



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ KRAJINY

INSTITUTE OF LANDSCAPE WATER MANAGEMENT

ČIŠTĚNÍ ODPADNÍ VODY PRO SKUPINU DOMŮ V K.Ú. SAMOPŠE

WASTEWATER TREATMENT FOR A GROUP OF HOUSES IN THE CADASTRAL AREA
OF SAMOPŠE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Tereza Poloprutská

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. MICHAL KRIŠKA, Ph.D.

BRNO 2019



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	N3656 Městské inženýrství
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program
Studijní obor	3656T025 Městské inženýrství
Pracoviště	Ústav vodního hospodářství krajiny

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student	Bc. Tereza Poloprutská
Název	Čištění odpadní vody pro skupinu domů v k.ú. Samopše
Vedoucí práce	Ing. Michal Kriška, Ph.D.
Datum zadání	31. 3. 2018
Datum odevzdání	11. 1. 2019

V Brně dne 31. 3. 2018

prof. Ing. Miloš Starý, CSc.
Vedoucí ústavu

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

PODKLADY A LITERATURA

ČSN 75 6402: Čistírny odpadních vod do 500 ekvivalentních obyvatel, 2017. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví.

DWA, 2017. Grundsätze für Bemessung, Bau und Betrieb von Kläranlagen mit bepflanzten und unbepflanzten Filtern zur Reinigung häuslichen und kommunalen Abwassers:

Arbeitsblatt DWA-A 262. Hennef: Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall. DWA-Regelwerk, A 262. ISBN 38-872-1547-8.

ÖNORM B 2505- Kläranlagen – Intermittierend beschickte Bodenfilter („Pflanzenkläranlagen“)

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

+ databáze vědeckých článků na www.sciencedirect.cz

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Cílem zadání je návrh technologie čištění pro skupinu novostaveb, přičemž je kladen důraz na ekologičnost v kombinaci s nízkými provozními náklady a náročností na obsluhu. Projektová dokumentace bude sloužit jako podklad pro stavební povolení, je tedy přímo napojena na praxi a s jistotou bude realizována. Práce bude zahrnovat jak textovou část, tak výkresovou dokumentaci v požadovaném rozsahu dle vyhlášky č. 499/2006 Sb. (Vyhláška o dokumentaci staveb).

STRUKTURA DIPLOMOVÉ 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 Křiška, Ph.D.
Vedoucí diplomové práce

ABSTRAKT

Práce pojednává o problematice ekologického čištění odpadních vod od malého znečištění (do 50 EO). Vyčištěné odpadní vody pro vsakování musí splňovat nízké hodnoty celkového dusíku. Proto práce navrhuje dvoustupňovou vertikální čistírnu odpadních vod.

KLÍČOVÁ SLOVA

Odpadní voda, kořenová čistírna odpadních vod, odstranění N, kořenová dvoustupňová vertikální čistírna odpadních vod

ABSTRACT

Subject of this thesis is ecologic wastewater treatment with little organic load. Treated wastewater for infiltration must contain low values of nitrogen. This thesis is about to design two-stage subsurface vertical flow constructed wetland.

KEYWORDS

Wastewater, wetland treatment, nitrogen removal, two-stage subsurface vertical flow constructed wetland

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Bc. Tereza Poloprutská *Čištění odpadní vody pro skupinu domů v k.ú. Samopše*. Brno, 2019. 50 s., 43 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství krajiny. Vedoucí práce Ing. Michal Kriška, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem *Čištění odpadní vody pro skupinu domů v k.ú. Samopše* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 2. 1. 2019

Bc. Tereza Poloprutská
autor práce

Obsah

Úvod	9
1 Hospodaření s odpadní vodou	11
1.1 Odpadní vody	11
1.2 Množství odpadních vod	12
1.3 Složení odpadních vod	12
1.3.1 Organické znečištění	13
1.3.2 Anorganické znečištění	15
1.4 Čištění odpadních vod do 50 EO	17
1.4.1 Mechanicko-biologická ČOV	18
1.4.2 Septik, filtrační systém, 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 Nakládání s vyčištěnou odpadní vodou	23
1.5.1 Vypouštění odpadní vody	24
1.6 Shrnutí	26
2 Vegetační čistírny odpadních vod	27
2.1 Horizontální KČOV (HF)	28
2.2 Vertikální KČOV (VF)	29
2.3 Dvoustupňový vertikální KČOV	31
3 Vsakování	32
4 Praktická část	33
4.1 Množství odpadní vody	33
4.2 Návrh anaerobního separátoru	33
4.2.1 Ověření doby zdržení v anaerobním separátoru	35
4.3 Návrh dvoustupňových vertikálních skrápěných filtrů	36
4.4 Návrh vsakovacího objektu	38
4.5 Ověření návrhu a výpočet odtokových koncentrací	39
4.5.1 Výpočet odtokových koncentrací znečištění CHSK	39
4.5.2 Výpočet odtokových koncentrací znečištění BSK	39
4.5.3 Výpočet odtokových koncentrací znečištění NL	41
4.5.4 Výpočet odtokových koncentrací znečištění P	41

4.5.5	Výpočet odtokových koncentrací znečištění N	42
4.5.6	Shrnutí	42
	Závěr	43
	Seznam použitých informačních zdrojů	44
	Odborná literatura	44
	Právní předpisy	45
	Seznam obrázků	47
	Seznam tabulek	48
	Seznam použitých zkratk a symbolů	49
	Seznam příloh	50
	Textová část	50
	Výkresová část	50

Úvod

Bez vody bychom nemohli žít, už jen proto že naše tělo je tvořeno z více jak 50 % vodou. Důležité je k tomuto faktu přistupovat zodpovědně a starat se o kvalitu vody. V posledních letech nám voda dělá starosti, konkrétně přesný opak: sucho. V létě je nemálo dní, kdy jsou vyprahlá pole, a pomalu ani stopa po nějaké vlhkosti. Když přijde déšť, jedná se o přívalový, tzn. že rychle přijde, rychle odejde a půl hodiny po něm ani nevíme, že pršelo. Za tyto změny, kterých dříve nebylo, za to všechno z velké části může lidská činnost neboli vliv člověka. Dříve na našem území byly rozsáhlé lesy, dnes je podíl lesů v republice hodně zredukován. Další vliv na odvodňování krajiny mělo napřimování toků, byla snaha co nejrychleji odvést vodu pryč. Dnes se snaží tyto chyby napravovat revitalizacemi.

Kvalita vody v republice, též není úplně slavná, v létě se lidé musejí vybírat přírodní místa na koupání, kvůli tomu že spousta vodních ploch je zamořená sinicemi. Možná ve světě mají horší vodu, ale naše republika je pramenem Evropy. U nás všechny řeky pramení, žádná větší řeka k nám nepřitéká, tzn. že za kvalitu vody si můžeme jen my Češi. Proto je důležité, aby se odpadní vody čistili co možná nejlépe je to možné. Je sice pravda, že největší znečištění ve vodních tocích je původem od zemědělství. Ale každý by měl začít u sebe a zabývat se jen tím, co může ovlivnit.

Boj proti přívalovým deštům je nejlepší vytvářet malé koloběhy vody, tedy zdržovat více vodu v krajině a umožňovat vodě co největšího výparu, aby se obnovil velký koloběh vody, musí se nejdříve obnovit spousta malých. Není-li možné vodu vypařovat, měla by se udržet v krajině vsakováním a navracením do podzemních vod. Stále více a více čerpáme zásobárny vody z podzemí, avšak návrat vody do podzemí je dlouhý proces. Tudíž, by se mělo i více šetřit s vodou, recyklovat šedou vodu a tím ji využívat dvakrát, či vícekrát, dovolí-li to čistící technologie.

V práci se nebudu zabývat koloběhu vody, ani jejím šetřením, ale přírodně blízkému způsobu čištění odpadních vod. Pro práci jsem si vybrala skupinu novostaveb, které bude obsluhovat jedna čistírna odpadních vod. Při návrhu budu dbát na ekologičnost, aby vyčištěná odpadní vody dosáhla nejvyšších kvalit, aby se případně mohla dál recyklovat, či jen vsakovat do podzemních vod. Vyberu takové řešení, aby bylo i esteticky příhodné a aby napomáhalo místnímu mikroklima. Nejprve se však zaměřím na obecnou teorii

ohledně odpadních vod a jejich čištění, dále představím přírodně blízké způsoby čištění (vegetační čistírny odpadních vod) a vyberu tu nejvíce vhodnou.

V praktické části se zaměřím na návrh nejvhodnějšího technologického uspořádání čistírny odpadních vod v obci Samopše pro 7 novostaveb. Vysvětlím a vypočítám možné odtokové koncentrace znečištění a doložím projektovou dokumentaci návrhu čistírny.

1 Hospodaření s odpadní vodou

Pro zvolení nejlepšího způsobu hospodaření s vodou je třeba znát několik faktů, které ovlivňují návrh. V první řadě je to množství odpaní vody a její charakter; tj. jaké má znečištění. Dále je to způsob čištění; tj. jak velký je kladen důraz na vstupní a provozní náklady. Jestli je konstantní přítok na čistírnu, či jak jsou velké požadavky na vyčištěnou odpadní vodu, které ovlivňují způsob nakládání s vyčištěnou odpadní vodou.

V této kapitole rozeberu výše uvedené vstupní podklady, které je potřeba zohlednit při návrhu nejlepšího technologického uspořádání. Rozdělila jsem je do větších podkapitol; odpadní vody (množství a jakost), jejich způsoby čištění při malém počtu připojených osob a co se rozumí pod termínem nakládání s vyčištěnou odpadní vodou.

1.1 Odpadní vody

Pojem odpadní vody (dále jen OV) je definován v zákoně č. 254/2001 Sb. § 38 odstavcem 1 a jeho změnou, kterou udává zákon č. 113/2018 Sb., jako; "Odpadní vody jsou vody použité v obytných, průmyslových, zemědělských, zdravotnických a jiných stavbách, zařízeních nebo dopravních prostředcích, pokud mají po použití změněnou jakost (složení nebo teplotu) a jejich směsi se srážkovými vodami, 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 vznikající při provozování skládek a odkališť nebo během následné péče o ně z odkališť, s výjimkou vod, které jsou zpětně využívány pro vlastní potřebu organizace, a vod, které odtékají do vod důlních."

Různé druhy odpadních vod, které mohou být čištěny přírodními způsoby jsou *komunální odpadní vody, dešťové vody, vybrané průmyslové, zemědělské a balastní vody*. Komunální vody se dále dělí podle jejich charakteru na *černou, hnědou, žlutou, šedou a bílou* vodu. Černá voda obsahuje fekálie a moč. Hnědá voda obsahuje pouze fekálie. Žlutá voda se skládá z moči. Šedá voda pochází například z myčky, pračky, sprchy apod. A v poslední řadě bílá voda je vyčištěná odpadní voda. (Rozkošný, 2014)

1.2 Množství odpadních vod

Množství odpadní vody je jedním z hlavních faktorů pro správné nadimenzování čistírny odpadních vod (dále jen ČOV). U zavedených objektů se nejlépe určuje množství OV ze zkušeností z minulých let, přečtením odpočtu spotřeby. Nejsou-li však žádné zkušenosti, je třeba množství OV určit výpočtem. Vztah (1.1) popisuje výpočet průměrného denního průtoku $Q_{(24,m)}$, který se získává součinem specifické spotřeby vody (q_{spec}) a počtem ekvivalentních obyvatel (dále jen EO)¹ (n), nejčastěji se uvádí v l/s nebo m³/den. Specifická produkce OV na jednoho EO je podle normy (ČSN 75 6402) 90–120² l/den.

$$Q_{24,m} = q_{spec} * n \quad (1.1)$$

1.3 Složení odpadních vod

Každá voda v sobě obsahuje nějaké látky, podle Hlavínka (2003) je čistá voda pouze destilovaná. Z chemického hlediska rozděluje znečištění na *organické* a *anorganické* a z fyzikálního na látky *rozpuštěné* a *nerozpuštěné*. Nerozpuštěné látky (dále jen NL) se dále dělí na *neusaditelné*, *usaditelné* a *plovoucí*.

Množství látkového znečištění určuje jakost vody a uvádí se na jednoho EO. Rozděluje se na organické a anorganické, které se dále dělí viz níže, z nichž hlavními ukazateli jsou BSK, CHSK, N, P a NL. Významnou roli hraje i teplota vody, která ovlivňuje rychlost biochemických reakcí. V našich zeměpisných podmínkách mají OV přitékající na čistírnu průměrnou roční teplotu v rozmezí od 10 do 25 °C. (Groda, 2007)

Látkové znečištění:

- Organické znečištění
 - Biochemická spotřeba kyslíku (BSK)
 - Chemická spotřeba kyslíku (CHSK)
 - Celkový organický uhlík (TOC)

¹„Ekvivalentní obyvatel (EO) je definovaný produkcí znečištění 60 g BSK₅ za den.“ (NV č. 401/2015 SB.), což odpovídá přibližně jedné fyzické osobě.

² Zajímavé je, že podle Štěrby (1986) byla v roce 1981 spotřeba vody v Československu 370 l/den/osobu.

- Ztráta žíháním
- Anorganické znečištění
 - Fosfor (P)
 - Dusík (N)
 - Nerozpustěné látky (NL)

Norma (ČSN 75 6402) charakterizuje odpadní vody z jednotlivých objektů nebo malých sídlišť průměrnými hodnotami koncentrací znečištění (S_1 viz Tabulka č. 1), a mají pH v rozsahu od 6,5 do 8,5. Podíl mezi CHSK a BSK₅ má obvykle hodnotu rovnou 2. Splňují-li OV tyto vlastnosti, mohou být přiváděny na čistírnu navrženou normou ČSN 75 6402, avšak nesmějí obsahovat závadné látky, které by mohli nepříznivě ovlivnit účinnost biologického čištění.

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

	CHSK	BSK ₅	N	P _{celk.}
S_1	do 1 000	do 550	do 140	do 16

Celkové znečištění se počítá v závislosti jednoho EO na den, norma ČSN 75 6402 udává jeho produkci jednotlivých 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 ₅	CHSK	NL	N _{celk.}	P _{celk.}
90	90	180	60	120	55	11-20	2,5

1.3.1 Organické znečištění

Ve splaškové vodě se nacházejí tři hlavní skupiny z organických látek, jsou to proteiny (bílkoviny), sacharidy a lipidy (především tuky). Sacharidů je v rozpuštěných organických látkách značný podíl, jejich koncentrace jsou v desítkách mg/l. Produkce lipidů je 15 g na obyvatele na den. Koncentrace znečištěných látek se udává buď v množství za čas [g/s] anebo jako jeho množství v jednotkovém objemu vody [mg/l].

Množství organických látek se vyjadřuje jako BSK, CHSK, TOC a ztrátou žíhání. (Groda, 2007)

1.3.1.1 Biochemická spotřeba kyslíku (BSK)

BSK je nejvýznamnější složka k určování kvality OV. Vyjadřuje obsah biologicky rozložitelných organických látek v OV. Biologická spotřeba kyslíku je tedy definována jako hmotnostní koncentrace rozpuštěného kyslíku, který se spotřebuje za stanovených podmínek v *oxickém prostředí*³ biochemickou oxidací organických látek ve vodě. Hodnota závisí na době inkubace; byla zvolena jednotná inkubační doba 5 dní, a tudíž BSK₅ značí pětidenní biochemickou spotřebu kyslíku. Úplné biochemické spotřeby kyslíku se dosáhne po 20 dnech inkubace. BSK se vyjadřuje v mg/l. Průměrné BSK₅ ve splaškových OV bývá 150–400 mg/l, jiné hodnoty lze považovat za anormální. (Pytl, 2004) (Groda, 2007)

Znečištění odbourávají mikroorganismy, které mají vlastnost rozkládat organické znečištění. Složitější sloučeniny, jako je například celulóza a polysacharidy, odbourávají však pomaleji a tudíž, jsou považovány za znečištění CHSK. Někaké množství koncentrace znečištění BSK₅ se nachází volně v tekoucích i stojatých vodách, v důsledku rozkladu listů či jiné organické hmoty, mrtvých organismů či jiného přírodního znečištění. Jestliže se bude do vod vypouštět větší množství zbytkových koncentrací tohoto znečištění, může dojít k nerovnováze kyslíku ve vodách. (Křiška, 2015)

1.3.1.2 Chemická spotřeba kyslíku (CHSK)

Zahrnuje látky, které jsou schopné chemické oxidace. Stanovení CHSK slouží hlavně k informaci o celkové koncentraci organických látek. 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 (CHSK_{Cr})⁴ a výjimečně i manganistan draselný (CHSK_{Mn})⁵. (Pytl, 2004) (Groda, 2007)

³ V oxickém prostředí probíhají procesy s přítomností rozpuštěného kyslíku. (Terminologický slovník, 2006).

⁴ Je-li zkratka bez indexu, předpokládá se CHSK_{Cr}.

⁵ Oxidace manganistanem draselným (CHSK_{Mn}) se používá již jen výjimečně při analýze pitné, užitkové a povrchové vody. Při analýze odpadních vod se nepoužívá. (Pytl, 2004)

Avšak nevyčistí-li čistírna dostatečné množství CHSK a vypustí velké zbytkové množství do stojaté vody, která nepodléhá samočisticím procesům tolik jako voda proudící, může dojít k narušení rovnováhy ekosystému. Nedostatek rozpuštěného kyslíku ve vodě může vést až k úhynu živočichů. (Křiška, 2015)

CHSK se udává v mg/l, průměrně ji bývá ve splaškové vodě 300-800 mg/l, jiné hodnoty lze považovat za anormální. Poměr CHSK/BSK vyjadřuje stupeň rozložitelnosti organických látek, jeho hodnota se pohybuje kolem 2. Je-li hodnota menší než 2, poukazuje na přítomnost snadno rozložitelných látek; je-li však hodnota větší, jsou ve vodě obsaženy obtížně rozložitelné látky. (Groda, 2007)

1.3.1.3 Celkový organický uhlík (TOC)

TOC je označení pro celkový organický uhlík (TOC – Total Organic Carbon). Vyjadřuje se v mg/l. (Groda, 2007)

1.3.1.4 Ztráta žiháním

Ztráta žiháním je podíl veškerých látek (stanovené výparem vzorku a zvážením sušiny) a jejich zbytku po žihání. Je měřítkem množství organických a anorganických látek přítomných v OV. Vyjadřuje se v mg/l. (Groda, 2007)

1.3.2 Anorganické znečištění

Rozpuštěné anorganické látky v OV se obvykle stanoví jako obsah iontů a solí v jejím zdroji. Přítomnost těchto látek není tolik důležitá, pokud nepřesáhne hodnotu koncentrace 10 g/l. Při zvýšené koncentraci dusíku a fosforu ve vodě dochází k eutrofizaci vod viz níže (Groda, 2007). Při dnešním klimatu, kdy se nám podnebí mění a míváme období sucha, se zvyšují koncentrace fosforu, dusíku a těžkých kovů ve vodě.

1.3.2.1 Fosfor (P)

Mezi nutrienty⁶ způsobující eutrofizaci vod patří i sloučeniny fosforu. Eutrofizace vod je proces zvyšování živin (dusíku a fosforu), které nejlépe využijí řasy a sinice (fytoplankton) ke svému růstu. Zvýšení koncentrací vede k rychlému rozmnožení právě těchto jednobuněčných řas a sinic, což narušuje rovnováhu ekosystému; pomalu jsou

⁶ Nutrienty jsou minerální živiny, které podporují růst mikroorganismů. (Hlavínek, 2003).

vytlačovány jiné organismy až nakonec pro nedostatek světla, kyslíku, živin či prostoru zahynou úhynu. Odumřelé sinice se hromadí na hladině vody a tvoří biomasu; tím zabraňují prostupu slunečných paprsků a kyslíku do vody, což může dokonce vést až k úhynu živočichů. (Živiny v krajině, 2006)

Fosfor se vyskytuje v metabolitech především ve formě fosfátové (fosforečnany), vylučovaných močí. Metabolickým produktům produkce fosforu odpovídá jen zřídka, hlavní podíl je obsažen v polyfosfátech, které jsou součástí pracích, čistících a protikorozních prostředků. Částečně se odbourává sedimentací v akumulacích nádrží nebo je rostliny dokáží v malém množství odebrat z vody pro svou spotřebu. Tedy fosfor je využíván při růstu zelených vodních rostlin, proto je jeho koncentrace ve vodě v letním období nejnižší. Zdravotně není nijak závadný. (Groda, 2007) (Pytl, 2004) (Křiška, 2015) (Hlavínek, 2003)

1.3.2.2 Dusík (N)

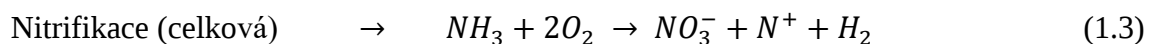
Sloučeniny dusíku stejně jako sloučeniny fosforu také spadají do skupiny nutrientů, které způsobují eutrofizaci vod. Celkový dusík (N, N_{celk}) v sobě zahrnuje anorganicky a organicky vázaný dusík. Mezi anorganické vázané dusíky spadá *amoniakální dusík* ($N-NH_4^+$), *dusitanový dusík* ($N-NO_2^-$) a *dusičnanový dusík* ($N-NO_3^-$). Sloučeniny dusíku podléhají snad změnám, jsou málo stabilní. Sloučeniny dusíku podléhají celé řadě procesů. První je amonifikace, která probíhá v *anaerobním*⁷ i v *aerobním prostředí*⁸, a při které se z organického dusíku stává amoniakální dusík. Amoniakální dusík vzniká rozkladem močoviny. A je-li první stupeň čištění předimenzovaný, může docházet k rozkladu usazené organické hmoty v anaerobním prostředí a tím ke zvyšování amoniakálního dusíku. Sloučeniny dusíku jsou nestabilní nebezpečná je druhá forma amoniakálního dusíku NH_3 – amoniak, který je toxický pro ryby (1.2). (Pytl, 2004) (Křiška, 2015)



⁷ V anaerobním prostředí probíhají procesy za absence kyslíku. (Hlavínek, 1996).

⁸ V aerobním prostředí probíhají procesy za přítomnosti kyslíku. (Hlavínek, 1996).

Dalším procesem je *nitrifikace*, která probíhá v aerobním prostředí a vyjadřuje oxidaci amoniakálního dusíku na dusitany a dusičnany. Rovnice je znázorněna níže (1.3). (Hlavínek, 2003)



Další v pořadí je *denitrifikace*, která probíhá v anaerobním či hlavně v *anoxickém prostředí*⁹. Představuje redukci dusitanů na elementární dusík (1.4). (Pytl, 2004) (Hlavínek, 2003)



V padesátých letech se prý začalo hovořit o otázce dusičnanů v pitné vodě, obzvlášť jejich vliv na životy kojenců. Dusičnany způsobují u kojenců chorobu zvanou alimentární methemoglobinémie. Dusitany¹⁰ přeměňují krevní hemoglobin na methemoglobin, který nepřenáší kyslík do tkání a způsobuje vnitřní dušení. Hodnoty koncentrací, které jsou kritické pro kojence jsou větší než 15 mg/l dusičnanů a větší než 0,1 mg/l dusitanů. (Štěrba, 1986)

1.3.2.3 Nerozpuštěné látky (NL)

Nerozpuštěné látky (dále jen NL) jsou látky, které se z vody dají odstranit mechanickou cestou. Mohou být i viditelné, sedimentují v nádržích, nebo plavou. Hlavní část těchto látek se oddělí při prvním mechanickém stupni čištění, většina se nedostane dál než do septiku. 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. NL se dělí na *usaditelné* a *neusaditelné*.

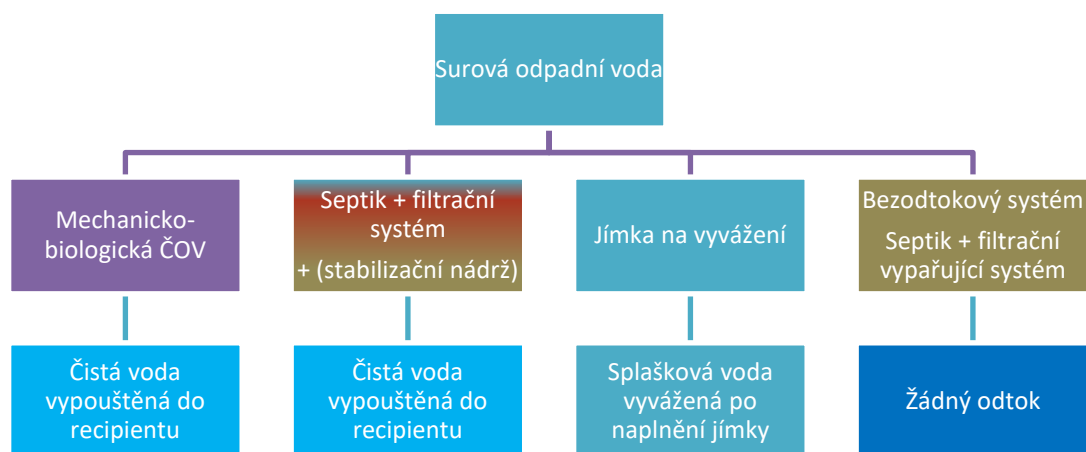
1.4 Čištění odpadních vod do 50 EO

Při návrhu malých čistíren odpadních vod jsou mnohem důležitější geografické podmínky určené pro stavbu. Některé známé typy čistíren potřebují konstantní přítok odpadní vody na čistírnu, jiné jsou náročnější pro výškové uspořádání, další potřebují větší zásobování

⁹ V anoxickém prostředí probíhají procesy za nepřítomnosti kyslíku. (Hlavínek, 1996).

¹⁰ Na dusitany jsou v lidském těle měněny i dusičnany, dochází k tomu za určitých podmínek ve střevech.

energií a některé jsou náročné na rozlohu. Další důležitý faktor je způsob nakládání s vyčištěnou vodou. Zda se voda bude moct vypouštět do recipientu¹¹, nebo se bude moct vsakovat, či se zvolí bezodtokové řešení. Křiška (2015) uvádí čtyři základní způsoby s nakládáním odpadních vod do 50 EO, které jsou znázorněné níže (viz Obrázek č. 1).



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

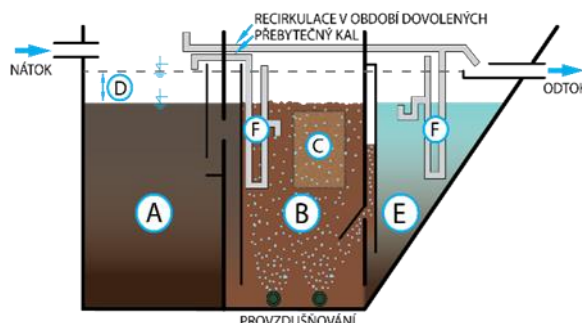
1.4.1 Mechanicko-biologická ČOV

1.4.1.1 Aktivace

Proces čištění v aktivační nádrži začíná na přítoku odpadní vody do usazovacího a kalového prostoru vyobrazeno jako (A) (viz Obrázek č. 2). V tomto prostoru jsou z vody odloučeny NL, přičemž voda pokračuje do aktivační části systému (B). V aktivační části můžeme nalézt nosič biomasy (C). Probíhají zde aerobní procesy, které jsou zapříčiněny jemnobublinkovým provzdušňovacím systémem nacházejícím se ve spodní části objektu. Současně je voda čištěna mikroorganismy sloučenými do vloček, které jsou následně odděleny od tekuté složky v dosazovací nádrži (E). Mikroorganismy tvoří vratný kal, který je opětovně využíván v aktivační části čistícího procesu. Voda v dosazovací nádrži, ze které jsou vyseparovány mikroorganismy, je následně odváděna pomocí

¹¹ „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)

čerpadla (tzv. mamutkou¹²) (F) pryč z čistícího procesu. Mamutka akumuluje a zrovnoměrňuje vypouštění vody (D). (Čistírny odpadních vod AS VARIACOMP K, 2011-2017)



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

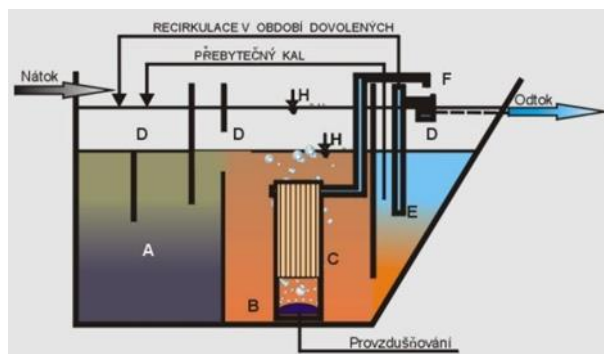
Domovní aktivační nádrže fungují na principu kalového hospodářství (princip vratného kalu do aktivace). Lepších čistících účinků lze dosáhnout pomocí nosiče biomasy. Nosič biomasy má relativně malé pořizovací náklady a je prostorově nenáročný. Na druhou stranu díky němu vznikají provozní náklady na provzdušňování aktivační části. Domovní aktivační nádrže jsou vhodné pro rovnoměrné přítoky. S nárazovými přítoky do systému mohou vznikat problémy.

1.4.1.2 Membránové čistírny

Princip membránového čištění odpadních vod je obdobný jako u aktivačního systému. Odpadní voda je přiváděna do usazovacího a kalového prostoru vyobrazeno jako (A) (viz Obrázek č. 3), kde jsou odlučovány NL. Následně přetéká voda přepadem do aktivačního prostoru (C), kde se nachází membránový modul (B). Ve spodní části membránového modulu je umístěn provzdušňovací systém. Nad modulem se nachází podtlakové čerpadlo, odvádějící vodu skrze filtrační membrány do odtoku. V celé čistírně je akumulacího prostoru (D). Přebytečný aerobně stabilizovaný kal je odváděn mamutkou zpět do usazovacího a kalového prostoru (A). V případě havárie na čistírně,

¹² 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).

odtéká voda do odtokového žlabu (F) přes dosazovací nádrž (E). (Čistírny odpadních vod AS-VARICOMP K ULTRA, 2011-2017)



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

Domovní membránová čistírna funguje obdobně jako aktivační nádrž, avšak z aktivačního prostoru je voda odváděna přes membránový modul. Tento průběh zajišťuje vyšší účinnost čištění. Domovní membránová čistírna je nenáročná na prostor a pořizovací náklady. Avšak stejně jako u aktivační čistírny, i zde vznikají náklady na provoz provzdušňovací části systému. Je vhodná pro rovnoměrné průtoky, nárazové přítoky mohou být problematické.

1.4.2 Septik, filtrační systém, stabilizační nádrž

Tento způsob čištění se skládá z několika částí. Septiku, kde se akumuluje OV a odloučí se od OV usaditelné a plovoucí látky. Dále OV postupuje do filtračního pole, kde se dále čistí a končí ve stabilizační nádrži, která může být opomenuta.

1.4.2.1 Septik

Septik je nejdůležitější částí celého systému. Jestliže by septik byl poddimenzovaný, může se druhý stupeň čištění zanést, a tudíž může ztratit svou funkci.

Septik je vícekomorová uzavřená průtočná nádrž, obvykle je tvořena třemi komorami, probíhají v ní anaerobní procesy. Slouží k mechanickému a biologickému předčištění před druhým hlavním stupněm čištění. Primárně se zde z OV odstraní usaditelné a plovoucí znečištění. Celkový objem všech komor musí být dostatečný pro zajištění dostatečného zdržení vody v septiku (t). K účinnému prostoru se připočítává objem

kalového prostoru o velikosti 50-60 % z objemu účinného prostoru septiku (a). Dále se objem septiku počítá v závislosti počtu připojených EO (n) a na specifické spotřebě vody (q). Vztah (1.5) určuje výpočet celkového účinného objemu septiku.

$$V = a * n * q * t \text{ [m}^3\text{]} \quad (1.5)$$

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

Norma udává, že se plovoucí nečistoty nesmějí v septiku volně pohybovat napříč komorami, to zajišťují norné stěny, nebo tvarovky potrubí na přítoku i odtoku, jejichž horní hrana musí být minimálně 0,15 m nad hladinou vody a dolní hrana 0,30 m pod hladinou vody v septiku. Aby bylo možné odklízet kal, minimálně 1x ročně dle normy, 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).

Anaerobní separátor (dále jen AS) je inovativní forma septiku, která je vylepšená zvýšením doby zdržení vody v separátoru na minimálně 4 dny a zvýšením jeho účinnosti oproti septiku. AS se skládá minimálně ze tří komor. Je důležité, aby byl využit celý objem separátoru, to se docílí opatřením komor technickými přepážkami, aby nedocházelo ke zkratovým proudům. Dále je potřeba, aby účinný objem separátoru zabíral minimálně 70 % z celkového objemu separátoru. Návrhové požadavky jsou jinak stejné jako u septiku výše. (ČSN 75 6402)

1.4.2.2 Filtrační systém

Není dovoleno, aby anaerobní čištění bylo jako samostatné, vždy za tímto čištěním musí následovat další stupeň čištění. Norma (ČSN 75 6402) jmenuje několik možných způsobů následného čištění: *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 č. 2.

1.4.2.3 Stabilizační nádrž

Stabilizační nádrž neboli dočištění je poslední fází čištění. Tato fáze je 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_{Cr} apod. stabilizační nádrž však může být ve formě jezírka, které má doprovodnou vegetaci, tudíž podléhá samočisticímu efektu. Nádrž má také estetickou funkci a svým výparem zlepšuje místní mikroklima. A taktéž slouží k jednoduššímu odebrání vzorků vody při zjišťování její jakosti. (Křiška, 2015)

1.4.2.4 Shrnutí

Systém sestává ze dvou, nebo ze základních tří částí. V prvním mechanické stupni čištění (septik, AS) probíhá sedimentace, akumulace vody a anaerobní procesy. Jeho správný návrh je důležitý, aby se nezanášel další stupeň čištění. Druhý hlavní stupeň je filtrační pole, které může mít několik podob. Třetí stupeň je stabilizační nádrž, která může být opomenuta viz 1.4.2.3.

1.4.3 Jímka na vyvážení

Jestliže není možné se napojit na veřejnou kanalizaci, či se nedá OV vsakovat, vypouštět do vodoteče či vypařovat, je třeba ji akumulovat v jímce, která se musí vyvážet. Nevýhodou může být častý vývoz, či možný zápach.

1.4.4 Bezodtokový systém

Bezodtokový systém může být shodný se systémem uvedeným v kapitole 1.4.2, avšak liší se posledním bodem - výparem. Výpar může zlepšit místní mikroklima, avšak je náročný na plochu.

1.4.5 Shrnutí způsobů čištění OV do 50 EO

Domovní mechanicko-biologické ČOV jsou malé, mají nízké pořizovací náklady, avšak mají provozní náklady na chod provzdušňování. S malým kolísavým provozem si poradí, avšak nezvládají nárazový provoz. Nedokáží odstranit amoniakální dusík.

Druhý uvedený způsob (septik, filtrační systém a stabilizační nádrž) má vyšší pořizovací, avšak může mít nízké provozní náklady, jen na vývoz kalu. Systém může fungovat bez další přidané energie a některá pole si dokáží poradit s amoniakálním dusíkem. Zvládá skvěle nárazový provoz, dokáže odstranit amoniakální i celkový dusík.

Jímka má nízké pořizovací náklady, avšak vysoké provozní za častý vývoz.

Bezodtokový systém je náročný na plochu, ale je příznivý pro životní prostředí.

Pro návrh volím druhý uvedený způsob (septik, filtrační systém a stabilizační nádrž), kvůli účinnosti odstranění amoniakálního i celkového dusíku. Druh hlavního stupně čištění je popsán v kapitole č. 2. Systém bude bez stabilizační nádrže.

V tabulce č. 3 jsou znázorněné orientační hodnoty účinnosti konkrétních způsobů čištění uvádějící normou (ČSN 75 6402).

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

Technologie čištění	Účinnost čištění v %				
	BSK ₅	CHSK	NL	N-NH ₄ ⁺	P _{celk}
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 ²⁾ 65 až 95 ¹⁾	15 až 25
Biologické dočišťovací nádrže	65 až 70 80 až 90 ¹⁾	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 ²⁾ až 99 ¹⁾	5 až 20
¹⁾ v letním období (tj. pro $T > 12 \text{ }^{\circ}\text{C}$)					
²⁾ v zimním období (tj. pro $T < 6 \text{ }^{\circ}\text{C}$)					

1.5 Nakládání s vyčištěnou odpadní vodou

Podle vodního zákona (254/2001 Sb.) (§2 odstavec 9) se nakládáním s povrchovými nebo podzemními rozumí mimo jiné i jejich odběr či vypouštění odpadních vod do nich. A podle §8 odst. 1 písm. c téhož zákona je třeba povolení od vodoprávního úřadu pro nakládání s nimi. Ten, kdo vypouští odpadní vodu do vod povrchových či podzemních

je povinen v souladu s rozhodnutím vodoprávního úřadu měřit objem vypouštěných vod a míru jejich znečištění a výsledky měření předávat vodoprávnímu úřadu, který rozhodnutí o vypouštění OV vydal.

1.5.1 Vypouštění odpadní vody

Rozhodnutí o vypouštění OV musí vydat příslušný úřad, jak jsem uvedla výše. Avšak vypouštěná voda musí splňovat emisní limity, která ukládá nařízení vlády (dále jen NV) 401/2015 Sb. NV rozlišuje vypouštění vyčištěné OV do vod povrchových a podzemních.

Vypouštění do podzemních vod je přísnější, protože „biologický rozklad v podzemních vodách probíhá totiž pomalu, samočistící pochody jsou zde vždy mnohem pomalejší než v povrchových vodách“. (Štěrbá, 1986, str.43).

1.5.1.1 Do povrchových vod

Vodoprávní úřad povoluje vypouštění do vod povrchových, který v povolení k vypouštění odpadních vod vždy stanová podle NV č. 401/2015 Sb. § 3 odstavce 2 následující:

- „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“.

Podle §5 odstavce 2 NV (401/2015 Sb.) stanovuje vodoprávní úřad maximální emisní limity, které nesmějí být vyšší jak hodnoty předepsané tímž nařízením vlády, viz Tabulka č. 4.

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

Kategorie ČOV (EO) nebo velikost aglomerace	CHSK _{Cr}		BSK ₅		NL	
	p ³⁾	m ⁴⁾	p ³⁾	m ⁴⁾	p ³⁾	m ⁴⁾
< 500	150	220	40	80	50	80

Nařízení vlády také stanovuje minimální procento úbytku znečištění ve vodách čištěním, které se mají vypouštět do povrchových vod, viz Tabulka 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 _{Cr}	BSK ₅
< 500	70	80

1.5.1.2 Do podzemních vod

Vsakování vyčištěných vod do vod podzemních předepisuje NV č. 57/2016 Sb.). Vsakování do vod podzemních je umožněno jen v případě, není-li možné vypouštět do kanalizačního řádu, či do povrchových vod. Dále podloží musí mít vhodné geologické podmínky pro vsak a vsakovat je možné pouze biologicky čistá voda

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). Níže jsou popsány hodnoty, které NV povoluje vsakovat do vod podzemních (viz Tabulka č. 6 a Tabulka č. 7).

Tabulka č. 6: Ukazatele a emisní standardy pro odpadní vody vypouštěné z jednotlivých staveb pro bydlení a rodinnou rekreaci. (NV 57/2016 Sb.)

Velikostní kategorie (EO)*	"m"*** (mg/l)				
	CHSK _{Cr}	BSK ₅	N-NH ₄ ⁺	NL	N _{celk}
< 10	150	40	20	30	x
10-50	150	40	x	30	30
> 50	130	30	x	30	20

Tabulka č. 7: Ukazatele a emisní standardy přípustného znečištění OV vypouštěných do vod podzemních (vypouštěné z jednotlivých staveb poskytující ubytování). (NV 57/2016 Sb.)

m (mg/l)				
CHSK _{Cr}	BSK ₅	NL	P _{celk}	N _{celk}
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

V této kapitole jsem objasnila, co to jsou odpadní vody, dále jaké znečištění se u nich hlídá a jak velké může být. Odvodila jsem na čem je závislé množství OV. Dále jsem představila čtyři různé způsoby čištění odpadních vod od malých znečištění (do 50 EO). A v poslední řadě jsem zmínila, že vypouštění odpadních vod je dvojí a každé hlídá jiné nařízení vlády.

Jelikož v praktické části nemohu vyčištěnou odpadní vodu vypouštět do povrchových vod, musím ji vsakovat. Vsakovat je možné pouze biologicky čištěné vody. Pro návrh čištění volím systém popsany v kapitole č. 1.4.2 a to konkrétně vegetační čistírny odpadních vod, rozeberu v kapitole č. 2.

2 Vegetační čistírny odpadních vod

Vegetační čistírny odpadních vod neboli kořenové čistírny odpadní vod (dále jen KČOV), jsou umělými mokřady s podpovrchovým průtokem. Systém vegetačních čistíren odpadních vod je popsán v kapitole 1.4.2. V této kapitole popíšu jednotlivé druhy kořenových čistíren odpadních vod (dále jen KČOV), jejich výhody, nevýhody a princip fungování. Níže je rozebrány *horizontální, vertikální* a hybridní systém *dvoustupňové vertikální kořenové čistírny odpadních vod*.

KČOV slouží na principu průtoky OV propustným substrátem, ve kterém jsou osázené rostliny. KČOV vnikly v Německu v první polovině 60. let 20. století, dneska se navrhuji samostatné horizontální, či vertikální pole, dřív však tvořily systém polí a byly napojené za sebou, kde vertikální pole plnilo též funkci předčištění. Vertikální pole bylo skrápěno přerušovaně, což vedlo k většímu provzdušňování OV, čím jsou zlepšené podmínky pro nitrifikaci a lepšímu odstranění amoniakálního dusíku. V horizontálním poli probíhají však spíše anoxické či anaerobní procesy, což napomáhá k denitrifikaci dusičnanů vzniklých nitrifikací. Vertikální filtry postupem času byly nahrazeny klasickým mechanickým předčištěním (septikem) a vertikální filtry se začaly využívat až v 80. letech 20. století, kvůli vyššímu odstraňování amoniakálního dusíku. V současné době se pět navrácí ke kombinovaným systémům, které jsou většinou označovány jako hybridní. (Vymazal, 2016)

KČOV mají čistící funkci, ale také estetickou, díky osazením pole mokřadními rostlinami nijak neruší krajinný ráz. Dále zadržují na chvíli vodu v krajině a umožňují tím vyššího výparu, tedy k napomáhání malého koloběhu vody, mikroklimatu. Zelené rostliny vyrábějí kyslík a blahodárně působí na psychiku člověka. Pořád je zakořeněno v mysli člověka, že by odpadní vodu měl odvádět co nejrychleji a co nejdál od sebe. To však způsobuje umělé přemísťování vody a podle Štěrbý (1986) k rychlejšímu čerpání vodních zdrojů, než je možná jejich obnova. Proto by se mělo víc vody vsakovat než vypouštět do vodotečí. Zdrží-li je voda v krajině kratší dobu, může to vést k vysušování půdy až ke změně lokálního klimatu, které nese změny extrémní změny počasí, na které nejsme zvyklí (extrémní sucha, přívalové deště).

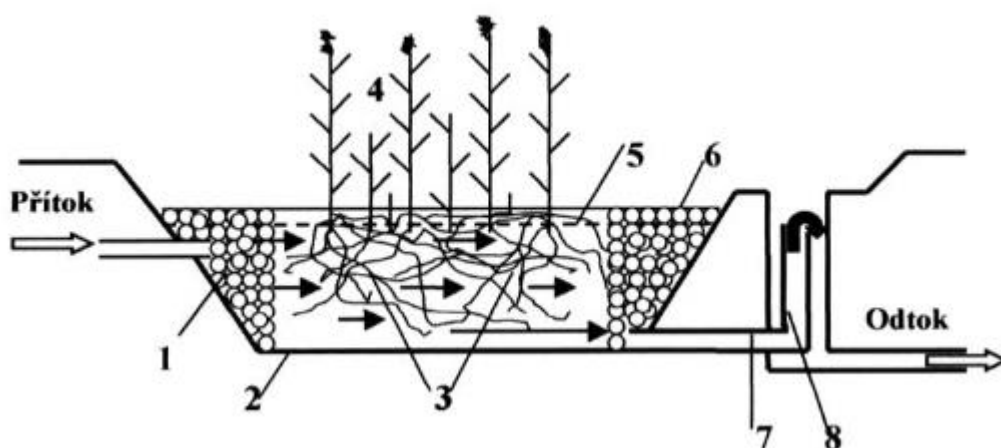
KČOV je tvořen hlavními třemi stupni čištění: *mechanického předčištění, hlavního stupně čištění* a *dočištění*. Mezi mechanické předčištění patří lapáky tuků, lapáky písku,

usazovací nádrže a septik popsán v kapitole 1.4.2.1. Hlavním stupněm jsou filtrační pole s propustným substrátem a osázené mokřadními rostlinami. Poslední fází je dočištění, které může být opomenuto viz 1.4.2.3, může však sloužit esteticky, či může napomáhat mikroklimatu výparem.

2.1 Horizontální KČOV (HF)

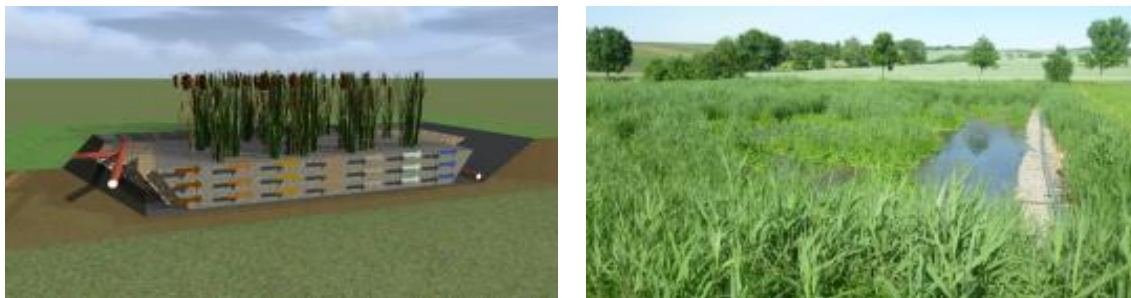
Horizontální KČOV jsou převážně užívány tam, kde je velká variabilita vstupních koncentrací, protože tyto čistírny jsou schopné významně využít účinnosti čistírny i při velmi nízkých přítokových koncentracích organických látek. (Vymazal, 2016)

Hloubka mokřadního pole je odvozena délkou kořenů a oddenků rákosu obecného, kterým se dříve osazovali KČOV, domnívali se, že transport kyslíku prostřednictvím kořenů napomáhá vytvořit aerobní prostředí, což není pravda. Je důležité, aby filtrační pole bylo dostatečně propustné, bylo prokázáno, že pole s menší zrnitostí filtru má větší účinek, avšak se rychleji zanáší. Proto je důležité, aby veškeré kamenivo bylo proprané od prachu a jílu, aby se nezaneslo příliš rychle. Na dně filtračního pole je drenážní vrstva, která zajistí rovnoměrný odtok vody z celého dna filtru. Filtrační pole je od zeminy odděleno nepropustnou vrstvou u menších polí se používá fólie PVC 8003 tloušťky 1 mm a u větších polí PR-H tloušťky 1,5-2 mm. Plastová fólie je chráněna z obou stran geotextilií. (Vymazal, 2016)



Obrázek č. 4: Typické uspořádání kořenové čistírny s horizontálním průtokem. 1-distribuční zóna (kamenivo, 50-200 mm), 2-nepropustná bariéra (PE nebo PVC), 3-filtrační materiál (kačírek, štěrk, drcené kamenivo), 4-vegetace, 5-výška vodní hladiny v kořenovém loži nastavitelná v odtokové šachtě, 6-odtoková zóna (shodná s distribuční zónou), 7-sběrná drenáž (kamenivo, 50-200 mm), 8-regulace výšky hladiny. (Vymazal, 2016)

V horizontální KČOV se voda pohybuje dá se říct horizontálně. Voda je přiváděna na jeden okraj pole a z druhého okraje je odváděna pryč. Ve většině případů je pole plně zatopené a hladiny vody je těsně pod povrchem pole. Tím je v poli vytvořeno anaerobní prostředí, které neumí odbourávat amoniakální dusík, a které může zapáchat. (Křiška, 2015)



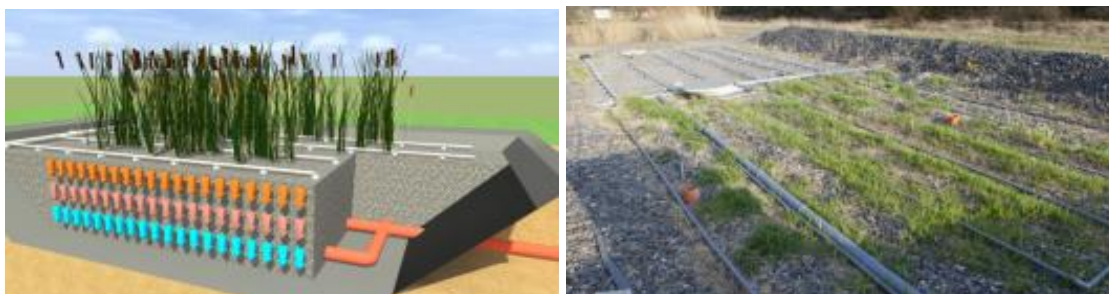
Obrázek č. 5: (Vlevo) Model horizontálního filtru KČOV. (Křiška, 2015)

Obrázek č. 6: (Vpravo) Pohled na horizontální filtr. (Křiška, 2015)

Přívodná rozdělovací potrubí jsou navržena takovým způsobem, aby se předcházelo vzniku zkratovým proudům. U odtoku je vypouštěč, který zapříčiní kolísání vody a tím zvýší účinnost čištění ve filtru.

2.2 Vertikální KČOV (VF)

Vertikální KČOV nebyla původně navržena jako samostatný stupeň čištění, ale pouze jen jako předčištění. Používá se převážně pro malé čistírny (i když ve Francii se používají i pro velké čistírny nad 1000 EO), a tam kde je potřeba odbourat větší množství amoniakálního dusíku.



Obrázek č. 7: (Vlevo) Model vertikálního filtru KČOV. (Křiška, 2015).

Obrázek č. 8: (Vpravo) Obrázek č. 7: Pohled na vertikální filtr před zahájením vegetačního období. (Křiška, 2015).

Na rozdíl od horizontálního filtru, kam je voda přiváděna na pole kontinuálně, na vertikální pole je voda pouštěna přerušovaně v konkrétních dávkách, což napomáhá k většímu prokysličení OV a lepším podmínkám pro nitrifikaci, tedy lepšímu odstranění amoniakálního dusíku. Vertikální filtry se navrhují 1-1,2 m hluboké, na rozdíl od horizontálního pole se zde používá převážně písek a pole se skládá z několika vrstev, které jsou rozdílné svou zrnitostí. Na pole se sází hlavně rákos obecný, který plní stejnou funkci jako u horizontálního filtru odebíráním živin, ale i svými kořeny zlepšuje propustnost vrstvy filtru. Rozložení vrstev navrhuje norma ČSN 75 6402 (viz Tabulka č. 8: Složení vrstev u vertikálního filtru s vegetací. (ČSN 75 6402) Tabulka č. 8)

Křiška (2015, str. 29) ve své publikaci tvrdí, že „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“

Tabulka č. 8: Složení vrstev u vertikálního filtru s vegetací. (ČSN 75 6402)

Název vrstvy	Výška (mm)	Material
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 ²
Kompenzační vrstva (v případě nutnosti)	0-50	Písek

Aby se docílilo maximální účinnosti filtru, je zapotřebí aby se voda rozmístila najednou ne celou plochu rovnoměrně. Dávkování určuje mechanický vypouštěč nebo čerpadlo, který je před filtrem. Soustava musí zajistit, aby se OV vypouštěla na pole alespoň jednu minutu. Těsně nad polem je umístěno rozdělovací potrubí PP-HT DN 40, v němž jsou rovnoměrně umístěné díry, ze kterých teče voda po dobu vypouštění. Podle Křišky (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.

Rozvodné potrubí musí být stabilizováno nad polem ve vodorovné rovině s odchylkou max. 1 cm. Ve spodní části potrubí se nacházejí díry o průměru 5 mm, tyto díry by měli

tvořit přibližně pravidelnou síť bodů, vzdálených od sebe 800 mm, aby se docílilo rovnoměrného rozptýlení vody po celé ploše filtru. (Křiška. 2015)

2.3 Dvoustupňový vertikální KČOV

Dříve se navrhoval systém VF-HF, kde ve vertikálním filtru probíhala nitrifikace (odstranění amoniakálního dusíku) a v horizontálním denitrifikace. Tento systém je použit v malém; a to v prvním poli hybridního dvoustupňového vertikálního filtru. To docílí odstranění potřebného celkového dusíku. Níže popíšu dvoustupňový vertikální systém.

Výsledky rakouského výzkumného projektu dokazují, že při dvoustupňovém vertikálním filtru postačí jeho plocha na 2 m²/EO. A účinnost odstranění celkového dusíku může stoupnout až na 58 % při dvoustupňovém systému; (první pole má hlavní filtrační vrstvu s velikostí zrn 1/4 mm a zatopenou drenážní vrstvu; druhé pole má velikost zrn 0,06/4 mm v hlavní filtrační vrstvě a volnou (nezatopenou) drenážní vrstvu). Systém byl provozován s organickým zatížením 80 g_{CHSK}/m²/den pro první stupeň (1 m²/EO), tedy 40 g_{CHSK}/m²/den (2 m²/EO). Ačkoliv byl dvoustupňový systém provozován s větším zatížením než jednostupňový systém (zrnitost hlavní filtrační vrstvy 0,06/4 mm, volná drenáž, organické zatížení 20 g_{CHSK}/m²/den), může vyčištěná voda dosahovat stejných či vyšších kvalit jak u jednostupňového systému. Česká norma ČSN 75 6402 umožňuje navrhovat plošné zatížení 15–20 g_{CHSK}/m²/den. (Langergraber, 2007)

Při výzkumu po dobu dvou let bylo dokázáno že dvoustupňový systém (první pole: velikost zrn 2/3,2 mm v hlavní vrstvě a zatopená drenážní vrstva; druhé pole: velikost zrn 0,06/4 mm a klasická drenážní vrstva), který byl zatěžován 40 g_{CHSK}/m²/den a plošně odpovídal 2 m²/EO, obstál bez žádných problémů za celou dobu a splnil rakouské normy. Kromě toho se dosáhlo průměrné účinnosti odstranění dusíku 53 % a průměrné rychlosti eliminace dusíku 2,7 g_N/m²/d a 986 g_N/m²/rok. Lze tedy konstatovat, že dvoustupňový vertikální systém dosahuje vyšší kvality vyčištěné odpadní vody ve srovnání s jednostupňovým vertikálním systémem s přerušovaným skrápěním, i když dvoustupňový systém je zatížen dvojitou organickou zátěží, a právě proto má pouze poloviční požadavek na specifickou plochu. (Langergraber, 2007)

3 Vsakování

Přímé vypouštění odpadních vod do podzemních vod je zakázáno vodním zákonem č. 254/2001 §38 odstavcem 9. Vsakovat vyčištěnou odpadní vodu lze jen v případě, že nelze vodu odvádět jinam (do povrchových vod, či do veřejné kanalizace).

Dále vsakovat lze pouze biologicky čištěnou odpadní vodu, přípustné hodnoty znečištění pro vsakování uvádí NV 57/2016 Sb.

Návrh vsakovacího zařízení předepisuje norma ČSN 75 9010. Závisí na principu porovnání přítoku vody na vsakovací zařízení s odtokem (vsakem) vody ze vsakovacího zařízení. Následující vztah (3.1) vyjadřuje odtok vsaku (Q_{vsak}).

$$Q_{vsak} = \frac{1}{f} * k_v * A_{vsak} * t \quad (3.1)$$

Kde f je součinitel vsaku (obvykle 2),

k_v koeficient vsaku,

A_{vsak} plocha vsakovacího zařízení,

t doba vsaku.

Návrh vsakovacího objektu je v kapitole 4.4.

4 Praktická část

Návrh čistírny odpadních vod je na spodní části rozlehlého pozemku, ze kterého nově vznikne 7 nových parcel. Na nichž se vybuduje 7 nových rodinných domů, které bude čistírna obsluhovat. Jelikož se jedná o vesnickou oblast, lze předpokládat, že lidé budou dojíždět do práce do větších měst, a tudíž se dá předpokládat s menší spotřebou vody, případně nárazovou spotřebu vody. Kterou nejlépe zvládá právě kořenová čistírna odpadních vod. Bohužel však terén pozemku není dostatečně svahový, proto bude třeba čerpadel. Ty jsou však méně poruchová než mechanický pulzní vypouštěč a jejich provozní náklady nejsou značně vysoké. Nemožnost vypouštět vyčištěnou vodu do blízké vodoteče, vedla k návrhu vsakovacího objektu. Nařízení vlády udává přípustné hodnoty znečištění, které je možné vsakovat, které jsou mnohem přísnější než při vypouštění vyčištěné OV do povrchových vod. To vedlo k návrhu dvoustupňového vertikálního systému, který likviduje více celkového dusíku než klasický jednostupňový systém.

4.1 Množství odpadní vody

Množství odpadní vody se odvíjí od EO. Tudíž za předpokladu, že každý rodinný dům odpovídá 4 EO, celkem odpovídá 28 EO. Druhá důležitá hodnota je specifická spotřeba vody (q_{spec}), jelikož rodinné domy ještě nestojí musíme spotřebu vody odhadovat. Norma ČSN 75 6402 specifickou spotřebu vody na jednoho EO 90-120 l/den; ve výpočtech předpokládám s průměrnou hodnotou tohoto rozmezí, tedy: (q_{spec}) 105 l/den/EO.

Průměrný denní průtok:

$$Q_{24,m} = q_{spec} * n = 105 \frac{l/d}{EO} * 28 EO = 2,94 m^3/d. \quad (4.1)$$

4.2 Návrh anaerobního separátoru

Jako první stupeň čištění (mechanického) navrhují anaerobní separátor. AS se skládá ze tří komor, konkrétně ze tří betonových nádrží, na přání investora. Plastové nádrže by byli lepší na manipulaci a měli by menší pořizovací cenu. Betonové nádrže však mají delší životnost. Nádrže budou průtočné s tím, že přítok do první nádrže bude o 50 mm výš než odtok z poslední nádrže. Nádrže budou spojené potrubím pro venkovní kanalizace (PVC KG 110).

Velikost AN se počítá podle vztahu uvedené v normě ČSN75 6402, níže je více rozepsán (4.2). Vstupní údaje jsou součinitel vyjadřující kalový prostor, který udává norma (a); počet připojených EO (n), které jsem výše odvodila na 28 EO; specifická spotřeba vody (q), kterou jsem zprůměrovala z normy na 105 l/d/EO; a minimální doba zdržení 4 dny, podle normy.

$$V = a * n * q * t = 1,5 * 28 \text{ EO} * 105 \frac{\text{l}}{\text{d} * \text{EO}} * 4 \text{ d} = 18 \text{ m}^3 \quad (4.2)$$

Podle výsledného potřebného objemu AS 18 m³. Jsem po schválení investorem našla konkrétní tři betonové nádrže. První nádrž má objem podle výrobce 13 m³ a další dvě jsou po 8,6 m³. Užitený objem první nádrže (V_1) je vyjádřen vztahem (4.3), zbylých dvou stejných nádrží (V_2) (4.4) a celkový užitený objem (V_c) (4.5). Označení (d) = vnitřní délka nádrže, ($š$) = vnitřní šířka nádrže a (h_{H_2O}) = výška hladiny při úplném zatopení.

$$V_1 = d * š * h_{H_2O} = 4,00 \text{ m} * 2,00 \text{ m} * 1,08 \text{ m} = 8,64 \text{ m}^3 \quad (4.3)$$

$$V_2 = d * š * h_{H_2O} = 1,95 \text{ m} * 1,75 \text{ m} * 1,75 \text{ m} = 5,97 \text{ m}^3 \quad (4.4)$$

$$V_c = V_1 + 2 * V_2 = 8,64 \text{ m}^3 + 2 * 5,97 \text{ m}^3 = 20,58 \text{ m}^3 \quad (4.5)$$

Skutečný účinný objem septiku 20,58 m³ (4.5), je větší než potřebný objem septiku 18 m³ (4.2).

V AS se postupem času usazuje kal, který zmenšuje užitený objem AS. Ve vztahu (4.2) je součinitel vyjadřující kalový prostor $a = 1,5$; který zvětšuje nádrž o polovinu. Avšak produkce množství kalu závisí na jeho stáří a vztahuje k jednomu EO podle Imhoffa (citovaného v několika publikacích např. Tuček, 1977; Šálek, 2006 a další). Ten uvádí, že při mechanickém čištění a vyhnívání čerstvého kalu je produkce kalu ($V_{kal,1}$) 2,16 l/EO/den. Celkové roční množství kalu (V_{kal}), vyjádřené vztahem (4.6), je tedy závislé na počtu připojených EO a jejich produkci kalu.

$$V_{kal} = V_{kal,1} * n * 365 \text{ dní} = 2,16 * 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{d} * \text{EO}} * 28 \text{ EO} * 365 \text{ d} = 22,08 \text{ m}^3 / \text{rok} \quad (4.6)$$

4.2.1 Ověření doby zdržení v anaerobním separátoru

Norma ČSN 75 6402 udává povinnost vyváže kal z AS minimálně jednou ročně. Pomocí vztahu (4.7) jsem vyjádřila dobu zdržení OV v době vývozu kalu, tedy nejhorší možnou variantu, která může nastat. Tato doba zdržení (T) je závislá na momentálním účinném objemu AS; tedy rozdílem celkového účinného prostoru (V_c) a momentálního objemu kalu (V_k); a na průměrném denním průtoku ($Q_{24,m}$) v m^3/den .

$$T = \frac{V_c - V_k}{Q_{24,m}} [\text{den}] \quad (4.7)$$

Snažila jsem se znázornit (viz Tabulka č. 9), kolik EO by mohlo být po celou dobu připojeno, kdyby se kal vyvážel jednou, dvakrát, třikrát a čtyřikrát za rok, aniž by klesla doba zdržení OV v AS T pod 4 dny. Tabulka č. 10 znázorňuje výpočet nejkratší doby zdržení T podle vztahu (4.7), která nastane pouze dvakrát za rok, a to při vývozu kalu.

Tabulka č. 9: Počet (n) EO v závislosti na četnosti vyvážení kalu za rok (F) při době zdržení OV v AS 4 dny, v době vývozu kalu.

F	n
počet/rok	EO
1	17
2	25
3	30
4	33

Tabulka č. 10: Výpočet nejkratší doby zdržení OV v AS při vývozu kalu 2x za rok, podle vztahu (4.7).
T – nejmenší počet dní zdržení OV v AS, která nastane dvakrát za rok. $Q_{24,m}$ – průměrný denní přítok;
 V_{kal} – množství kalu v AS za jeden rok; V_k – množství kalu za půl roku; n – počet připojených ekvivalentních osob

n	$Q_{24,m}$	V_{kal}	V_k	T
EO	m^3/den	m^3/rok	m^3	dny
28	2,94	22,08	11,04	3,25
25	2,63	19,71	9,86	4,09
20	2,10	15,77	7,88	6,05

Při obsazení 28 EO klesne doba zdržení T kvůli usazenému kalu na 4 dny až po 146 dnech provozu od vývozu kalu. To znamená, že se voda v AS po cca 2x 36 dní zdrží o trochu méně než 4 dny a ve zbylých 292 dní v roce se OV v AS zdrží v průměru o mnohem déle než právě ty 4 dny, které udává norma. Norma udává účinnost septiku 40-80 %. Tudíž bych mohla uvažovat, že těsně před vývozem kalu bude účinnost AS 40 %, avšak na

základě konzultace s vedoucím práce; který se této problematice ve výzkumu a praxi věnuje několik let; by 40% účinnost AS mohla nastat pouze při špatné údržbě, tj. nevyvážení kalu. A 80% účinnost nastává již při 6 dnech zdržení OV v AS.

Při tomto návrhu je třeba dbát na největší možný počet připojených EO, při zvýšení tohoto počtu, v již zaběhnutém provozu, by se hodilo přidat další nádrž jako součást septiku, aby nehrozilo zanesení dalšího druhého stupně čištění.

4.3 Návrh dvoustupňových vertikálních skrápěných filtrů

Plocha filtračního pole se odvozuje podle Křišky (2015) z koncentrace znečištění $CHSK_{Cr}$, jak jsem uvedla v kapitole 0. Taktéž norma ČSN 75 6402 říká, že plocha „filtru se stanoví z průměrného denního množství (přítoku) odpadní vody, přípustného hydraulického plošného zatížení a z množství znečištění, které filtr je schopen odstranit. Přípustné hydraulické zatížení v_f je maximálně 0,15 m/den“. Výpočet plochy v závislosti na hydraulickém plošném zatížení (4.8) je závislý na součiniteli místních podmínek (k) a na průměrném denní přítoku. Plocha vychází 19,6 m².

$$A_{min} = \frac{k \cdot Q_{24,m}}{v_f} = \frac{1 \cdot 2,94}{0,15} = 19,6 \text{ m}^2 \quad (4.8)$$

Výpočet plochy v závislosti na denním množství zatížení CHSK je popsán vztahem (4.9). Jedná se vztah vyjadřující schopnost odstranění látkového znečištění. Množství znečištění za AS ($D_{CHSK(zá AS)}$) je závislé na průměrném denním přítoku OV ($Q_{24,m}$) a koncentraci znečištění CHSK za AS ($C_{CHSK(zá AS)}$). Koncentrace $C_{CHSK(zá AS)}$ se odvodí z účinnosti AS, tu jsem zvolila na spodní hranici rozmezí, které uvádí norma, tedy na 40 %. Vstupní koncentraci znečištění CHSK dostanu součinem denní produkce znečištění CHSK 120 g/EO/d a specifickou spotřebou vody (q_{spec}) 105 l/EO/den. Vstupní koncentrace na AS ($C_{CHSK(přítok)}$) je tedy 1 143 mg/l. Při účinnosti AS odstranění znečištění CHSK 40 %, vzniká za před filtrem koncentrace ($C_{CHSK(zá AS)}$) 686 mg/l. Výsledné množství znečištění za AS ($D_{CHSK(zá AS)}$) podělím účinností, kterou filtr odstraňuje znečištění CHSK (U_{CHSK}). Tuto účinnost předepisuje česká norma na 15-20 g_{CHSK}/m²/den. V rakouském výzkumu se dokázalo, že dvoustupňový vertikální filtr zvládá odstranit znečištění CHSK 40 g_{CHSK}/m²/den, avšak dvoustupňový vertikální filtr česká norma nezná. Tudíž předpokládám že $U_{CHSK} = 20 \text{ g}_{CHSK}/\text{m}^2/\text{den}$. Podle těchto náležitostí vychází plocha na 100,8 m².

$$A = \frac{D_{CHSK (za AS)}}{U_{CHSK}} = \frac{Q_{24,m} * C_{CHSK (za AS)}}{U_{CHSK}} = \frac{2,94 \frac{m^3}{d} * 686 \frac{mg}{l}}{20 \frac{g_{CHSK}}{m^2 * d}} = 100,8 m^2 \quad (4.9)$$

Plocha se však dá počítat i jednodušším způsobem, který uvedu ve vztahu (4.10) a (4.11). Obecné vyjádření výpočtu plochy (4.10) zřehledňuje, kolik vychází m^2 na počet připojených EO. Získá se podílem množství znečištění za AS ($D_{CHSK (za AS)}$) a účinnosti odstranění znečištění CHSK (U_{CHSK}). $D_{CHSK (za AS)}$ se získá odečtením účinnosti odstranění CHSK anaerobním separátorem tedy 40 %, jak jsem uvedla výše, od produkce znečištění CHSK 120 g/EO/d.

$$A_{spec.} = \frac{D_{CHSK (za AS)}}{U_{CHSK}} = \frac{72 \frac{g_{CHSK}}{EO * d}}{20 \frac{g_{CHSK}}{m^2 * d}} = 3,6 \frac{m^2}{EO} \quad (4.10)$$

$$A_{celk.} = n * A_{spec.} = 28 EO * 3,6 \frac{m^2}{EO} = 100,8 m^2 \quad (4.11)$$

Je tedy zřejmé, že plocha filtru je závislá na účinnosti předchozího stupně čištění, mechanického čištění. Účinnost předchozího stupně ovlivňuje hlavně doba zdržení OV v AS, tedy jeho rozloha. Druhá hlavní složka ovlivňující plochu filtru je jeho schopnost odstraňování znečištění CHSK. Podle rakouského výzkumu by mohla být plocha filtru o polovinu menší, avšak tento fakt není v českých normách a úřady většinou k ničemu jinému nepřihlíží.

S investorem jsme určili místo pro filtr a jeho tvar jsme uzpůsobili tomuto prostoru, aby bylo využito co nejvíce místa, tzn. že filtr má atypický tvar. Filtr se skládá ze dvou částí, které jsou od se výškově oddělené, aby se lépe osadili do terénu. OV bude putovat do AS, dále přepadem do první části čerpací šachty, která bude vypouštět OV na první filtrační pole v dávkách, které předepisuje norma. Čerpací šachta bude opatřena přepážkou, 2 vtoky, 2 výtoky a 2 čerpadly. Z prvního filtru poteče voda do druhé části šachty s čerpadlem, odkud bude voda čerpaná na druhé pole stejně jako na první. Z druhého pole poteče voda samospádem do akumulární šachty, ze které se vyčištěná OV bude čerpat do vsakovacího zařízení. Vrstvy filtračního pole jsou popsány níže (viz Tabulka č. 11), inspirace pro jejich zvolení sloužila česká norma a rakouský výzkum, popsány v kapitole 2.3.

Tabulka č. 11: Vrstvy filtračního pole.

Název vrstvy	1. pole		2. pole	
	Výška (mm)	Materiál	Výška (mm)	Materiál
Svrchní vrstva	100	Pohledový kačírek 4/8 mm	100	Pohledový kačírek 4/8 mm
Hlavní filtrační vrstva	600	Praný štěrk 2/4 mm	600	Praný písek 0/4
Přechodový filtr	-	-	50	Praný štěrk 2/4 mm
Drenážní vrstva	250	Drcený štěrk (praný) 16/32 nebo 8/16 mm nebo 4/8 mm	200	Drcený štěrk (praný) 16/32 nebo 8/16 mm nebo 4/8 mm
	zatopená		volná	
Hydroizolace	-	Geotextilie netkaná, 300 g/m ²	-	Geotextilie netkaná, 300 g/m ²
	-	Folie FATRAFOL 805, tl. 1,0 mm	-	Folie FATRAFOL 805, tl. 1,0 mm
	-	Geotextilie netkaná, 300 g/m ²	-	Geotextilie netkaná, 300 g/m ²
Podsyp	50	pískový	50	pískový

4.4 Návrh vsakovacího objektu

V kapitole 3 jsem psala, že návrh vsakovacího zařízení závisí na porovnání přítokového a odtokového množství vody na něj. Odtok ze vsaku je vyjádřen ve vztahu (4.12)

$$Q_{vsak} = \frac{1}{f} * k_v * A_{vsak} * t = \frac{1}{2} * 0,000006 * 15 * 8640 = 3,88 \frac{m^3}{den} \quad (4.12)$$

Kde f je součinitel vsaku (obvykle 2),

k_v koeficient vsaku (podle hydrologa 0,000006 m/s)

A_{vsak} plocha vsakovacího zařízení (volím 15 m²),

t doba vsaku (8640 s).

Přítok do vsakovacího zařízení je menší jak vsakování, tudíž návrhová plocha 15 m² vyhoví.

4.5 Ověření návrhu a výpočet odtokových koncentrací

Vyčištěná odpadní vody se má vsakovat, tudíž k ověření správného návrhu poslouží porovnání s hodnotami, které udává nařízení vlády uvedené v kapitole 1.5.1.2, tedy s hodnotami přípustného znečištění OV vypouštěných do vod podzemních.

4.5.1 Výpočet odtokových koncentrací znečištění CHSK

V kapitole 4.3 při vysvětlení vstupních podkladů pro vztah (4.9) jsem zjistila, že koncentrace znečištění CHSK za AS (je-li jeho účinnost odbourání CHSK 40 %), je ($c_{CHSK (za AS)}$) 686 mg/l. Vynásobím-li $c_{CHSK (za AS)}$ průměrnou denní spotřebou vody ($Q_{24,m} = 2,94 \text{ m}^3/\text{den}$), dostanu množství znečištění na odtoku z AS ($D_{CHSK (za AS)}$) 2 016 g_{CHSK}/den . Množství odstranění znečištění CHSK filtrem ($D_{CHSK (filtr)}$) se získá součinem celkové plochy filtračního pole tedy 132 m^2 a účinnosti čištění pole $U_{CHSK} = 20 \text{ g}_{CHSK}/\text{m}^2/\text{den}$. Vztah (4.13) znázorňuje výpočet odtokové koncentrace znečištění CHSK z druhého stupně čištění ($c_{CHSK (za filtr)}$), hodnoty však sahají do záporných čísel. Po konzultaci s vedoucím práce jsem usoudila, že v praxi je možné dosáhnout nejnižších hodnot 20 mg/l. I kdybych účinnost filtru snížila na $15 \text{ g}_{CHSK}/\text{m}^2/\text{den}$, výsledná hodnota bude stále menší než 20 mg/l, tudíž odhaduji na výtoku tuto koncentraci. Ve skutečnosti hodnoty mohou sahat i níže, protože je vertikální filtr navržen podle rakouského výzkumu, kde odhadují účinnost tohoto návrhu $40 \text{ g}_{CHSK}/\text{m}^2/\text{den}$.

$$c_{CHSK (za filtr)} = \frac{D_{CHSK (za AS)} - D_{CHSK (filtr)}}{Q_{24,m}} = \frac{2016 \frac{g}{d} - 2640 \frac{g}{d}}{2,94 \frac{m^3}{d}} = < 0 \cong 20 \frac{mg_{CHSK}}{l} \quad (4.13)$$

Tato metoda získání odtokové koncentrace znečištění CHSK ($c_{CHSK (za filtr)}$) není příliš adekvátní, protože stejným způsobem jsem získala plochu vertikálního filtru. Proto v následující kapitole zjistím odtokové koncentrace znečištění BSK a z ní nadále zjistím odtokovou koncentraci znečištění CHSK.

4.5.2 Výpočet odtokových koncentrací znečištění BSK

Výpočet odtokové koncentrace BSK₅ získám pomocí objemového látkového znečištění B_v. NV určuje produkci BSK₅ na 60 g/EO/den, vynásobením se specifickou spotřebou vody 105 l/EO/den získám koncentraci znečištění BSK₅ na přítoku do čistírny ($c_{BSK5 (přítok)}$) 571 mg/l. Účinnost AS odstranění znečištění BSK₅ určuje norma v rozmezí

50-75 %, stejně jako výše jsem zvolila spodní hranici a to 50 %. Díky tomu z AS odtéká koncentrace ($C_{BSK5 (za AS)}$) 286 mg/l. Pro výpočet koncentrace znečištění BSK₅ je třeba vyjádřit objem látkového znečištění (4.13), kde V představuje objem filtru, tedy plochu vynásobenou jedním metrem výšky.

$$B_v = \frac{Q_{24,m} * C_{BSK5 (za AS)}}{V} = \frac{2,94 \frac{m^3}{d} * 286 \frac{mg}{l}}{132 m^3} = 0,006 \frac{kg}{m^3 * d} \quad (4.14)$$

Čištění BSK₅ je závislé na teplotě prostředí, ve kterém probíhají čistící procesy. Předpokládám, že v zimním období bude teplota odpadní vody 7 °C. Vliv teploty a koncentrace znečištění BSK₅ vyjadřuje součinitel a (viz Tabulka č. 12), součinitel se získá interpolací, pro mou potřebu je $a = 0,498$

Tabulka č. 12: Hodnoty součinitele a. (Hlavínek, 1996).

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

Účinnost filtru ($E_{BSK5(filtr)}$) při odstranění BSK₅ jsem počítala ze závislosti uvedené v Hlavínkově publikaci *Čištění odpadních vod – praktické příklady výpočtů* (1996), (viz vztah (4.15)).

$$E_{BSK5 (filtr)} = \frac{100}{1 + a * \sqrt{B_v}} = \frac{100}{1 + 0,498 * \sqrt{0,006}} = 96,2 \%^{13} \quad (4.15)$$

Výslednou odtokovou koncentraci znečištění BSK₅ ($C_{BSK5 (za filtr)}$) získáme pomocí $C_{BSK5 (za AS)}$ a $E_{BSK5(filtr)}$.

$$C_{BSK5 (za filtr)} = C_{BSK5 (za AS)} - E_{BSK5 (filtr)} = 11 mg/l \quad (4.16)$$

Z $C_{BSK5 (za filtr)}$ můžu zjistit $c_{CHSK (za filtr)}$. Jestliže produkce CHSK znečištění je dvakrát větší jak produkce BSK₅ znečištění; mohu předpokládat, že $c_{CHSK (za filtr)}$ bude též dvojnásobná jak $C_{BSK5 (za filtr)}$.

$$c_{CHSK (za filtr)} = 2 * C_{BSK5 (za filtr)} = 22 mg/l \quad (4.17)$$

¹³ Norma ČSN 75 6402 udává orientační hodnoty účinnosti čištění BSK₅ u vertikálního filtru s vegetací v rozmezí 75 až 98 %.

4.5.3 Výpočet odtokových koncentrací znečištění NL

Čištění NL není nijak závislé na okolí teplotě, NL jsou z vody odlučovány sedimentací a filtrací. Podílem produkce NL, které udává NV na 55 g/EO/den, a specifické spotřeby vody, 105 l/EO/den, získám koncentraci znečištění NL při vstupu na čistírnu $C_{NL}(\text{přítok}) = 524 \text{ mg/l}$. Norma ČSN 75 6402 udává orientační hodnoty účinnosti čištění NL; pro AS je to 70-90 % a pro vertikální filtr s vegetací 85-99 %. Opět volím nejnižší hodnoty. Dílčí a výsledná hodnota koncentrace znečištění NL je uvedeno níže viz Tabulka č. 13, tedy $C_{NL}(\text{za filtr}) = 24 \text{ mg/l}$.

Tabulka č. 13: Výpočet C_{NL} .

$C_{NL}(\text{přítok})$	$E_{NL}(\text{AS})$	$C_{NL}(\text{za filtr})$	$E_{NL}(\text{filtr})$	$C_{NL}(\text{za filtr})$
mg/l	%	mg/l	%	mg/l
524	70	157	85	24

4.5.4 Výpočet odtokových koncentrací znečištění P

Jelikož se vyčištěná odpadní voda bude vsakovat, nařízení vlády stanovuje i maximálně přípustné znečištění P i N.

Norma stejně jako u NL stanovuje orientační hodnoty účinnosti odstraňování P v AS 10-45 % a ve vertikálním filtru 5-25 %. Produkce P odpovídá 2,5 g/EO/den. Podílem produkce a specifické spotřeby vody získám přítokovou koncentraci znečištění $C_P(\text{přítok}) = 24 \text{ mg/l}$. Předpokládám, že AS bude čistit se 45% účinností a každý filtr s účinností 25 %. To znamená, že na výstupu z čistírny by měla být koncentrace znečištění 7 mg/l. Skutečnost se ukáže až měřením.

Tabulka č. 14: Výpočet C_P .

$C_P(\text{přítok})$	$E_P(\text{AS})$	$C_P(\text{za filtr})$	$E_P(\text{filtr 1})$	$C_P(\text{za filtr 1})$	$E_P(\text{filtr 2})$	$C_P(\text{za filtr 2})$
mg/l	%	mg/l	%	mg/l	%	mg/l
24	45	13	25	10	25	7

4.5.5 Výpočet odtokových koncentrací znečištění N

Norma uvádí orientační hodnoty účinnosti čištění pouze pro amoniakální dusík N-NH_4^+ , avšak při vypouštění odpadních vod do vod podzemních se hlídá celkový dusík. Langergraber (2007) ověřil ve svém výzkumu účinnost eliminace celkového dusíku na $2,7 \text{ g}_\text{N}/\text{m}^2/\text{den}$ ve dvoustupňovém vertikálním filtru. NV udává produkci celkového dusíku $11\text{--}20 \text{ g}/\text{EO}/\text{den}$, počítám s $14 \text{ g}/\text{EO}/\text{den}$. Podílem produkce a specifickou spotřebou vody $120 \text{ l}/\text{EO}/\text{den}$, získám koncentraci přítoku znečištění N na čistírnu $\text{CN}_{(\text{přítok})} = 133 \text{ mg/l}$. Tabulka č. 15 znázorňuje dílní hodnoty při výpočtu odtokové koncentrace N z ČOV $\text{CN}_{(\text{za filtr})} = 12 \text{ mg/l}$. Odtokové koncentrace dusíku budou nejspíš vyšší, protože ve výpočtu nepočítám s účinností odbourání v AS N, které nebude nulové.

Tabulka č. 15: Výpočet CN .

$\text{CN}_{(\text{přítok})}$	$\text{CN}_{(\text{přítok})}$	$\text{E}_\text{P} (\text{filtr})$	A_{filtr}	$\text{CN}_{(\text{za filtr})}$	$\text{CN}_{(\text{za filtr})}$
mg/l	g/d	g/m ² /d	m ²	g/d	mg/l
133	392	2,7	132	35,6	12

Odtokové koncentrace dusíku budou nejspíš vyšší, protože ve výpočtu nepočítám s účinností odbourání v AS N, které nebude nulové.

4.5.6 Shrnutí

Nařízení vlády udává ukazatele emisních standardů přípustného znečištění OV vypouštěných do vod podzemních. Níže jsem znázornila srovnání vypočtených odtokových koncentrací dílčích znečištění s hodnotami, které udává NV (Tabulka č. 16)

Tabulka č. 16: Srovnání odtokových koncentrací vypočtených hodnot a hodnot dané NV.

	CHSK _{Cr}	BSK ₅	NL	P _{celk}	N _{celk}
m (mg/l)	130	30	30	8	20
v (mg/l)	22	11	24	7	12

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

Všechny hodnoty vyhověli NV. Tyto hodnoty jsou pouze orientační, vychází z předpokladů účinnosti čištění, které většinou nabízí norma ČSN 75 6402. Ve skutečnosti může hrát vliv několik okolností, které můžou hodnoty trochu či více vychýlit. Nejlepším řešením je hlídat skutečné odtokové koncentrace a zhodnotit je, aby se zkušenosti mohly použít dále v praxi.

Závěr

V práci jsem se zaměřila na popis obecné teorie na téma ekologické čištění odpadních vod a následně na návrh technologického uspořádání čistírny odpadních vod v obci Samopše pro 7 novostaveb.

Snaha byla najít nejlepší řešení pro odstranění celkového dusíku, kvůli vypouštění vyčištěné odpadní vody do podzemních. Prvopočátně se kořenové čistírny stavěly v soustavě VF-HF, kde ve VF probíhala nitrifikace v HF denitrifikace. Později se VF vyměnil za septik a čistírny měli problém vyčistit amoniakální dusík, což vedlo k vyměnění HF za VF tedy: septik a následně VF. Tento systém bezpečně odstraňuje amoniakální dusík, avšak již nezvládá tolik odstranit celkový dusík. Proto v této práci navrhuji hybridní systém: septik-VF-VF – dvoustupňový vertikální filtr. První VF bude z části zatopen, tudíž v něm bude anaerobní či anoxické prostředí, které je vhodné pro denitrifikaci, a tudíž zajistí účinné odstranění celkového dusíku.

Návrh technologického uspořádání vycházel z rakouského výzkumu a byl upraven pro české normy, proto má troch naddimenzovanou filtrační plochu a možná by mohla být jen poloviční.

Práce by mohla být dále rozšířena o způsobech recyklace vody, či využití vody na závlahu zahrad.

Seznam použitých informačních zdrojů

Odborná literatura

GRODA, Bořivoj, Tomáš VÍTĚZ, Martin MACHALA, Jan FOLLER, David SURÝNEK a Jaromír MUSIL, 2007. *Čištění odpadních vod jako nástroj k ochraně životního prostředí v zemědělské praxi a na venkově* [online]. Brno [cit. 2019-01-08]. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/file/26962/cistení_odpadnich_vod.pdf. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně.

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, NÁVRH, REALIZACI A PROVOZ*.

LANGERGRABER, G, K LEROCH, A PRESSL, K SLEYTR, R ROHRHOFER a R HABERL, 2007. High-rate nitrogen removal in a two-stage subsurface vertical flow constructed wetland. *Desalination*. **246**(1–3), 55-68.

LANGERGRABER, G, C PRANDTSTETTEN, A PRESSL, R ROHRHOFER a R HABERL, 2007. Optimization of subsurface vertical flow constructed wetlands for wastewater treatment. *Water Sci Technol*. **55**(7), 71-8.

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

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)).

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 knižnice autorizovaného inženýra a technika. ISBN 80-867-6974-7.

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

Terminologický slovník, 2006. *TopolWater* [online]. [cit. 2019-01-09]. Dostupné z: <https://www.topolwater.com/cov-slovník.htm>.

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

VYMAZAL, Jan, 2016. *KOŘENOVÉČISTÍRNY ODPADNÍCH VOD: Využití ve světě, České republice a Plzeňském kraji* [online]. Plzeň: Krajský úřad Plzeňského kraje, odbor životního prostředí [cit. 2018-01-11]. Dostupné z: <http://docplayer.cz/19042760-Korenove-cistirny-odpadnich-vod.html>

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. 113/2018 Sb., kterým se mění zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů, a zákon č. 388/1991 Sb., o Státním fondu životního prostředí České republiky, ve znění pozdějších předpisů

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. 405/2017 Sb., kterou se mění vyhláška č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb, ve znění vyhlášky č. 62/2013 Sb., a vyhláška č. 169/2016 Sb., o stanovení rozsahu dokumentace veřejné zakázky na stavební práce a soupisu stavebních prací, dodávek a služeb s výkazem výměr.

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

ČSN 75 6402, 2017. Čistírny odpadních vod do 500 ekvivalentních obyvatel. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví.

ČSN 75 9010, 2012. Vsakovací zařízení srážkových vod.

Seznam obrázků

Obrázek č. 1: Schéma způsobů čištění OV do 50 EO. (Křiška, 2015).....	18
Obrázek č. 2: Schéma aktivací ČOV. (Čistírny odpadních vod AS VARIACOMP K, 2011-2017).	19
Obrázek č. 3: Schéma membránové ČOV. (Čistírny odpadních vod AS-VARICOMP K ULTRA, 2011-2017).....	20
Obrázek č. 4: Typické uspořádání kořenové čistírny s horizontálním průtokem. 1-distribuční zóna (kamenivo, 50-200 mm), 2-nepropustná bariéra (PE nebo PVC), 3-filtrační materiál (kačírek, štěrky, drcené kamenivo), 4-vegetace, 5-výška vodní hladiny v kořenovém loži nastavitelná v odtokové šachtě, 6-odtoková zóna (shodná s distribuční zónou), 7-sběrná drenáž (kamenivo, 50-200 mm), 8-regulace výšky hladiny. (Vymazal, 2016).....	28
Obrázek č. 5: (Vlevo) Model horizontálního filtru KČOV. (Křiška, 2015).....	29
Obrázek č. 6: (Vpravo) Pohled na horizontální filtr. (Křiška, 2015).....	29
Obrázek č. 7: (Vlevo) Model vertikálního filtru KČOV. (Křiška, 2015).....	29
Obrázek č. 8: (Vpravo) Obrázek č. 7: Pohled na vertikální filtr před zahájením vegetačního období. (Křiška, 2015).	29

Seznam tabulek

Tabulka č. 1: Průměrné koncentrace znečištění S_1 pro jednotlivé objekty v mg/l. (ČSN 75 6402).	13
Tabulka č. 2: Orientační hodnoty produkce specifického znečištění na 1 EO v g/d. (ČSN 75 6402)	13
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) ³⁾ , maximální hodnoty (m) ⁴⁾ 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 pro odpadní vody vypouštěné z jednotlivých staveb pro bydlení a rodinnou rekreaci. (NV 57/2016 Sb.)	26
Tabulka č. 7: Ukazatele a emisní standardy přípustného znečištění OV vypouštěných do vod podzemních (vypouštěné z jednotlivých staveb poskytující ubytování). (NV 57/2016 Sb.)	26
Tabulka č. 8: Složení vrstev u vertikálního filtru s vegetací. (ČSN 75 6402)	30
Tabulka č. 9: Počet (n) EO v závislosti na četnosti vyvážení kalu za rok (F) při době zdržení OV v AS 4 dny, v době vývozu kalu.	35
Tabulka č. 10: Výpočet nejkratší doby zdržení OV v AS při vývozu kalu 2x za rok, podle vztahu (4.7). T – nejmenší počet dní zdržení OV v AS, která nastane dvakrát za rok. $Q_{24,m}$ – průměrný denní přítok; V_{kal} – množství kalu v AS za jeden rok; V_k – množství kalu za půl roku; n – počet připojených ekvivalentních osob	35
Tabulka č. 11: Vrstvy filtračního pole	38
Tabulka č. 12: Hodnoty součinitele a . (Hlavínek, 1996).	40
Tabulka č. 13: Výpočet c_{NL}	41
Tabulka č. 14: Výpočet c_p	41
Tabulka č. 15: Výpočet c_N	42
Tabulka č. 16: Srovnání odtokových koncentrací vypočtených hodnot a hodnot udané NV.	42

Seznam použitých zkratk a symbolů

AS	anaerobní separátor
BSK	biochemická spotřeba kyslíku
ČOV	čistírna odpadních vod
EO	ekvivalentní obyvatel
CHSK	chemická spotřeba kyslíku
KČOV	kořenové čistírna odpadních vod
N	celkový dusík
NL	nerozpuštěné látky
NV	nařízení vlády
OV	odpadní voda
P	celkový fosfor
TOC	celkový organický uhlík

Seznam příloh

Textová část

Příloha č. 1	Průvodní zpráva	A
Příloha č. 2	Souhrnná technická zpráva	B

Výkresová část

Příloha č. 3	Situace širších vztahů	C.1
Příloha č. 4	Katastrální situační výkres	C.2
Příloha č. 5	Koordinační situační výkres	C.3
Příloha č. 6	Půdorys filtru 1	D.1
Příloha č. 7	Půdorys filtru 2	D.2
Příloha č. 8	Půdorys AS	D.3
Příloha č. 9	Řez A-A'	D.4
Příloha č. 10	Řez B-B'	D.5
Příloha č. 11	Řez C-C'	D.6
Příloha č. 12	Řez D-D'	D.7
Příloha č. 13	Řez E-E'	D.8
Příloha č. 14	Řez vsakovacím zařízením	D.9

**Technická zpráva ke společné ČOV pro
novostavbu rodinných domů v obci Samopše**

A Průvodní zpráva

A.1 Identifikační údaje

A.1.1 Údaje o stavbě

a) název stavby

Společná čistírna odpadních vod (ČOV) pro novostavbu rodinných domů v obci Samopše.

b) místo stavby (adresa, čísla popisná, katastrální území, parcelní čísla pozemků)

Nová ČOV bude situována na parcele č. 88/2, k.ú. Samopše [746002].

Na parcele č. 88/2 k.ú. Samopše bude řešeno kompletní čištění odpadních vod z rodinných domů na parcelách č. 88/2; 88/5; 88/6; 88/7; 88/8; 88/9 a 88/10. Na parcele č. 88/2 Samopše budou umístěny všechny funkční objekty společné ČOV. Vyčištěná odpadní voda bude akumulována v podzemní nádrži a následně bude využívána jako užitková voda. Přebytková voda se bude čerpat do vsakovacího objektu.

Nově vybudovaná společná ČOV bude na soukromém pozemku a nebude veřejně přístupná.

c) předmět projektové dokumentace – nová stavba nebo změna dokončené stavby, trvalá nebo dočasná stavba, účel užívání stavby.

Předmětem dokumentace je novostavba – vodní dílo určené k čištění odpadních vod.

Dokumentace řeší likvidaci splaškových odpadních vod z novostavby rodinných domů na parcelách č. 88/2; 88/5; 88/6; 88/7; 88/8; 88/9 a 88/10 k.ú. Samopše jejím čištěním ve společné ČOV založené na sestavě podle ČSN 756402 Čistírny odpadních vod do 500 obyvatel: anaerobní separátor – šachta s čerpadlem – dvoustupňový vertikální filtr s vegetací proložený šachtou s čerpadlem – šachta pro akumulaci vyčištěné vody s čerpadlem – vsakovací objekt.

Projektová dokumentace řeší dimenzi jednotlivých objektů, výškové uspořádání a umístění objektů na pozemku p. č. 88/2 Samopše.

Dokumentace je zpracována v rozsahu dokumentace dle vyhlášky č. 405/2017 Sb., jedná se o vyhlášku, kterou se mění vyhláška č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb, ve znění

vyhlášky č. 62/2013 Sb., a vyhláška č. 169/2016 Sb., o stanovení rozsahu dokumentace veřejné zakázky na stavební práce a soupisu stavebních prací, dodávek a služeb s výkazem výměr. - přílohy č. 12.

A.1.2 Údaje o stavebníkovi

a) jméno, příjmení a místo trvalého pobytu (fyzická osoba)

Foltman Ivan a Foltmanová Gabriela,
Lovčická 772,
Klánovice,
19014 Praha 9

A.1.3 Údaje o zpracovateli projektové dokumentace

a) jméno, příjmení, obchodní firma, identifikační číslo osoby, místo podnikání (fyzická osoba podnikající) nebo obchodní firma nebo název, identifikační číslo osoby, adresa sídla (právnícká osoba)

ConWe s.r.o.; IČ 06916601; Ptašínského 480/17, 602 00, Brno
Ing. Jan Ručka, Ph.D., autorizovaný inženýr pro stavby vodního hospodářství a krajinného inženýrství; ČKAIT 1006261
Ing. Michal Kriška Dunajský, Ph.D.
Bc. Tereza Poloprutská

A.2 Členění stavby na objekty a technická a technologická zařízení

Anaerobní separátor: 3 betonové nádrže, celkový účinný objem 20,6 m³, četnost vyvážení 2x ročně, doba zdržení 4 dny, rozměry nádrží první nádrže 2,3m x 4 x 1,74 (š x d x v), druhé a třetí 2,05 x 2,25 x 2,25

Dávkovací šachta: AK-VODO- 1200/1500 mm S

Filtr: Celková plocha filtrů bude 132 m²

Akumulační šachta: Betonová jímka SL 230-16,0 V = 16 m³, (š x d x v) 2,15 x 4,15 x 4,48

A.3 Seznam vstupních podkladů

- ČSN 75 6402: Čistírny odpadních vod do 500 ekvivalentních obyvatel
- Katastrální mapa území
- Geodetické zaměření
- Místní měření, obhlídka terénu

B Souhrnná technická zpráva

B.1 Popis území stavby

a) charakteristika území a stavebního pozemku, zastavěné území a nezastavěné území, soulad navrhované stavby s charakterem území, dosavadní využití a zastavěnost území

Nová ČOV bude situována na parcele č. 88/2, k.ú. Samopše [746002].

Na parcele č. 88/2 k.ú. Samopše bude provedeno napojení splaškových vod od objektů rodinných domů na parcelách č. 88/2; 88/5; 88/6; 88/7; 88/8; 88/9 a 88/10 na společnou kořenovou čistírnu odpadních vod. Na parcele č. 88/2 Samopše budou umístěny všechny technologické prvky společné ČOV, tzn. anaerobní separátor, čerpací šachta, dvoustupňový vertikální filtr s vegetací, akumulární šachta, vsakovací objekt.

Na pozemku stavby je trvalý travnatý porost.

b) údaje o souladu u s územním rozhodnutím nebo regulačním plánem nebo veřejnoprávní smlouvou územní rozhodnutí nahrazující anebo územním souhlasem

Stavba vyžaduje územní řízení.

c) údaje o souladu s územně plánovací dokumentací, v případě stavebních úprav podmiňujících změnu v užívání stavby

Vše je v souladu.

d) informace o vydaných rozhodnutích o povolení výjimky z obecných požadavků na využívání území

Nebyly vydané žádné rozhodnutí o povolení výjimky z obecných požadavků na využívání území.

e) informace o tom, zda a v jakých částech dokumentace jsou zohledněny podmínky závazných stanovisek dotčených orgánů

V době zpracování projektové dokumentace nejsou stanoveny žádné požadavky dotčených orgánů. Nově vzniklé požadavky budou v dokumentaci zpracovány a splněny.

f) výčet a závěry provedených průzkumů a rozborů – geologický průzkum, hydrogeologický průzkum, stavebně historický průzkum apod.

Pro stavbu společné ČOV byl proveden hydrogeologický průzkum, který za předpokladu využití navržené čistírenské technologie má kladné stanovisko pro vsakování vyčištěné odpadní vody do podloží. V blízkosti se nenachází studny, využívané pro individuální zásobování vodou pro pitné účely. Zapouštění vyčištěných odpadních vod do horninového podloží musí být realizováno v rámci pozemků investora – což je splněno. V případě budování obecné kanalizace budou odpadní vody přepojeny na obecní kanalizaci. Technické řešení a uspořádání čistírny nebude svým provozem způsobovat povrchově patrné zamokření – vsakovací těleso je navrženo na základě provedené vsakovací zkoušky a koeficientem bezpečnosti 2,0.

g) ochrana území podle jiných právních předpisů

V místě stavby společné ČOV se nenachází žádné inženýrské sítě. Stavba se nenachází v ochranném pásmu elektrického vedení.

h) poloha vzhledem k záplavovému území, poddolovanému území apod.

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

i) vliv stavby na okolní stavby a pozemky, ochrana okolí, vliv stavby na odtokové poměry v území

Realizace ČOV nebude mít negativní vliv na faunu, flóru, resp. ekosystémy. Záměr při řádném provozu negativně neovlivní podstatným způsobem režim podzemních vod ani jejich kvalitu. Vodní zdroje nebudou ohroženy.

Během realizace stavby dojde částečně ke zhoršení prostředí vlivem hluku a prašnosti. Tyto negativní vlivy budou eliminovány použitím mechanismů s malou hlučností a dodržováním nočního klidu.

Na základě provedeného hydrogeologického posouzení nebude docházet, při dodržení požadavků na kvalitu a množství vsakované vody, k významnějšímu negativnímu ovlivnění okolí ani podzemních vod.

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 žádné přírodní chráněné oblasti.

j) požadavky na asanace, demolice, kácení dřevin

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

k) požadavky na maximální dočasné a trvalé zábory zemědělského půdního fondu nebo pozemků určených k plnění funkce lesa

Parcela č. 28 k.ú. Desná u Litomyšle má určen způsob ochrany – zemědělský půdní fond, z čehož vyplývá požadavek na trvalé vynětí plochy ze zemědělského půdního fondu.

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

l) územně technické podmínky – zejména možnost napojení na stávající dopravní a technickou infrastrukturu, možnost bezbariérového přístupu k navrhované stavbě

Napojení na dopravní a technickou infrastrukturu je zajištěno, a to konkrétně na silnici III/3355, další přístup bude z navržené příjezdové komunikace k rodinnému domu na stejném pozemku.

m) věcné a časové vazby stavby, podmiňující, vyvolané, související investice

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

n) seznam pozemků podle katastru nemovitostí, na kterých se stavba provádí

88/2; 88/5; 88/6; 88/7; 88/8; 88/9 a 88/10

o) seznam pozemků podle katastru nemovitostí, na kterých vznikne ochranné nebo bezpečnostní pásmo

Ochranné pásmo nevzniká.

B.2 Celkový popis stavby

B.2.1 Základní charakteristika stavby a jejího užívání

a) nová stavba nebo změna dokončené stavby; u změny stavby údaje o jejich současném stavu, závěry stavebně technického, případně stavebně historického průzkumu a výsledky statického posouzení nosných konstrukcí

Novostavba.

b) účel užívání stavby

Čistírna odpadních vod je navržena na základě nejnovějších poznatků v oboru přírodního čištění odpadních vod, resp. na technologii Conwe© (Constructed Wetlands). Vychází z nejnovějších poznatků, které jsou mj. zahrnuté v revidované ČSN 756402, podle níž je technologické uspořádání navrženo. Stavba řeší likvidaci splaškových odpadních vod z rodinného domu jejich čištěním ve víceúrovňové čistírně extenzivního typu, založené na soustavě anaerobní separátor + čerpací šachta + dvoustupňový vertikální filtr s vegetací + vsakovací objekt. Přepad vyčištěné odpadní vody z akumulární šachty bude vsakován.

c) trvalá nebo dočasná stavba

Trvalá stavba.

d) informace o vydaných rozhodnutích o povolení výjimky z technických požadavků na stavby a technických požadavků zabezpečujících bezbariérové užívání stavby

Stavba nevyžaduje výjimku z technických požadavků na stavby. Z důvodu omezené přístupnosti veřejnosti do areálu ČOV není řešeno bezbariérové užívání stavby.

e) informace o tom, zda a v jakých částech dokumentace jsou zohledněny podmínky závazných stanovisek dotčených orgánů

V současné době nejsou známy žádné požadavky dotčených orgánů. Pokud požadavky vzniknou na základě předběžného vyjádření k záměru, budou vzniklé požadavky v projektové dokumentaci zapracovány a dodrženy v plném rozsahu.

f) ochrana stavby podle jiných právních předpisů

Stavba nevyžaduje zvláštní ochranu dle jiných právních předpisů. Areál bude oplocen a opatřen upozorněním o omezení přístupu.

g) navrhované parametry stavby - zastavěná plocha, obestavěný prostor, užitná plocha, počet funkčních jednotek a jejich velikosti apod.

Anaerobní separátor:

3 betonové nádrže, celkový účinný objem 20,6 m³, četnost vyvážení 2x ročně, doba zdržení 4 dny, rozměry nádrží první nádrže 2,3m x 4 x 1,74 (š x d x v), druhé a třetí 2,05 x 2,25 x 2,25

Dávkovací šachta: AK-VODO- 1200/1500 mm S

Filtr: Celková plocha filtrů bude 132 m²

Akumulační šachta: Betonová jímka SL 230-16,0 V = 16 m³, (š x d x v) 2,15 x 4,15 x 4,48

h) 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.

V rámci realizace a provozu ČOV vzniknou následující odpady

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 vyhl. 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.

i) 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 03/2019 do 09/2019. Termín výstavby je odvislý od zajištění příslušných správních rozhodnutí.

j) orientační náklady stavby.

Odhadované celkové náklady stavby jsou cca 300.000,-Kč.

B.2.2 Celkové urbanistické a architektonické řešení

a) urbanismus – územní regulace, kompozice prostorového řešení,

Společná ČOV s ohledem na technologické řešení, zasáhne svým uspořádáním do architektonických poměrů, zejména v souvislosti se zahradní architekturou. ČOV (filtr) vytvoří svým povrchem dva rovné terény o velikostech 71 m³ a 61 m³, přičemž plocha bude osázena mokřadní vegetací, která vytvoří prostředí vizuálně podobné přirozeným mokřadním plochám. Ostatní objekty (anaerobní separátor, čerpací šachta) budou zasahovat do vizuálního vnímání okolí terénu pouze vlastními poklopy, které v optimálním případě budou zakryty doplňkovým dřevěným krytem tak, aby se citlivě přizpůsobilo vnímání celku. Řešení vsakovacího objektu na vyčištěnou odpadní vodu bude řešeno pod úrovní terénu.

b) architektonické řešení - kompozice tvarového řešení, materiálové a barevné řešení

Všechny betonové nádrže budou zakopány do země, budou z nich vidět jen poklopy. Větší svahování bude ošetřeno svahovými tvárnicemi. Povrch filtračního materiálu bude osazen distribučním potrubím a mokřadními rostlinami.

B.2.3 Celkové provozní řešení, technologie výroby

Přítok odpadních vod na společnou čistírnu bude napojen na betonovou nádrž (13 m³) o šířce 2,30 m; délce 4,30 m a výšce 1,74 m, která tvoří první komoru anaerobního separátoru. Propojení s druhou a třetí komorou separátoru probíhá pomocí potrubí PP-HT DN110, přičemž vnitřní uspořádání potrubí zajistí co možná nejúčinnější využití vnitřního prostoru. Všechny tři nádrže (komory) jsou uloženy na betonovém podkladu o tloušťce 2000 mm. Celkový objem všech nádrží po hladinu odpadní vody tvoří x m³, což vytváří dostatečné zdržení odpadní vody v případě, že kalový prostor o objemu 1,8 m³ je zcela zaplněn. Odtok z anaerobního separátoru je vyústěn do čerpací šachty o průměru 1,2 m a výšce hladiny podle seřízení plovákem ovládaného čerpadla. Na přítoku do čerpací šachty je hrubý molitanový filtr, který zajistí zachycení případných přitékajících nerozpuštěných látek. Voda je z čerpací šachty přečerpávána do prvního vertikálního filtru s vegetací, což je zemní nádrž, jejíž dno je pokryto hydroizolační fólií, oboustranně chráněnou pomocí geotextilie. Vertikální filtr je skrápěn pomocí povrchově uloženého potrubí v několika denních dávkách tak, že filtrační náplň není vodou zatopená, ale vytváří jen vlhký substrát. První vertikální filtr je zatopen minimálně 250 mm ode dna. Zatopení zajistí přepážka v šachtě na odtoku prvního filtračního pole. Odtokové potrubí z vertikálního filtru bude umístěno uvnitř zemní nádrže nad hydroizolační fólií v hloubce 1,0 m. Těsnění vertikálního filtru bude tvořeno PVC fólií. Náplň vertikálního filtru bude od spodní vrstvy tvořena praným říčním štěrkem 4/8 mm o výšce 250 mm (drenážní vrstva), nad nímž je hlavní filtrační vrstva 0/4P (0,2 < d₁₀ < 0,4) mm o tloušťce 600 mm. Svrchní vrstva o výšce 100 mm je tvořena praným pohledovým kačirkem. Druh filtr nebude zatopený, jeho náplň bude od spodní vrstvy tvořena praným říčním štěrkem 4/8 mm o výšce 200 mm (drenážní vrstva), následně praným štěrkem 2/4 mm o výšce 50 mm (přechodový filtr), nad nímž je hlavní filtrační vrstva 0/4P (0,2 < d₁₀ < 0,4) mm o tloušťce 600 mm. Svrchní vrstva o výšce 100 mm je tvořena praným pohledovým kačirkem.

Podklad pod hydroizolaci musí být zarovnán pískovým podsypem o výšce cca 50 mm. Povrch vertikálního filtru bude osázen mokřadními rostlinami. Odpadní voda bude z prvního vertikálního filtru odtékat do druhé komory čerpací šachty, odkud bude přečerpávána na druhé pole. Z druhého pole bude voda odtékat do kumulační nádrže. Vyčištěná odpadní voda bude přečerpána pro recyklaci vody, zpátky do domů a přebytečná voda bude přečerpána do vsakovacího objektu.

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 podzemních nádrží (anaerobního separátoru, šachty, akumulární nádrže)!

- do vnitřních prostor anaerobního separátoru a šachty vstupovat jen v nezbytně nutných případech a pod dozorem druhé osoby
- předcházet uklouznutí a následnému pádu do vnitřního prostoru anaerobního separátoru 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

Jedná se o čištění odpadních vod splaškových, v čistírně odpadních vod, která je založena na mechanickém předčištění v anaerobním separátoru, na nějž navazuje hlavní čistící stupeň – dvoustupňový vertikální filtr s vegetací. Vyčištěná odpadní voda je vsakována v rámci stejného pozemku společně se srážkovými vodami ze střech. Akumulace dešťových vod bude využívána pro zálivku trávníků a rostlin na oplocené části pozemku a zároveň na splachování toalety. Součástí systému je propojovací kanalizační potrubí, které je mezi mechanickým stupněm a hlavním stupněm tlakové (čerpání), ostatní potrubí je beztlakové (PVC KG).

B.2.7 Základní charakteristika technických a technologických zařízení

Je popsána v předchozích statích.

B.2.8 Zásady požárně bezpečnostního řešení

Objekt DČOV svým charakterem nevyžaduje žádná zvláštní opatření z hlediska požární ochrany. Při provozu DČOV se nepracuje s hořlavými látkami, objekt je z části podzemní. Část DČOV, 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 Úspora energie a tepelná ochrana

Domovní čistírna odpadních vod v rámci svého provozu spotřebuje denně na přečerpávání vody 55 Wh elektrické energie, což je za rok 20 kWh. Celková roční spotřeba el. energie je 20 kWh.

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

Při řádném provozu SČOV nezapáchá, protože mechanické předčištění (anaerobní separátor) je umístěn 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 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 s při každém dávkování vody. Při běžném provozu bude vyloučen vznik zápachu v důsledku kontaktu vody se vzduchem. Navíc přítomná vegetace osázená na povrchu filtru brání šíření možných zápachů do okolí.

B.2.11 Zásady ochrany stavby před negativními účinky vnějšího prostředí

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

V území nejsou žádné významné zdroje vibrací.

B.3 Připojení na technickou infrastrukturu

Elektrická skříň je na řešeném pozemku.

B.4 Dopravní řešení

Nově vybudovaná DČOV nebude veřejně přístupná, protože leží na soukromém pozemku. Prosto anaerobního separátoru bude dostupný pro fekální vůz, tak aby bylo

zabezpečeno pravidelné vyvážení kalu, ze soukromé zpevněné komunikace. K vertikálnímu filtru bude přístup po zpevněném chodníku nebo zelené ploše.

B.5 Řešení vegetace a souvisejících terénních úprav

Část SČOV je podzemní stavba (anaerobní separátor, čerpací šachta, akumulární nádrž a vsakovací objekt), jejíž okolí bude upraveno v rámci terénních úprav. Z terénu bude pozorovatelné pouze vyvedení tří krytů (každý z jedné komory anaerobního separátoru, a pak vždy jeden z čerpací šachty a akumulární šachty). Krytí bude provedeno uzamykatelným nepochůzným UV – stabilizovaným PP krytem. Navazující část (akumulární 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 jámka, 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 mokřadními rostlinami typickými pro klima oblast České republiky (kosatec žlutý, kyprej vrbice, sítina sivá, ostřice latnatá aj. nízké mokřadní rostliny).

Bezprostřední okolí SČOV 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

Svým charakterem je KČOV kladně životní prostředí ovlivňující, umožňující další rozvoj obce. Provoz KČOV při správné obsluze nezpůsobuje žádné hygienické ani pachové závady.

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

Umístění stavby, její technické řešení (technologie Conwe ©) 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) způsob zohlednění podmínek závazného stanoviska posouzení vlivu záměru na životní prostředí, je-li podkladem,

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

e) v případě záměrů spadajících do režimu zákona o integrované prevenci základní parametry způsobu naplnění závěrů o nejlepších dostupných technikách nebo integrované povolení, bylo-li vydáno

Stavbou dojde k dodržení přípustných limitů vypouštění odpadní vody, které udává nařízení vlády č. 57/2016 Sb.

f) 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

Předpokládaná spotřeba substrátu:

Pohledový kačírek 4/8 mm: 13 m³

Praný písek 0/4 mm: 37 m³

Praný štěrk 2/4 mm: 46 m³

Praný štěrk 4/8 mm: 30 m³

b) odvodnění staveniště

Odvodnění staveniště bude zajištěno.

c) napojení staveniště na stávající dopravní a technickou infrastrukturu

Staveniště bude přístupné z místní komunikace, navazující přímo na pozemek parcely 88/2 k.ú. Samopše.

Pozemek parcely má přípojku elektrické energie. Stavba se nenachází 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.

Vzhledem k rozsahu staveniště není nutné zajišťovat jeho odvodnění.

e) ochrana okolí staveniště a požadavky na související asanace, demolice, kácení dřevin

Staveniště je umístěno na soukromém pozemku. Trasa odtokové kanalizace je vedena v rámci ochranného pásma vodního toku (bez LV). 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. 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 těkavých 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 SČOV nebudou prováděny žádné asanace a demolice stávajících staveb.

f) maximální dočasné a trvalé zábory pro staveniště

Na pozemku 88/2 k.ú. Samopše je dle výpisu z KN evidován způsob ochrany – zemědělský půdní fond. Z čehož vyplývá požadavek na trvalé vynětí plochy ze zemědělského půdního fondu.

g) požadavky na bezbariérové obchozí trasy

Požadavky na bezbariérové obchozí trasy nejsou vyžadovány.

h) maximální produkovaná množství a druhy odpadů a emisí při výstavbě, jejich likvidace

V rámci realizace a provozu ČOV vzniknou následující odpady

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 vyhl. 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.

i) 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 SČOV. 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.

j) ochrana životního prostředí při výstavbě

Při provádění stavby nebude negativně ovlivňováno životní prostředí.

k) zásady bezpečnosti a ochrany zdraví při práci na staveništi

Při provádění stavebních prací musí být dodrženy platné právní předpisy týkající se ochrany zdraví při práci na staveništi, což je zejména zákon č. 309/2006 Sb., zákon, 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 pracovněprávní vztahy (zákon o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci) a nařízení vlády č. 591/2006 Sb., o bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništích.

l) úpravy pro bezbariérové užívání výstavbou dotčených staveb

Výstavbou nebudou dotčeny stavby, které vyžadují bezbariérové užívání.

m) zásady pro dopravní inženýrská opatření

Režim úpravy dopravy bude řešen dodavatelem prací. Přeprava materiálu bude realizována po účelové komunikaci, nepředpokládá se tedy zvýšených dopravních opatření.

n) stanovení speciálních podmínek pro provádění stavby - provádění stavby za provozu, opatření proti účinkům vnějšího prostředí při výstavbě apod.

Nejsou žádné specifické podmínky.

o) postup výstavby, rozhodující dílčí termíny

V první etapě se osadí všechny betonové nádrže, v druhé fázi se postaví druhé filtrační pole a ve třetí fázi první filtrační pole.