik, filtrační systém a stabilizační nádrž**

Celý systém sestává ze dvou, nebo ze tří částí. V prvním stupni čištění (septik, AS) probíhá sedimentace, akumulace vody a anaerobní procesy. Správný návrh prvního stupně chrání druhý stupeň před zanášením až ucpáním. Druhý stupeň je filtrační pole, které může mít několik podob, některé dokáží odstranit i problémový amoniakální dusík. Třetí stupeň je stabilizační nádrž, která může být opomenuta viz 1.4.2.4.

Kořenová čistírna je schopná si poradit se sníženými koncentracemi znečištění zapříčiněného balastními či dešťovými vodami. Dokáže však odstranit i zvýšené koncentrace na přítoku, problém však spočívá v tom, že je toto tvrzení obtížné vyjádřit výpočty, neboť nelze použít standartní metodu výpočtu koncentrace BSK<sub>5</sub>, ale je potřeba použít simulačních modelů, nebo jiné metody, které budou zahrnovat přítomnost zvýšené koncentrace ostatního znečištění (NL, P apod.). Nejúčinnější způsob pro ověření je testování vzorků. (Křiška, 2015).

#### **1.4.3 Jímka na vyvážení**

Jímka je zřizována na místech, kde není možné se připojit k místní kanalizaci, nebo není možné vypouštět vyčištěnou OV do recipientu, zasakovat, či pozemek nemá dostatečně velkou plochu pro vypařovací jezírko. Nevýhodou jsou však vysoké provozní náklady, kvůli častému vývozu akumulované OV. Další negativní faktor je možný zápach při manipulaci s OV při vyvážení, které bývá časté.

#### **1.4.4 Bezodtokový systém**

Bezodtokový systém může být shodný se systémem uvedeném v kapitole 1.4.2, avšak liší se posledním bodem - výparem. Díky výparu může dojít ke zlepšení místního mikroklimatu, tj. zvyšování vlhkosti ve vzduchu a napomoci tak případné obnově okolní krajiny. Systém může fungovat bez další potřebné energie, avšak objekty pro vypařování zabírají velkou plochu.

#### **1.4.5 Shrnutí způsobů čištění OV do 50 EO**

V tabulce č. 3 umístěné na další stránce jsou znázorněny orientační hodnoty účinnosti konkrétních způsobů čištění uvádějí normou (ČSN 75 6402). Pod tabulkou se nachází shrnutí výše uvedených způsobů nakládání s odpadní vodou.

**Tabulka č. 3:** Orientační hodnoty účinnosti jednotlivých typů čistírenských technologií pro malé zdroje znečištění. (ČSN 75 6402).

Technologie čištění	Účinnost čištění v %				
	BSK <sub>5</sub>	CHSK	NL	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	P <sub>celk</sub>
Septik	15 až 30	0 až 20	50 až 60	-	-
Anaerobní separátor	50 až 75	40 až 80	70 až 90	5 až 25	10 až 45
Sedimentace	20 až 30	10 až 30	30 až 60	0 až 5	0 až 8
Rotační biofilmové reaktory (biodisky apod.)	80 až 90	60 až 85	65 až 90	5 až 70	5 až 20
Aktivační proces s biofilmovým reaktorem	80 až 95	70 až 90	80 až 90	65 až 95	15 až 25
Aktivační proces s $B_x < 0,3 \text{ kg}/(\text{kg} \cdot \text{d})$	80 až 90	60 až 85	85 až 90	5 až 30	15 až 25
Aktivační proces s $B_x \approx 0,05 \text{ kg}/(\text{kg} \cdot \text{d})$	85 až 95	70 až 90	85 až 90	5 až 30 <sup>2)</sup> 65 až 95 <sup>1)</sup>	15 až 25
Biologické dočišťovací nádrže	65 až 70 80 až 90 <sup>1)</sup>	60 až 85	85 až 90	20 až 90	5 až 20
Zemní filtry	85 až 95	70 až 90	85 až 95	10 až 15	5 až 25
Vertikální filtr s dávkovacím systémem	60 až 90	40 až 70	40 až 70	70 až 90	5 až 25
Vegetační čistírna s horizontálním průtokem	40 až 95	50 až 90	65 až 95	5 až 60	5 až 25
Vertikální filtr s vegetací	75 až 98	70 až 97	85 až 99	50 <sup>2)</sup> až 99 <sup>1)</sup>	5 až 20
1) v letním období (tj. pro $T > 12 \text{ °C}$ )					
2) v zimním období (tj. pro $T < 6 \text{ °C}$ )					

Domovní mechanicko-biologické ČOV mají nízké pořizovací náklady a nezabírají moc místa. Vyžadují však provozní náklady na vývoz kalu a na provzdušňování aktivační části. Dokáží si poradit s nízkým kolísáním množství vody na přítoku, ale s nárazovým provozem již mají problém. Nedokáží odstranit amoniakální dusík, který je škodlivý pro ryby v recipientu.

Druhý uvedený způsob (septik, filtrační systém a stabilizační nádrž) má nízké provozní náklady – pouze na vývoz kalu. Systém může fungovat bez další přidané energie a některá pole si dokáží poradit s amoniakálním dusíkem. Kořenová čistírna je schopná si poradit se sníženými koncentracemi znečištění zapříčiněných balastními či dešťovými vodami, dokáže však odstranit i zvýšené koncentrace na přítoku, způsobené například šetřením vody. Nevýhodou tohoto systému je potřebná plocha na filtr a dostačující výškové poměry terénu.

Jímka má nejnižší pořizovací náklady, ale možná největší provozní náklady, kvůli častému vývozu akumulované OV. Další negativní faktor je možný zápach při manipulaci s OV za častého vyvážení.

Bezodtokový systém má stejnou účinnost jako druhý jmenovaný systém. Liší se způsobem likvidace vyčištěné vody – vypařováním. Výhodou tohoto systému je zlepšení mikroklimatu, kvůli následné zvýšení vlhkosti vzduchu. Nevýhodou je rozlehlá plocha nutná pro volnou hladinu vody.

## **1.5 Vypouštění vyčištěných odpadních vod**

Vypouštění vyčištěných OV se řídí podle příslušných právních předpisů (nařízení vlády dále jen NV). Rozlišuje se vypouštění vyčištěné OV do povrchových a podzemních vod.

NV uvádí přípustné emisní znečištění, které je možné vypouštět do příslušných vod. Vypouštění do podzemních vod je přísnější, protože „biologický rozklad v podzemních vodách probíhá totiž pomalu, samočisticí pochody jsou zde vždy mnohem pomalejší než v povrchových vodách“. (Štěrba, 1986, str.43).

### **1.5.1 Do povrchových vod**

Vypouštění do povrchových vod povoluje vodoprávní úřad, který v povolení k vypouštění odpadních vod podle NV č. 401/2015 Sb. § 3 odstavce 2 „vždy stanoví:

- emisní hodnoty,
- způsob, četnost, typ a místo odběrů vzorků vypouštěných odpadních vod, a místo a způsob měření jejich objemu na výpusti, popřípadě i na přítoku do čistírny odpadních vod,
- způsob provádění rozborů vypouštěných odpadních vod podle jednotlivých ukazatelů znečištění uvedených v povolení k vypouštění odpadních vod, způsob vyhodnocení výsledků rozborů jednotlivých ukazatelů znečištění a výsledků měření a stanovení objemu vypouštěných odpadních vod a zjištěného množství vypouštěných znečišťujících látek pro účely evidence a kontroly“.

Vodoprávní úřad stanoví maximální emisní limity, které je třeba dodržet a které nesmí překročit hodnoty uvedené v tabulce č. 4. Úřad je však vázán podle NV č. 401/2015 Sb.



§ 5 odstavce 2 ukazateli vyjadřujícími stav povrchové vody, ukazateli a hodnotami přípustného znečištění povrchových vod, normami environmentální kvality a hodnocením výhledového stavu.

**Tabulka č. 4:** Emisní standardy: přípustné hodnoty (p)<sup>3)</sup>, maximální hodnoty (m)<sup>4)</sup> koncentrace ukazatelů znečištění vypouštěných OV v mg/l. (NV č. 401/2015 Sb.).

Kategorie ČOV (EO) nebo velikost aglomerace	CHSK <sub>Cr</sub>		BSK <sub>5</sub>		NL	
	p <sup>3)</sup>	m <sup>4)</sup>	p <sup>3)</sup>	m <sup>4)</sup>	p <sup>3)</sup>	m <sup>4)</sup>
< 500	150	220	40	80	50	80

Nariadení vlády předepisuje maximální možné znečištění, které je možné vypouštět do povrchových vod. Po překročení limitů stanovené vodoprávním úřadem je žadatel povolení povinen platit pokutu odpovídajícímu úřadu. Nariadení vlády také stanovuje minimální účinnost čištění vypouštěných vod uvedenou v tabulce č. 5.

**Tabulka č. 5:** Emisní standardy: přípustná minimální účinnost čištění vypouštěných odpadních vod (minimální procento úbytku) v procentech. (NV č. 401/2015 Sb.).

Kategorie ČOV (EO) nebo velikost aglomerace	CHSK <sub>Cr</sub>	BSK <sub>5</sub>
< 500	70	80

### 1.5.2 Do podzemních vod

Vsakování vyčištěných vod do vod podzemních musí splňovat požadavky příslušného právního předpisu (NV č. 57/2016 Sb.), a to pouze v místech, kde není možné vypouštět vyčištěné OV do recipientu. Podloží musí mít vyhovující geologické podmínky a vsakování nesmí mít nežádoucí účinky. Vsakovat je možné pouze biologicky čištěné vody. Nejčastější způsoby vsaku jsou: *filtrační pole*, *vsakovací nádrže*, *hluboké filtrační příkopy* a *filtrační drenáž*. (ČSN 75 6402). V tabulce č. 6 na další stránce jsou maximální možné hodnoty ukazatelů, které je možné vsakovat, a které pochází ze staveb poskytujících ubytování.

**Tabulka č. 6:** Ukazatele a emisní standardy přípustného znečištění OV vypouštěných do vod podzemních (vypouštěné z jednotlivých staveb poskytující ubytování). (NV 57/2016 Sb.)

m (mg/l)				
CHSKcr	BSK5	NL	Pcelk	Ncelk
130	30	30	8	20

Kde m je nepřekročitelná hodnota ukazatele znečištění OV vypouštěných do vod podzemních vyjádřená v koncentraci v mg/l.

## 1.6 Shrnutí

Odpadní vody jsou použité vody, které změnilly svou jakost a neslouží dalšímu účelu. Jejich množství je počítáno pomocí EO a specifickou spotřebou vody. Jakost je stanovena mírou látkového znečištění; sledované jsou NL, N, P, CHSK, BSK<sub>5</sub>. NL jsou odstraňovány mechanickou cestou – sedimentací či filtrací. Zvýšené koncentrace nutrientů (N, P) ve vodě mají nežádoucí dopady: způsobují eutrofizaci vod, amoniakální forma dusíku NH<sub>3</sub> má toxický účinek na ryby. Dusičnany a dusitany v pitné vodě škodí lidskému organismu a pro kojence mohou být smrtelné. Sloučeniny dusíku jsou odstraňovány pomocí oxidace vody a sloučeniny fosforu jsou odstraňovány sedimentací; v určité míře jsou nutrienty odebírány z vody rostlinami. CHSK a BSK<sub>5</sub> se redukuje pomocí oxidace organických látek, čímž se snižuje množství rozpuštěného kyslíku ve vodě.

Způsoby čištění OV u malého zdroje znečištění jsou závislé první řadě na přírodních podmínkách oblasti řešené stavby. Některé stavby potřebují dostatečné výškové poměry terénu, jiné jsou náročné na potřebnou rozlohu, jiné vyžadují větší náročnost na údržbu. Rozhodujícím se stává, zdali je možnost vyčištěnou vodu odvádět do recipientu, nebo je třeba vodu likvidovat na pozemku či odvážet.

Vypouštění vyčištěných OV se řídí příslušnými právními předpisy (NV), které stanovují ukazatele a jejich emisní standardy přípustného znečištění OV vypouštěných do příslušných vod.

S ohledem na skutečnosti popsané ve druhé a třetí kapitole jsem zvolila druhé jmenované řešení, tj. anaerobní separátor s vertikálním filtrem s vegetací (popsaný v kapitole 2.3) bez stabilizační nádrže.

## 2 Vegetační čistírny odpadních vod

### 2.1 Obecné informace

Vegetační čistírny známé pod názvem kořenové čistírny odpadních vod (dále jen KČOV) se dělí na dva základní typy; horizontální (viz 2.2) a vertikální (viz 2.2.1). Rozdělení je podle způsobu transportu OV přes filtr. Pro účinnější čištění OV doporučuje Křiška (2015) soustavu z těchto filtrů: systém vertikální filtr následovaným horizontálním filtračním polem, nebo systém horizontální filtr následovaný vertikálním filtračním polem.

KČOV nejen účinně odstraňují znečištění, ale také působí estetickým dojmem. Díky mokřadním rostlinám jsou ukryty v přírodě a nenarušují okolní krajinný ráz, a navíc zelené rostliny blahodárně působí na psychiku člověka. Díky zdržení vody na jednom místě se zvyšuje výpar, a to příznivě působí na mikroklima. Historicky je zakořeněno, že by se voda měla odvádět co nejrychleji a co nejdál od zdroje znečištění. Tím dochází k umělému přemísťování vody a podle Štěrbý (1986) k rychlejšímu čerpání vodních zdrojů, než je možná jejich obnova. Menší zdržení vody v krajině má za důsledek vysušování půdy a změny lokálního podnebí, což může vést k extrémům sucha a přivalovým deštům, na které nejsme zvyklí. S ohledem na problematiku klimatu by se mělo obnovit a vytvořit co nejvíce podmínek pro zadržování vody v krajině a obnovovat původní charakter území, ve kterém žijeme.

KČOV je založena na principu gravitační síly tím, že využívá výškové poměry mezi jednotlivými objekty ČOV. Nejsou-li však dodrženy, pak funkčnost ČOV mohou zabezpečovat čerpadla, která ale navýší provozní náklady. Provoz ČOV mohou zajišťovat pouze mechanická zařízení, která nepotřebují elektrickou energii, čímž se minimalizují její provozní náklady.

KČOV se obvykle skládá ze tří základních fází čištění (viz 1.4.2): *mechanického předčištění, hlavního stupně čištění a dočištění*. (Křiška, 2015).

Do mechanického čištění patří lapáky písku, lapáky tuků, usazovací nádrže apod. Nejčastěji používanou usazovací nádrží je septik, což je průtočná nádrž, skládající se z několika na sebe navazujících komor. OV se v něm zdrží na několik dní, částečně se

rozloží a separují se z ní usaditelná a plovoucí znečištění. Fáze mechanického čištění je stěžejní, jelikož nefunkčnost tohoto stupně čištění způsobuje zanesení dalšího stupně čištění, a to může vést ke kolapsu celého systému. (Kriška, 2015).

Hlavním stupněm čištění u KČOV jsou filtrační pole. Nejčastěji obdélníkového tvaru, avšak ten může být jakýkoliv, pokud jsou dodrženy technické požadavky na funkčnost systému. Obvykle je budován jeden stupeň čištění, avšak správné napojení více filtrů za sebou má vyšší účinnost čištění. Podle Krišky (2015) je pro odstranění dusíku nejúčinnější složený systém: vertikální filtr předcházející horizontálnímu.

Poslední fází čištění je dočištění. Tato fáze však může být opomenuta (viz 1.4.2.4). Stabilizační nádrž bývá ve formě průtočného jezírka s vegetačním doprovodem, díky kterému má samočisticí efekt. Nádrž slouží k dalšímu čištění; má však i estetickou hodnotu, díky vypařování vody se zlepšuje místní mikroklima a může sloužit pro jednodušší odběr vzorků vody při zjišťování její jakosti.

## 2.2 Horizontální KČOV

V horizontální KČOV se OV ve filtračním poli pohybuje v téměř rovnoměrném směru. Voda je vedena přívodním potrubím na kraj pole a na druhé straně je odebírána sběrným potrubím pryč z filtru. Ve většině případů je hladina vody neustále těsně pod úrovní terénu, což vytváří anaerobní prostředí, ve kterém se neodbourává amoniakální dusík. Při procesech v anaerobním prostředí vniká zápach. (Kriška, 2015).

Plocha horizontálního filtračního pole se počítá podle vzorce zjišťující snížení koncentrace znečištění BSK<sub>5</sub>. (Kriška, 2015).



**Obrázek č. 4:** Model horizontálního filtru KČOV. (Kriška, 2015).



**Obrázek č. 5:** Pohled na horizontální filtr. (Kriška, 2015).

### 2.2.1 Pulzní vypouštění

Kdyby voda volně přitékala a odtékala bez žádné regulace, nejspíš by se brzy vytvořily zkratové proudy a voda by tekla pouze u dna filtru, čímž by byla celá stavba zbytečná. Tudíž o regulaci vody ve filtru se stará pulzní vypouštěč, který zajišťuje kolísání hladiny. Tím se zvyšuje účinnost odstraňování znečištění, které ke své redukci potřebuje přítomnost kyslíku (např.  $BSK_5$ ,  $CHSK_{Cr}$ ,  $N-NH_4^+$ ). Pro účinné odstranění amoniakálního dusíku vyžaduje horizontální KČOV velkou účinnou plochu, což je neekonomické. (Křiška, 2015).

Princip regulace vychází ze zařízení nainstalovaného za horizontálním filtrem, buď mechanicky ovládaného (pulzní vypouštěč), nebo pomocí elektrické energie (elektro ventil). OV je z filtru vypuštěna nárazově, jakmile provozní volná hladina ve filtru dosáhne maximální výšky. Hladina vody klesá velice rychle a zastaví se na minimální provozní hladině. Opětovné napouštění filtru závisí na jeho velikosti, zrnitosti a množství přítoku, a probíhá již pomaleji. (Křiška, 2015).

### 2.2.2 Rozdělovací potrubí

Návrh rozdělovacího potrubí u horizontální KČOV nemá zásadní vliv na účinnost čištění, mnohem důležitější faktory jsou: teplota OV, filtrační materiál a doba zdržení vody ve filtru. Aby nedocházelo k ucpávání rozdělovacího potrubí, je podstatné dostatečně dimenzované mechanické předčištění. Potrubí se umísťuje nad filtrační pole, aby nedocházelo k jeho prorůstání kořeny mokřadních rostlin a tím jeho zničení. Doporučuje se rozvést OV na dvě či čtyři místa užším potrubím, čímž se předejde zkratovým proudům. (Křiška, 2015).

### 2.2.3 Filtrační materiál

Obecně je platné, že čím menší zrnitost materiálu, tím účinnější filtrační čištění. Kolem zrn se pak vytvoří větší plocha, na které se tvoří biofilm z organismů, které pomáhají eliminovat množství znečištění. Při velmi nízké zrnitosti ale může docházet k zanášení filtru (ucpáváním pórů), které snižuje účinnost filtrace, snižuje dobu zdržení, a může to vést ke zkratovým proudům až k jeho úplnému ucpání. (Křiška, 2015).

Zvolení správného filtračního materiálu má za důsledek účinnost filtračního pole. Nejlepší je tedy zvolit co nejjemnější materiál, ale takový, aby nedocházelo k zanášení

filtru. (Křiška, 2015). Norma (ČSN 75 6402) navrhuje na většině filtru říční nebo drcené prané kamenivo o frakci 4/8 mm, v blízkosti odtokového (drenážního) potrubí by měla být zrnitost zvýšena na 8/16 mm nebo na 16/32 mm, dle velikosti otvorů v odtokovém potrubí. S ohledem na rostliny norma doporučuje pro svrchní vrstvu filtru (10 cm) říční štěrk či tříděný praný písek se zrnitostí 4/8 mm.

## 2.2.4 Shrnutí

V poli horizontální KČOV se voda pohybuje přibližným vodorovným směrem. Princip čištění spočívá v kolísání volné hladiny ve filtračním poli, které zajišťuje pulzní vypouštěč. Voda je na kraj pole pozvolně přiváděna rozdělovacím potrubím ideálně na dvou či čtyřech místech a nárazově odváděna odtokovým potrubím. Jako filtrační materiál je volena jedna frakce kameniva, ostatní frakce zajišťují ochranu potrubí a rostlin. Aby účinně horizontální KČOV odbourávala amoniakální dusík, musela by mít velkou účinnou plochu filtru, což je neekonomické.

## 2.3 Vertikální KČOV

OV v poli vertikální KČOV se pohybuje se shora dolů. Voda je tedy spouštěna volně na pole, kde protéká téměř svisle na dno a je odváděna sběrným potrubím pryč z pole. Vertikální filtr se od horizontálního liší v menší zrnitosti materiálu. A díky nepravidelnému vypouštění vody na vertikální filtr v něm probíhá větší kvantita aerobních procesů, které vedou k účinnějšímu odstraňování amoniakálního dusíku oproti horizontální KČOV.

Podle Křišky (2015, str. 29): „Návrh velikosti filtrační plochy vychází z koncentrace znečištění  $CHSK_{Cr}$ , protože s  $N-NH_4^+$  se při maximální navržené úrovni hydraulického zatížení (tj. výška vodního sloupce přepočtená na plochu filtru, jednotka mm/den) vertikální filtr bez problémů vypořádá“.



**Obrázek č. 6:** Model vertikálního filtru KČOV. (Křiška, 2015).



**Obrázek č. 7:** Pohled na vertikální filtr před zahájením vegetačního období. (Křiška, 2015).

### 2.3.1 Pulzní skrápění

Pulzní skrápění zajišťuje rozvod OV těsně nad filtrační pole a umožní její rovnoměrné rozprostření po celém filtru. Podle Krišky (2015) lze provozovat vertikální filtry bez pulzního skrápění pouze v omezené velikosti (do 5 EO), kde rychlé rozvedení OV zajistí silné čerpadlo.

Účinnost zajišťuje vypouštěč v akumulární nádrži, umístěné před polem. Jakmile OV v nádrži dosáhne maximální provozní volné hladiny, vypouštěč se otevře a umožní nárazový přívod vody na filtrační pole. Po klesnutí hladiny v akumulární nádrži na minimální provozní hladinu, se vypouštěč opět zavře. Soustava musí zajistit, aby byla voda vypouštěna alespoň jednu minutu, aby se docílilo rovnoměrného zatížení pole.

Díky pulznímu skrápění při správném návrhu je k OV dostatečný přístup kyslíku, který napomáhá účinnému odstranění znečištění, která pro odbourání potřebují kyslík (např. BSK<sub>5</sub>, CHSK<sub>Cr</sub>, N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>).

### 2.3.2 Rozdělovací potrubí

Rozdělovací potrubí je nejdůležitější faktor pro správnou funkci vertikálního filtru. Rozdělovací potrubí má zajistit rovnoměrné rozlití odpadní vody na celé filtrační pole, aby nedocházelo ke zkratovým proudům a využilo se celé stavby. Rovnoměrného rozprostření vody na celé pole nelze dosáhnout nepřetržitým přítokem, proto je nutné, aby před vertikálním filtračním polem byla akumulární dávkovací zařízení. Podle Krišky (2015) se rozlití odpadní vody provádí v dávkách v maximálním počtu 5-10x za den. A současně hydraulické zatížení nesmí přesahovat podle normy (ČSN 75 6402) hodnotu 150 mm/den. Podle Krišky (2015) je dobré realizovat rozdělovací potrubí z plastového potrubí pro vnitřní kanalizace (šedý polypropylen označený PP-H nebo PP-HT). Pro napojení na venkovní kanalizaci je vhodné použít dimenze DN 100 pro přívodní potrubí a DN 40 pro rozdělovací. Vnitřní kanalizace je zapotřebí chránit před UV zářením, což zajistí mokřadní rostliny v poli.

Příváděcí a rozdělovací potrubí musí být stabilizováno ve vodorovné rovině s odchylkou max. 1 cm. Rozdělovací potrubí musí být uloženo nad polem nejlépe podložené zámkovou dlažbou ve vzájemné vzdálenosti přibližně 800 mm a vzdáleno od okraje filtru 500 mm. Umístěním potrubím nad polem se předchází jeho zanášení znečištěním

(zejména listy a kořeny rostlin). Přívodní potrubí by mělo vést nejbližší středu pole a na toto potrubí se připojí nejčastěji v kolmém směru rozdělovací potrubí. Otvory v rozdělovacím potrubí musí být ve spodní části, o průměru 5 mm po vzdálenosti 250 mm. Rozdělovací potrubí musí být na koncích vyvedeno alespoň o 250 mm vzhůru pro hydraulické vyrovnání hladiny OV a vypouštění vzduchových bublin. (Křiška, 2015).

Zejména v prvním roce je zapotřebí potrubí chránit proti vandalismu, UV zářením a jiným negativním faktorům ovlivňující degradaci materiálu. (Křiška, 2015).

### 2.3.3 Filtrační materiál

Filtrační materiál ve vertikálním filtru je rozdělen do několika vrstev. Konkrétní tloušťky vrstev a materiál udává norma, jsou popsány v tabulce č. 7. Tyto vrstvy mohou být přizpůsobeny podmínkám v odůvodněných případech. Výška filtru se pohybuje v rozmezí 800-1000 mm.

**Tabulka č. 7:** Složení vrstev u vertikálního filtru s vegetací. (ČSN 75 6402)

Název vrstvy	Výška (mm)	Materiál
Svrchní vrstva	50-100 (200 mm v případě nevhodných klimatických podmínek nad 500 m. n. m.)	Praný říční štěrk 4/8P nebo 8/16P mm
Hlavní filtrační vrstva	500-600	Praný písek 0/4P ( $0,2 \leq d_{10} \leq 0,4$ )
Přechodový filtr	50-100	Drcený štěrk (praný) 4/8P mm
Drenážní vrstva	200	Drcený štěrk (praný) 8/16P nebo 16/32P mm
Těsnění	-	Hydroizolace (PVC, PE, guma) 1,5 mm krytá oboustranně geotextilií 500 g/m <sup>2</sup>
Kompenzační vrstva (v případě nutnosti)	0-50	Písek

### 2.3.4 Shrnutí

Princip vertikální KČOV spočívá v nárazovém smáčení filtračního pole, které zajistí rozdělovací potrubí spolu s vypouštěčem v akumulární nádrži. Vyčištěná voda je sbírána ze dna odtokovým potrubím. Díky dostatečnému přístupu vzduchu k OV probíhá oxidace a je účinně odstraňován i amoniakální dusík.



## 2.4 Porovnání

Tabulka č. 8 názorně porovnává horizontální a vertikální KČOV. Je z ní zřetelné, že návrh potrubí u vertikálních filtrů je složitější než u horizontálních, avšak daleko důležitější je i správnost jeho provedení než u horizontálních. Ve více bodech zmíněné tabulky je vertikální filtr lepší než horizontální. Má vyšší účinnost ve všech parametrech, dokonce účinně odstraňuje amoniakální dusík i v zimním období. Díky převládajícímu aerobnímu prostředí nedochází k tolika únikům zápachu oproti horizontálnímu filtru, kde se často vyskytují anaerobní podmínky. Vertikálnímu filtru postačí menší účinná plocha, avšak vyžaduje určité minimální převýšení na přítoku a odtoku oproti horizontálnímu filtru.

**Tabulka č. 8:** Srovnání výhod a nevýhod dvou různých provedení filtrů. (Křiška, 2015).

Pulzně skrápěný vertikální filtr	Horizontální filtr
Složitější návrh (potrubí)	Jednodušší návrh (potrubí)
Vyšší účinnost ve všech parametrech*	Nižší účinnost ve všech parametrech
Potlačení potenciálního zápachu – aerobní prostředí*	Možnost zápachu – anaerobní prostředí
Menší náročnost na plochu	Větší náročnost na plochu
Vyžaduje dostatečný spád terénu (min. převýšení přítok-odtok 2,0 m)	Většinou vhodné terénní podmínky
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> odstraňuje i v zimě*	N-NH <sub>4</sub> neodstraňuje dostatečně ani v létě

\* Závěry vychází z výsledků realizovaných na jedné obecní kořenové čistírně, řešené jako 13 samostatných filtrů, které jsou zapojeny na stejné množství stejně znečištěné odpadní vody (čerpání z jedné akumulace jímky).

Oba filtry se liší v materiálovém uspořádání pole. Vertikální pole se skládá z několika vrstev o různé frakci, horizontální pole je tvořeno převážně jednou frakcí, ostatní slouží k ochraně ostatních prvků ČOV.

Při návrhu pouze jednoho filtračního pole se upřednostňuje pulzně skrápěný vertikální filtr. Neznamená to však, že horizontální filtr nemá využití – ten podle Křišky (2015) slouží k doplňkovému odstranění N-NO<sub>3</sub> za vertikálním filtrem.

I přes náročnost návrhu potrubí vychází z porovnávaných parametrů s důrazem na účinnost a menší dopad na životní prostředí vertikální KČOV jako vhodnější řešení.

## 3 Zájmová oblast

### 3.1 Popis území

Zájmová oblast se nachází v obci Loučná nad Desnou [540226], ležící na katastrálním území Rejhotice [687103], v rámci okresu Šumperk a je součástí Olomouckého kraje. Rekreační objekt, penzion Eliška, pro který je tento návrh projektu určený, je součástí pozemku st. 248 o výměře 336 m<sup>2</sup>, s číslem popisným 150. Nová čistírna odpadních vod (dále jen ČOV) byla plánována k výstavbě na sousedním pozemku s parcelním číslem 723/1 s výměrou 10554 m<sup>2</sup>. Stavbou ČOV by byla postižena jen malá část tohoto pozemku, na kterém je podle katastru nemovitostí trvalý travnatý porost a podle BPEJ<sup>14</sup> je jeho reliéf silně svažité. Pozemek je v zemědělském půdním fondu, tudíž pro stavbu by bylo nutné požádat o vynětí ze ZPF, nebo by mohli majitelé vstoupit do veřejného projednání územního plánu. Půda je evidovaná v BPEJ a spadá do sedmého klimatického regionu, který zahrnuje všechny vyšší části pahorkatin, je mírně teplý a vlhký a průměrný úhrn srážek je 650-750 m. (EKatalog BPEJ, 2015; Informace o pozemku, 2004-2017).

Loučná nad Desnou je velice příznivá oblast pro turistiku v každém ročním období. Okolí poskytuje bohaté krásy přírody přiléhající CHKO Jeseníky a Hanušovické vrchoviny, nedaleko se nachází hora Králický Sněžník. Obec láká návštěvníky na výborné cyklistické trasy a bohatou síť geocachingu. Přímo v obci nabízí minigolf, dětské a multifunkční hřiště, zámek a nově zrekonstruovaný zámecký park. V zimě v obci dobře fungují zdejší skiareály. (Turistika, 2017). S ohledem na příznivé turistické podmínky lze předpokládat obsazenost daného rekreačního objektu.

### 3.2 Územní plán

Obec je ve fázi přípravy, vytváření a dokončování územního plánu, což občanům umožňuje do něj zasahovat a ovlivnit tak finální verzi. Po jeho dokončení budou snahy o změnu územního plánu značně obtížnější.

---

<sup>14</sup> „Bonitovaná půdně ekologická jednotka (BPEJ) je pětimístný číselný kód charakterizující zemědělské pozemky. Jednotlivé číselné hodnoty vyjadřují hlavní půdní a klimatické podmínky, které mají vliv na produkční schopnost zemědělské půdy a její ekonomické ohodnocení.“ (EKatalog BPEJ, 2015).

„Veškerá dokumentace návrhu územního plánu obce byla zveřejněna 21. 3. 2017. tato dokumentace bude sloužit jako podklad pro opakované veřejné projednání návrhu územního plánu Loučná nad Desnou 27. 4. 2017.“ (Územní plán celek 03/2017. Návrh územního plánu – Dokumentace k opakovanému veřejnému projednání, 2017). Z tohoto návrhu plánu lze vyčíst následné informace o zájmovém území.

Pozemek s parcelním číslem 723/1 nespadá do zastavěné ani zastavitelné oblasti. Z funkční analýzy je zřetelné, že má charakter soukromé zeleně. Na východní části sousedí s náhonem na řece Desná, který se vyskytuje v nadregionálním biocentru. Náhon slouží pro odběr technické vody pro malou vodní elektrárnu Ing. Libora Stékala. V katastru nemovitostí je koryto vodního toku (náhonu) v místě jihovýchodního rohu parcely č. 723/1 rozděleno do dvou parcel; přiléhající parcelu vlastní Česká republika, se kterou mají právo hospodařit jako s majetkem státu Lesy České republiky, druhá vzdálenější parcela je ve vlastnictví Ing. Pavla Smékala.

V centru města, tj. za řekou na východ od řešené oblasti, je bohatá kanalizační síť, která je ale od pozemku příliš vzdálená a vybudování připojení by bylo velmi nákladné. Nyní je OV akumulována v jímce, která se pravidelně vyváží. Přes pozemek je vedeno elektrické vedení vysokého napětí 22 kV a téměř celé území je postiženo ochranným pásmem elektrického vedení. Zájmová oblast v koncepci uspořádání krajiny spadá do ekotonu sídla, což v tomto případě znamená přechodné místo mezi sídlem a přírodě blízkou lesní krajinou. Díky umístění náhonu mezi pozemkem a řekou se zájmová oblast nenachází v záplavové oblasti Q100<sup>15</sup>.

### **3.3 Povodí**

Obec spadá do oblasti správy státního podniku Povodí Moravy. Závod Horní Morava spravuje oblast o rozloze 6 368 m<sup>2</sup>, a tvoří čtyři provozy. Jeden z nich je právě Šumperk, ve kterém se nachází páteřní tok Desná. Řeka Desná je levostranným přítokem řeky Moravy, vlévá se u Postřelmovy v nadmořské výšce 281 m n. m. a pramení v Hrubém Jeseníku v nadmořské výšce 1333 m n. m. Desná má délku toku 43,36 km a přibližně v jedné třetině její délky od pramene se nachází obec Loučná nad Desnou. Dílčí povodí,

---

<sup>15</sup> Q100 je množství vrcholného průtoku, kterého je v dlouhodobém průměru dosaženo nebo překročeno 1x za 100 let. Udává se v m<sup>3</sup>/s. (Vysvětlení pojmu „stoletá povodeň“, 2010).

které se tady nachází, má číslo 4-10-01-0670-0-00, a právě v něm leží zájmová oblast. (Závod Horní Morava, 2010-2017).

### **3.4 Žádost**

Majitelé pozemků Borek Miloslav a Borková Jana podali v červnu roku 2016 ústní žádost na projekt lepšího řešení s nakládáním odpadní vody u rekreačního objektu, který je součástí pozemku st. 248 s číslem popisným 150. Nyní je voda z objektu odváděna do septiku, dále je akumulována v jímce, která se pravidelně vyváží. Vyjádřili nespokojenost s tímto stavem kvůli častému a nákladnému vyvážení OV a hledají vhodnou ČOV. Problém je s nepravidelnou obsazeností penzionu hosty, tedy s nepravidelným přítokem na septik, což většina malých čistíren pro svou funkčnost potřebuje. Přírodní podmínky umožňují vyčištěnou odpadní vodu vypouštět do recipientu. Majitelé oslovili firmu, která odstoupila od návrhu projektu, avšak přislíbila následné zrealizování stavby.

Po dokončení projektu v srpnu v roce 2016 se majitelé rozhodli, že rekreační objekt i s pozemky prodají, a tudíž nemají zájem o zrealizování navržené KČOV. Nyní jsou ke dni 23. 4. 2017 pozemky podle katastru nemovitostí ve společném jmění manželů Františka Koupila a Hany Koupilové.

## 4 Praktická část

Podklady mi pomohly určit nejvhodnější technologické uspořádání pro čištění odpadních vod z rekreačního objektu pro 30 obyvatel. Díky vodnímu toku sousedícímu se zájmovým územím bude vyčištěná OV vypouštěna do recipientu. Kvůli vodním živočichům žijícím v recipientu je třeba odbourat amoniakální dusík z OV, což zajistí pulzně skrápěný vertikální filtr s vegetací. Před filtrem musí být účinné sedimentační čištění, o které se postará anaerobní separátor. Místní podmínky umožní ČOV provoz bez další potřebné energie – postačí gravitační síla, čímž se sníží provozní náklady. V této kapitole se zabývám výpočtem, ověřením, zhodnocením a popsáním celého návrhu.

### 4.1 Množství odpadní vody

Norma ČSN 75 6402 doporučuje pro výpočet množství OV specifickou produkci odpadní vody na jednoho EO 100–150 l/den. Jelikož nemám přístup ke skutečné spotřebě vody v objektu, ve výpočtech předpokládám průměrnou hodnotu z navrhovaného rozmezí normy, tedy: ( $q_{spec.}$ ) 125 l/den/EO.

Norma (ČSN 75 6402) říká, že na jedno lůžko v ubytovacím zařízení odpovídají 1-3 EO, předpokládám, že jedno lůžko odpovídá jednomu EO. Majitel rekreačního objektu nám sdělil, že budova nabízí 30 lůžek a 6 případných přistýlek, tedy objekt je určen pro maximální počet 36 EO, který nastane pouze v krajním případě, je však potřeba s tím počítat.

Průměrný denní průtok:

$$Q_{24,m} = q_{spec} * n = 125 \frac{l/d}{EO} * 36 EO = 4,5 m^3/d$$

### 4.2 Návrh anaerobního separátoru

Navrhuji inovativní způsob septiku, tedy tříkomorový AS, kvůli účinnější ochraně následného stupně, vertikálního filtru. Jeho potřebný objem počítám podle vzorce, který jsem uvedla v teoretické části práce a navrhuji ho pro největší předpokládaný počet hostů odpovídající 36 EO. Průměrná doba zdržení vody v AS jsou 4 dny podle normy (ČSN 75 6402), aby došlo k dostatečné separaci usaditelných látek. Dostatečná doba zdržení

předchází zanášení dalšího čistícího stupně, které by mohlo vést ke kolapsu celého systému ČOV.

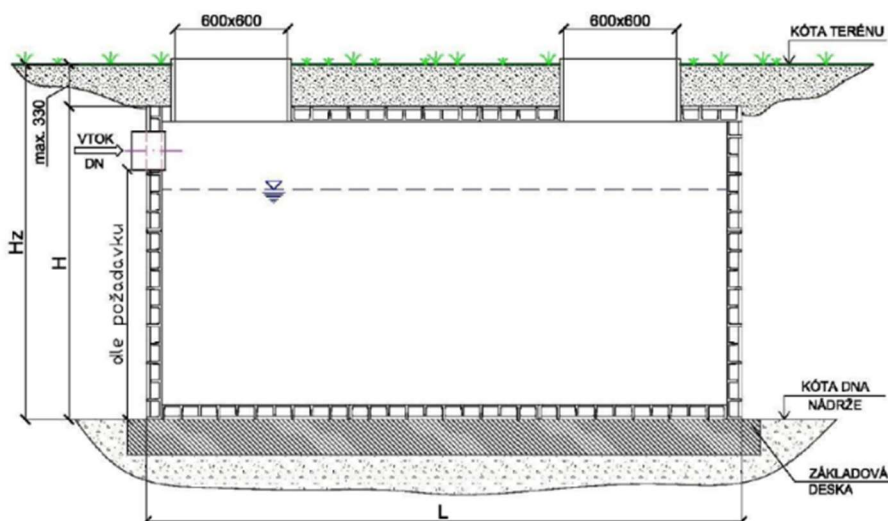
Výpočet účinného objemu AS:

$$V = a * n * q * t = 1,5 * 36 \text{ EO} * 125 \frac{l}{d * \text{EO}} * 4 d = 27 \text{ m}^3$$

Tento objem je nutné upravit pro skutečné výrobky. Díky velkému objemu jsem jednotlivé komory rozdělila do samostatně stojících nádrží z žebrovaného polypropylénu o tloušťce 80 mm. Samonosné nádrže budou uloženy na společnou základovou betonovou desku vysokou 150 mm, která bude z betonu C16/20 s vloženou ocelovou svařovanou sítí KARI 6,0/100 mm. Obrázek č. 8 ukazuje schéma osazení samonosné jímky od firmy KELLNERcz s.r.o., která se dalšími úpravami (technologickými přepážkami a dalším výtokem) předělá na funkční průtočný septik. Nádrže budou od sebe vzdálené 600 mm, a propojené potrubím pro venkovní kanalizace (PVC KG DN 110). Nádrže budou skládané z dílčích stěn, avšak na stavbu budou dovezeny již složené s veškerými úpravami. Každá komora bude 3 m dlouhá, 2 m široká a 2 m vysoká s výškou hladiny ode dna 1650 mm.

Skutečný účinný objem AS:

$$V = 3 * (d * š * h) = 3 * (3 \text{ m} * 2 \text{ m} * 1,65 \text{ m}) = 29,7 \text{ m}^3$$



**Obrázek č. 8:** Osazení podzemní nádrže bez obetonování – jímka samonosná. (Typy osazení podzemních nádrží, 2015).

AS musí mít definovaný prostor pro akumulaci kalu, který snižuje účinný prostor čištění. Produkce množství kalu závisí podle Imhoffa (citovaného v několika publikacích např. Tuček, 1977; Šálek, 2006 a další), na jeho stáří. Uvádí, že při mechanickém čištění a vyhnívání čerstvého kalu je produkce kalu ( $V_{kal,1}$ ) 2,16 l/EO/den. Celkové množství kalu ( $V_{kal}$ ) pro objekt je tedy závislé na počtu připojených EO a jejich produkci kalu.

Celkové množství kalu za jeden rok pro objekt – 36 EO:

$$V_{kal} = V_{kal,1} * n * 365 \text{ dní} = 2,16 * 10^{-3} \frac{m^3}{d * EO} * 36 \text{ EO} * 365 \text{ d} = 28,38 \text{ m}^3/\text{rok}$$

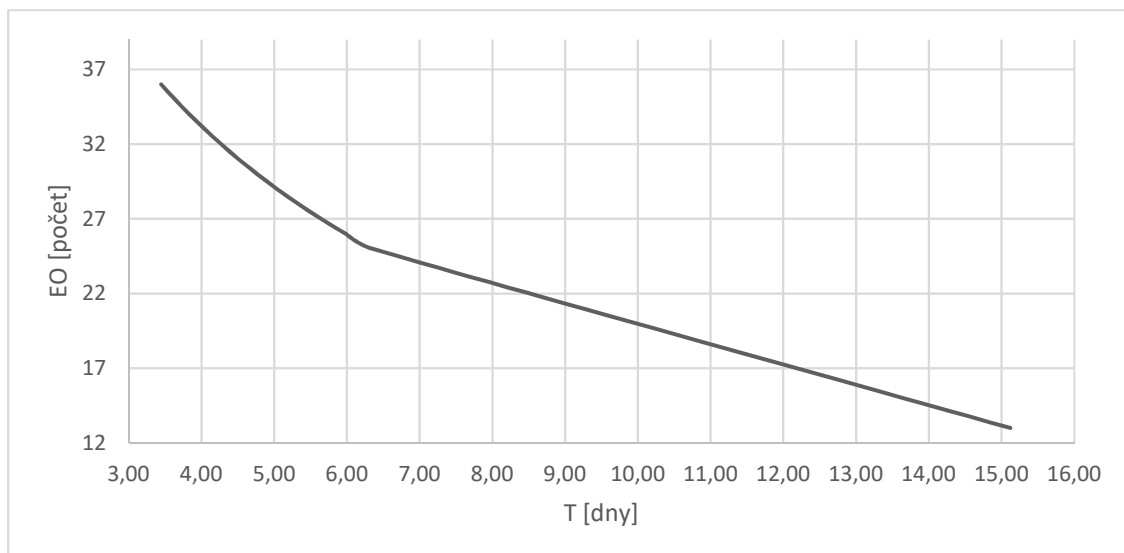
#### 4.2.1 Ověření doby zdržení v anaerobním separátoru

Norma udává povinnost vyvázet kal z AS minimálně jednou ročně. V tabulce č. 9 jsem znázornila výpočet minimálního zdržení doby OV v AS, při vyvážení kalu dvakrát do roka. Je z ní zřetelná produkce kalu za jeden rok ( $V_{kal}$ ) v závislosti na připojeném stálém množství EO a nutná rezerva pro akumulaci kalu ( $V_k$ ) mezi vývozy. Skutečná doba zdržení ( $T$ ) se vypočítá podílem účinného prostoru ( $V$ ) bez rezervy kalového prostoru ( $V_k$ ), a průměrného denního průtoku ( $Q_{24,m}$ ). Z výpočtu vyplývá, že při zaplnění penzionu 30 obyvateli doba zdržení vyhoví průměrné době zdržení 4 dnům, jak udává norma (ČSN 75 6402). Bude-li však penzion dlouhodobě zaplněn 36 obyvateli, je třeba vyvést kal třikrát za rok. V grafu pod textem jsem znázornila závislost doby zdržení odpadní vody v AS na počtu připojených EO, tedy na počtu hostů ubytovaných v penzionu. Měla bych poukázat na skutečnost, že všechny vypočítané hodnoty v této kapitole se budou blížit realitě pouze dvakrát ročně, a to těsně před vývozem kalu; po zbytek roku budou hodnoty mnohem příznivější.

$$T = \frac{V - V_k}{Q_{24,m}}$$

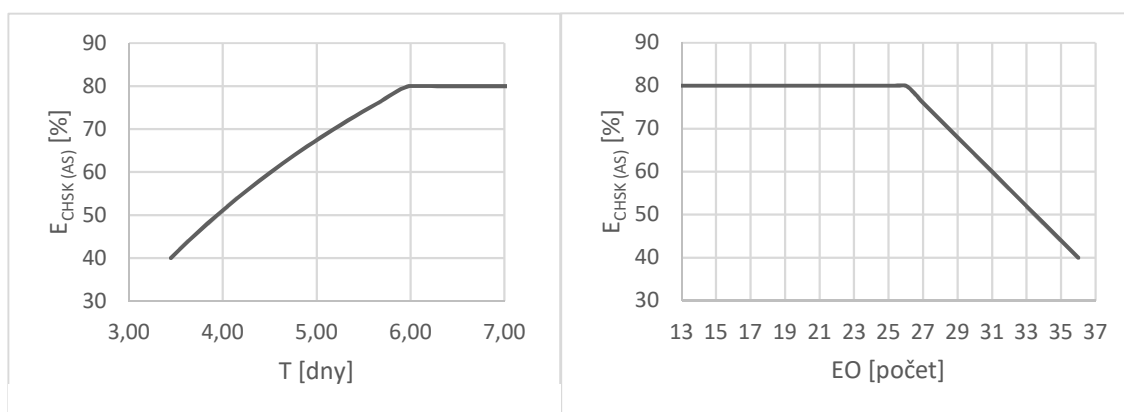
**Tabulka č. 9:** Výpočet nejkratší doby zdržení OV v AS při vyvážení kalu 2x ročně.

<b>n</b>	<b>Q<sub>24,m</sub></b>	<b>V<sub>kal</sub></b>	<b>V<sub>k</sub></b>	<b>T</b>
<b>EO</b>	<b>m<sup>3</sup>/den</b>	<b>m<sup>3</sup>/rok</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>dny</b>
36	4,50	28,38	14,19	3,45
30	3,75	23,65	11,83	4,77
25	3,13	19,71	9,86	6,35
13	1,63	10,25	5,12	15,12



**Graf č. 1:** Závislost připojených EO na době zdržení v AS při vyvážení kalu 2x ročně.

Na době zdržení OV v AS závisí hlavně jeho účinnost odstranění znečištění CHSK. Norma (ČSN 75 6402) udává orientační hodnoty účinnosti AS v odstranění znečištění CHSK od 40 do 80 %. Budu předpokládat, že za nejhorsích potenciálních podmínek (tj. 36 EO) bude účinnost z tohoto rozmezí minimální. Na základě konzultace s vedoucím práce může 40% účinnost ve skutečnosti nastat jen špatnou údržbou, tj. nevyvážením kalu. A účinnosti 80 % se docílí při zdržení OV alespoň 6 dní v AS. V grafech pod textem jsem znázornila, na základě výše uvedených předpokladů, závislosti účinnosti AS na době zdržení a počtu EO. Z grafů je zřejmé, že účinnost AS v odstranění CHSK s narůstajícím počtem dní zdržení stoupá a při připojení nad 26 EO značně klesá.



**Graf č. 2:** Závislost účinnosti AS na době zdržení. **Graf č. 3:** Závislost účinnosti AS na připojených EO.



### 4.3 Návrh vertikálních skrápěných filtrů

Návrh velikosti filtrační plochy podle Křišky (2015) vychází z koncentrace znečištění  $CHSK_{Cr}$ , jak jsem uvedla v teoretické části práce. A norma též udává, že velikost plochy filtru je závislá na denním množství znečištění CHSK, hydraulickém zatížení a množství znečištění, které je filtr schopen odstranit. Množství znečištění za AS ( $D_{CHSK(z a AS)}$ ) je závislé na průměrném denním přítoku OV ( $Q_{dp}$ ) a koncentraci znečištění CHSK za AS ( $c_{CHSK(z a AS)}$ ). Tato koncentrace je závislá na účinnosti AS; z předchozí podkapitoly pro 30 EO odpovídá 64 %  $E_{CHSK(AS)}$ , avšak po většinu roku bude účinnost větší, tudíž pro výpočet předpokládám účinnost 70 %. Díky této účinnosti klesne koncentrace znečištění z 960 mg/l na 288 mg/l. Při vynásobení koncentrace s průměrným denním přítokem získáme množství znečištění CHSK před filtrem, které odpovídá 1080 g/d, a díky podílu množství znečištění účinností filtračního pole získáme plochu filtračního pole 54 m<sup>2</sup>.

Výpočet filtračního pole pro 30 EO při 70 %  $E_{CHSK(AS)}$ :

$$A = \frac{D_{CHSK(z a AS)}}{E_{filtr}} = \frac{Q_{dp} * c_{CHSK(z a AS)}}{E_{filtr}} = \frac{3,75 \frac{m^3}{d} * 288 \frac{mg}{l}}{20 \frac{g_{CHSK}}{m^2 * d}} = 54 m^2$$

Příklad však obsahuje mnoho proměnných, které mohou zapříčinit chyby ve výpočtu, proto budu přistupovat k určení plochy filtračního pole obecněji. Produkce znečištění CHSK obyvatele spadá na 120 g/EO/den. Za předpokladu, že AS má účinnost alespoň 50 %, klesne toto znečištění na 60 g/EO/den. Norma udává účinnost odstranění filtrem v rozmezí 15-20 g/m<sup>2</sup>/den. A podílem těchto dvou hodnot jsem získala obecné vyjádření pro výpočet plochy filtračního pole.

Obecný výpočet plochu filtračního pole:

$$A = \frac{D_{CHSK(z a AS)}}{E_{filtr}} = \frac{60 \frac{g_{CHSK}}{EO * d}}{15 \frac{g_{CHSK}}{m^2 * d}} = 4 \frac{m^2}{EO}$$

Tuto odvozenou závislost zmiňuje norma (ČSN 75 6402) a přímo doporučuje účinnou plochu filtru 4 m<sup>2</sup>/EO ( $A_{spec.}$ ), je-li vertikální filtr s vegetací jako samostatný stupeň biologického čištění. Velikost filtračního pole jsem navrhla v závislosti na nejběžnějším počtu hostů (podle majitele), tedy 13 EO; v kapitole 4.4 jsem uvedla ověření účinnosti

odstranění všech znečištění i pro nejhorší možnou variantu při dosažení maximální kapacity penzionu, tedy pro 36 EO.

Výpočet plochy filtračního pole pro 13 EO:

$$A_{celk.} = n * A_{spec.} = 13 EO * 4 \frac{m^2}{EO} = 52 m^2$$

Vypočtenou plochu musím však upravit a přizpůsobit rozmístění rozdělovacího potrubí, jak jsem uvedla v 2.3.2. Rozdělovací potrubí bude tvořit síť nad polem. Filtrové pole bude 6 m dlouhé a 9 m široké. Příváděcí potrubí jsem navrhla prostředkem pole a od něho bude napojeno rozdělovací potrubí po 800 mm po obou stranách. Po délce bude potrubí osazeno 600 mm od okrajů a po šířce 500 mm. Jedno rozdělovací potrubí je dlouhé 4 m.

Skutečná navržená velikost filtru:

$$A_{skut.} = š * d = 9 m * 6 m = 54 m^2$$

Výška filtru odpovídá 1 metru a skládá se z následujících vrstev:

**Tabulka č. 10:** Vrstvy filtračního pole.

Název vrstvy	Výška (mm)	Materiál
Svrchní vrstva	150	Praný říční štěrk 4/8P mm
Hlavní filtrační vrstva	600	Praný písek 0/4P
Přechodový filtr	50	Drcený štěrk (praný) 4/8P mm
Drenážní vrstva	200	Drcený štěrk (praný) 8/16P mm
Těsnění	-	Hydroizolace (PVC, PE, guma) 1,5 mm krytá oboustranně geotextilií 500 g/m <sup>2</sup>

#### 4.4 Ověření návrhu a odtokové koncentrace

Ověření návrhu jsem provedla dvěma způsoby. V prvním výpočtu jsem zjišťovala jednotlivé koncentrace znečištění CHSK v průběhu čištění. V druhém výpočtu jsem dosáhla odtokové koncentrace BSK pomocí objemového látkového zatížení ( $B_v$ ) a následně dopočítala odtokové koncentrace znečištění CHSK.

#### 4.4.1 Zjištění dílčích koncentrací znečištění CHSK

Koncentraci na přítoku ČOV ( $c_{\text{CHSK (přítok)}} = 960 \text{ mg/l}$ ) zjistím podílem produkce znečištění CHSK 120 g/EO/d a specifickou spotřebou vody 125 l/EO/d. Předpokládám, že účinnost AS je závislá na počtu EO, jak jsem zdůvodnila v kapitole 4.2.1, tudíž koncentrace znečištění CHSK za AS je rozdílná s ohledem na počet ubytovaných hostů v objektu. Množství znečištění za AS ( $D_{\text{CHSK (za AS)}}$ ) jsem získala součinem koncentrace ( $c_{\text{CHSK (za AS)}}$ ) a denním průtokem ( $Q_{\text{dp}}$ ). Účinnost filtru při odstranění znečištění CHSK je závislá na teplotě OV. Norma (ČSN 75 6402) uvádí, že vertikálně pulsně skrápěný filtr dokáže odbourat 15-20  $\text{g}_{\text{CHSK}}/\text{m}^2/\text{den}$ . Pro zimní provoz jsem předpokládala minimální účinnost ( $E_{\text{CHSK (filtr) zimní období}} = 15 \text{ g}_{\text{CHSK}}/\text{m}^2/\text{den}$ ), kterou udává norma, a pro letní provoz naopak účinnost maximální ( $E_{\text{CHSK (filtr) letní období}} = 20 \text{ g}_{\text{CHSK}}/\text{m}^2/\text{den}$ ). Pro přehlednost jsem vypočtené hodnoty znázornila v tabulce č. 11 a v tabulce č. 12. Množství znečištění ( $D_{\text{CHSK (filtr)}}$ ), které odstraní filtr, jsem získala součinem jeho plochy ( $A = 54 \text{ m}^2$ ) a jeho účinnosti ( $E_{\text{CHSK (filtr)}}$ ). Koncentrace na odtoku jsem nakonec získala rozdílem  $D_{\text{CHSK (za AS)}}$  a  $D_{\text{CHSK (filtr)}}$  a následným podílem  $Q_{\text{dp}}$ . Procentuální účinnost jsem získala pomocí koncentrací na přítoku a odtoku.

**Tabulka č. 11:** Vstupní hodnoty pro výpočet.

CHSK =	120	g/EO/den
$c_{\text{CHSK (přítok)}}$ =	960	mg/l
$E_{\text{CHSK (filtr) zimní období}}$ =	15	$\text{g}_{\text{CHSK}}/\text{m}^2/\text{den}$
$E_{\text{CHSK (filtr) letní období}}$ =	20	$\text{g}_{\text{CHSK}}/\text{m}^2/\text{den}$

**Tabulka č. 12:** Výpočet odtokové CHSK koncentrace a účinnost jeho čištění.

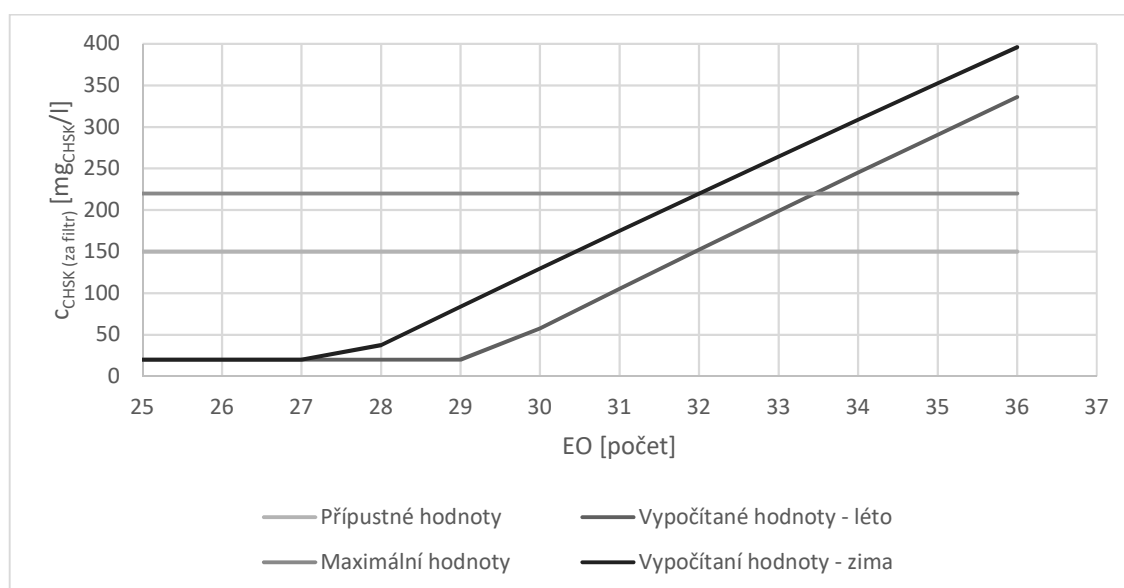
n	$E_{\text{CHSK (AS)}}$	$c_{\text{CHSK (za AS)}}$	$Q_{\text{dp}}$	$D_{\text{CHSK (za AS)}}$	$D_{\text{CHSK (filtr)}}$	$c_{\text{CHSK (za filtr)}}$	Ecelk.
EO	%	mg/l	$\text{m}^3/\text{den}$	$\text{g}_{\text{CHSK}}/\text{den}$	$\text{g}_{\text{CHSK}}/\text{den}$	$\text{mg}_{\text{CHSK}}/\text{l}$	%
Zimní provoz							
36	40	576	4,50	2 592	810	396	59
30	64	346	3,75	1 296	810	130	87
25	80	192	3,13	600	810	20	98
13	80	192	1,63	312	810	20	98
Letní provoz							
36	40	576	4,50	2 592	1 080	336	65
30	64	346	3,75	1 296	1 080	58	94
25	80	192	3,13	600	1 080	20	98
13	80	192	1,63	312	1 080	20	98

Z tabulky lze vyčíst a porovnat vypočtené odtokové koncentrace s povolenými koncentracemi pro vypouštění do povrchových vod podle NV č. 401/2015 Sb., které jsem uvedla do tabulky č. 13. Porovnání vypočtených hodnot a přípustných hodnot dle NV jsem znázornila pro lepší orientaci v grafu. Při obsazení objektu 30 hosty, splňují odtokové koncentrace přípustné hodnoty i minimální účinnost čištění (70 % pro CHSK) podle nařízení vlády (č. 401/2015 Sb.). Při vyšším počtu EO nastává problém. Na základě konzultace s vedoucím práce nelze předpokládat, že takové koncentrace nastanou, v praxi nemohou hodnoty znečištění CHSK přesáhnout 120 mg/l. Dosáhlo-li by znečištění vyšších hodnot než 120 mg/l, vedlo by to k ucpaní filtračního pole. Při výpočtu sahají koncentrace znečištění CHSK do záporných hodnot, což je prakticky nemožné, po konzultaci s vedoucím práce jsem usoudila, že minimální možné koncentrace znečištění CHSK jsou v praxi 20 mg/l. Vyvodila jsem, že tento způsob výpočtu není adekvátní, protože překračuje přípustné hodnoty dané normou, které v praxi nejsou možné a v letním období již při 27 EO sahají vypočtené hodnoty pod 20 mg/l, což je v praxi též nepřipustné.

**Tabulka č. 13:** Emisní standardy: hodnoty koncentrace ukazatelů znečištění vypouštěných OV v mg/l. (NV č. 401/2015 Sb.).

Ukazatel znečištění	Přípustné hodnoty	Maximální hodnoty
	mg/l	mg/l
CHSK	150	220

V grafu níže jsou zobrazeny všechny výše vypočtené odtokové koncentrace znečištění CHSK a limitní přípustné a maximální hodnoty, které udává NV č. 401/2015 Sb.



**Graf č. 1:** Závislost odtokové koncentrace CHSK na počtu EO

#### 4.4.2 Výpočet odtokových koncentrací pomocí $B_v$

Kvůli neadekvátním výsledkům prvního způsobu výpočtu, jsem zvolila způsob ověřování z druhého konce, tedy pomocí výpočtu odtokových koncentrací znečištění BSK<sub>5</sub> pomocí objemového látkového znečištění. Koncentrace znečištění CHSK získám poté dvojnásobkem koncentrace znečištění BSK<sub>5</sub>.

Z produkce BSK<sub>5</sub>, která je podle normy 60 g/EO/den, a ze specifické spotřeby vody 125 l/EO/d se určí koncentrace znečištění BSK<sub>5</sub> na přítoku do ČOV, které odpovídají 480 mg/l. Účinnost AS udává norma v rozmezí 50-75 %. Pro výpočet jsem zvolila minimální hranici tohoto rozmezí, tedy 50 %. Tím získáme koncentraci znečištění BSK<sub>5</sub> před filtrem 240 mg/l. Pro výpočet koncentrace znečištění BSK<sub>5</sub> za filtrem je důležité objemové látkové zatížení ( $B_v$ ), které je již závislé na počtu připojených EO.

**Tabulka č. 14:** Vstupní hodnoty.

<b>BSK<sub>5</sub> =</b>	60	g/EO/den
<b>c<sub>BSK5</sub> (přítok) =</b>	480	mg/l
<b>E<sub>BSK5</sub> (AS) =</b>	50	%
<b>c<sub>BSK5</sub> (za AS) =</b>	240	mg/l

Výpočet objemového látkového znečištění:

$$B_v = \frac{Q_{dp} * c_{BSK5} (za AS)}{V}$$

Čištění na filtru je závislé na venkovní teplotě. V zimním období předpokládám teplotu OV 7 °C a v letním období 18 °C. Vliv teploty a koncentrace znečištění BSK<sub>5</sub> vyjadřuje součinitel  $a$  uveden v tabulce č. 15. Účinnost filtru při odstranění BSK<sub>5</sub> jsem počítala ze závislosti uvedené v Hlavínkově publikaci *Čištění odpadních vod – praktické příklady výpočtů* (1996), uvedené na další stránce.

**Tabulka č. 15:** Hodnoty součinitele  $a$ . (Hlavínek, 1996).

<b>a</b>	<b>Koncentrace BSK5 (mg/l)</b>		
<b>Teplota (°C)</b>	<b>100</b>	<b>150</b>	<b>200</b>
<b>12</b>	0,50	0,46	0,42
<b>14</b>	0,44	0,40	0,36
<b>16</b>	0,38	0,34	0,30

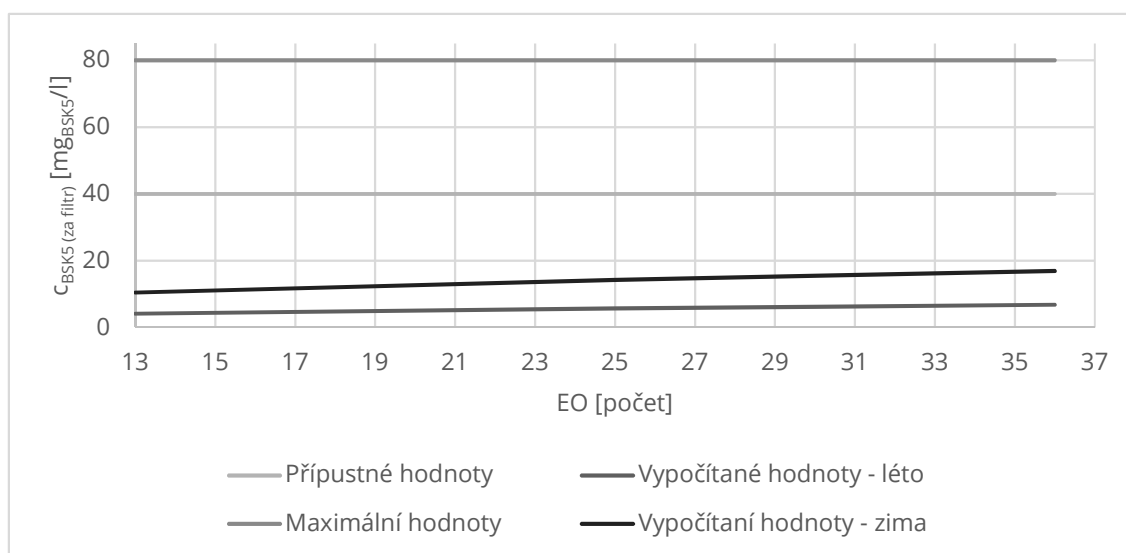
Výpočet účinnosti odstranění znečištění BSK<sub>5</sub>:

$$E_{BSK5} (filtr) = \frac{100}{1 + a * \sqrt{B_v}}$$

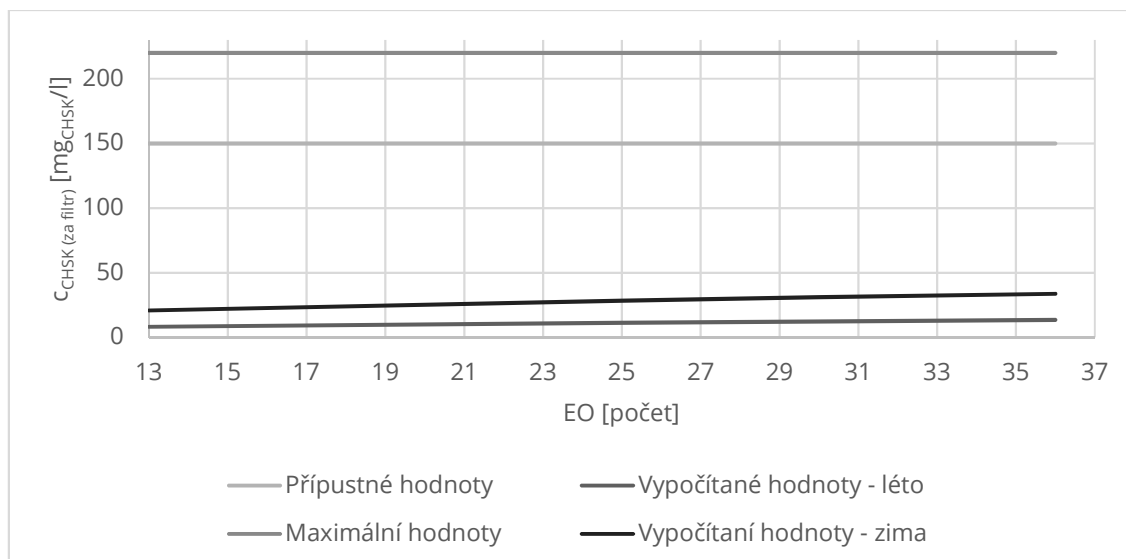
Pomocí vypočtené účinnosti a vstupní koncentrace znečištění BSK<sub>5</sub> jsem získala hodnotu koncentrace znečištění na odtoku (za filtrem). Hodnoty jsou znázorněné v tabulce č. 16 a za nejhorších podmínek vychází odtoková koncentrace znečištění BSK<sub>5</sub> 16,92 mg/l a dvojnásobkem získáme hodnotu koncentrace znečištění CHSK 33,83 mg/l. Obě hodnoty splňují nařízení vlády (č. 401/2015 Sb.), porovnání je dobře zřetelné z grafů níže. Hodnoty sahají hluboko pod přípustné hodnoty podle NV č. 401/2015 Sb, tudíž na základě tohoto výpočtu se nepředpokládají případné pokuty při nedodržení emisních standardů.

**Tabulka č. 16:** Výpočet odtokových koncentrací BSK<sub>5</sub> a CHSK pro zimní a letní provoz.

n	Q <sub>dp</sub>	T	B <sub>v</sub>	a	E <sub>BSK5 (filtr)</sub>	C <sub>BSK5 (za filtr)</sub>	C <sub>CHSK (za filtr)</sub>
EO	m <sup>3</sup> /den	°C	kg/m <sup>3</sup> /den	-	%	mg/l	mg/l
36	4,50	7	0,020	0,536	93,0	16,92	33,83
30	3,75	7	0,017	0,536	93,5	15,54	31,07
25	3,13	7	0,014	0,536	94,1	14,26	28,52
13	1,63	7	0,007	0,536	95,6	10,46	20,92
36	4,50	18	0,020	0,206	97,2	6,80	13,60
30	3,75	18	0,017	0,206	97,4	6,22	12,45
25	3,13	18	0,014	0,206	97,6	5,69	11,39
13	1,63	18	0,007	0,206	98,3	4,13	8,27



**Graf č. 2:** Závislost odtokové koncentrace BSK<sub>5</sub> na počtu EO



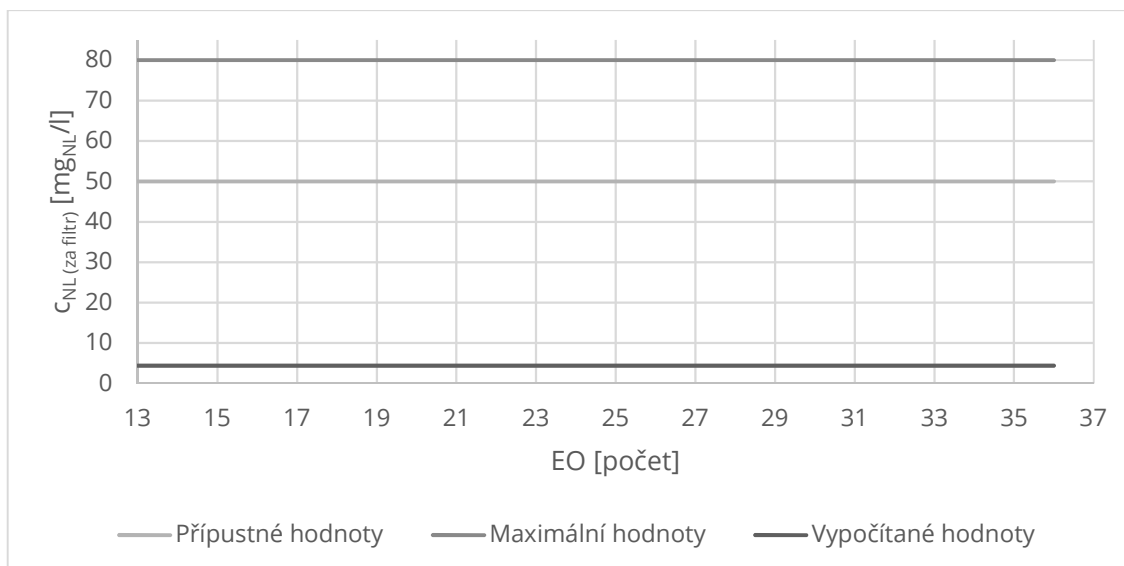
**Graf č. 3:** Závislost odtokové koncentrace CHSK na počtu EO

#### 4.4.3 Výpočet odtokové koncentrace znečištění NL

Čištění NL nijak neovlivňuje venkovní teplota, protože jsou NL odlučovány od OV pomocí sedimentace či filtrace. Produkce NL odpovídá 55 g/EO/den a při vynásobení specifické spotřeby vody 125 l/EO/den jsem získala koncentraci znečištění NL přitékající do ČOV, odpovídající 440 mg/l. Norma udává orientační hodnoty účinnosti AS v rozmezí 70-90 %, pro výpočet jsem zvolila střední hodnotu, a hodnoty účinnosti na filtru udává v rozmezí 85-99 %, ve výpočtu předpokládám s účinností 95 %. Díky těmto účinnostem je odtoková koncentrace NL 4,4 mg/l. Vedoucí práce mě ujistil, že v běžném provozu se odtoková koncentrace pohybuje kolem 2 mg/l. NV č. 401/2015 Sb. uvádí přípustné hodnoty koncentrací pro vypouštění vod do povrchových vod 50 mg/l a maximální přípustné hodnoty koncentrací 80 mg/l. Vypočtené hodnoty s velkou rezervou splňují tyto hodnoty, názorně jsem porovnání zobrazila v grafu níže.

**Tabulka č. 17:** Výpočet  $c_{NL}$ .

$c_{NL}$ (přítok)	$E_{NL}$ (AS)	$E_{NL}$ (filtr)	$c_{NL}$ (za filtr)
mg/l	%	%	mg/l
440	80	95	4,4



Graf č. 4: Závislost odtokové koncentrace NL na počtu EO

## 4.5 Akumulační dávkovací šachta s pulsním vypouštěčem

Je třeba zajistit, aby vertikální filtr byl skrápěn maximálně desetkrát za den. Tudiž, přiteče-li na ČOV maximální denní přítok  $4,5 \text{ m}^3$ , odpovídá jedna dávka  $0,45 \text{ m}^3$ . Dále norma (ČSN 75 6402) udává, že by hydraulické zatížení nemělo přesáhnout hodnotu  $150 \text{ mm/den}$ ; pro navržené filtrační pole hydraulické zatížení odpovídá  $83 \text{ mm/den}$ , tudíž je norma splněna. Akumulační šachtu jsem navrhla o rozměrech  $1 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times 1,5 \text{ m}$ , potom bude rozdíl mezi maximální a minimální pracovní výškou hladiny  $0,45 \text{ m}$ . Nádrž bude z obdobného materiálu jako AS – žebrovitý polypropylén tloušťky  $80 \text{ mm}$ . Šachta bude vybavena uzamykatelným poklopem. Činnost šachty bude zajišťovat pulzní vypoštěč AS-PULZ, z kterého vychází minimální volná hladina  $0,35 \text{ m}$  a maximální po přičtení pracovní je  $0,8 \text{ m}$ . Minimálně by však mělo být pole skrápěno jednou denně, to odpovídá 4 EO.

Nad polem je rozmístěno 14 kusů distribučního potrubí dlouhého 4 metry, v jehož spodní části se nachází po 16 otvorech o průměru  $5 \text{ mm}$ . Celkový počet otvorů odpovídá 224 ks. Voda by měla být vypouštěna alespoň jednu minutu, aby se dosáhlo rovnoměrnosti využití celého pole. Při předpokladu, že z jednoho otvoru vyteče za minutu jeden litr vody, odeče ze všech otvorů 224 litrů. Množství 450 litrů, které odpovídá jedné dávce, bude vytékat přibližně po dobu dvou minut.



## 4.6 Potrubí

Pro propojení jednotlivých komor AS a následně i akumulční šachty jsem zvolila potrubí pro venkovní kanalizace (PVC KG DN 110), potrubí bude ukryté v zemi a nehrozí jeho případné poškození. Za akumulční šachtou je však potřeba potrubí vyvést nad terén, a tudíž jsem zde navrhla změnu materiálu. Proto se potrubí těsně před vyústěním nad terén změni materiál na PP-HT (potrubí pro vnitřní kanalizace) DN 110. Toto přívodní potrubí je vedeno prostředkem filtračního pole a navazuje na něho rozdělovací potrubí PP-HT DN 40, které ústí na obě strany po 800 mm. Rozdělovací potrubí je 4 m dlouhé po 14 ks. Na dně pole jsou tři sběrná drenážní potrubí PE-HD DN 80, která se spojují a odvádí vodu ven z filtru. Vně filtru je potrubí opět napojeno pomocí redukce na venkovní kanalizaci PVC KG DN 110.

## 4.7 Shrnutí

Úvodem této kapitoly jsem uvedla specifickou spotřebu vody na jednoho ekvivalentního obyvatele, ze které jsem spočítala celkové množství odpadní vody. AS jsem navrhla tříkomorový ze tří samostatných nádrží o celkovém objemu 29,7 m<sup>3</sup>. Potřebná doba zdržení vyhoví běžnému provozu, bude-li se kal vyvážet dvakrát ročně. Při dlouhodobém dosažení maximální kapacity penzionu 36 EO je třeba kal vyvézt třikrát za rok, aby se nepoškodilo filtrační pole. Velikost vertikálního filtračního pole jsem navrhla na 54 m<sup>2</sup> o délce 6 m a šířce 9 m.

Ověření návrhu a výpočet odtokových koncentrací jsem počítala dvěma způsoby. Usoudila jsem, že první způsob výpočtu není adekvátní, protože překračuje přípustné hodnoty dané normou, které v praxi nejsou možné a v letním období již při 27 EO sahají vypočtené hodnoty pod 20 mg/l, což je v praxi též nepřipustné. V druhém způsobu již nejsou žádné nejasnosti a vypočítané hodnoty sahají hluboko pod emisní standardy předepsané nařízením vlády.

Akumulční dávkovací šachta má rozměry 1 x 1 x 1,5 m. Pulzní vypouštěč AS-PULZ zajišťuje vypouštění vody v dávkách na filtr. Jedna dávka odpovídá 0,45m<sup>3</sup>. Minimální provozní hladina je 0,35 m a maximální provozní hladina je 0,8 m. Navržená nádrž zajistí vypouštění maximálně 10 dávek za den, a aby byla vypuštěna alespoň 1 dávka denně, je

třeba, aby v penzionu byli aspoň 4 hosté. Jedna dávka se vypouští přibližně 2 minuty. Závěrem kapitoly je výčet potřebného potrubí.

## Závěr

Aby se zvětšilo množství vody zadržené v krajině a zlepšila kvalita vody v řekách, je možné začít např. u malých bodových zdrojů znečištění, přičemž s vyřešením většího množství bodových problémů je možné potenciálně docílit globálního pozitivního efektu. Jak v úvodu bakalářské práce popisuji, je zřetelné, že znečistíme-li vodu, je z pohledu trvale udržitelného rozvoje potřeba ji čistit proto, abychom chránili a neměnili krajinný ráz, ve kterém dnes žijeme. Nelze však předepsat jeden určitý způsob čištění a aplikovat jej všude, kde se nám zachce. Každá lokalita má svá úskalí, specifika a charakter.

Pro určení nejlepšího technologického způsobu čištění je třeba nashromáždit podrobné informace. Nejdůležitější je zdroj neboli způsob znečištění (složení látek v odpadní vodě), množství odpadní vody a možnosti vypouštění vyčištěné odpadní vody. Některé čistírny odpadních vod vyžadují větší prostor, jiné větší spád. Základní způsoby nakládání s odpadními vodami jsem popsala v teoretické části práce a uvedla jejich přednosti a nedostatky. Následně jsem před aktivačním a membránovým čištěním upřednostnila vegetační čistírny odpadních vod, kvůli jejich souladu s přírodou, nízké až nulové energetické náročnosti a jejich vlastností zvládat kolísavý provoz, a podrobněji jsem popsala dva druhy kořenových čistíren odpadních vod. Též v textu zdůrazňuji, že zvláště důležité je v daném kontextu odbourávat amoniakální dusík, který může být za specifických podmínek toxický pro vodní živočichy.

V práci jsem řešila jeden konkrétní problém. Majitel chaty Eliška chtěl najít způsob nakládání s odpadními vodami takový, který by zvládal vysokou rozkolísanost průtoku odpadní vody. Vlastní rekreační objekt nabízí ubytování pro max. kapacitu 36 hostů. V předchozím období řešil majitel nakládání s odpadní vodou čištěním pomocí septiku o objemu tří metrů krychlových a následně ji akumuloval v jímce, kterou musel často nechávat vyvážet, což bylo finančně nákladné. Problémem v případě rekreačních objektů čištění činí právě kolísavost spotřeby vody, tedy kolísavý přítok odpadní vody na případnou čistírnu. Pozemek sousedí s vodním tokem – mlýnským náhonem – a tudíž je možné vyčištěnou vodu vypouštět do tohoto vodního toku a zároveň nelze zasakovat vodu přímo na pozemku. V náhonu žijí ryby, a proto by se vypouštěná voda měla spolehlivě a co možná nejúčinněji zbavovat amoniakálního dusíku a jiného znečištění, které odebírá z povrchové tekoucí vody rozpuštěný kyslík. Tuto podmínku je schopen zajistit pulsně skrápěný filtr s dostatečně dimenzovaným mechanickým předčištěním.

Terén pozemku, na němž se bude nacházet čistírna odpadních vod, je silně svažité, zároveň má majitel pro čistírnu vymezený dostatečně velký prostor na svém pozemku. Pozemek disponuje tedy ideálními podmínkami pro navrženou vertikální kořenovou čistírnu odpadních vod s pulsním skrápěním, které předchází velkoobjemový anaerobní separátor.

Filtrační pole jsem navrhla s ohledem na dostatečnou účinnost pro průměrný počet hostů, který uvedl majitel. Podle výpočtů účinnosti by mělo takové uspořádání vyhovět požadovaným limitům, i kdyby byla chata kapacitně naplněna. Kdyby však v praxi jedno filtrační pole nevyhovovalo, je možné situační uspořádání rozšířit o druhé totožné pole vedle toho prvního, což by zvýšilo účinnost čištění. Bylo by pak nutné upravit akumulární šachtu s pulsním vypouštěčem. Aby byla zajištěna ochrana filtračního pole, navrhla jsem anaerobní separátor pro maximální kapacitu 36 hostů, který by vyhovoval i pro případné druhé filtrační pole.

Negativní informací závěrem této práce je, že z plánované realizace nakonec sešlo – původní majitel se rozhodl pozemky prodat na podzim roku 2016. K novým majitelům se informace o mnou zpracovávaném návrhu nedostala, načež noví majitelé oslovili projekční kancelář, zaměřující se na klasickou mechanicko-biologickou (aktivační) čistírnu odpadních vod. V současnosti noví majitelé mají hotovou projektovou dokumentaci a jsou ve fázi nákupů, a na námitku s kolísavostí přítoku odpadních vod na čistírnu ve vztahu k obsazenosti objektu odpověděli, že není tak závažná vzhledem na zaplněnost objektu na 80 % i mimo sezónu.

S odstupem času se stále domnívám, že k dané lokalitě a jejímu specifickému charakteru by přesto byla mnou navrhovaná kořenová čistírna šetrnější a vhodnější. Samotná práce by si jistě zasloužila ještě další rozšíření. V teoretické části by stálo za bližší prozkoumání dalších alternativních způsobů čištění, rotační biofilmové reaktory, zemní filtry a jiné. Tím by mohlo vyniknout zdůvodnění vybraného systému čištění v praktické části s ohledem na dané lokální podmínky. Praktická část samotná – projekt návrhu kořenové čistírny – by zase mohla nabýt další informační hodnotu zohledněním ekonomické náročnosti daného návrhu a srovnání se skutečnými náklady na brzy realizovanou stavbu. Investiční náklady stavby aktivační čistírny ve skutečnosti vychází mezi 280.000-300.000 Kč, k nimž přibudou ještě provozní náklady za vývoz kalu a provoz čerpadel,

popřípadě za rozkolísaného průtoku i pokuty za nedodržení emisních limitů stanovené příslušným úřadem.

# Seznam použitých informačních zdrojů

## Odborná literatura

HLAVÍNEK, Petr a Jiří HLAVÁČEK, 1996. *Čištění odpadních vod: Praktické příklady výpočtů*. Brno: Noel 2000. ISBN 80-86020-0-2.

HLAVÍNEK, Petr, Jan MIČÍN a Petr PRAX, 2003. *Stokování a čištění odpadních vod*. Brno: Akademické nakladatelství CERM. ISBN 80-214-2535-0.

KRIŠKA, Michal a Miroslava NĚMCOVÁ, 2015. *Kořenové čistírny odpadních vod: METODICKÁ PŘÍRUČKA PRO POVOLOVÁNÍ, NÁVRZ, REALIZACI A PROVOZ*.

PYTL, Vladimír a kolektiv, 2004. *Příručka pro provozovatele čistírny odpadních vod*. Líbeznice u Prahy: Medim. ISBN 80-239-2528-8.

ROZKOŠNÝ, Miloš, Michal KRIŠKA, Jan ŠÁLEK, Igor BODÍK a Darja ISTENIČ, 2014. *Natural technologies of wastewater treatment*. Praha: Global Water Partnership Central and Eastern Europe. ISBN 978-80-214-4831-5.

SOJKA, Jan, 2013. *Čistírny odpadních vod: pro rodinné domy*. Praha: Grada. Profi. ISBN 978-80-4745-046.

ŠÁLEK, Jan a Václav TLAPÁK, 2006. *Přírodní způsoby čištění znečištěných povrchových a odpadních vod*. Praha: Pro Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě (ČKAIT) vydalo Informační centrum ČKAIT. Technická knihovna autorizovaného inženýra a technika. ISBN 80-867-6974-7.

ŠTĚRBA, Otakar, 1986. *Pramen života*. Praha: Panorama.

TUČEK, Ferdinand, Jan CHUDOBA a Zdeněk KONÍČEK, 1977. *Základní procesy a výpočty v technologii vody*. Praha: SNTL.

## Elektronické zdroje

Čistírny odpadních vod AS VARIACOMP K, 2011-2017. *ASIO.cz* [online]. [cit. 2017-05-06]. Dostupné z: <http://www.asio.cz/cz/as-variocomp-k>.

Čistírny odpadních vod AS VARIACOMP K: čistírna odpadních vod – popis technologie, 2011-2017. In: *ASIO.cz* [online]. [cit. 2017-05-06]. Dostupné z: [http://www.asio.cz/img/\\_/variocomp-k/as-variocomp-k-\\_s-nosicem-a-popisky-002.png](http://www.asio.cz/img/_/variocomp-k/as-variocomp-k-_s-nosicem-a-popisky-002.png).

Čistírny odpadních vod AS-VARICOMP K ULTRA, 2011-2017. *ASIO.cz* [online]. [cit. 2017-05-06]. Dostupné z: <http://www.asio.cz/cz/as-variocomp-k-ultra>.

Čistírny odpadních vod AS-VARICOMP K ULTRA: Popis technologie, 2011-2017. In: *ASIO.cz* [online]. [cit. 2017-05-06]. Dostupné z: [http://www.asio.cz/img/\\_/variocomp-k-ultra/cisticka\\_odpadnich\\_vod\\_as\\_variocomp\\_k\\_ultra\\_05.jpg](http://www.asio.cz/img/_/variocomp-k-ultra/cisticka_odpadnich_vod_as_variocomp_k_ultra_05.jpg).

EKatalog BPEJ, 2015. *Encyklopedie bonitovaných půdně ekologických jednotek* [online]. [cit. 2017-04-23]. Dostupné z: [bpej.vumop.cz/74089](http://bpej.vumop.cz/74089).

Informace o pozemku, 2004-2017. *Nahlížení do katastru nemovitostí* [online]. [cit. 2017-04-23]. Dostupné z: <http://nahlizeniidokn.cuzk.cz/>.

Charakteristiky toků a povodí ČR, 2014. *VÚV T. G. Masaryka* [online]. [cit. 2017-04-26]. Dostupné z: <http://www.pmo.cz/cz/o-podniku/zavod-horni-morava/>.

Popis oblasti povodí, 2009. *Plán oblasti povodí Moravy* [online]. [cit. 2017-04-26]. Dostupné z: <http://www.pmo.cz/pop/2009/Morava/End/a-popis/a-1.html>.

Principy průmyslových čerpadel – 10.díl – mamutková čerpadla, c1997-2014. *Automatizace.HW.cz* [online]. [cit. 2017-05-13]. Dostupné z: <http://automatizace.hw.cz/principy-prumyslovyh-cerpadel-10dil-mamutkova-cerpada>.

Recipient (vodohospodářství), 2016. *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation. Dostupné také z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Recipient\\_\(vodohospod%C3%A1%C5%99stv%C3%AD\)](https://cs.wikipedia.org/wiki/Recipient_(vodohospod%C3%A1%C5%99stv%C3%AD)).

Terminologický slovník, 2006. *TopolWater* [online]. [cit. 2017-05-06]. Dostupné z: <https://www.topolwater.com/cov-slovník.htm>.

Turistika, 2017. *Obec Loučná nad Desnou* [online]. [cit. 2017-04-23]. Dostupné z: [www.loučna-nad-desnou.cz/turistika](http://www.loučna-nad-desnou.cz/turistika).

Typy osazení podzemních nádrží, 2015. In: *KELLNER CZ s.r.o.: Podzemní nádrže hranaté samonosné* [online]. [cit. 2017-04-30]. Dostupné z: <http://www.kellnercz.cz/produkty/podzemni-nadrze-jimky/podzemni-nadrze-hranate-samosnosne>.

Územní plán celek 03/2017. Návrh územního plánu – Dokumentace k OPAKOVANÉMU veřejnému projednání, 2017. *Obec Loučná nad Desnou* [online]. [cit. 2017-04-23]. Dostupné z: <http://www.loučna-nad-desnou.cz/1341-uzemni-plan-celek-03-2017-navrh-uzemniho-planu-dokumentace-k-opakovanemu-verejne>.

Vysvětlení pojmu „stoletá povodeň“, 2010. *Český hydrometeorologický ústav* [online]. [cit. 2017-04-30]. Dostupné z: [http://voda.chmi.cz/pov02/100\\_voda.htm](http://voda.chmi.cz/pov02/100_voda.htm).

Závod Horní Morava, 2010-2017. *Povodí Moravy* [online]. [cit. 2017-04-26]. Dostupné z: <http://www.pmo.cz/cz/o-podniku/zavod-horni-morava>.

Živiny v krajině, 2006. *Luční společenstva – indikátory živin v krajině* [online]. [cit. 2017-05-06]. Dostupné z: <http://www.daphne.cz/indikacezivin/ziviny.shtml>.

## **Právní předpisy**

Nařízení vlády č. 57/2016 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění odpadních vod a náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod podzemních.

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.

Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon).

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

Vyhláška č. 62/2013 Sb., kterou se mění vyhláška č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb.

Vyhláška č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb.

ČSN 75 6402 Čistírny odpadních vod do 500 ekvivalentních obyvatel, únor 1998.

ČSN 75 6402 Čistírny odpadních vod do 500 ekvivalentních obyvatel, duben 2017.



## Seznam obrázků

Obrázek č. 1: Schéma způsobů čištění OV do 50 EO. (Kriška, 2015).....	18
Obrázek č. 2: Schéma aktivační ČOV. (Čistírny odpadních vod AS VARIACOMP K, 2011-2017). 18	
Obrázek č. 3: Schéma membránové ČOV. (Čistírny odpadních vod AS-VARICOMP K ULTRA, 2011-2017).....	19
Obrázek č. 4: Model horizontálního filtru KČOV. (Kriška, 2015).....	28
Obrázek č. 5: Pohled na horizontální filtr. (Kriška, 2015).....	28
Obrázek č. 6: Model vertikálního filtru KČOV. (Kriška, 2015). ....	30
Obrázek č. 7: Pohled na vertikální filtr před zahájením vegetačního období. (Kriška, 2015).....	30
Obrázek č. 8: Osazení podzemní nádrže bez obetonování – jímka samonosná. (Typy osazení podzemních nádrží, 2015).....	38

## Seznam grafů

Graf č. 1: Závislost připojených EO na době zdržení v AS při vyvážení kalu 2x ročně.....	40
Graf č. 2: Závislost účinnosti AS na době zdržení.....	40
Graf č. 3: Závislost účinnosti AS na připojených EO.....	40
Graf č. 4: Závislost odtokové koncentrace CHSK na počtu EO.....	44
Graf č. 5: Závislost odtokové koncentrace BSK5 na počtu EO.....	46
Graf č. 6: Závislost odtokové koncentrace CHSK na počtu EO.....	47
Graf č. 7: Závislost odtokové koncentrace NL na počtu EO.....	48

## Seznam tabulek

Tabulka č. 1: Průměrné koncentrace znečištění S1 pro jednotlivé objekty v mg/l. (ČSN 75 6402). .....	14
Tabulka č. 2: Orientační hodnoty produkce specifického znečištění na 1 EO v g/d. (ČSN 75 6402) .....	15
Tabulka č. 3: Orientační hodnoty účinnosti jednotlivých typů čistírenských technologií pro malé zdroje znečištění. (ČSN 75 6402).....	23
Tabulka č. 4: Emisní standardy: přípustné hodnoty (p) <sup>3)</sup> , maximální hodnoty (m) <sup>4)</sup> koncentrace ukazatelů znečištění vypouštěných OV v mg/l. (NV č. 401/2015 Sb.) .....	25
Tabulka č. 5: Emisní standardy: přípustná minimální účinnost čištění vypouštěných odpadních vod (minimální procento úbytku) v procentech. (NV č. 401/2015 Sb.) .....	25
Tabulka č. 6: Ukazatele a emisní standardy přípustného znečištění OV vypouštěných do vod podzemních (vypouštěné z jednotlivých staveb poskytující ubytování). (NV 57/2016 Sb.) .....	26
Tabulka č. 7: Složení vrstev u vertikálního filtru s vegetací. (ČSN 75 6402).....	32
Tabulka č. 8: Srovnání výhod a nevýhod dvou různých provedení filtrů. (Kriška, 2015) .....	33
Tabulka č. 9: Výpočet nejkratší doby zdržení OV v AS při vyvážení kalu 2x ročně.....	39
Tabulka č. 10: Vrstvy filtračního pole.....	42
Tabulka č. 11: Vstupní hodnoty pro výpočet. ....	43
Tabulka č. 12: Výpočet odtokové CHSK koncentrace a účinnost jeho čištění. ....	43
Tabulka č. 13: Emisní standardy: hodnoty koncentrace ukazatelů znečištění vypouštěných OV v mg/l. (NV č. 401/2015 Sb.).....	44
Tabulka č. 14: Vstupní hodnoty. ....	45
Tabulka č. 15: Hodnoty součinitele a. (Hlavínek, 1996).....	45
Tabulka č. 16: Výpočet odtokových koncentrací BSK5 a CHSK pro zimní a letní provoz. ....	46
Tabulka č. 17: Výpočet $c_{NL}$ .....	47

## Seznam použitých zkratek a symbolů

AS	anaerobní separátor
BPEJ	bonitovaná půdně ekologická jednotka
BSK <sub>5</sub>	biologická spotřeba kyslíku za 5 dní
ČOV	čistírna odpadních vod
EO	ekvivalentní obyvatel
CHSK	chemická spotřeba kyslíku
KČOV	kořenová čistírna odpadních vod
N	sloučeniny dusíku
NL	nerozpuštěné látky
NV	nařízení vlády
OV	odpadní voda
P	sloučeniny fosforu
ZPF	zemědělský půdní fond

# Seznam příloh

## Textová část

<b>Příloha č. 1</b>	Průvodní zpráva	A
<b>Příloha č. 2</b>	Souhrnná technická zpráva	B

## Výkresová část

<b>Příloha č. 3</b>	Situace širších vztahů	C.1
<b>Příloha č. 4</b>	Situace	C.2
<b>Příloha č. 5</b>	Půdorys výkopů	D.1
<b>Příloha č. 6</b>	Řez A-A' - výkopy	D.2
<b>Příloha č. 7</b>	Řez A-A'	D.3
<b>Příloha č. 8</b>	Řez B-B'	D.4
<b>Příloha č. 9</b>	Půdorys – AS a akumulční šachta	D.5
<b>Příloha č. 10</b>	Řez A-A' – AS a akumulční šachta	D.6
<b>Příloha č. 11</b>	Půdorys filtračního pole	D.7
<b>Příloha č. 12</b>	Řez C-C'; řez D-D'	D.8

**Technická zpráva k ekologické ČOV pro  
rekreační objekt v Loučné nad Desnou**

## **Obsah**

### **A. Průvodní zpráva**

- A.1 Identifikační údaje
- A.2 Seznam vstupních podkladů
- A.3 Údaje o území
- A.4 Údaje o stavbě
- A.5 Členění stavby na objekty a technická a technologická zařízení

### **B. Souhrnná technická zpráva**

- B.1 Popis území stavby
- B.2 Celkový popis stavby
- B.3 Připojení na technickou infrastrukturu
- B.4 Dopravní řešení
- B.5 Řešení vegetace a souvisejících terénních úprav
- B.6 Popis vlivů stavby na životní prostředí a jeho ochrana
- B.7 Ochrana obyvatelstva
- B.8 Zásady organizace výstavby

## A Průvodní zpráva

### A.1 Identifikační údaje

Název stavby:	Ekologické čištění odpadních vod pro rekreační objekt
Investor:	Borek Miloslav a Borková Jana; Chodská 795/11, 78701, Šumperk
Místo stavby:	Obec Loučná nad Desnou
Parcelní číslo:	723/1
Katastrální území:	Rejhotice
Kraj:	Olomoucký
Odvětví:	Vodní hospodářství
Charakter stavby:	Novostavba
Předmět dokumentace:	Dokumentace řeší likvidaci splaškové odpadní vody od rekreačního objektu a návrh jednotlivých částí ČOV a jejich umístění na pozemku. Dokumentace neřeší napojení na objekt, přítoková kanalizace je již součástí stavby.

### A.2 Seznam vstupních podkladů

- projektové podklady AS-PULZ
- ČSN 75 6402: Čistírny odpadních vod do 500 ekvivalentních obyvatel
- katastrální mapa území
- územní plán obce
- místní zaměření, obhlídka terénu
- podklady o množství a kvalitě odpadních vod poskytnutých zadavatelem

### A.3 Údaje o území

#### a) Rozsah řešeného území:

zájmová oblast se nachází v obci Loučná nad Desnou [540226], ležící na katastrálním území Rejhotice [687103], v rámci okresu Šumperk a součástí Olomouckého kraje. Nová ČOV bude situována poblíž rekreačnímu objektu v Loučné nad Desnou na p.č. 723/1. Na tomto pozemku také bude provedeno napojení splaškové kanalizace ze sociálního zařízení z rekreačního objektu (pozemku st. 248, Loučná nad Desnou, č.p.150). Dále na něm bude umístěno odtokové potrubí z ČOV, včetně revizní šachty, která bude rovněž místem pro odběr vzorků.

Nová ČOV bude umístěna v blízkosti rekreačního objektu v nesouvisle zastavěném území obce Loučná nad Desnou.

#### b) Dosavadní využití a zastavěnost území:

na pozemku stavby ČOV je trvalý travní porost bez využití, pokos probíhá 1–2x ročně z důvodu eliminace náletových dřevin. Parcela je územním plánem obce



určena jako plocha soukromé zeleně, proto výběr typu čistírny vychází z přírodního typu.

c) Údaje o ochraně území podle jiných právních předpisů (památková rezervace, památková zóna, zvláště chráněné území, záplavové území apod.):

pozemek stavby se nenachází v památkové rezervaci, památkové zóně, ani v záplavovém území. Pozemek stavby se nenachází na území CHKO Jeseníky (hranice probíhá obcí Loučná nad Desnou).

d) Údaje o odtokových poměrech:

Odtokové poměry v území stavby jsou přirozené, dané charakterem krajiny. Horní hranice pozemku je ohraničena částečně zpevněnou komunikací, v blízkosti rekreačního objektu se nachází upravený svah se sklonem 1:1 osetý travním porostem.

e) Údaje o souladu s územně plánovací dokumentací s cíli a úkoly územního plánování:

Rekreační objekt č.p. 150 se nachází podle územního plánu uvnitř hranice zastavěného území. Plánovaná ČOV na pozemku č.723/1 se nachází mimo hranici zastavěného území obce Loučná nad Desnou.

Umístění navržené stavby ČOV je v souladu s územně plánovací dokumentací, podle územního plánu se nepočítá s odkanalizováním blízkých objektů, včetně stavby č.p. 150.

f) Údaje o dodržení obecných požadavků na využití území:

Navržená stavba je v souladu s obecnými požadavky na využití území vedené v územním plánu jako plocha soukromé zeleně. Plošně největší část čistírny bude osázena mokřadní vegetací.

g) Údaje o splnění požadavků dotčených orgánů:

Zatím nebyly zveřejněny žádné požadavky dotčených orgánů.

h) Seznam výjimek a úlevových řešení:

Pro navrženou stavbu nejsou potřeba žádné výjimky či úlevová řešení.

i) Seznam souvisejících a podmiňujících investic:

Stavba navržené ČOV souvisí se zrekonstruovaným rekreačním objektem a tvoří jeho doplňkovou stavbu. V souvislosti s výstavbou ČOV nejsou potřebné jiné související či podmiňující investice.

j) Seznam pozemků a staveb dotčených umístěním a prováděním stavby (podle katastru nemovitostí):

Informace k pozemku:

Obec	Katastrální území	Parcelní číslo	Druh pozemku podle katastru nemovitostí	Celková výměra
Loučná nad Desnou	Rejhotice	723/1	trvalý travní porost	10 554 m <sup>2</sup>

#### Vztahy k pozemku:

Parcelní číslo	Vlastník	Právní vztah
723/1	Borek Miloslav MUDr., Chodská 795/11, 78701 Šumperk	Vlastnictví dle výpisu KN

Na pozemku p.č. 723/1 je dle výpisu z KN evidován způsobu ochrany – zemědělský půdní fond.

#### Vlastníci pozemků a staveb sousedících s pozemky dotčených stavbou:

Parcelní číslo	Vlastník
st. 248	SJM Borek Miloslav MUDr. a Borková Jana MUDr., Chodská 795/11, 78701 Šumperk
723/3	SJM Borek Miloslav MUDr. a Borková Jana MUDr., Chodská 795/11, 78701 Šumperk
723/7	SJM Borek Miloslav MUDr. a Borková Jana MUDr., Chodská 795/11, 78701 Šumperk
727/3	SJM Borek Miloslav MUDr. a Borková Jana MUDr., Chodská 795/11, 78701 Šumperk
1577/1	Obec Loučná nad Desnou, č. p. 57, 78811 Loučná nad Desnou
1652/13	Česká republika
1652/14	Smékal Pavel Ing., U Dráhy 727/27, 78901 Zábřeh
1652/17	Česká republika
1652/19	SJM Borek Miloslav MUDr. a Borková Jana MUDr., Chodská 795/11, 78701 Šumperk

#### A.4 Údaje o stavbě

##### a) Nová stavba nebo změna dokončené stavby:

Novostavba.

##### b) Účel užívání stavby:

Stavba řeší likvidaci splaškových odpadních vod z rekreačního objektu jejím čištěním ve vícestupňové technologické lince, vycházejícím z mechanického předčištění pulzně dávkovacího zařízení a vertikálního skrápěného filtru s vegetací. Vyčištěné odpadní vody budou odvedeny odtokovým potrubím PVC DN 110 do vodního toku, kterým je náhon na MVE.

##### c) Trvalá nebo dočasná stavba:

Stavba je navržena jako trvalá.

##### d) Údaje o ochraně stavby podle jiných právních předpisů:

S ohledem na to, že se jedná o novostavbu, se na stavbu nevztahuje žádná ochrana dle jiných právních předpisů.

##### e) Údaje o dodržení technických požadavků na stavby a obecných technických požadavků zabezpečujících bezbariérové užívání staveb:

Stavba splňuje technické požadavky pro daný druh stavby. Na stavbu nejsou kladeny požadavky ohledně bezbariérového užívání.

f) Údaje o splnění požadavků dotčených orgánů a požadavků vyplývajících z jiných právních předpisů:

Požadavky dotčených orgánů na stavbu nebyly vzneseny. Především je dodržena norma ČSN 75 6402 Čistírny odpadních vod do 500 ekvivalentních obyvatel.

g) Seznam výjimek a úlevových řešení:

Pro navrženou stavbu nejsou potřeba žádné výjimky či úlevová řešení.

h) navrhované kapacity stavby (zastavěná plocha, obestavěný prostor, užitná plocha, počet funkčních jednotek a jejich velikosti, počet uživatelů / pracovníků apod.),

Základní technologické parametry TŘÍKOMOROVÉHO AS:

Typ	Připojení obyvatelé	Specifický průtok	Doba zdržení	Koeficient objemu kalu	Nutný objem septiku	Počet komor	Objem jedné komory	Rozměr y komor d-š-h
	počet EO	m <sup>3</sup> /d/EO	dny	-	m <sup>3</sup>	ks	m <sup>3</sup>	m
AS	36	0,125	4	1,5	27	3	12	3-2-2

Tabulka rozměrů komory septiku:

Typ	Rozměry			Přítok / Odtok		
	Šířka	Délka	Výška	V <sub>přítok</sub>	V <sub>odtok</sub>	DN <sub>potrubí</sub>
	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Komora	2000	3000	2000	1680	1630	110

Základní technologické parametry DÁVKOVACÍ ŠACHTY:

Typ	Rozměry šachty D x Š	Hloubka šachty	Osazené vypouštěcí zařízení	Typ vypouštějícího zařízení	Max. objem vody pro pulz	Prům. počet pulzů za den	Max. počet pulzů za den
	m	m	mm	-	m <sup>3</sup>	-	-
Dávkovací šachta	1,0 x 1,0	1,5	110	AS-PULS	0,45	4	10

Základní technologické parametry VERTIKÁLNÍHO FILTRU:

Typ	Průměrné zatížení	Specifický průtok	Denní přítok CHSK	Účinnost odstranění CHSK	Plocha filtru	Rozměry komory D x Š	Hloubka filtru
	počet EO	m <sup>3</sup> /d/EO	g/d	g/m <sup>2</sup> /d	m <sup>2</sup>	m	m
Filtr	13	0,125	1440	20	54	9,0 x 6,0	1

i) základní bilance stavby (potřeby a spotřeby médií a hmot, hospodaření s dešťovou vodou, celkové produkované množství a druhy odpadů a emisí, třída energetické náročnosti budov apod.):

Energetická náročnost:

Typ	Maximální příkon	Napětí	Průměrná spotřeba el. Energie
	W	V	kWh/den
AS + AS-PULZ + filtr	0	0	0

Stavba ČOV nevyžaduje řešení hospodaření s dešťovou vodou, nevyžaduje přívod elektrické energie.

Při výstavbě vzniknou následující odpady (dle Katalogu odpadů – příloha č.1)		
17 05 04 Zemina a kamení neuvedené pod číslem 17 05 03		0
15 01 01 Papírové a lepenkové obaly		0
15 01 02 Plastové obaly		0
15 01 10 Obaly obsahující zbytky nebezpečných látek nebo obaly těmito látkami znečištěné		N
17 01 01 Beton		0
17 02 01 Dřevo		0
17 02 03 Plasty		0
17 04 05 Železo a ocel		0
17 04 07 Směsné kovy		0

V rámci stavby je dodavatel stavby v součinnosti s investorem povinen vést podrobnou evidenci odpadů a způsob jejich likvidace. Vytěžená zemina se využije na zemní úpravy u rekreačního domu a úpravy jeho okolí. Nebezpečné odpady budou shromažďovány v nádobách k tomu určených, budou likvidovány oprávněnou firmou v rámci smlouvy s investorem. Kovy budou odprodány sběrně kovošrotu, ostatní odpady budou odvezeny na řízenou skládku. Likvidaci odpadů po dobu výstavby bude provádět dodavatel stavby, tato povinnost bude zakotvena ve smlouvě o dílo na dodávku stavby.

Odpady vzniklé v průběhu čištění odpadních vod:

V čistírně vzniká dle vyhlášky 381/2001 Sb. přebytečný kal:

- název odpadu stabilizovaný kal
- číslo odpadu 19 08 05
- původ čištění odpadních vod

Odpady vzniklé v rámci provozu domovní ČOV budou odváženy na nejbližší místní ČOV.

Stavba ČOV je stavbou, která v konečném provedení příznivě ovlivní životní prostředí ve svém okolí.

j) Základní předpoklady výstavby (časové údaje o realizaci stavby, členění na etapy):

Stavba domovní ČOV bude provedena v jedné etapě výstavby. Předpokládá se termín výstavby od 09/2016 do 04/2017. Termín výstavby je odvislý od zajištění příslušných správních rozhodnutí.

k) Orientační náklady stavby:

Odhadované celkové náklady stavby cca 250.000,- Kč.

#### **A.5 Členění stavby na objekty a technická a technologická zařízení**

S ohledem na charakter stavby je tato členěna na samostatné objekty, nezahrnuje technická a technologická zařízení.

## B Souhrnná technická zpráva

### B.1 Popis území stavby

a) Charakteristika stavebního pozemku:

Nová ČOV bude situována poblíž rekreačního objektu v obci Loučná nad Desnou na parcele č. 723/1, k.ú. Rejhotice.

Na tomto pozemku také bude provedeno napojení splaškové kanalizace ze sociálního zařízení z rekreačního objektu ležícího na pozemku st. 248 (č.p.150). Dále na něm bude umístěno odtokové potrubí z ČOV vyústěné do upraveného koryta vodního toku ležícího na pozemcích p.č. 1652/13 a p.č. 1652/14, využívaného jako náhon pro odběr technické vody pro malou vodní elektrárnu (Ing. Smékal Libor).

b) Výčet a závěry provedených průzkumů a rozborů (geologický průzkum, hydrogeologický průzkum, stavebně historický průzkum apod.):

Pro stavbu ČOV nebyly průzkumy prováděny.

c) Stávající ochranná a bezpečnostní pásma:

V místě stavby ČOV se nachází stávající inženýrské sítě (elektrické vedení VN 22kV). Stavba se nachází v ochranném pásmu elektrického vedení.

d) Poloha vzhledem k záplavovému území, poddolovanému území apod.:

Stavba se nenachází v záplavovém, poddolovaném území ani žádným jiným způsobem ovlivněném území.

e) Vliv stavby na okolní stavby a pozemky, ochrana okolí, vliv stavby na odtokové poměry v území:

Dopady a rizika, která by s sebou mohlo vypouštění odpadních vod v konkrétní lokalitě nést, jsou vzhledem k výsledkům posuzování střetů jiných zájmů – ochrany přírody a podzemních či povrchových vod středně vysoká.

Vzhledem k lokalizaci a rozsahu záměru, ke způsobu využití a individuálního charakteru vypouštění odpadních vod by případný dopad na okolní ekosystémy, chráněná území, chráněné druhy živočichů a rostlin z hlediska změny vzhledu, složení a vývoje vegetačního pokryvu a skladby ekosystémů byl spíše zanedbatelný. Pozemek stavby se nenachází v zóně CHKO Jeseníky.

f) Požadavky na asanace, demolice, kácení dřevin:

V rámci realizace výstavby ČOV nebudou prováděny žádné asanace a demolice stávajících staveb ani kácení dřevin.

g) Požadavky na maximální zábory zemědělského půdního fondu nebo pozemků určených k plnění funkce lesa (dočasné / trvalé):

Parcela č. 723/1 má určen způsob ochrany – zemědělský půdní fond. Z čehož vyplývá požadavek na trvalé vynětí plochy v rozsahu 77 m<sup>2</sup> ze zemědělského půdního fondu.

Požadavky na zábor pozemků určených k plnění funkce lesa nejsou žádné.

h) Územně technické podmínky (zejména možnost napojení na stávající dopravní a technickou infrastrukturu):

Stavba není napojena na žádné inženýrské sítě, vyjma vlastního přítokového potrubí splaškové kanalizace. Nově vybudovaná ČOV bude přístupná z místní komunikace vedoucí k rekreačnímu objektu na pozemku st. 248 (č.p.150).

i) Věcné a časové vazby stavby, podmiňující, vyvolané, související investice:

V souvislosti s výstavbou ČOV nejsou potřebné jiné související či podmiňující investice.

## B.2 Celkový popis stavby

### B.2.1 Účel užívání stavby, základní kapacity funkčních jednotek

Stavba řeší likvidaci splaškových odpadních vod z rekreačního domu jejich čištěním ve vícestupňové čistírně extenzivního typu, založené na soustavě AS + pulzní dávkovač + vertikální filtr. Vyčištěné odpadní vody budou odvedeny odtokovým potrubím PVC DN 110 do vodního náhonu pro odběr technické vody pro malou vodní elektrárnu.

Základní technologické parametry TŘÍKOMOROVÉHO AS:

Typ	Připojení obyvatelé	Specifický průtok	Doba zdržení	Koeficient objemu kalu	Nutný objem septiku	Počet komor	Objem jedné komory	Rozměry komor d-š-h
	počet EO	m <sup>3</sup> /d/EO	dny	-	m <sup>3</sup>	ks	m <sup>3</sup>	m
AS	36	0,125	4	1,5	27	3	12	3-2-2

Tabulka rozměrů komory septiku:

Typ	Rozměry			Přítok / Odtok		
	Šířka	Délka	Výška	V <sub>přítok</sub>	V <sub>odtok</sub>	DN <sub>potrubí</sub>
	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Komora	2000	3000	2000	1680	1630	110

### Základní technologické parametry DÁVKOVACÍ ŠACHTY:

Typ	Rozměry šachty D x Š	Hloubka šachty	Osazené vypouštěcí zařízení	Typ vypouštěcího zařízení	Max. objem vody pro pulz	Prům. počet pulzů za den	Max. počet pulzů za den
	m	m	mm	-	m <sup>3</sup>	-	-
Dávkovací šachta	1,0 x 1,0	1,5	110	AS-PULS	0,45	4	10

### Základní technologické parametry VERTIKÁLNÍHO FILTRU:

Typ	Průměrné zatížení	Specifický průtok	Denní přítok CHSK	Účinnost odstranění CHSK	Plocha filtru	Rozměry komory D x Š	Hloubka filtru
	počet EO	m <sup>3</sup> /d/EO	g/d	g/m <sup>2</sup> /d	m <sup>2</sup>	m	m
Filtr	13	0,125	1440	20	54	9,0 x 6,0	1

#### B.2.2 Celkové urbanistické a architektonické řešení:

Malá ČOV s ohledem na technologické řešení zasáhne svým uspořádáním do architektonických poměrů, zejména v souvislosti se zahradní architekturou. ČOV (filtr) vytvoří svým povrchem rovný terén o velikosti 9 x 6 metrů, přičemž plocha bude osázena mokřadní vegetací, která vytvoří prostředí vizuálně podobné přirozeným mokřadním plochám. Ostatní objekty (septik a šachta) budou ovlivňovat vnímání řešení terénních úprav pouze vlastními poklapy, které v optimálním případě budou zakryty doplňkovým dřevěným krytem tak, aby se citlivě přizpůsobilo vnímání celku.

#### B.2.3 Celkové provozní řešení, technologie výroby:

Malá ČOV je z části tvořena podzemním objektem (tříkomorový septik), u něhož nelze stanovit dispoziční a provozní řešení a jeho součástí není technologie výroby. Popis technologických procesů čištění – viz. B.2.7 Technická a technologická zařízení.

#### B.2.4 Bezbariérové užívání stavby:

Na stavbu nejsou kladeny požadavky ohledně bezbariérového užívání.

#### B.2.5 Bezpečnost při užívání stavby:

Při veškeré práci související s údržbou a obsluhou čistírny nutno dodržovat všeobecné požadavky na bezpečnost a ochranu zdraví při práci, a to nejen vlastní, ale i všech osob nacházejících se v blízkosti čistírny.

Jde zejména o tyto zásady:

- používat vhodné pracovní oblečení, aby se předešlo přímému kontaktu s odpadní vodou.
- používat ochranné pomůcky, zejména gumové rukavice, popř. ochranné brýle.
- při zasažení pokožky vodou z čistírny provést desinfekci zasaženého místa.
- po požití vody z čistírny vyhledat lékařskou pomoc.

- v případě výskytu infekčního onemocnění se řídit pokyny a příkazy pracovníků hygienické služby.
- během práce s čistírnou nejíst, nepít, nekouřit a po práci si vždy umýt ruce vodou a mýdlem.
- zamezit dětem v přístupu, zejména k otevřené čistírně.
- nikdy neopouštět čistírnu, je-li otevřeno víko septiku nebo dávkovací šachty!
- při otevření víka čistírny se vždy přesvědčit, že je víko zajištěno záklopkou proti nechtěnému uzavření!
- do vnitřních prostor septiku a šachty vstupovat jen v nezbytně nutných případech a pod dozorem druhé osoby
- předcházet uklouznutí a následnému pádu do vnitřního prostoru septiku a šachty
- veškeré nářadí použité k údržbě čistírny a odběru kalu důkladně omýt a skladovat na bezpečném místě.
- odebrané vzorky neskladovat v lednici, která se používá k ukládání potravin.

## B.2.6 Základní charakteristika objektů:

### Vícekomorový AS

Návrh tělesa AS vychází ČSN 75 6402: Čistírny odpadních vod do 500 ekvivalentních obyvatel. Principem septiku je zadržení co možná největšího množství nerozpuštěných látek zadržovaných prostřednictvím sedimentace doprovázené anaerobním rozkladem. Pro správnou funkci septiku je potřeba dodržet zejména dobu zdržení odpadní vody při maximálním možném hydraulickém zatížení. Situace, která odpovídá takovému stavu, zahrnuje všechny přistýlky v rekreačním objektu, čímž se vytvoří celkový počet lůžek 36 (odpovídající 36 EO). Podle provozovatele je takové zatížení krajně nepravděpodobné, jelikož snižuje pohodlí rekreaantů a s největší pravděpodobností během životnosti objektu nikdy nenastane. Přesto, jelikož je tato možnost, byť jen teoretická, je vnitřní objem septiku navržen tak, aby i v této extrémní situaci nedošlo k rozvíření sedimentovaných nerozpuštěných látek v septiku a k jejich následnému odnosu na povrch filtračního materiálu v navazujícím hlavním čistícím stupni.

Vnitřní objem je rozdělen na tři samostatné nádrže, přičemž všechny nádrže jsou propojeny potrubím a jako celek se takto vytváří soustava „spojených nádob“. Každá komora má zajištěn (podle ČSN 75 6402) jeden vstup v odtokovém prostoru tak, aby byla možná kontrola správné funkce septiku zejména při uvádění do provozu, kdy dochází k postupnému zapracování anaerobních bakterií. Zároveň je v každé komoře prostup do další komory opatřen nornou stěnou (opět podle ČSN 75 6402) prostřednictvím svisle propojeného potrubí s navazujícím vodorovným prostupem přes odtokovou stěnu.

Jako optimální řešení se naskýtá konstrukce prostřednictvím stěnových prvků PP o tloušťce 80 mm. Vstupní šachty v jednotlivých komorách jsou průlezné o velikosti 600 x 600 mm, jejich svislé stěny jsou realizovány z plastového materiálu PP o tloušťce 15 mm a jsou vyvedeny 150 mm nad upravený terén. Výška vstupní šachty od horního okraje stropní stěny je 370 cm.



V půdorysném uspořádání je nutné zajištění co možná nejdelší doby zdržení a využití vnitřního prostoru, proto je v každé komoře přítokové potrubí v protilehlém rohu oproti odtokovému potrubí.

### **Stavebně-technické řešení**

Zájmové území výstavby septiku se nachází na částečně svažitém terénu, v blízkosti septiku se nachází upravený terén o sklonu svahu 1:1 a výšce 3–8 metrů (postupně se zvyšující). Geologický průzkum v místě staveniště prováděn nebyl. Předpokládá se, že výkopové práce pro ČOV a kanalizaci budou probíhat nad ustálenou hladinou spodní vody. Hladina podzemní vody s ohledem na recipient nejspíše nebude při výkopových pracích zjištěna. V případě jejího zvýšeného výskytu bude nutno po dobu provádění stavby tuto hladinu snižovat pomocí čerpání. Před betonáží bude nutné provést zkoušku agresivity vody vůči použitým materiálům a v případě nutnosti provést opatření na jejich ochranu.

Jednotlivé komory septiku se na stavbu dopravují v hotovém celku (tři samostatná tělesa) a na stavbě probíhá pouze jejich osazení na podkladovou betonovou desku a následné propojení prostřednictvím potrubí pro venkovní kanalizace (PVC KG DN110).

Na dně vykopané jámy bude provedena podkladní betonová deska tl. 150 mm z betonu C16/20 s vloženou ocelovou svařovanou sítí KARI 6,0/100 mm a bude vyrovnána  $\pm 5$  mm v podélném i příčném směru. Rozměry základové desky jsou 10,7 x 2,7 metru.

Před osazením jednotlivých komor septiku je nutné se přesvědčit, že vnitřní prostory jsou bez cizích předmětů a srážkové vody. V případě přítomnosti srážkové vody je nutné před manipulací s ČOV vodu vyčerpat. Dále je doporučeno překontrolovat celkový stav nádrží. Při zjištění případného poškození nádrže by se nemělo pokračovat v osazování ČOV, současně je potřeba kontaktovat dodavatele. Případnou opravu je nutno provést před osazením do výkopu. Před osazením na podkladovou betonovou desku je nutné se přesvědčit, že na železobetonové podkladové desce nejsou žádné předměty, kameny, hlína apod. V případě, že železobetonová podkladní deska není čistá, je potřeba ji důkladně očistit. Po osazení jednotlivých komor do stavební jámy na železobetonovou podkladní desku se provede jejich vzájemné propojení pomocí potrubí o průměru 110 mm, udělá se vodotěsné připojení kanalizace vložením kanalizačního potrubí do hrdla v plášti první komory a následně připojení odtoku nasazením hrdla kanalizačního potrubí DN110 na odtokové potrubí z poslední komory septiku. Jednotlivé nádrže septiku (všechny tři komory) se mohou napouštět rovnoměrně vodou do výšky odtokového potrubí, současně je nutné provedení betonáže po obvodu nádrží. Při obsypu zeminou je nutné postupovat rovnoměrně po zhutňovaných vrstvách výšky 300 mm. Doporučuje se zeminu po vrstvách důkladně slít vodou (cca po 0,5 m), aby se zemina důkladně usadila. Zemina nesmí obsahovat kameny, stavební materiál a ostatní předměty. Mohly by mechanicky poškodit plastovou nádrž ČOV. Před zasypáváním nebo případnou betonáží je nutné naplnit ČOV vodou.

V případě výskytu spodní vody (nebo povrchového smyvu v případě extrémně vydatných srážek) je potřebné před betonáží hladinu spodní vody snížit pod

úroveň základové spáry vyčerpáním. V případě, že ustálená hladina spodní vody bude vyšší než základová spára základové desky ČOV, bude nutné provést obetonování nádrže betonem C20/25 v tl. cca 200 mm na celou výšku osazené nádrže ČOV po upravený terén. Stejně opatření bude nutné provést i v případě uložení nádrže do jílovité zeminy.

Nádrž není dimenzovaná na případné další zatížení způsobené tlakem pneumatik vozidel, základem stavby apod.

### **Akumulační šachta s pulzním vypouštěčem**

Navazující objekt, zajišťující správný provoz hlavního čistícího stupně (vertikálního filtru), je obdobně jako vícekomorový septik realizován prostřednictvím plastového materiálu „stěnové prvky“, tj. žebrovaný polypropylén o tloušťce 80 mm. V půdorysném pohledu se jedná o čtvercovou nádrž, uloženou na podkladním betonu o rozměrech 1,70 x 1,70 metru, přičemž betonová deska je vysoká 150 mm, realizována z betonu C16/20 s vloženou ocelovou svařovanou sítí KARI 6,0/100 mm, vyrovnána  $\pm 5$  mm v podélném i příčném směru.

Přívod odpadního potrubí (jeho spodní okraj) z poslední komory septiku je umístěn ve výšce 1100 mm ode dna šachty. Odtokové potrubí je v půdorysném pohledu od septiku vyvedeno doprava (otočeno o 90° z přímé osy v půdorysném pohledu), výška spodního okraje ode dna je 50 mm. Průměr přítokového i odpadního potrubí je DN 110.

Horní okraj šachty je vyveden 150 mm nad upravený terén, zabránění nežádoucímu vstupu nebo vniku cizích látek je zajištěno poklopem, tvořeným PP deskou o tloušťce 12 mm, ze spodního okraje vyztuženou v obou směrech. Velikost poklopu je přitom 1200 x 1200 mm, okraj poklopu je zajištěn svislým lemem o výšce 80 mm.

Hladina vody v průběhu provozování kolísá mezi 450–900 mm podle režimu pulzního vypouštěče. Jako vypouštěč je vhodné volit výrobek AS-PULZ DN110, který zajišťuje optimálně pulzní provoz vertikálního filtru.

### **Vertikální filtr s vegetací**

Hlavní čistící stupeň tvoří vertikální filtr, provozovaný prostřednictvím zařízení AS-PULZ jako pulzně skrápěný aerobní filtr. Technologie, složení jednotlivých vrstev, rozložení distribučního potrubí ve všech detailech vychází z normy ČSN 75 6402.

Velikost filtru v půdorysném obdélníkovém uspořádání je 9,4 x 6,4 metrů. Dno výkopu má rozměry 7,5 x 4,5 metrů, sklony svahů jsou 1:1. V případě výskytu ostrého kameniva je vhodné zajistit výkop násypem a rozprostřením tenké vrstvy nepraného písku (frakce 0-5 mm) o výšce do několika cm tak, aby se zabránilo následnému poškození hydroizolační fólie.

Samotná hydroizolace odpadní vody od podloží je realizována fólií PVC o tl. 1,5 mm oboustranně krytou netkanou geotextilií s hustotou minimálně 500 g/m<sup>2</sup>.

Horní geotextilie by měla být opět tenkou vrstvou písku přisypána rovnoměrně po celém dně. Následně je nad pískem rozprostřena drenážní vrstva 200 mm praného štěrku o frakci 8-16 mm, v níž je umístěno sběrné drenážní potrubí o průměru DN80 (případně DN110). Jako další vrstva je uložen filtrační materiál tvořící přechodový filtr. Jedná se o vrstvu vysokou 50–100 mm, frakce 4-8 mm, praný štěrk. Hlavní filtrační vrstva nad přechodovým filtrem je realizována z praného písku o frakci 0-5 mm, nejlépe přírodního typu (ne drcený štěrk). Jako poslední krycí vrstva je volen říční štěrk o zrnitosti 4-8 mm, výška vrstvy 50–100 mm.

Distribuční potrubí podle výkresové dokumentace je realizováno jako přívodní a rozdělovací, materiál polypropylén pro vnitřní kanalizace PP-HT. Přívodní potrubí má průměr DN110, rozdělovací DN40. Ve spodní části rozdělovacího potrubí se nachází otvory o průměru  $d = 5$  mm po vzdálenosti 250 mm. Vzájemná vzdálenost rozdělovacího potrubí je 800 mm, délka potrubí je taková, aby bylo ukončeno 500 mm od okraje filtračního materiálu (v půdorysném pohledu). Podrobnosti a uspořádání jsou uvedeny ve výkresové dokumentaci.

Povrch vertikálního filtru je osázen mokřadní vegetací výběr vegetace by měl respektovat tamní mokřadní rostliny. Jelikož je v rámci České republiky celoplošně rozšířen rákos obecný, je navržena výsadba rostlin v počtu 4ks/m<sup>2</sup>. Hlavní funkce rostlin je krytí rostlin proti slunečnímu záření. Mezi vedlejší funkce patří vnos kyslíku, vnos uhlíku (forma CO<sub>2</sub>) pro nitrifikační bakterie. V neposlední řadě rostliny budou do nadzemní části akumulovat přibližně 10 % celkového přítokového množství živin (N, P) a kořenovým systémem zajistí vhodnější hydraulické podmínky pro rozdělení vody ve filtračním materiálu.

Místo pro odběr vzorků je určeno v revizní šachtě umístěné ve vnitřním prostoru filtračního pole. Šachta je osazena na horní geotextilii, její průměr je 250 mm, vyvedena je 150 mm nad svrchní vrstvu štěrku (4-8 mm), kryta je zátkou o stejném průměru, nejlépe ze stejného materiálu.

## **Kanalizace**

Přítoková kanalizace do čistírny odpadních vod byla v rámci rekonstrukce objektu již realizována z PVC SN8 DN150 (systém KG). Součástí již realizované kanalizace je šachta o průměru DN250, která je lokalizována před budoucím septikem. Délka kanalizace mezi objektem a septikem je 17,50 m.

Kanalizace mezi AS a akumulační šachtou bude realizována z PVC SN8 DN110 (systém KG), délka potrubí je 2,00 metru.

Kanalizace mezi akumulační šachtou a vertikálním filtrem dosahuje délky 4,5 metru (PVC SN8 DN110), přičemž v blízkosti filtračního pole je vyvedena nad terén, kde se mění materiál: PP-HT DN110. Nad samotným vertikálním filtrem pokračuje v přímém směru PP-HT DN110 k opačnému okraji filtru, resp. 500 mm od okraje). Vzniklá celková délka PP-HT DN110 je 5,70 metru, nicméně tento úsek je rozdělen a je realizován jako opakující se soustava (0,50 m přímá + odbočka vlevo + odbočka vpravo).

Veškeré podpovrchové potrubí kanalizace bude uloženo do vykopané rýhy, případně v navýšeném terénu, na pískové lože tl. 100 mm se zrny max. velikosti

8 mm. Obsyp potrubí bude proveden do výšky 100 mm nad vrchol potrubí z nesoudržného materiálu (dle ČSN EN 1610).

Původní kanalizační potrubí z rekreačního objektu je PVC DN150 a je zaústěno do stávajícího septiku a navazujícího trativodu, který je v současné době silně zanešený a nefunkční. Po přepojení nového přítokového potrubí DN150 do septiku bude původní septik zasypán a zrušen.

#### B.2.7 Základní charakteristika technických a technologických zařízení:

##### **Technologicko-strojní zařízení**

Jelikož čistírna nevyžaduje přivedení zdroje elektrické energie, technologie využívá zejména dostupné převýšení mezi přítokovým kanalizačním potrubím a odtokovým kanalizačním potrubím. Energie (potenciální) mezi přítokem a odtokem je využita pro zadržování v akumulaci šachtě a následné pulzní skrápění v aerobním režimu. Strojní zařízení není využito. Jediným zařízením, využívajícím mechanickou energii je pulzní vypouštěč AS-PULZ, který ale nevyužívá elektrickou energii – pouze otevírá a uzavírá vypouštěcí uzávěř.

##### **Princip funkce**

Čistící efekt je založen v jednotlivých objektech (AS a vertikální filtr) na odlišných principech. Hlavním úkolem AS v této sestavě je snížení a zadržení nerozpuštěných látek (NL), přičemž při době zdržení vody v septiku  $T = 4$  dní lze předpokládat odtokové koncentrace snížené o 80 %, za nejčastějších předpokládaných podmínek. Jelikož chemické znečištění (chemická spotřeba kyslíku, CHSK) je z větší části ovlivněno množstvím NL, je počítáno s reálnou hodnotou snížení hodnoty CHSK v septiku o 70 %. Obdobné snížení je zajištěno u parametru  $BSK_5$ .

Čistící efekt ve vertikálním filtru je založený na využití technologie nízko-zatěžované nitrifikace s využitím přilehlé biomasy na filtračním materiálu. Odpadní voda je cíleně zadržována v akumulaci šachtě, kde je až po dosažení maximální úrovně intenzivně vypuštěna (s průtokem cca 30 l/s) do distribučního a rozdělovacího potrubí. Vertikální filtr za pomoci jemného filtračního materiálu zajistí odstranění zbytkové hodnoty CHSK se specifickou účinností 20  $g_{CHSK}/m^2/den$ , proto je plocha filtru navržena tak, aby se odstranilo co možná největší množství znečištění CHSK a odtokové koncentrace dosahovaly nejnižší možné hodnoty blízké se 25 mg/l. Amoniakální dusík bude odstraněn prostřednictvím pozvolné nitrifikace, odtokové parametry budou hluboce pod limitní hodnotou bez negativního vlivu snížením průtoku. Celoročně by měla být odtoková hodnota za libovolného hydraulického zatížení pod 10 mg/l.

Veškeré poklopy (3x komora septiku, akumulaci šachta) jsou zakryté uzamykatelným nepochůzným UV-stabilizovaným PP krytem.

S ohledem na přítomnost stupně mechanického předčištění se zejména v první komoře septiku bude postupně akumulovat anaerobně stabilizovaný kal. Produkce kalu vychází ze zatížení objektu, maximální frekvence odkalování (prostřednictvím fekálního vozu) je 3x ročně. Při provozu čistírny nesmí dojít

k přeplnění první komory septiku do komory druhé. Pro tyto účely slouží kontrolní vstup do první komory, resp. svislé potrubí, umístěné pod tímto otvorem.

### Hydrotechnický výpočet

Je navržena ČOV extenzivního typu, založená na sestavě tříkomorového AS, akumulaci s pulzním dávkovačem a vertikálním aerobním filtrem.

Navržená ČOV vyhovuje svými parametry přiváděnému znečištění. ČOV garantuje následující kvalitu odtoku, která je v souladu s vyhláškou 61/2003 Sb. (ve znění pozdějších předpisů) pro vypouštění do povrchových a podzemních vod.

#### Množství vypouštěných vod

$$P = 13 \text{ EO} \quad a' 125 \text{ l/d} \quad 1625 \text{ l/d}$$

$$Q_{24} = 1,63 \text{ m}^3/\text{den} = 0,068 \text{ m}^3/\text{h}$$

#### Max. hodinový průtok odpadních vod (dle ČSN 75 6402):

$$Q_{\max} = Q_{24} \times k_d \times k_h = 0,068 \times 1,5 \times 7,2 = 0,73 \text{ m}^3/\text{h} = 0,20 \text{ l/s}$$

$$k_d - \text{koeficient denní nerovnoměrnosti} \quad 1,5$$

$$k_h - \text{koeficient hodinové nerovnoměrnosti} \quad 7,2$$

#### Čistírna zabezpečí následující kvalitu odtoku v mg/l (dle NV č.416/2010):

Ukazatel	Hodnota "p" (mg/l)
BSK <sub>5</sub>	40
CHSK <sub>Cr</sub>	150
NL	50

Produkce odpadní vody se rovná spotřebě vody počítanou dle normy ČSN 75 6402.

Předpokládaný průměrný počet připojených obyvatel:

$$13 \text{ EO}$$

Specifická plocha vertikálního pulzně skrápěného filtru:

$$A_{\text{sp}} = 4 \text{ m}^2/\text{EO}$$

Potřebná celková plocha pulzně skrápěného filtru:

$$A_{\text{celk}} = 4 (\text{m}^2/\text{EO}) * 13 (\text{EO}) = 52 \text{ m}^2$$

Výsledným návrhem vzniká jedno filtrační pole o ploše (na povrchu terénu)

$A_{\text{celk}} = 54 \text{ m}^2$ . Velikost je přizpůsobena optimálnímu hydraulickému návrhu rozdělovacího potrubí.

Kontrola správnosti návrhu:

Při dodržení dalších potřebných návrhových parametrů bude podle zahraničních zkušeností odtoková koncentrace CHSK do 50 mg/l (za kořenovými filtry). Hodnotu dokazuje také simulace při nejhorší provozní variantě, která může nastat. Jedná se o přetížený dlouhodobý provoz v zimním období, kdy je v objektu ubytováno 36 obyvatel a teplota vody přitékající na filtrační stupeň, dosahuje pouze 7°C. V takovém případě jsou odtokové koncentrace **BSK<sub>5</sub> = 17 mg/l a CHSK<sub>Cr</sub> = 34 mg/l**. Předpokládat ovšem lze, že takto přetížený provoz nebude nastávat v delším období jak 7 dní, což při době zdržení vody v anaerobním

separátoru  $T = 5$  dní zajistí dostatečné ředění, resp. bezpečný přítok na filtrační stupeň.

Potvrzení správnosti dokladuje výpočet odtokové koncentrace podle příručky „Čištění odpadních vod – Praktické příklady výpočtů“ od autorů Hlavínek a Hlaváček (1996, NOEL 2000).

Výpočet je proveden pro skrápěný biofiltr s minerálním materiálem, zahrnutím čtyř zatěžovaných stavů ve dvou ročních obdobích: Počet obyvatel = 13; 25; 30; 36 EO, v zimním období je teplota vody  $7\text{ }^{\circ}\text{C}$  a v letním období je teplota vody  $18\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Průměrný denní přítok odpadní vody, vystupující do výpočtu, vychází z počtu připojených obyvatel (EO) a specifické spotřeby vody  $q_{sp}$  (l/EO/den). Pro určení odtokových koncentrací je podstatná také počáteční (přítoková) koncentrace  $BSK_5$  na čistírnu, vycházející z denní produkce  $BSK_5 = 60\text{g/EO/den}$ :

$$c_{BSK_5 \text{ (přítok)}} = \frac{60\text{g}}{q_{sp}} \text{ (mg/l)}$$

kde je  $60\text{g}$  denní produkce znečištění na jednoho EO

$q_{sp}$  specifická spotřeba vody (l/EO/den)

Účinnost odstranění  $BSK_5$  ( $U = 50\%$ ) v mechanickém stupni (anaerobní separátor) je brána jako nejhorší varianta při nepříznivém rozvoji anaerobních mikroorganismů. V praxi při správném provozování (eliminace dezinfekčních prostředků) lze očekávat hodnotu dvakrát vyšší.

Koncentrace  $BSK_5$  za mechanickým stupněm:

$$c_{BSK_5 \text{ (za AS)}} = \frac{c_{BSK_5 \text{ (přítok)}} - (100 - U)}{100\%} \text{ (mg/l)}$$

Dále do výpočtu vstupuje plocha jednoho filtru  $A_{F1}$  ( $\text{m}^2$ ), resp. celková plocha všech filtrů  $A_{celk}$  ( $\text{m}^2$ ), pakliže se jedná o paralelní zapojení více filtrů.

Pro účely zjištění látkového zatížení objemu filtru  $B_v$  ( $\text{kg/m}^3/\text{den}$ ) vstupuje do výpočtu parametr hloubka filtru  $H$  (m) a teplota vody  $T$  ( $^{\circ}\text{C}$ ), která je nutná pro stanovení součinitele  $a$  (závislého na Objemové zatížení filtru se stanoví jako:

$$B_v = \frac{Q_{dp} \cdot BSK(AS)/1000 \text{ kg}}{A_{celk} \cdot H} \text{ m}^3/\text{den}$$

Pro stanovení součinitele  $a$  může posloužit interpolační tabulka:

Teplota ( $^{\circ}\text{C}$ )	Koncentrace $BSK_5$ (mg/l)		
	100	150	200
12	0.5	0.46	0.42
14	0.44	0.4	0.36
16	0.38	0.34	0.3

Následně lze na základě možného zatížení filtru a vstupní koncentrace stanovit teoretickou účinnost filtru  $E$  (%):

$$E = \frac{100}{1 + a\sqrt{B_v}} \text{ (%)}$$

Finálním výsledkem je očekávaná odtoková koncentrace BSK<sub>5</sub>, závislá na vstupní teplotě, koncentraci, velikosti a hloubce filtru:

$$BSK_5 (OUT) = BSK_5 (IN) - BSK_5 (IN) * E/100 \text{ (mg/l)}$$

Odtoková koncentrace znečištění CHSK vychází pouze z účinnosti filtru v parametru CHSK a dále z poměru BSK<sub>5</sub> : CHSK<sub>Cr</sub>, který se u běžných splaškových vod běžně uvádí jako 1:2.

Jednotné vstupní hodnoty do výpočtu odtokových koncentrací:

BSK <sub>5</sub> =	60	g/EO/den
c <sub>BSK5</sub> (přítok) =	480	mg/l
U=	50	%
c <sub>BSK5</sub> (za AS) =	240	mg/l

Výpočet dílčích odtokových koncentrací znečištění BSK<sub>5</sub> a CHSK:

n	Q <sub>dp</sub>	T	B <sub>v</sub>	a	E <sub>BSK5</sub> (filtr)	c <sub>BSK5</sub> (za filtr)	c <sub>CHSK</sub> (za filtr)
EO	m <sup>3</sup> /den	°C	kg/m <sup>3</sup> /den	-	%	mg/l	mg/l
36	4,50	7	0,020	0,536	93,0	16,92	33,83
30	3,75	7	0,017	0,536	93,5	15,54	31,07
25	3,13	7	0,014	0,536	94,1	14,26	28,52
13	1,63	7	0,007	0,536	95,6	10,46	20,92
36	4,50	18	0,020	0,206	97,2	6,80	13,60
30	3,75	18	0,017	0,206	97,4	6,22	12,45
25	3,13	18	0,014	0,206	97,6	5,69	11,39
13	1,63	18	0,007	0,206	98,3	4,13	8,27

Účinnost odstranění parametru nerozpuštěné látky NL (mg/l) vychází z účinnosti odstranění plovoucího znečištění na anaerobním stupni (U<sub>AS</sub>) a na filtračním poli (U<sub>FP</sub>), které jsou řazeny v sérii. Přítoková koncentrace NL<sub>in</sub>: 440 mg/l, U<sub>AS</sub> = 80 % (v reálném provozu po zapracování bude vyšší), U<sub>VF</sub> = 95 % (v reálném provozu bude nejspíše vyšší).

Odtoková koncentrace NL:

$$NL = NL_{in} * \frac{100 \% - U_{AS}}{100 \%} * \frac{100 \% - U_{VF}}{100 \%} \text{ (mg/l)}$$

Koncentrace na odtoku není závislá na počtu obyvatel ani na teplotě voda a bude vždy podle výpočtu 4,4 mg/l.

#### B.2.8 Požárně bezpečnostní řešení:

Objekt ČOV svým charakterem nevyžaduje žádná zvláštní opatření z hlediska požární ochrany. V ČOV se nepracuje s hořlavými látkami, objekt je z části podzemní. Část ČOV, viditelná z terénu, obsahuje rozprostřené potrubí z PP

materiálu, nicméně není ani v ČR ani ve světě běžnou praxí, aby bylo potřeba řešit ochranu proti vzplanutí potrubí.

#### B.2.9 Zásady hospodaření s energiemi:

Domovní ČOV v rámci svého provozu spotřebuje nulové množství el. energie.

#### B.2.10 Hygienické požadavky na stavby, požadavky na pracovní a komunální prostředí:

Při řádném provozu ČOV nezapáchá, protože mechanické předčištění (septik) je umístěno pod úroveň terénu a přímému úniku nežádoucích plynů je zabráněno prostřednictvím poklopů. V navazujícím objektu (šachta) se sice vyskytuje anaerobně stabilizovaná voda, ale šachta je taktéž kryta neprodyšným, nejlépe plastovým, poklopem. V posledním čistícím stupni probíhá aerobní čištění, zápach je vyloučen s ohledem na charakter biochemických rozkladných procesů.

Na povrchu vertikálního filtru je rozprostřeno potrubí, které vypouští odpadní vodu – max. 10x denně z výšky cca 2 cm bezprostředně na povrch filtru; doba kontaktu vody se vzduchem je přibližně 60 sekund při každém pulzu. Při běžném provozu (3 pulzy za den) bude vyloučen vznik zápachu v důsledku kontaktu vody se vzduchem.

#### B.2.11 Ochrana stavby před negativními účinky vnějšího prostředí:

Stavbu není potřebné speciálně chránit proti povodním, sesuvům půdy, zvýšené seizmicitě, případně proti účinkům poddolování, protože se nenachází v místech zvýšeného rizika dle výše uvedených faktorů.

V území nejsou žádné významné zdroje vibrací.

### **B.3 Připojení na technickou infrastrukturu:**

Stavba není napojena na žádné inženýrské sítě, vyjma vlastního přítokového potrubí splaškové kanalizace. Stavba nevyžaduje přívod elektrické energie.

### **B.4 Dopravní řešení:**

Nově vybudovaná ČOV bude přístupná z místní komunikace vedoucí k rekreačnímu objektu na pozemku st. 248 (č.p.150).

### **B.5 Řešení vegetace a souvisejících terénních úprav:**

Část ČOV je podzemní stavba (AS), jejíž okolí bude upraveno v rámci terénních úprav. Z terénu bude viditelné pouze vyvedení tří krytů (každý z jedné komory septiku). Krytí bude provedeno uzamykatelným nepochůzným UV-stabilizovaným PP krytem. Navazující část (akumulační šachta) je taktéž podzemní stavbou a na povrch bude vyvedena jen v bezpečnostní rezervě 150 mm, zakryta uzamykatelným nepochůzným UV-stabilizovaným PP krytem. Poslední část, vertikální filtr, je realizována jako mělká zemní jímka, vyplněná



filtračním materiálem, povrchově zarovnaném do úplné roviny. Povrch filtru bude osázen mokřadní vegetací, která zajistí krytí distribučního a rozdělovacího potrubí. Mokřadní vegetace bude z větší části tvořena rákosem obecným.

Bezprostřední okolí ČOV bude upraveno pouze zatravněním bez další výsadby (keře, stromy apod.)

## B.6 Popis vlivů stavby na životní prostředí a jeho ochrana

### a) Vliv na životní prostředí – ovzduší, hluk, voda, odpady a půda:

Dopady a rizika, která by s sebou mohlo vypouštění odpadních vod v konkrétní lokalitě nést, jsou vzhledem k výsledkům posuzování střetů jiných zájmů – ochrany přírody a podzemních či povrchových vod, středně vysoká.

Vzhledem k lokalizaci a rozsahu záměru, ke způsobu využití a individuálního charakteru vypouštění odpadních vod by případný dopad na okolní ekosystémy, chráněná území, chráněné druhy živočichů a rostlin z hlediska změny vzhledu, složení a vývoje vegetačního pokryvu a skladby ekosystémů byl spíše zanedbatelný. V bezprostředním a přímém okolí záměru se chráněná území a další ekosystémy nenachází.

Odpady vzniklé při výstavbě:

Při výstavbě vzniknou následující odpady (dle Katalogu odpadů – příloha č.1)

17 05 04 Zemina a kamení neuvedené pod číslem 17 05 03	0
15 01 01 Papírové a lepenkové obaly	0
15 01 02 Plastové obaly	0
15 01 10 Obaly obsahující zbytky nebezpečných látek nebo obaly těmito látkami znečištěné	N
17 01 01 Beton	0
17 02 01 Dřevo	0
17 02 03 Plasty	0
17 04 05 Železo a ocel	0
17 04 07 Směsné kovy	0

V rámci stavby je dodavatel stavby v součinnosti s investorem povinen vést podrobnou evidenci odpadů a způsob jejich likvidace. Vytěžená zemina se využije na zemní úpravy u rekreačního domu a úpravy jeho okolí. Nebezpečné odpady budou shromažďovány v nádobách k tomu určených, budou likvidovány oprávněnou firmou v rámci smlouvy s investorem. Kovy budou odprodány sběrně kovošrotu, ostatní odpady budou odvezeny na řízenou skládku. Likvidaci odpadů po dobu výstavby bude provádět dodavatel stavby, tato povinnost bude zakotvena ve smlouvě o dílo na dodávku stavby.

### Odpady vzniklé v průběhu čištění odpadních vod:

V čistírně vzniká dle vyhlášky 381/2001 Sb. přebytečný kal:

- název odpadu stabilizovaný kal
- číslo odpadu 19 08 05
- původ čištění odpadních vod

Odpady vzniklé v rámci provozu ČOV budou podle četnosti obsazení rekreačního objektu odváženy na nejbližší místní ČOV.

Stavba ČOV je stavbou, která v konečném provedení příznivě ovlivní životní prostředí ve svém okolí.

b) Vliv na přírodu a krajinu (ochrana dřevin, ochrana památných stromů, ochrana rostlin a živočichů apod.), zachování ekologických funkcí a vazeb v krajině:

Umístění stavby, její technické řešení a budoucí provoz zaručí, že nedojde k negativnímu ovlivnění přírody a krajiny v jejím okolí. V rámci stavby není potřeba zajistit zvláštní ochranu dřevin, ochranu památných stromů, rostlin a živočichů. Stavba neovlivní stávající ekologické funkce a vazby v krajině.

c) Vliv na soustavu chráněných území Natura 2000:

V blízkosti stavby se nenachází lokalita soustavy Natura 2000.

d) Návrh zohlednění podmínek ze závěru zjišťovacího řízení nebo stanoviska EIA:

Na stavbu se nevztahují podmínky zjišťovacího řízení nebo stanoviska EIA dle zákona o posuzování vlivů na životní prostředí

e) Navrhovaná ochranná a bezpečnostní pásma, rozsah omezení a podmínky ochrany podle jiných právních předpisů:

Stavba nevyžaduje návrh ochranných a bezpečnostních pásem, stanovení omezení a podmínek ochrany dle jiných právních předpisů.

## **B.7 Ochrana obyvatelstva:**

Na stavbu nejsou kladeny požadavky z hlediska využití pro potřeby ochrany obyvatel v daném území. Vzhledem k charakteru stavby není předpoklad, že by měla vytvářet nebezpečí havárií závažného charakteru s širokým záběrem na obyvatelstvo a není nutné tedy stanovovat zásady prevence těchto závažných havárií z hlediska jejich ochrany.

## **B.8 Zásady organizace výstavby:**

a) Potřeby a spotřeby rozhodujících médií a hmot, jejich zajištění:

Jedná se především o zeminu (popsáno níže). Kromě zeminy bude zajištěn filtrační materiál pro výplň filtru praný říční štěrk 4/8P mm, praný písek 0/4P, drcený praný štěrk 4/8P mm a drcený praný štěrk 8/16P mm.

b) Odvodnění staveniště:

Vzhledem k rozsahu staveniště není nutné zajišťovat jeho odvodnění.

c) Napojení staveniště na stávající dopravní a technickou infrastrukturu:

Staveniště bude přístupné z místní komunikace, vedoucí k rekreačnímu objektu na pozemku st. 248 (č.p.150).

Na pozemku určeném pro výstavbu ČOV se nachází stávající inženýrské sítě – elektrické vedení VN 22kV. Stavba se nachází v ochranném pásmu elektrického vedení.

Pokud dojde při zemních pracích k výskytu inženýrských sítí, je nutné postupovat v souladu s ustanoveními zákona č. 458/2000 Sb. a zákona č. 274/2001 Sb.

Voda potřebná pro výstavbu stejně jako elektrické energie bude odebírána z rozvodů rodinného domu.

d) Vliv provádění stavby na okolní stavby a pozemky:

Provádění stavby nemá žádný vliv na okolní stavby a pozemky.

e) Ochrana okolí staveniště a požadavky na související asanace, demolice, kácení dřeví:

Staveniště je umístěno na soukromém pozemku. Trasa odtokové kanalizace je vedena v rámci ochranného pásma vodního toku. Výkopy budou řádně ohraničeny a chráněny proti pádu. Staveniště neovlivní nijak veřejné zájmy okolních pozemků. Z tohoto důvodu nebudou přijata žádná mimořádná opatření k ochraně těchto zájmů, vyjma obecných zásad realizace stavby vzhledem k životnímu prostředí (viz. dále). Vzhledem k rozsahu stavby nebude zřizováno zvláštní zařízení staveniště.

V oblasti odpadového hospodářství bude nutné při realizaci stavby splnit tyto podmínky:

- Osoba provádějící stavbu povede evidenci odpadů, které jí při stavbě vzniknou. Investor tuto evidenci včetně dokladů o předání odpadů oprávněným osobám doloží ke kolaudaci stavby.
- Zemina a sutě využívané k úpravám terénu a na podsypy musí splňovat podmínky stanovené ve vyhlášce MŽP č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu, v platném znění.

V oblasti ochrany ovzduší bude nutné při realizaci stavby splnit tyto podmínky:

- V průběhu výstavby budou provedeny účinná opatření k zamezení prašnosti tak, aby nebylo okolí zatíženo nadměrným prašením.
- Při aplikaci produktů s obsahem těžkých látek při provozování činností na volných prostranstvích na vnitřních a venkovních plochách při realizaci stavby je třeba k omezení emisí použít všechny dostupné možnosti tak, aby možnost obtěžování obyvatel zápachem byla eliminována.

V rámci realizace výstavby ČOV nebudou prováděny žádné asanace a demolice stávajících staveb. Případné kácení dřevin pro stavbu domovní ČOV bude realizováno v rámci přípravy stavby rekreačního domu.

f) Maximální zábory pro staveniště (dočasné / trvalé):

Na pozemku p.č. 723/1 je dle výpisu z KN evidován způsob ochrany – zemědělský půdní fond. Z čehož vyplývá požadavek na trvalé vynětí plochy v rozsahu 77 m<sup>2</sup> ze zemědělského půdního fondu.

Požadavky na zábor pozemků určených k plnění funkce lesa nejsou žádné.

g) Maximální produkovaná množství a druhy odpadů a emisí při výstavbě, jejich likvidace:

V rámci stavby je dodavatel stavby v součinnosti s investorem povinen vést podrobnou evidenci odpadů a způsob jejich likvidace. Vytěžená zemina se využije na zemní úpravy u rekreačního domu a úpravy jeho okolí. Nebezpečné odpady budou shromažďovány v nádobách k tomu určených, budou likvidovány oprávněnou firmou v rámci smlouvy s investorem. Kovy budou odprodány sběrně kovošrotu, ostatní odpady budou odvezeny na řízenou skládku. Likvidaci odpadů po dobu výstavby bude provádět dodavatel stavby, tato povinnost bude zakotvena ve smlouvě o dílo na dodávku stavby.

h) Bilance zemních prací, požadavky na přísun nebo deponie zemin:

Vzhledem k rozsahu stavby bude rozsah zemních prací malý. Přebytek zemin bude uplatněn v rámci terénních úprav kolem stavby ČOV. V rámci stavby nebude nutný žádný přesun zemin. V rámci výstavby bude z pozemku v místě staveniště sejmuta ornice do hloubky cca 20 cm, která bude zpětně rozprostřena v rámci konečných terénních úprav. Po dobu výstavby bude uložena na mezideponii na pozemku stavby.

i) Ochrana životního prostředí při výstavbě:

Dodavatel stavby musí zachovávat veškeré bezpečnostní a provozní předpisy, aby preventivně zabraňoval ohrožení životního prostředí.

j) Zásady bezpečnosti a ochrany zdraví při práci na staveništi, posouzení potřeby koordinátora bezpečnosti a ochrany zdraví při práci podle jiných právních předpisů:

Při práci musí být dodržovány veškeré bezpečnostní předpisy. Pro stavbu tohoto rozsahu není nutné využívat koordinátora bezpečnosti a ochrany zdraví.

k) Úpravy pro bezbariérové užívání výstavbou dotčených staveb:

Dotčené stavby nevyžadují úpravy bezbariérového užívání.

l) Zásady pro dopravní inženýrská opatření:

Při vjezdu a výjezdu techniky z prostoru staveniště na veřejné komunikace je nutné dbát zvýšené opatrnosti. Jiná opatření nejsou nutná.

m) Stanovení speciálních podmínek pro provádění stavby (provádění stavby za provozu, opatření proti účinkům vnějšího prostředí při výstavbě apod.):

Při realizaci stavby je nutné respektovat ustanovení zákona č. 309/2006 Sb., kterým se upravují další požadavky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v pracovněprávních vztazích a o zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při činnosti nebo poskytování služeb mimo pracovně právní vztahy (zákon o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci). V tomto zákoně jsou uvedeny jednak povinnosti zaměstnavatele zajišťovat úkoly v prevenci rizik odborně způsobilou osobou (podle počtu zaměstnanců), zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při činnosti nebo poskytování služeb mimo pracovněprávní vztahy (obsahuje povinnost dodržení požadavků BOZ i pro zadavatele stavby, OSVČ, a i jiné osoby – bez jakéhokoliv vztahu ke zhotoviteli) a další úkoly zadavatele stavby, jejího zhotovitele, popřípadě osoby, která se podílí na zhotovení stavby. Druhým předpisem, který je nutno respektovat při realizaci stavby je nařízení vlády č. 591/2006 Sb., o bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništích. Nařízení vlády upravuje minimální požadavky na staveniště a stavební práce z hlediska bezpečnosti práce a technických zařízení při stavebních pracích. Nařízení vlády ukládá povinnosti zhotoviteli stavby, upravuje činnost koordinátora během přípravy stavby a při realizaci stavby, dále upravuje náležitosti oznámení o zahájení prací a stanoví práce a činnosti vystavující fyzickou osobu zvýšenému ohrožení života nebo poškození zdraví.