



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ OBCÍ

INSTITUTE OF MUNICIPAL WATER MANAGEMENT

STUDIE VARIANT ODKANALIZOVÁNÍ
REKREAČNÍHO STŘEDISKA VŘESOVICE

STUDY OF VARIANTS OF SEWERAGE OF THE RECREATIONAL CENTER
VŘESOVICE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Martina Krulová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. PETR HLUŠTÍK, Ph.D.

BRNO 2021



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	N3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3607T027 Vodní hospodářství a vodní stavby
Pracoviště	Ústav vodního hospodářství obcí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student	Bc. Martina Krulová
Název	Studie variant odkanalizování rekreačního střediska Vřesovice
Vedoucí práce	doc. Ing. Petr Hlušík, Ph.D.
Datum zadání	31. 3. 2020
Datum odevzdání	15. 1. 2021

V Brně dne 31. 3. 2020

doc. Ing. Ladislav Tuhovčák, CSc.
Vedoucí ústavu

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

PODKLADY A LITERATURA

- [1] Pasportizační podklady pro vybranou oblast zdravotně-technické infrastruktury
- [2] LARRY W. MAYS. Stormwater collection systems design handbook. McGraw-Hill. 2001. ISBN 0-07-135471-9
- [3] Wastewater Technology Fact Sheet : Sewers, Pressure. In MEYERS, F.E. [online]. Niskayuna, NY : EPA U.S., 9/2002. <http://nepis.epa.gov/epa/832-pf-02-006>
- [4] STRÁNSKÝ, D., et al. Metodická příručka - Posouzení stokových systémů urbanizovaných povodí. In OPZP.cz [online]. 2009 [cit. 2012-11-25]. <http://opzp.cz>
- [5] ČSN EN 1671. Venkovní tlakové systémy stokových sítí. Český normalizační institut, Praha, 1998
- [6] ČSN EN 13508. Zjišťování a hodnocení stavu venkovních systémů stokových sítí a kanalizačních přípojek, Český normalizační institut, Praha, 2011 a 2013.
- [7] Související normy a legislativní podklady
- [8] Další podklady dle aktualizace vycházející z průběhu řešení dle pokynu vedoucího diplomové práce

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Student v rámci práce provede studii odkanalizování a likvidace odpadních vod pro turistickou základnu u obce Vřesovice, okr. Hodonín. Pro posuzovanou lokalitu bude variantně zvolena odpovídající technologie likvidace a čištění odpadních vod. Navržené technologické řešení odkanalizování a čištění odpadních vod ekonomicky posoudí s ohledem na aktuální výzvy dotačních titulů v této oblasti.

STRUKTURA DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

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

doc. Ing. Petr Hlušík, Ph.D.
Vedoucí diplomové práce

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá možnostmi odkanalizování a likvidace odpadních vod rekreačního střediska u obce Vřesovice. Cílem diplomové práce je zpracování variantních řešení odkanalizování, zahrnující návrh možností čištění odpadních vod, ekonomické zhodnocení variant, jejich následné srovnání a doporučení nejvhodnější varianty. Diplomová práce se zabývá návrhem variant čištění odpadní vody s následným vypouštěním do vod povrchových. K závěru jsou shrnuty výhody a nevýhody jednotlivých variant odkanalizování s porovnáním nákladů a následným doporučením varianty.

KLÍČOVÁ SLOVA

Domovní čistírna odpadních vod, septik, kořenová čistírna, žumpa, odpadní voda, náklady.

ABSTRACT

The diploma thesis deals with the possibilities of sewerage and wastewater disposal in the recreational centre near Vřesovice. The purpose of the diploma thesis is the elaboration of variant solutions of sewerage, including the proposal of possibilities of wastewater treatment, economic evaluation of variants, their subsequent comparison and recommendation of the most suitable variant. The diploma thesis deals with the design of variants of wastewater treatment with subsequent discharge into surface waters. Finally, the advantages and disadvantages of the individual variants of sewerage are summarized with a comparison of costs and subsequent recommendation of the variant.

KEYWORDS

Domestic wastewater treatment plant, septic tank, constructed wetland, cesspit, wastewater, production cost.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Bc. Martina Krulová *Studie variant odkanalizování rekreačního střediska Vřesovice*. Brno, 2020. 79 s., 17 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství obcí. Vedoucí práce doc. Ing. Petr Hlušík, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce s názvem *Studie variant odkanalizování rekreačního střediska Vřesovice* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 15. 1. 2021

Bc. Martina Krulová
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem *Studie variant odkanalizování rekreačního střediska Vřesovice* zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 15. 1. 2021

Bc. Martina Krulová
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych tímto poděkovala svému vedoucímu diplomové práce panu doc. Ing. Petru Hlušíkovi, Ph.D., za jeho cenné rady a čas, který mi věnoval při konzultacích. Dále bych chtěla poděkovat své rodině a příteli za podporu, kterou mi poskytovali.

OBSAH

1	ÚVOD	10
2	POPIS ŘEŠENÉHO ÚZEMÍ	12
2.1	Vybavenost areálu	12
2.2	Stávající nakládání s odpadními vodami.....	13
2.3	Vodní tok - Klimentský potok	15
3	LEGISLATIVA K VYPOUŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD	17
4	NAVRŽENÉ VARIANTY ODKANALIZOVÁNÍ	18
4.1	Domovní čistírna odpadních vod BioCleaner	18
4.1.1	Princip technologie čištění odpadních vod.....	18
4.1.2	Návrh DČOV BC 75 COMFORT	20
4.2	Domovní čistírna odpadních vod AS-HSBR	24
4.2.1	Princip technologie čištění odpadních vod.....	24
4.2.2	Návrh DČOV AS-HSBR 60.....	27
4.3	Septik	29
4.3.1	Princip technologie čištění	29
4.3.2	Návrh septiku s biologickým filtrem.....	31
4.4	Vegetační kořenová čistírna odpadních vod	34
4.4.1	Princip technologie čištění odpadních vod.....	34
4.4.2	Mechanické předčištění.....	35
4.4.3	Filtrační lože	35
4.4.4	Rozvod odpadních vod.....	36
4.4.5	Vegetace.....	36
4.4.6	Návrh vegetační kořenové čistírny odpadních vod	37
4.5	Žumpa	44
4.5.1	Princip	44
4.5.2	Návrh žumpy	45
5	EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ VARIANT	47
5.1	Varianta 1 – BC 75 COMFORT	48
5.1.1	Investiční náklady	48
5.1.2	Provozní náklady.....	49
5.2	Varianta 2 – AS-HSBR 60	50
5.2.1	Investiční náklady	50
5.2.2	Provozní náklady.....	51

5.3	Varianta 3 – Septik s biologickým filtrem.....	52
5.3.1	Investiční náklady	52
5.3.2	Provozní náklady.....	53
5.4	Varianta 4 – Kořenová čistírna	54
5.4.1	Investiční náklady	54
5.4.2	Provozní náklady.....	54
5.5	Varianta 5 – žumpa	55
5.5.1	Investiční náklady	55
5.5.2	Provozní náklady.....	56
6	LEGISLATIVNÍ POŽADAVKY K POVOLENÍ.....	57
6.1	DČOV	57
6.2	Septik.....	58
6.3	KČOV.....	59
6.4	Žumpa	59
7	DOPORUČENÍ A VÝBĚR VARIANTY.....	60
7.1	Výhody a nevýhody variant.....	60
7.1.1	DČOV BioCleaner	60
7.1.2	DČOV AS-HSBR.....	60
7.1.3	Septik s biologickým filtrem	61
7.1.4	Vegetační kořenová čistírna	61
7.1.5	Žumpa	62
7.2	Dotační tituly	62
7.3	Doporučení varianty.....	62
8	ZÁVĚR.....	66
9	POUŽITÁ LITERATURA	68
	SEZNAM TABULEK	72
	SEZNAM OBRÁZKŮ	74
	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	75
	SEZNAM PŘÍLOH.....	78
	SUMMARY.....	79

1 ÚVOD

Diplomová práce je vypracována jako studie na žádost předsedy tělovýchovné jednoty Sport Bučovice a provozovatele rekreačního střediska u obce Vřesovice, z důvodu již nevyhovujícího stávajícího stavu nakládání a likvidace odpadních vod.

Cílem diplomové práce je zpracování variantních řešení odkanalizování turistické základny poblíž Vřesovic. Předmětem práce je návrh možností čištění odpadních vod, ekonomické zhodnocení variant, jejich následné srovnání a doporučení nejvhodnější varianty. Výstupem této studie provozovatel střediska získá přehled možností odkanalizování střediska a finanční náročnosti na vybudování a provozování jednotlivých variant. Studie může posloužit jako podklad pro zpracování projektové dokumentace.

V kapitole s názvem popis řešeného území je charakteristika řešené turistické základny a stávající stav nakládání s odpadními vodami a dosavadními provozními náklady. Jsou zde uvedeny základní informace o vodním toku, který se nachází poblíž střediska, a do kterého se bude odvádět přečištěná odpadní voda.

Kapitola legislativa k vypouštění odpadních vod obsahuje legislativní požadavky ohledně vypouštění odpadních vod a požadované hodnoty přípustného znečištění vypouštěných odpadních vod do vod povrchových, či podzemních dle nařízení vlády, které je potřeba znát a dodržet při návrhu technologie čištění odpadní vody. Zmíněné evropské směrnice stanovují pravidla, která zamezí zhoršování stavu útvarů povrchové vody a týkají se odvádění, čištění a vypouštění odpadních vod.

Kapitola navržené varianty odkanalizování je zaměřena na zpracování vybraných variant odkanalizování rekreačního střediska. Pro příslušný návrh je potřeba nejprve zjistit výpočtem množství odpadní vody a její znečištění. V závislosti na těchto hodnotách se spočítají příslušné parametry (objem nádrže, plocha filtru), podle kterých se vybere přesný typ a velikost technologie uváděné na trhu, které splní výpočtem požadované návrhové parametry. U každé zvolené varianty je uveden princip technologie čištění, a jaké vykazují hodnoty koncentrací znečištění přečištěné vody na odtoku. V rámci návrhu je také předmětem potenciální umístění vybraných objektů čištění odpadní vody v areálu střediska.

V kapitole ekonomické zhodnocení variant jsou uvedeny výsledky propočtů investičních a provozních nákladů. Uváděné ceny jsou pouze orientační a jsou včetně DPH, jelikož provozovatel není plátcem DPH.

Kapitola s názvem legislativní požadavky k povolení uvádí formu vodoprávního řízení stavebního povolení, či ohlášení a potřebné podklady, které si žadatel musí zajistit pro získání příslušných povolení v rámci vodoprávního řízení u jednotlivých variant.

K závěru jsou uvedeny výhody a nevýhody jednotlivých variant, možnost čerpání finančních prostředků z aktuálně dostupných výzev dotačních titulů a srovnání investičních i provozních nákladů variant s následným doporučením nejvhodnější varianty pro rekreační středisko.

V příloze jsou zpracovány výkresy situačních schémat jednotlivých variant, podélný profil odtokového potrubí varianty 1, 2 a 3, podélný profil přítokového a odtokového potrubí kořenové čistírny odpadních vod a vzorové uložení potrubí. Poslední příloha obsahuje podrobný propočet investičních nákladů jednotlivých variant.

2 POPIS ŘEŠENÉHO ÚZEMÍ

Počátkem 80. let vybuodovala TJ Sport Bučovice u rybníka a bývalého lesního koupaliště v katastru obce Vřesovice, turistickou základnu. Obec Vřesovice se nachází na území okresu Hodonín a náleží pod Jihomoravský kraj. TJ Sport Bučovice není plátcem DPH.

2.1 VYBAVENOST AREÁLU

V areálu se nachází hlavní budova, v níž je jídelna a kuchyně. K ní je přistavěna budova s dvěma umývárnami (v chlapecké části je 6 umyvadel, dva suché záchody a dva pisoáry, v dívčí části 6 umyvadel, dva suché záchody a jeden splachovací pro kuchyňský personál).



Obrázek 1 Sociální zařízení [zdroj: Krulová]

Dále jsou v areálu TZ čtyři 4lůžkové, dvě 5lůžkové a jedna 8lůžková chatka.



Obrázek 2 Areál střediska [zdroj: Krulová]

Konstrukční materiál hlavní chaty i chatek je dřevo, budova se sociálním zařízením je zděná. Do všech budov je zaveden elektrický proud, vedle hlavní budovy je plocha pro výstavbu stanů s podsadami.

Přívod vody do kuchyně a umýváren je zajišťován potrubím z vlastní studny. Na zimu se z důvodu možného zamrznutí voda z potrubí vypouští a využívá se pouze voda ze studny pomocí ruční pumpy. Vydatnost podzemního zdroje je kapacitně vyhovující.



Obrázek 3 Ruční pumpa (vlevo), potrubí s odpadní vodou z kuchyně (vpravo) [zdroj: Krulová]

Turistická základna je využívána během celého roku. Hlavní využití má v době letních prázdnin, kdy se zde uskutečňují dětské tábory (staví se 32 dvoulůžkových stanů s podsadami). Na každém turnusu letního tábora bývá cca 80 osob. Během roku využívají turistickou základnu (zejména o víkendech) nejrůznější skupiny, např. Turistický oddíl mládeže Štří nebo žáci základních škol na školních výletech. Počet ubytovaných osob se pohybuje v průměru kolem patnácti na jedné akci.

Počítá se i se zvýšením počtu sprchovacích koutů. Stávající suché záchody plánuje tělovýchovná jednota nahradit splachovacími. V letní sezóně se totiž vyskytuje nepříjemný zápach, což má vliv na průběh letních dětských táborů.

2.2 STÁVAJÍCÍ NAKLÁDÁNÍ S ODPADNÍMI VODAMI

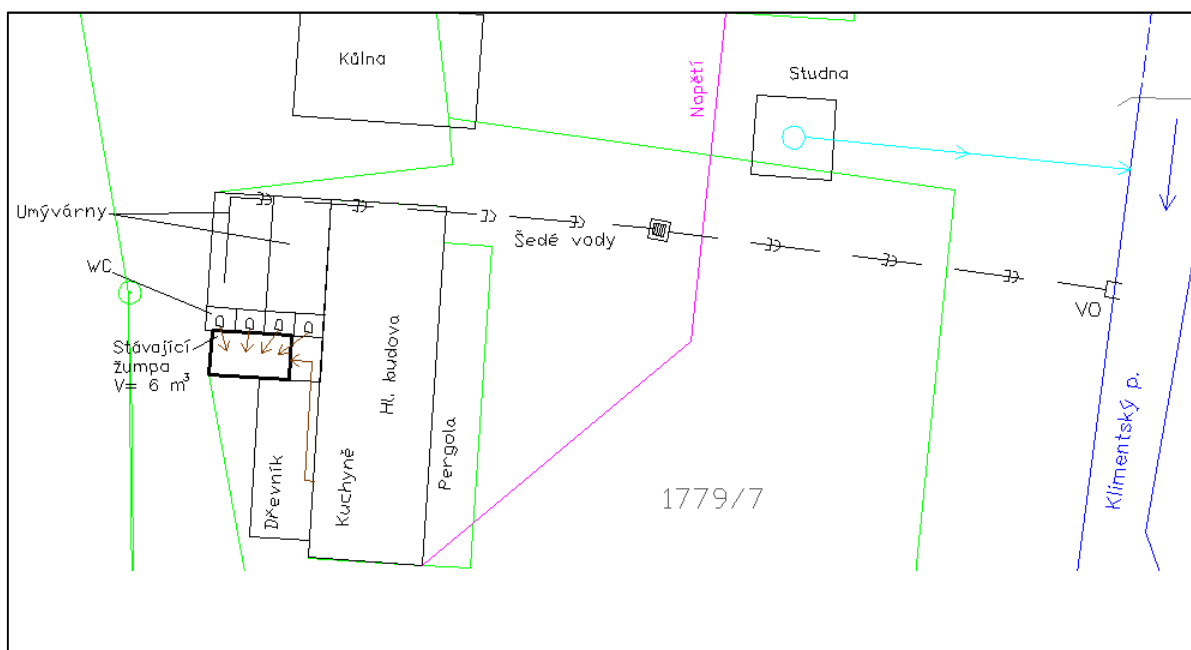
V současné době jsou splaškové vody ze sociálního zařízení a šedé vody z kuchyně odváděny do žumpy o objemu cca 6 m³, která se během roku vyváží zhruba 16x do ČOV Osvětimany vzdálené 5,5 km od turistické základny.

Roční provoz stávající žumpy stojí provozovatele základny celkem 20 800,- Kč, a to díky výhodné nabídce ceny vývozu od místního poskytovatele služeb za 1 000,- Kč za vývoz. Zbylých 4 800,- Kč činí poplatek čistírně v Osvětimanech za přijetí a likvidaci odpadních vod, kde si čistírna účtuje 50,- Kč za každý 1 m³ vyvezených odpadních vod.



Obrázek 4 Stávající žumpa [zdroj: Krulová]

Šedé vody z umyváren jsou odvedeny trativodem do stávající šachty a následně odsud odvedeny do Klimentského potoka, jak je patrné z následujícího obrázku.



Obrázek 5 Schéma nakládání s odpadními vodami [zdroj: Krulová]

Na další stránce jsou na obrázcích vyobrazeny výustě šedých vod a vody ze studny do Klimentského potoka na pravém břehu toku.



Obrázek 6 Výúst' vody ze studny (vlevo), výúst' šedých vod (vpravo) [zdroj: Krulová]

Stávající způsob likvidace odpadních vod se jeví již jako nevyhovující dnešním podmínkám. Podrobný stavebně technický stav stávajícího odkanalizování není znám, jelikož nebyl proveden detailní průzkum.



Obrázek 7 Studna a šachta [zdroj: Krulová]

2.3 VODNÍ TOK - KLIMENTSKÝ POTOK

Poblíž rekreačního střediska se nachází Klimentský rybník, jehož zdrojem vody je Klimentský potok. Klimentský potok je přirozený lesní tok, který pramení na jižních svazích vrcholu Kozel ve výšce 460 m n. m. a ústí zprava do Hruškovice u Osvětiman ve 270 m n. m.

V říčním kilometru 0,8 je situována vodní nádrž Osvětimany (Březina), která byla do trvalého provozu uvedena v roce 1990 a jejím původním účelem byla akumulace vody pro

kapkovou závlahu zemědělských pozemků. V současné době je využívána především jako chovná nádrž pro sportovní rybolov a zajišťuje i minimální zůstatkový průtok v korytě toku pod nádrží. Průměrný sklon koryta toku je 11 ‰. [1]

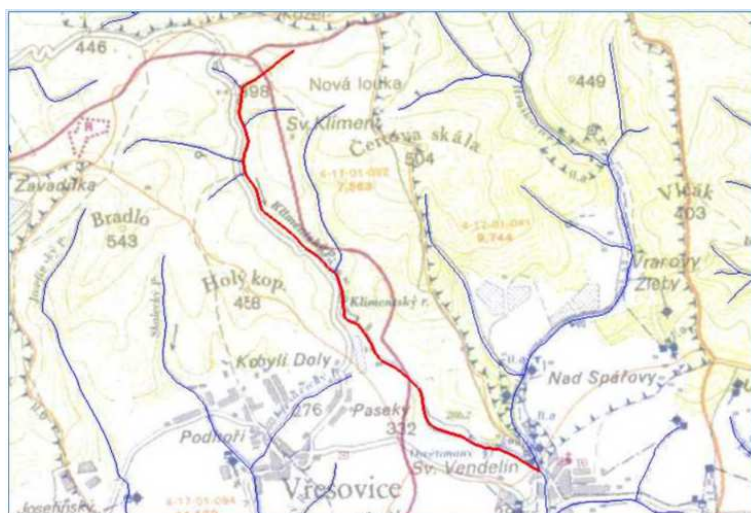
ID Klimentského potoku je 10186053

Délka toku: 5,3 km

Číslo hydrologického pořadí: 4-17-01-082

Plocha povodí: 7,64 km²

Dílní povodí: Dyje



Obrázek 8 Klimentský potok [2]

V následující tabulce jsou uvedeny ukazatele znečištění naměřené na nejbližším měrném profilu v období 2007-2008, který se nachází v Osvětimanech, zhruba 2,5 km od řešeného území. Data mi byla poskytnuta z ČHMÚ.

Tabulka 1 Ukazatele znečištění měrného profilu v Osvětimanech [zdroj:ČHMÚ]

ukazatel	jednotka	minimum	maximum	průměr	medián
teplota vody	°C	11.7	23.8	19.5	21.3
pH vody	-	8.0	9.0	8.4	8.4
elektrolytická konduktivita	mS/m	49.1	67.9	58.1	57.5
biochemická spotřeba kyslíku BSK ₅	mg/l	1.2	3.6	2.7	2.9
chemická spotřeba kyslíku CHSK _{Cr}	mg/l	13.8	23.7	19.3	18.9
amoniakální dusík	mg/l	0.02	0.20	0.08	0.05
dusičnanový dusík	mg/l	0.13	0.74	0.38	0.38
celkový fosfor	mg/l	0.02	0.40	0.10	0.06

Hodnoty průtoků Klimentského potoku nejsou známy, jak mi bylo řečeno v ČHMÚ a na Povodí Moravy, jelikož se na vodním toku nenachází žádná vodoměrná stanice, která by byla příslušnými orgány vyhodnocována.

3 LEGISLATIVA K VYPOUŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD

Jednotlivé technologie čištění odpadních vod musí splnit níže uvedené požadované hodnoty znečištění jednotlivých ukazatelů vypouštěných odpadních vod do vod povrchových dle nařízení vlády o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech (NV 401/2015 Sb.), nebo vypouštěných odpadních vod do vod podzemních dle nařízení vlády o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění odpadních vod a náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod podzemních (NV 57/2016 Sb.), podle toho kam se reálně budou odpadní vody vypouštět.

Tabulka 2 Hodnoty přípustného znečištění vypouštěných odpadních vod [3],[4]

	CHSK _{Cr} [mg/l]	BSK ₅ [mg/l]	NL [mg/l]	N-NH ₄ ⁺ [mg/l]	P _{celk} [mg/l]
Požadované hodnoty dle NV 401/2015 Sb. (p/m)	150/220	40/80	50/80	-	-
Požadované hodnoty dle NV 57/2016 Sb. (m)	130	30	30	20	8

Hodnoty p/m dle NV 401/2015 Sb., p = přípustné hodnoty, m = maximální hodnoty. Hodnoty “m” jsou určující při posuzování hodnot dle NV 57/2016 Sb.

Norma udává požadované hodnoty koncentrací znečištění dle příslušného počtu připojených ekvivalentních obyvatel.

Hodnoty BSK₅ ve splaškových vodách se pohybují okolo 400 mg/l. To odpovídá zhruba 60 g BSK₅ na obyvatele za den, což je považováno za specifickou produkci organického znečištění. [5]

Rámcová Směrnice 2000/60/ES o vodní politice Společenství předepisuje všem členským zemím EU omezení vnosu znečištění do vodních útvarů z difúzních i bodových zdrojů a dosažení dobrého chemického a ekologického stavu pro všechny vodní útvary, kde je to ekonomicky a společensky únosné. [6]

Směrnice Rady 91/271/EHS o čištění městských odpadních vod. [7]

4 NAVRŽENÉ VARIANTY ODKANALIZOVÁNÍ

V této kapitole jsou uvedeny a popsány možné vybrané varianty odkanalizování rekreačního střediska.

V rámci diplomové práce jsem zvolila pět variant odkanalizování. První varianta spočívá ve vybudování kontejnerové domovní čistírny odpadních vod od firmy ENVI-PUR typové řady BioCleaner. Druhá varianta zvažuje možnost vybudování kontejnerové biologické čistírny odpadních vod s typovým označením AS-HSBR od firmy ASIO. Třetí varianta se zakládá na vybudování septiku a biologického filtru. Čtvrtá varianta spočívá ve vybudování vegetační kořenové čistírny odpadních vod a poslední varianta zvažuje navýšení objemu žumpy.

4.1 DOMOVNÍ ČISTÍRNA ODPADNÍCH VOD BIOCLENER

Biologické čistírny odpadních vod BioCleaner® BC jsou určeny pro čištění odpadních vod jak z menších zdrojů znečištění, tj. rodinných domů, penzionů apod., tak i pro malé obce a města, ubytovací zařízení nebo výrobní podniky. Technologie je vhodná pro trvale obydlené objekty i objekty využívané pouze sezónně. [8]

4.1.1 Princip technologie čištění odpadních vod

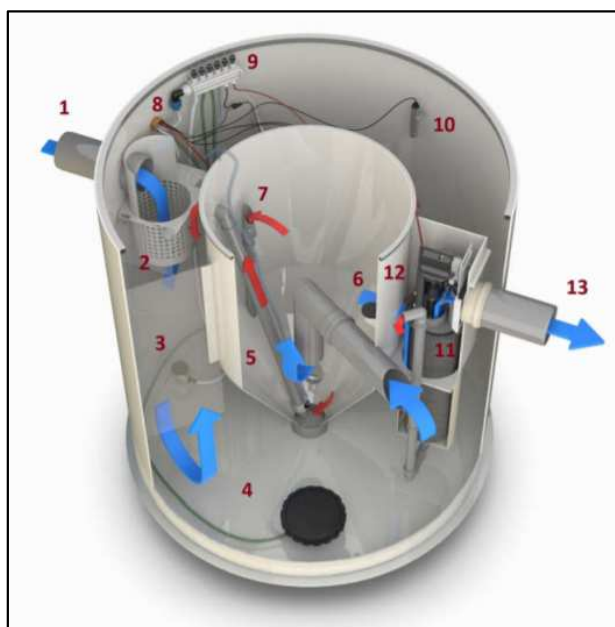
Samotný princip čištění je postaven na biologickém aerobním procesu v kontinuálním systému denitrifikace-nitrifikace. Celý proces řízení se provádí v reaktoru. Reaktor je plastová nádrž osazená technologickými přepážkami, vestavbami a potřebným vstrojením. [8]

V lapači hrubých nečistot (koši), dochází k zachycení mechanických látek a částic obsažených v přitékající odpadní vodě. Koš je zesponu provzdušňován a tím dochází k degradaci (rozložení) v něm zachycených biologicky rozkladatelných látek. Mechanicky přečištěná voda přitéká do denitrifikační zóny, kde dochází k biologickému odstraňování dusíku. Vyčištěná voda odtéká otvorem v přepážce do aktivačně-nitrifikační zóny. Zde dochází k biologickému odstraňování organického znečištění vody a k oxidaci amoniakálního dusíku a vytváří se směs vody a aktivovaného kalu. Ta odtéká do dosazovací zóny. V zóně je udržovaná vysoká koncentrace kyslíku pomocí jemnobublinného provzdušňovače, který do ní vhání vzduch. V dosazovací části dochází k oddělení vyčištěné vody a aktivovaného kalu pomocí sedimentace. Kal se hromadí u dna a část kalu je pomocí mamutkového čerpadla

odváděna do denitrifikační zóny. Vyčištěná voda se hromadí v horní části, odkud je odváděna odtokovým žlabem. [8]

Základní typ DČOV BioCleaner může být dále vybaven zařízením na dávkování chemikálií – srážení fosforu, nebo UV lampou. Takto vyčištěné vody pak lze vypouštět do vod podzemních. [8]

Je naprogramovaná na představený režim chodu – vypínání a zapínání dmyhadla. Tento způsob řízení umožňuje nastavit libovolnou dobu chodu a dobu přerušení a zároveň pouze jeden interval provzdušnění. Tuto řídicí jednotku lze ovládat manuálně nebo přes mobilní telefon, respektive přes internet. Je umožněn vzdálený monitoring DČOV v reálném čase. [8]



Obrázek 9 Schéma vybavení DČOV ENVI-PUR BioCleaner [8]

1 – Nátok OV, 2 – Česlicový koš, 3 – Denitrifikační zóna, 4 – Nitrifikační zóna, 5 – Dosazovací zóna, 6 - Dezintegrátor plovoucích nečistot, 7 – Odtah plovoucích nečistot, 8 – Vyústění srážení fosforu, 9 – Rozvaděč vzduchu, 10 – Kyslíková / pH sonda, 11 – Terciální filtrace, 12 – UV dezinfekce, 13 – Odtok vyčištěné vody

Společnost ENVI-PUR vyrábí tři modelové varianty z hlediska vybavenosti. Nejčastěji využívaný model COMFORT, a sofistikovanější modely EXCLUSIVE a EXCLUSIVE UV využívané především v zahraničí. [8]

Řídicí jednotka COMFORT PLUS nabízí pokročilé ovládání s možností vzdálené správy přes mobilní telefon, nebo přes internet a automatické stahování plovoucích nečistot. [8]

Koncentrace vyčištěné odpadní vody

V následující tabulce jsou uvedeny vybrané parametry z certifikace ČOV Envi-pur, které splňují požadavky nařízení vlády o vypouštění odpadních vod do vod povrchových i podzemních. Požadavky nařízení vlády jsou uvedeny v kapitole 3

Tabulka 3 Garantované hodnoty koncentrací vyčištěné vody na odtoku ČOV BioCleaner [8]

	CHSK _{Cr} [mg/l]	BSK ₅ [mg/l]	NL [mg/l]	N-NH ₄ ⁺ [mg/l]	P _{celk} [mg/l]
BioCleaner	49	5.6	13	10	1.4*

*Odstranění fosforu se docílí pomocí zařízení na srážení fosforu P-LESS, které není součástí základního vybavení. Zařízení P-LESS se využívá při vypouštění vyčištěné odpadní vody do podzemních vod. [8]

4.1.2 Návrh DČOV BC 75 COMFORT

Odpadní vody ze sociálního zařízení a kuchyně budou přepojeny ze stávající žumpy a trativodu z umýváren přes šachtu do domovní čistírny. Dešťová voda se do čistírny přivádět nesmí, hospodaření s nimi je řešeno zvlášť, nakládání s dešťovými vodami není předmětem této studie. Z čistírny bude vyčištěná voda odváděna potrubím s následným zaústěním do vodního recipientu – Klimentský potok.

Výpočty

Hlavními návrhovými parametry čistírny odpadních vod je hydraulické zatížení (přítok) a látkové zatížení (ukazatele kvality vody).

Pro technologický výpočet je uvažováno se zredukovaným počtem ekvivalentních obyvatel o 25%, tedy místo 80 EO na 60 EO a produkce odpadních vod byla stanovena na 90 l/os/den. Hodnoty součinitele denní nerovnoměrnosti $k_d = 1,5$ a hodinové nerovnoměrnosti $k_h = 6,5$ byly převzaty z normy ČSN 75 6402 Čistírny odpadních vod do 500 EO.

Tabulka 4 Výpočet průtoků odpadní vody

$Q_{24=}$	5.4	m ³ /den	<i>průměrný denní přítok</i>
$Q_{dm=}$	8.1	m ³ /den	<i>maximální denní přítok</i>
$Q_{hm=}$	2	m ³ /h	<i>maximální hodinový přítok</i>

Tabulka 5 Výpočet průměrného denního znečištění odpadních vod

$S_{dp,BSK5}$	3.6	kg/den	<i>průměrné denní znečištění BSK₅</i>
$S_{dp,CHSK}$	7.2	kg/den	<i>průměrné denní znečištění CHSK</i>
$S_{dp,Nc}$	0.66	kg/den	<i>průměrné denní znečištění N_C</i>
$S_{dp,Pc}$	0.15	kg/den	<i>průměrné denní znečištění P_C</i>
$S_{dp,NL}$	3.3	kg/den	<i>průměrné denní znečištění NL</i>

Při výběru velikosti čistírny hraje roli průměrný denní přítok odpadní vody Q_{24} , a průměrné denní znečištění odpadní vody $S_{dp,BSK5}$. V našem případě přítok činí 5,4 m³/den, jak je uvedeno v tabulce 4 a hodnota průměrného denního znečištění BSK₅ je stanovena v tabulce 5 a činí 3,6 kg/den. Při výpočtu požadovaného objemu se uvažuje se zredukovaným vstupním znečištěním o 30%, což značí výkyvy znečištění během dne.

Dle návrhových parametrů jsem vybrala kontejnerovou čistírnu odpadních vod typové řady BC 75 COMFORT od firmy ENVI-PUR, která splňuje veškeré požadavky.

Tabulka 6 Výpočet aktivační nádrže

Q_{24}	5.4	m ³ /den	<i>průměrný denní přítok</i>
c_{0-BSK}	667	mg/l	<i>koncentrace BSK₅ na vstupu</i>
$c_{0,AN}$	467	mg/l	<i>redukce BSK₅ o 30%</i>
$c_{0,vys}$	40	mg/l	<i>koncentrace vyčištěné vody</i>
$S_{dp,AN}$	2.52	kg/den	<i>vstupní znečištění</i>
E_c	94.00	%	<i>účinnost čištění celková</i>
E_{c-AN}	91.43	%	<i>účinnost čištění AN</i>
X	3.5	kg/m ³	<i>koncentrace sušiny aktivovaného kalu</i>
B_X	0.065	kg/kg/den	<i>zatížení kalu</i>
B_V	0.2275	kg/m ³ /den	<i>objemové zatížení</i>
V_{AN}	11.1	m³	<i>požadovaný objem aktivační nádrže</i>

W_s	38.77	kg	<i>objem kalu v aktivační nádrži</i>
V_{kal}	1.47	kg/den	<i>produkce kalu</i>
Θ	49.2	hod	<i>doba zdržení</i>
Θ_X	26.3	dní	<i>stáří kalu</i>

Dle výpočtu uvedeného v tabulce 6 **Tabulka 6** je požadovaná hodnota objemu aktivační nádrže 11,1 m³. Výrobce čistírny BC 75 COMFORT uvádí hodnotu objemu denitrifikační

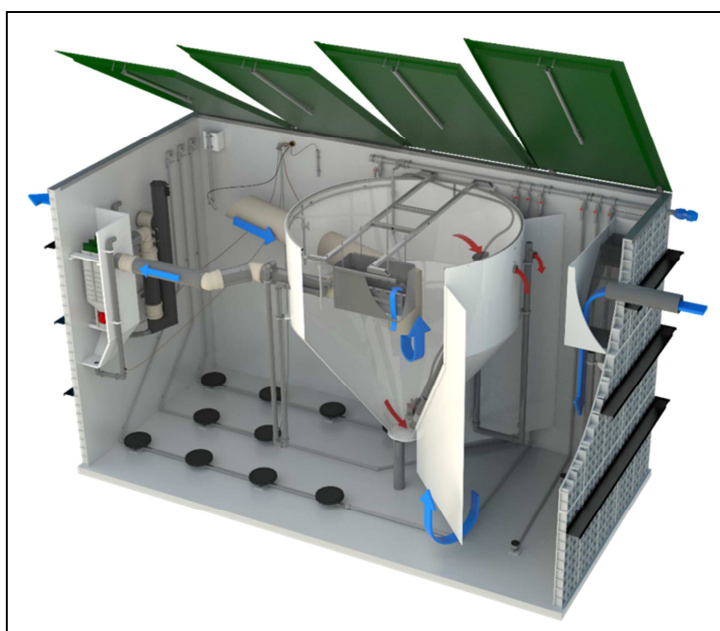
zóny $3,5\text{m}^3$ a nitrifikační zóny $8,4\text{m}^3$. S těmito hodnotami tento typ čistírny splňuje požadavek na potřebný objem aktivační nádrže s hodnotou $11,9\text{m}^3$.

Tabulka 7 Výpočet dosazovací nádrže

$Q_{\text{hm}}=$	2.2	m^3/hod	<i>maximální hodinový přítok</i>
$u_1=$	0.7	$\text{m}^3/\text{m}^2/\text{hod}$	<i>povrchové hydraulické zatížení</i>
$u_2=$	2.0	$\text{m}^3/\text{m}^2/\text{hod}$	<i>povrchové hydraulické zatížení</i>
$\Theta=$	96	min	<i>doba zdržení</i>
$S_{\text{DN},1}=$	3.15	m^2	<i>požadovaná plocha hladiny</i>
$S_{\text{DN},2}=$	1.10	m^2	<i>požadovaná plocha hladiny</i>
$V_{\text{DN}}=$	3.50	m^3	<i>požadovaný objem dosazovací nádrže</i>

Koeficienty byly stanoveny na základě příslušné normy a vyplývají z počtu EO. Jsou zde uvedeny dvě hodnoty povrchového hydraulického zatížení a následného výpočtu požadované plochy hladiny. Pro návrh se uvažuje s nepříznivější hodnotou, kde v tomto případě se jedná o hodnotu povrchového hydraulického zatížení $0,7\text{m}^3/\text{m}^2/\text{hod}$ a požadované plochy hladiny $3,15\text{m}^2$. [9]

Požadovaná hodnota objemu dosazovací nádrže činí $3,5\text{m}^3$. Výrobce čistírny BC 75 COMFORT uvádí hodnotu objemu dosazovací nádrže $3,5\text{m}^3$, čímž přesně splňuje požadavek na potřebný objem dosazovací nádrže.

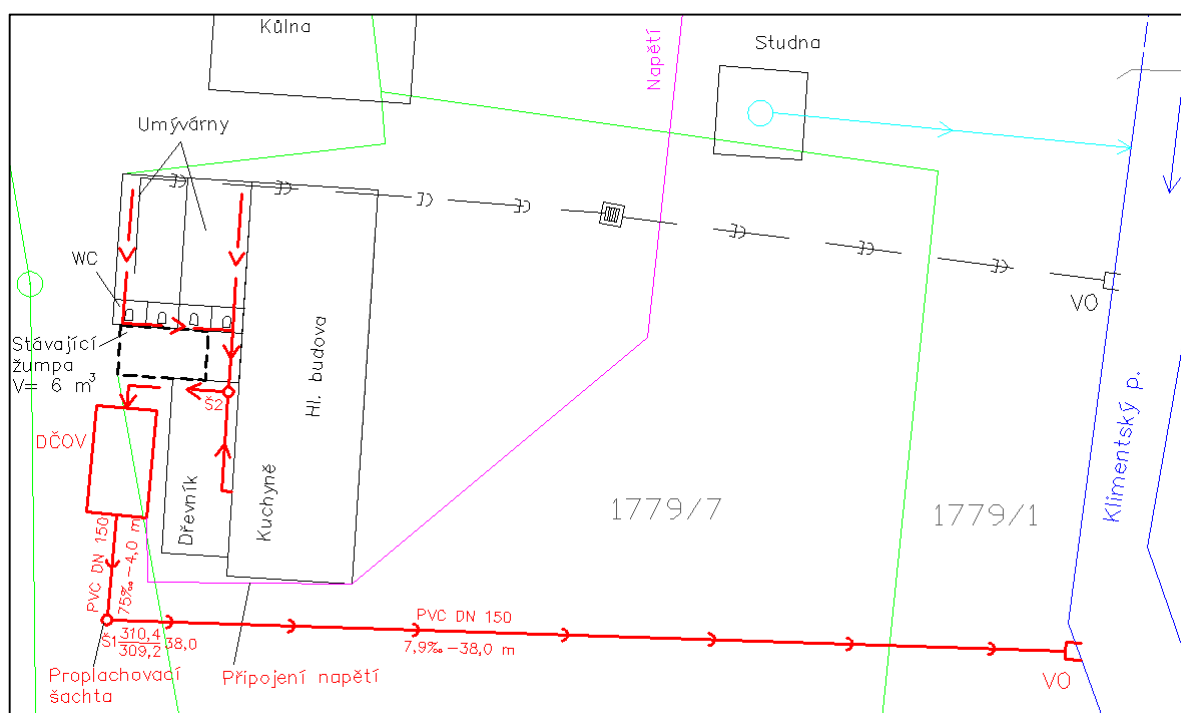


Obrázek 10 Kontejnerová ČOV ENVI-PUR BioCleaner [8]

Kontejner čistírny je nutné obetonovat, nebo v případě BioClenaeru je možnost od výrobce zesílit stěny kontejneru a následně nádrž pouze obsypat. Pokud v dané lokalitě nedochází k ohrožení nádrže podzemní vodou, tak postačí nádrž obsypat z důvodu šetření financí.

Umístění

Na schématu je vyobrazeno potenciální umístění čistírny. Objekt zasahuje do pozemku, který dle katastru nemovitostí vlastní obec Vřesovice.



Obrázek 11 Schéma návrhu umístění domovní čistírny [zdroj: Krulová]

Jak lze vidět z obrázku, čistírna bude situována za hlavní budovou a v případě nedostatku potřebné plochy k umístění čistírny, bude nutné zbourat dřevník. V příloze 1 je k nahlédnutí schéma situace území s DČOV a legendou.

Jelikož není znám podrobný technický stav stávající šachty a kanalizačního potrubí, tak z důvodu šetření financí, na bourání stávajícího potrubí, šachty, a také ochrany před kontaminací podzemní vody v blízkosti studny, bude vybudována nová trasa kanalizačního potrubí s následným vyústěním do potoka. Stávající šachtu a potrubí je možné využít pro odvádění dešťové vody z areálu.

Na trase odtokového potrubí je navržena revizní, proplachovací šachta, která zabrání sedimentaci a následnému zanášení potrubí, ke kterému by docházelo z důvodu malého

sklonu odtokového potrubí. V příloze 4 Podélný profil odtokového potrubí jsou uvedeny výškové poměry území a vedení trasy potrubí.

Jelikož u odtokového potrubí z čistírny do proplachovací šachty, v délce 4,0 m, není dodržena nezámrzná hloubka, bude potrubí opatřeno tepelnou izolací pro ochranu proti zamrznutí. Odtokové potrubí z proplachovací šachty k výusti je uloženo v nezámrzné hloubce 1,2 m pod terémem.



Obrázek 12 Situování DČOV (vlevo), příjezd k místu návrhu DČOV (vpravo) [zdroj: Krulová]

4.2 DOMOVNÍ ČISTÍRNA ODPADNÍCH VOD AS-HSBR

Typová řada AS-HSBR je vhodná k čištění splaškových odpadních vod z provozoven, hotelů, obcí, rekreačních objektů, letních táborů, kempů. [10]

4.2.1 Princip technologie čištění odpadních vod

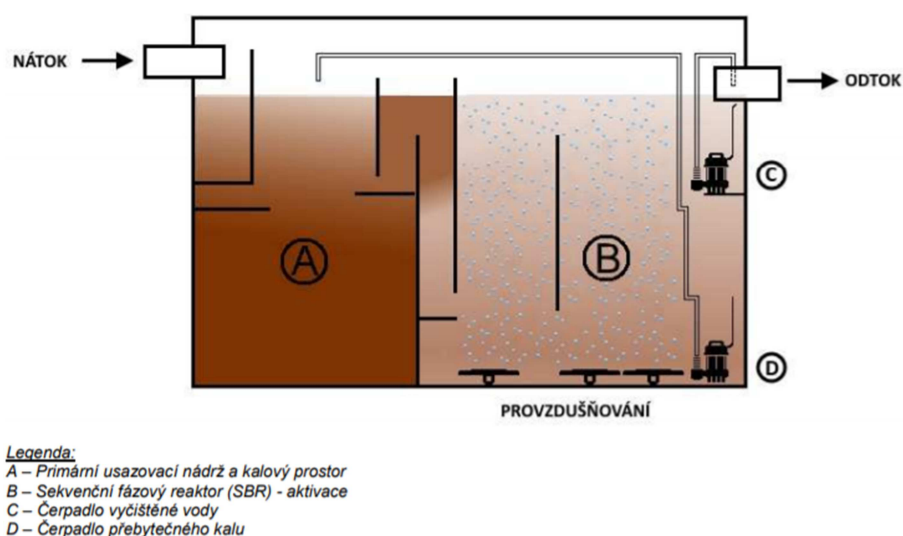
Odpadní voda natéká do primární nádrže s usazovacím a kalovým prostorem, kde je zbavena mechanických, plovoucích a usaditelných látek, které jsou zde uskladněny, a probíhá jejich rozklad. Z usazovacího prostoru natéká přepadem opatřeným normými stěnami již mechanicky předčištěná odpadní voda do aktivačního prostoru SBR (sequential batch reactor). Přepad je chráněn normou stěnou, aby došlo k zadržení plovoucích látek. [10]

V aktivační nádrži SBR probíhají v čase za sebou ve třech fázích následující procesy:

1. Fáze - Biologické čištění odpadní vody – 2,5 hodiny
2. Fáze - sedimentace aktivovaného kalu a oddělení vyčištěné vody - 1 hodina
3. Fáze - odtah vyčištěné vody do odtoku čerpadlem, odtah přebytečného kalu – 0,5 hodiny.

Celková doba jednoho cyklu je 4 hodiny. [10]

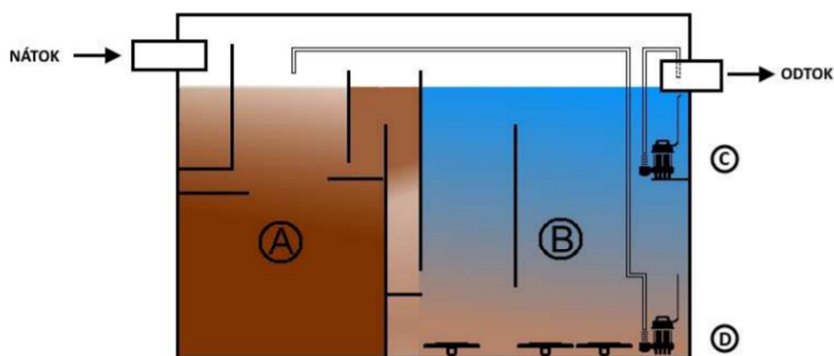
Aktivační nádrž SBR je naplněna směsí čištěné vody a mikroorganismů aktivovaného kalu. V 1. fázi biologického čištění zde dochází k provzdušňování (aeraci) této směsi. Prostor je ve spodní části osazený jemnobublinným provzdušňovacím systémem, do kterého je vháněn vzduch pomocí dmyhadla umístěného v samostatné šachtě vedle nádrže čistírny. Dmyhadlo je řízeno automatickým systémem umístěným v elektrickém rozvaděči čistírny. V průběhu čištění dochází k biologickému rozkladu organického znečištění vody působením organismů aktivovaného kalu. Současně dochází také k nitrifikaci amoniakálního dusíku na dusík dusičnanový. Doba trvání první fáze je 2,5 hodiny. [10]



Obrázek 13 Schéma ČOV typu AS-HSBR – fáze aerace a biologického čištění [10]

Ve druhé fázi čištění dochází k přerušení aerace a k separaci aktivovaného kalu a vyčištěné vody sedimentací. Doba sedimentace je v základním nastavení 1 hodina. [10]

Ve třetí fázi je vyčištěná voda z horní části nádrže odtahována čerpadlem do odtokového žlabu. Tím vzniká akumulací prostor pro zrovnoměrnění a egalizaci nově přitékající odpadní vody. Část usazeného kalu je odváděna kalovým čerpadlem do primární nádrže k uskladnění jako přebytečný kal. Doba třetí fáze je v základním nastavení 0,5 hodiny.[10]



Legenda:
A – Primární usazovací nádrž a kalový prostor
B – Sekvenční fázový reaktor (SBR) - aktivace
C – Čerpadlo vyčištěné vody
D – Čerpadlo přebytečného kalu

Obrázek 14 Schéma ČOV typu AS-HSBR – fáze sedimentace a odtahu vyčištěné vody [10]

Po vyčerpání kapacity usazovacího a kalového prostoru je nutné zajistit vývoz kalu fekálním vozem (četnost vývozu se řídí velikostí a povahou zatížení ČOV, nejčasněji 2 až 3 krát do roka).

Koncentrace vyčištěné odpadní vody

Garantované hodnoty na odtoku z ČOV AS-HSBR uváděné výrobcem budou dodrženy při respektování návrhových parametrů, instalačních podmínek a provozování na základě předaného návrhu provozního řádu. [10]

Tabulka 8 Garantované hodnoty koncentrací vyčištěné vody na odtoku pro ČOV AS-HSBR [10]

Parametr	Hodnoty "p"	Hodnoty "m"
BSK ₅ [mg/l]	25	50
CHSK _{Cr} [mg/l]	90	150
NL [mg/l]	30	60
N-NH ₄ ⁺ [mg/l]	15	30
P _{celk} [mg/l]	2*	4*

*Odstranění fosforu se docílí doplněním dávkovacího zařízení na snížení obsahu fosforu, které není v základním vybavením. [10]

Hodnoty splňují požadavek NV 401/2015 o vypouštění odpadních vod do vod povrchových. Požadavky nařízení vlády jsou uvedeny v kapitole 3.

4.2.2 Návrh DČOV AS-HSBR 60

Řešení nakládání s odpadními vodami zde bude totožné jako s DČOV od firmy ENVI-PUR, a to tak že všechny odpadní vody ze sociálního zařízení a kuchyně budou přepojeny ze stávající žumpy a trativodu z umývárny přes šachtu do domovní čistírny. Dešťová voda se do čistírny přivádět nesmí, hospodaření s nimi je řešeno zvlášť, nakládání s dešťovými vodami není předmětem této studie. Z čistírny bude vyčištěná voda odváděna potrubím s následným zaústěním do vodního recipientu – Klimentský potok.

Výpočty

Hlavními návrhovými parametry čistírny odpadních vod je hydraulické zatížení (přítok) a látkové zatížení (ukazatele kvality vody). Návrhové parametry jsou již spočítány a uvedeny v kapitole 4.1.2.

Při výběru velikosti čistírny hraje roli průměrný denní přítok odpadní vody Q_{24} , a průměrné denní znečištění odpadní vody S_{dp,BSK_5} . V našem případě přítok činí $5,4 \text{ m}^3/\text{den}$, jak je uvedeno v tabulce 4 a hodnota průměrného denního znečištění BSK_5 je stanovena v tabulce 5 a činí $3,6 \text{ kg}/\text{den}$.

Tabulka 9 Výpočet objemu reaktoru

$Q_{24} =$	5.4	m^3/den	<i>průměrný denní přítok</i>
$S_{dp,BSK} =$	2.52	kg/den	<i>látkové zatížení BSK_5 - redukce o 30%</i>
$B_x =$	0.05	$\text{kg}/\text{kg}/\text{den}$	<i>látkové zatížení kalu</i>
$X =$	4	kg/m^3	<i>koncentrace kalu</i>
$\Theta_x =$	26.3	dní	<i>stáří kalu</i>
$m_k =$	50.4	kg	<i>množství kalu v systému</i>
$V_A =$	12.6	m^3	<i>objem reaktoru aktivovaného kalu</i>
$V_{0,05A} =$	0.63	m^3	<i>objem čisté vody nad kalem zbylé po fázi odtoku, 5% V_A</i>
$t_p =$	6.5	hod	<i>doba plnění reaktoru</i>
$V_p =$	1.5	m^3/den	<i>objem vody přivedené do nádrže během fáze plnění</i>
$E_c =$	91.00	%	<i>celková účinnost čištění</i>
$E_{c-AN} =$	93.81	%	<i>biologická účinnost čištění</i>
$V_{DN} =$	15.00	m^3	<i>požadovaný objem reaktoru</i>
$\Theta =$	66.67	dní	<i>doba zdržení</i>

Dle návrhových parametrů jsem vybrala kontejnerovou čistírnu odpadních vod typové řady AS-HSBR 60 od firmy ASIO, která splňuje veškeré požadavky.

Požadovaná hodnota objemu reaktoru činí 15 m^3 . Objem reaktoru kontejnerové čistírny AS-HSBR 60 splňuje daný objem s hodnotou cca 23 m^3 .

Pokud v dané lokalitě dochází k ohrožení nádrže podzemní vodou, je nutné kontejner čistírny obetonovat.

Umístění

Umístění čistírny AS-HSBR 60 bude řešeno totožným způsobem jako u domovní čistírny BC 75 COMFORT (Obrázek 11).

Čistírna bude situována za hlavní budovou a v případě nedostatku potřebné plochy k umístění čistírny, bude nutné zbourat dřevník. V příloze 1 je k nahlédnutí schéma situace území s DČOV a legendou.

Jelikož není znám podrobný technický stav stávající šachty a kanalizačního potrubí, tak z důvodu šetření financí, na bourání stávajícího potrubí, šachty, a také ochrany před kontaminací podzemní vody v blízkosti studny, bude vybudována nová trasa kanalizačního potrubí s následným vyústěním do potoku. Stávající šachtu a potrubí je možné využít pro odvádění dešťové vody z areálu.

Na trase odtokového potrubí je navržena revizní, proplachovací šachta, která zabrání sedimentaci a následnému zanášení potrubí, ke kterému by docházelo z důvodu malého sklonu odtokového potrubí. V příloze 4 Podélný profil odtokového potrubí jsou uvedeny výškové poměry území a vedení trasy potrubí.

Jelikož u odtokového potrubí z čistírny do proplachovací šachty, v délce 4,0 m, není dodržena nezámrzná hloubka, bude potrubí opatřeno tepelnou izolací pro ochranu proti zamrznutí. Odtokové potrubí z proplachovací šachty k výusti je uloženo v nezámrzné hloubce 1,2 m pod terénem.

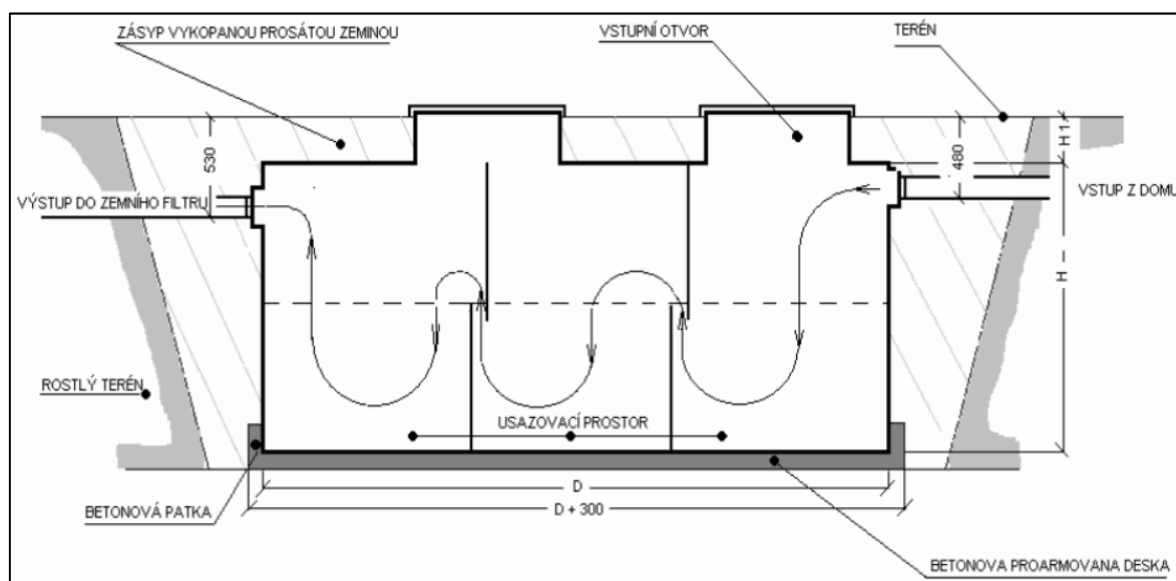
4.3 SEPTIK

Použití septiku je velmi vhodné pro občasně obývané objekty – např. rekreační chaty a chalupy, stejně tak však může být s výhodami použit u rodinných domů, tedy trvale obydlených objektů. [11]

4.3.1 Princip technologie čištění

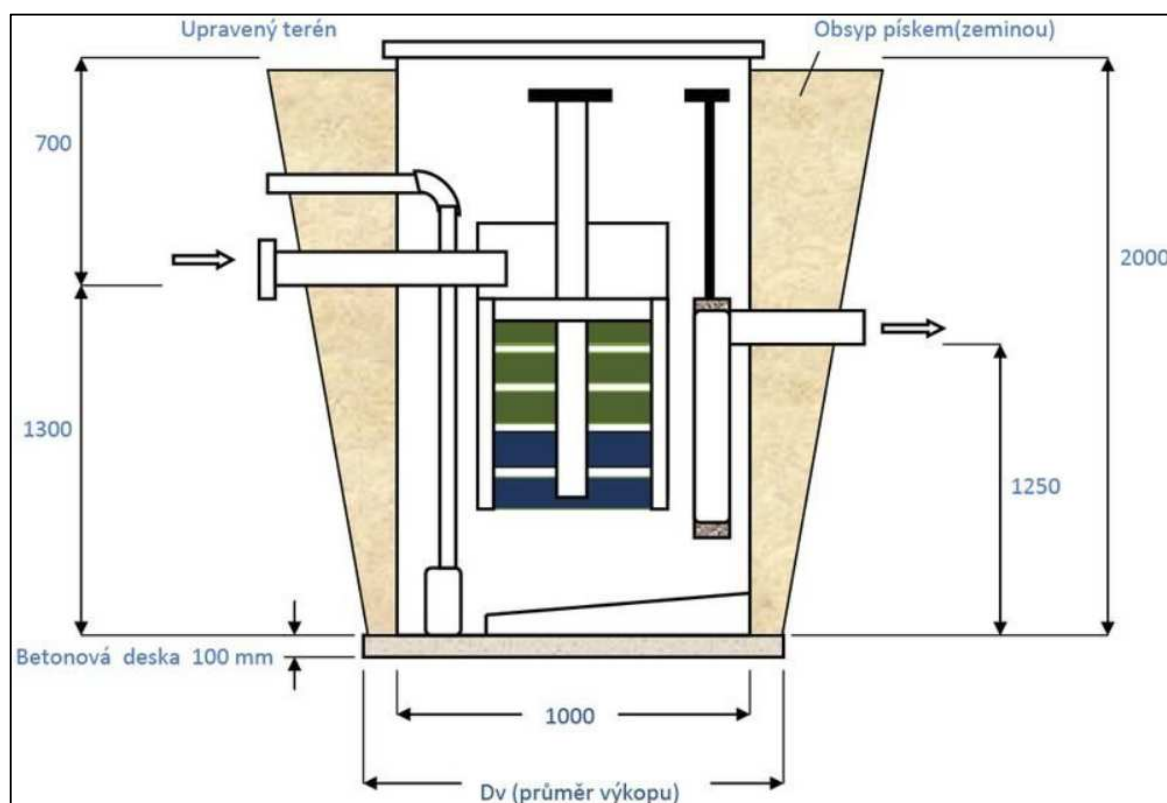
Septik je nádrž, ideálně se 3 komorami, která slouží jako usazovací prostor - odpadní vody se zde postupně zbavují kalu. Dochází zde k předčištění odpadní vody, které ovšem není dostatečné. Proto se za septik umísťuje navíc ještě zemní filtr (např. pískový) nebo aktivní biologický filtr, kde dojde k takovému dočištění, že je možno vodu vypouštět. Vhodně navržený septik ve spojení se zemním filtrem je stejně účinný jako správně provozovaná domovní čistírna. [11]

Odpadní voda je prostřednictvím kanalizačního potrubí přivedena do první komory septiku. V první komoře dochází k hrubému přečištění odpadní vody díky činnosti enzymů a bakterií. Jedná se především o rozkládání organických látek a usazování kalů. Takto přečištěná voda putuje dále do druhé komory přes separační překážku. Ve druhé komoře dochází k sedimentaci jemného kalu. Třetí komora septiku disponuje potrubím, pomocí kterého je voda odváděna ze septiku dále do zemního filtru, nebo čistírny odpadních vod. Během mechanismu čištění dochází k takzvanému anaerobnímu hnití. Jedná se o rozklad a mineralizaci organických látek bez přístupu vzduchu. [12]



Obrázek 15 Schéma tříkomorového septiku [13]

Biologické filtry jsou vyráběny, jako plastové samonosné nádrže osazované pod terén s obsypem pískem (jemnou zeminou), bez nutnosti obetonování. Předčištěná voda ze septiku natéká přes filtrační koše do filtru. Koše jsou uloženy ve střední části nádrže a jsou neustále zaplaveny. Koše vyplněné filtrační vložkou se postupně obalují vrstvou biomasy, která přispívá k procesu čištění. S přibývajícím dobou filtrace narůstá množství biomasy, které je nutné z filtru odčerpat, vestavěným kalovým čerpadlem a to zpět do septiku. Na odtoku filtru je umístěna jemná filtrační vložka v PP potrubí DN 100, která slouží k dočištění a zachycení zbytkových nečistot. Filtrační vložka lze jednoduchým způsobem vyjmout a přečistit. Technické provedení filtru může být upraveno pro konkrétní podmínky (směrové umístění nátokového a odtokového potrubí, příp. úprava výšky dle místních podmínek). Filtr je uzavřen pochozím poklopem. [14]



Obrázek 16 Řez biologického filtru [14]

Koncentrace vyčištěné odpadní vody

V následující tabulce jsou uvedeny dosahované hodnoty vyčištěné odpadní vody na odtoku při správně provozovaném septiku a dočištění na biologickém filtru.

Tabulka 10 Hodnoty koncentrací vyčištěné vody na odtoku pro septik s biologickým filtrem [14]

Parametr	Septik s BF5-EK
BSK ₅ [mg/l]	Pod 25 mg/l
CHSK _{Cr} [mg/l]	Pod 100 mg/l
NL [mg/l]	Pod 20 mg/l

Hodnoty splňují požadavek NV 401/2015 o vypouštění odpadních vod do vod povrchových. Požadavky nařízení vlády jsou uvedeny v kapitole 3

4.3.2 Návrh septiku s biologickým filtrem

Všechny odpadní vody ze sociálního zařízení a kuchyně, vyjímaje vod dešťových, budou přepojeny ze stávající žumpy a trativodu z umýváren přes šachtu do tříkomorového septiku, kde bude docházet k usazování a k předčištění odpadní vody. Odtud bude předčištěná voda odvedena do dalšího stupně čištění – biologického filtru. Vyčištěná voda z biologického filtru bude odváděna potrubím s následným zaústěním do vodního recipientu – Klimentský potok.

Výpočty

Celkový objem všech komor musí být dostatečný pro zajištění minimálního zdržení vody v septiku (t). Minimální účinný prostor septiku nesmí sahat pod 3 m^3 a střední doba zdržení vody je doporučena na 3 dny. Dále je objem závislý na počtu připojených EO, na specifické spotřebě vody (q) a potřebném prostoru pro zdržující se kal (a), který zabírá přibližně 50 % účinného prostoru septiku. Norma ČSN 75 6402 zmiňuje následující vzorec pro výpočet účinného prostoru septiku v m^3 . [9]

Tabulka 11 Výpočet objemu septiku

EO =	60	-	<i>počet ekvivalentních obyvatel</i>
q =	90	l/os/den	<i>specifická spotřeba vody</i>
a =	1.5	-	<i>součinitel vyjadřující kalový prostor (obvykle a=1.5)</i>
t =	3	dny	<i>střední doba zdržení</i>
V_{Septik}=	24.30	m³	<i>požadovaný objem septiku</i>

Byla zvolena plastová jímka NLK-EK od firmy Ekocis s objemem 24 m^3 , která se doplní o příčky za účelem vzniku tříkomorového septiku. Plastová jímka NKL-EK je vodotěsná ležatá jímka vyrobená svařováním PP desek a tvoří ji ležatý válec.



Obrázek 17 Plastová nádrž NKL-EK [15]

V následující tabulce je výpočet požadovaného objemu biologického filtru, který se zapojí za septikem a bude sloužit pro dočištění odpadních vod.

Tabulka 12 Výpočet objemu biologického filtru

$Q_{24} =$	2.7	m^3/den	<i>poloviční návrhový přítok</i>
$S_{dp,BSK} =$	2.52	kg/den	<i>průměrné denní znečištění BSK₅, redukce 30%</i>
$q_A =$	2.7	$g/m^2/\text{den}$	<i>denní plošné zatížení</i>
$A_{sp} =$	120	m^2/m^3	<i>specifický povrch</i>
$q_V =$	0.324	$kg/m^3/\text{den}$	<i>denní objemové zatížení</i>
$k =$	0.5	-	<i>koeficient využitelnosti náplně</i>
$V_{\text{Filtru}} =$	3.89	m^3	<i>požadovaný objem biologického filtru</i>

Přítok odpadní vody ze septiku se rozdělí mezi 2 filtry z důvodu velké hodnoty požadovaného objemu biologického filtru při plném přítoku. Návrhový přítok se při výpočtu tedy rozdělil na poloviny a hodnota požadovaného objemu jednoho biologického filtru činí $3,89 m^3$. Pro dočištění odpadní vody poslouží 2 kusy biologického filtru BF5-EK od firmy Ekocis, které splňují požadavek na potřebný objem s hodnotou užitého objemu $4,7 m^3$. Rozdělovací šachta o průměru 750 mm a hloubky 1000 mm poslouží pro rozdělení vody do jednotlivých biologických filtrů.



Obrázek 18 Biologický filtr BF-EK [16]

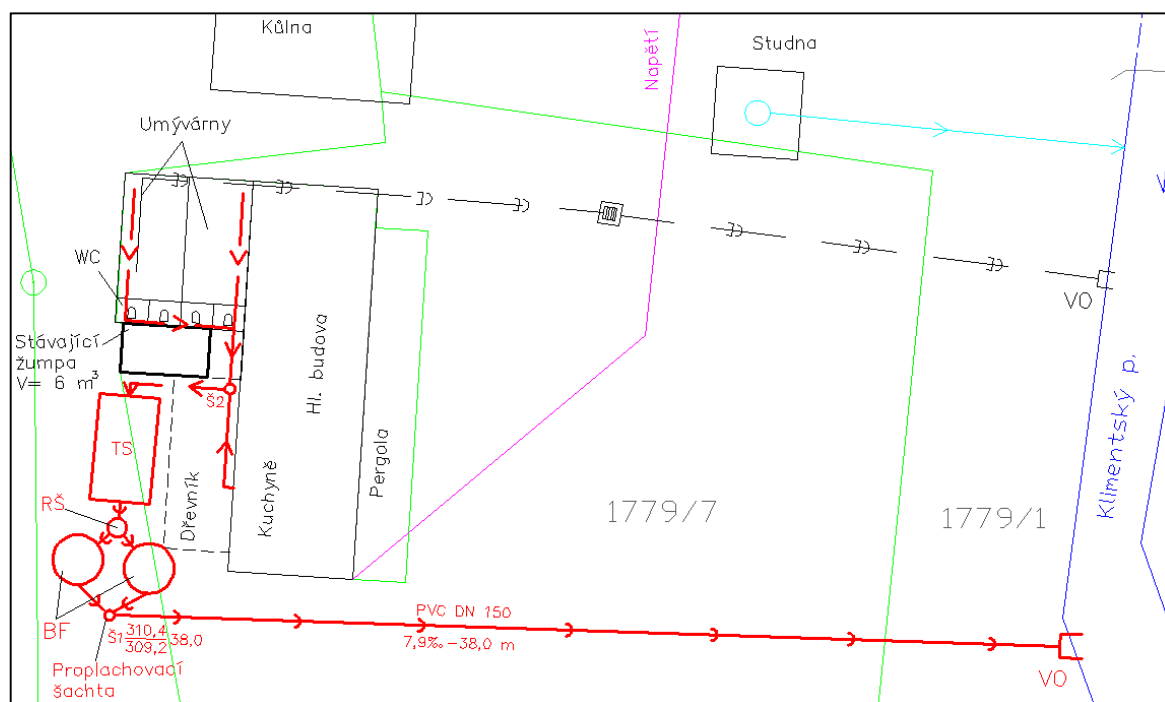
Umístění

Septik bude umístěn, stejně jako DČOV, za hlavní budovou tak, aby bylo možné napojení potrubí s odpadní vodou ze stávající žumpy. Kvůli nedostatku místa bude nutné odstranit dřevník. Objekt zasahuje do pozemku, který dle katastru nemovitostí vlastní obec Vřesovice. V příloze 2 je k nahlédnutí schéma situace území se septikem a biologickými filtry a příslušnou legendou.

Jelikož není znám podrobný technický stav stávající šachty a kanalizačního potrubí, tak z důvodu šetření financí, na bourání stávajícího potrubí, šachty, a také ochrany před kontaminací podzemní vody v blízkosti studny, bude vybudována nová trasa kanalizačního potrubí s následným vyústěním do potoku. Stávající šachtu a potrubí je možné využít pro odvádění dešťové vody z areálu.

Na trase odtokového potrubí je navržena revizní, proplachovací šachta, která zabrání sedimentaci a následnému zanášení potrubí, ke kterému by docházelo z důvodu malého sklonu odtokového potrubí. V příloze 4 Podélný profil odtokového potrubí jsou uvedeny výškové poměry území a vedení trasy potrubí.

U odtokového potrubí ze septiku a biologických filtrů do proplachovací šachty není dodržena nezámrazná hloubka, potrubí bude opatřeno tepelnou izolací pro ochranu proti zamrznutí. Odtokové potrubí z proplachovací šachty k výusti je uloženo v nezámrazné hloubce 1,2 m pod terénem.



Obrázek 19 Schéma návrhu umístění septiku [zdroj: Krulová]

4.4 VEGETAČNÍ KOŘENOVÁ ČISTÍRNA ODPADNÍCH VOD

Vegetační kořenové čistírny patří mezi tzv. přírodní (někdy nazývané také „extenzivní“) technologie. Jedná se o uměle budované zemní filtry osázené mokřadní vegetací (nejčastěji rákos obecný, chrastice rákosovitá, orobince) s definovaným filtračním prostředím, tzv. kořenovým filtrem (také nazývaným „kořenové pole“). [17]

4.4.1 Princip technologie čištění odpadních vod

Základním principem tohoto způsobu čištění je tedy průtok odpadní vody substrátem, který je osázen mokřadní vegetací. Substrát musí být dostatečně propustný, aby nedocházelo k jeho ucpávání a následnému povrchovému odtoku. Při průchodu odpadní vody substrátem dochází k čištění, které se uskutečňuje komplexem chemických, fyzikálních a biologických procesů. [17]

V kořenové čistírně probíhají přirozené procesy aerobní (za přítomnosti kyslíku) v nezatopené části filtrů, anaerobní procesy (bez přítomnosti kyslíku) v zatopené části kořenového pole a také procesy anoxické (kyslík vázaný na dusičnany a dusitany). [17]

U vegetačních kořenových čistíren voda proudí filtrem horizontálně, případně vertikálně.

Kořenové čistírny jsou velmi vhodným řešením biologického čištění odpadních vod zejména při přerušovaném provozu zdroje odpadních vod (rekreační objekty, chalupy, letní tábory), při velkém kolísání koncentrace a množství odpadních vod a při přítoku zředěných odpadních vod, např. z jednotné kanalizace. [17]

4.4.2 Mechanické předčištění

Splaškové vody z domácnosti vyžadují před přírodním čištěním řádné mechanické předčištění. Způsob mechanického předčištění a její účinnost úzce souvisí s celkovým výsledkem čištění odpadní vody. Úkolem je zajistit co nejmenší koncentraci nerozpuštěných látek na odtoku z mechanického předčištění. Nedostatečné mechanické předčištění odpadní vody může mít za následek ucpání filtračního lože v kořenové čistírně. [18]

Většinou se pro předčištění využívá zařízení jako je sedimentační nádrž, jednoduchý septik, biologický septik nebo SL septik. Pro domovní čistírnu postačí jednoduchý septik nebo usazovací nádrž. Pro malé obce je nejvhodnější kombinace česlí a šterbinové nádrže.[19],[20]

4.4.3 Filtrační lože

Za mechanickým stupněm čištění se nachází hlavní stupeň čištění – kořenový filtr. Tělem celé kořenové čistírny je filtrační lože, které se umísťuje do vyhloubeného podkladu. Výplň filtračního lože tvoří filtrační substrát, který je osázen mokřadními rostlinami. Pod tímto substrátem se nachází izolační vrstva tvořena těsnicí fólií (polyvinylchlorid, polyethylen), ta je v ideálním případě ještě podložena a překryta geotextílií, která brání protržení těsnicí fólie. Hloubka filtračního pole by měla být okolo 60 – 80 cm.[22],[23]

Jako filtrační substrát se většinou používá materiál, který je dobře propustný, ale zároveň má dobrý filtrační účinek, např.: praný štěrk, drcené kamenivo, kačírek, či umělé kamenivo. Materiál by měl být volen ideálně o jednotné velikosti frakce, aby nedocházelo k nerovnoměrnému promíchání frakcí, které by následně mohlo ovlivňovat proudění odpadních vod. Platí, že hrubozrnný materiál má větší hydraulickou vodivost, než jemnozrnný, ale ten se zase rychleji ucpává. Použitý materiál musí být také praný a zbavený nečistot, aby nedocházelo k zakolmatování filtračního lože. Nejčastěji se volí velikost frakce 4 – 8 mm nebo 8 – 16 mm. Do rozvodných a sběrných částí se nejčastěji používá makadam o velikosti frakce větší než 100 mm. [22],[23]

BSK₅ je základním ukazatelem organického znečištění a proto se používá jako výchozí hodnota pro stanovení plochy filtračních polí.

Zpravidla platí, že na jednoho EO (60 g BSK) je potřeba zajistit cca 5 m² plochy filtračního pole pro KČOV s horizontálním prouděním a 2 m² pro filtrační pole s vertikálním prouděním. [23]

Pro výpočty KČOV je potřeba znát účinnost odstranění hlavních ukazatelů znečištění. Vycházíme z průměrných hodnot dlouhodobých měření na KČOV prováděné odborníky v České republice, které jsou uvedeny v následující tabulce. [20]

Tabulka 13 Průměrné hodnoty účinnosti čištění kořenové čistírny odpadních vod [9], [20]

	Šálek a kol., 2013	ČSN 75 6402
BSK ₅	85%	65 - 95 %
CHSK	75%	70 - 90 %
NL	80%	85 - 95 %
N-NH ₄ ⁺	30%	10 - 15 %
P _{celk}	35%	5 -25 %

4.4.4 Rozvod odpadních vod

V první řadě je důležité přivést odpadní vody ze zařízení, které funguje jako mechanický stupeň čištění (předčištění). Z těchto zařízení je ideální vést odpadní vodu plastovým potrubím až do distribuční zóny, která je tvořená hrubozrnným kamenivem (makadam), přes kterou se voda dostává do filtrační části. Odtud je odváděna sběrným perforovaným potrubím až k odtoku. V odtokové šachtě je možné regulovat výšku hladiny vod v čistírně. Nejčastěji se hladina udržuje 5 – 10 cm pod vrchní vrstvou filtračního lože (prevence proti zásahu vnějších vlivů – mráz, znečištění, vegetace atd.). [23],[24]

4.4.5 Vegetace

Schopnost rostlin přijímat makrobiogenní prvky (uhlík, kyslík, vodík, dusík, fosfor, síra, vápník, železo, draslík) je jedním z důvodů, proč jsou užívány na kořenových čistírnách. Dalším z důvodů je jejich kořenový systém, který je schopen dodávat do filtru kyslík a vytvářet u svých kořenů zónu vhodnou pro růst aerobních mikroorganismů. [25]

Při volbě druhů rostlin je potřeba brát v potaz vliv na systém kořenové čistírny. Užitím rostlin se snažíme dosáhnout stabilizace povrchu filtračního lože, zvýšené poréznosti v tělese

čistírny, co nejvyšší absorpance živin rostlinami ze zpracovávané vody, zabránění vzniku zkratových proudů, zvýšení evapotranspirace a příjemného estetického vzhledu. [25]

Vzhledem k výše uvedeným požadavkům je nejvýhodnější zvolit rostliny, které žijí v mokřadním prostředí. Dalším kritériem výběru je velikost kořenového systému rostliny. Snažíme se totiž dosáhnout toho, aby kořenový systémem zasahoval do celého objemu kořenové čistírny, což zajistí dobrou distribuci kyslíku. Dobré prokysličení totiž stimuluje k růstu aerobní mikroby žijící u kořenových systémů. Velikost kořenového systému navíc přímou úměrou ovlivňuje růst nadzemní části rostliny, tzn. i příjem nutrientů, které je potřeba odstranit. Vliv na výběr rostliny má i její přirozený biotop. [26]

V mírném klimatu České republiky se pro kořenové čistírny nejvíce využívá rákos obecný, protože zvládá zaplavení vodou a jeho kořeny dokáží prorůst filtrační zónou. Spolu s rákosem se využívá chrastice rákosovitá, která vytváří porost již v prvním vegetačním období. [19]

Dále se využívá orobinec širokolistý a úzkolistý, sítina rozkladitá, kosatec žlutý, zblochan vodní, kyprej vrbice aj. [27]

4.4.6 Návrh vegetační kořenové čistírny odpadních vod

Odpadní voda bude přiváděna na mechanické předčištění pomocí kanalizačního potrubí DN 250 a z důvodu malého sklonu přítokového potrubí jsou na trase navrženy 2 revizní, proplachovací šachty, které zabrání sedimentaci a následnému zanášení potrubí.

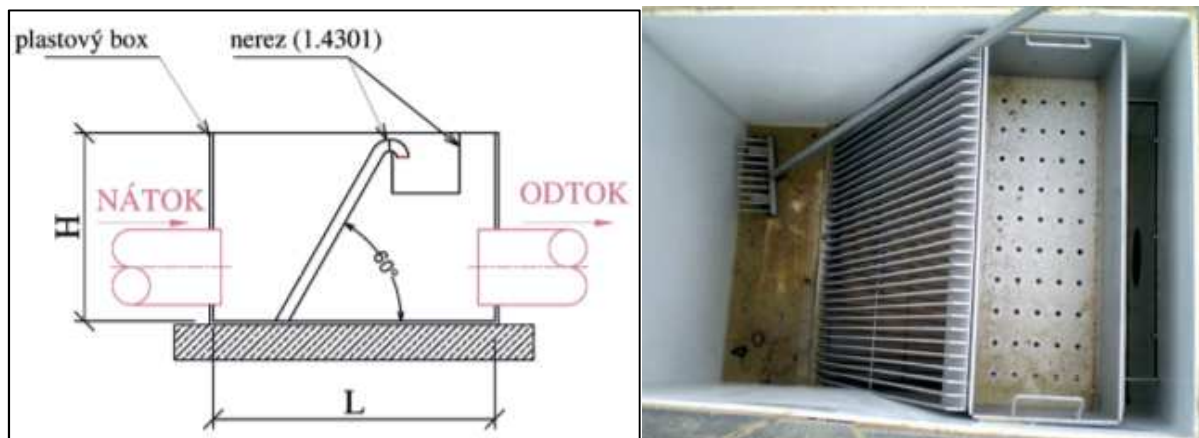
V příloze 5 Podélný profil potrubí KČOV jsou uvedeny výškové poměry území a vedení trasy potrubí.

Pro mechanické předčištění budou sloužit ručně stírané česle, tříkomorový septik a horizontální filtr vegetační kořenové čistírny, sloužící jako bezpečnostní prvek před hlavním stupněm čištění.

Česle

Jako první mechanické předčištění byly navrženy ručně stírané česle od firmy ASIO, typ AS-ČESLE 105/30/100 s velikostí průlin 6 mm, které se sestávají z šikmé česlicové mříže, úhel 60°, zabudované v plastovém boxu, který se následně osazuje do otevřeného kanálu obdélníkového průřezu. Shrabky zachycené na mříži jsou obsluhou vyhrnovány

ručním hrablem do příčného mělkého žlabu s děrovaným dnem. Odvodněné shrabky se následně budou dávat do kontejneru na shrabky v podobě plastové popelnice. [28]



Obrázek 20 Ručně stírané česle [28]

Septik

Za česlemi je navržen třikomorový septik, který zde bude plnit funkci usazovací nádrže. Výpočet požadovaného objemu septiku je uveden v kapitole 4.3.2. Hodnota požadovaného objemu činí $24,3 \text{ m}^3$.

Na místě bude vybetonována nádrž objemu 25 m^3 s vnitřními půdorysnými rozměry $5 \times 2,5 \text{ m}$, tloušťkou stěny $0,2 \text{ m}$ a hloubkou v nádrži 2 m , která se doplní o příčky za účelem vzniku třikomorového septiku.

Mechanicky předčištěná odpadní voda bude přiváděna ze septiku na horizontální filtr pomocí přiváděcího potrubí z PVC KG DN 110 mm.

Horizontální filtr KČOV

Horizontální filtr je odvozen z převládajícího horizontální směru proudění odpadní vody. Nedoporučuje se použít jako samostatný prvek pro čištění odpadních vod. Jeho hlavní nevýhodou je minimální účinnost odstraňování amoniakálního dusíku, proto z něj odtéká často zapáchající voda. [21]

Plocha zde navrhovaného horizontálního filtru postačí $2 \text{ m}^2/\text{EO}$, jelikož tady horizontální filtr slouží pouze jako bezpečnostní prvek před vertikálním filtrem. Je nutné stanovit koncentraci BSK_5 na odtoku a dopočítat odtokovou koncentraci CHSK_{Cr} , kde se z těchto hodnot vychází při návrhu plochy vertikálního filtru. [18]

Tabulka 14 Výpočet plochy horizontálního filtračního pole

$A_{1EO} =$	2	m^2/EO	<i>plocha pole na 1EO</i>
$A =$	120	m^2	<i>celková plocha pole</i>
$Q_{24} =$	5.4	m^3/den	<i>průměrný denní přítok</i>
$C_{0-BSK} =$	338	mg/l	<i>předpokládaná koncentrace BSK₅ na přítoku</i>
$K_{BSK} =$	0.1	m/den	<i>rychlostní konstanta</i>
$\eta =$	0.43	-	<i>pórovitost filtračního materiálu</i>
$h =$	1	m	<i>hloubka filtru</i>
$V =$	120	m^3/den	<i>objem horizontálního filtru</i>
$\check{s} =$	12	m	<i>šířka horizontálního filtru</i>
$l =$	10	m	<i>délka horizontálního filtru</i>
$t =$	9.6	$dní$	<i>doba zdržení</i>
$C_{t-BSK} =$	176	mg/l	<i>koncentrace BSK₅ na odtoku</i>
$C_{t-CHSK} =$	353	mg/l	<i>koncentrace CHSK na odtoku</i>
$C_{t-CHSK} =$	1905	g/den	<i>koncentrace CHSK na odtoku</i>
$n =$	2	-	<i>počet polí</i>

Horizontální filtr je uložen ve výkopu a jeho celková plocha činí 120 m². Filtr je rozdělen na dvě horizontální filtrační pole o ploše 60 m² pomocí hydroizolace, která bude připevněna na dřevěných latích. Hydroizolace bude oboustranně krytá geotextilií.

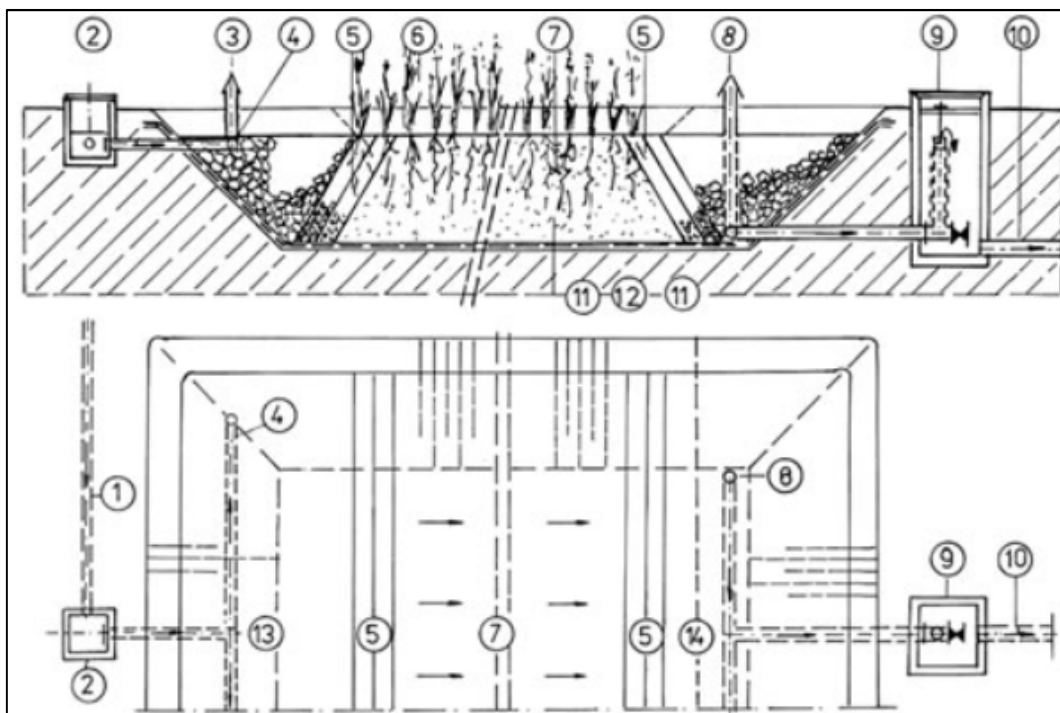
Hloubka filtračního lože se odvíjí od klimatických poměrů, zvoleného filtračního materiálu a druhu vegetace. Minimální doporučená hodnota činí 0,8 m. Hloubka filtračního lože byla stanovena na hodnotu $h = 1,0$ m. [20]

Na dno filtračního pole bude nejdříve položena srovnávací vrstva z písku výšky 100 mm frakce 0,4/0,5 mm, na kterou bude položena hydroizolace, která bude z důvodu ochrany před poškozením z obou stran chráněná geotextilií 500 g/m². Hydroizolace bude z PVC tloušťky 1,5 mm a bude položena tak, aby byla dodržena minimální šířka přesahu 200 mm jednotlivých vrstev, pro bezproblémové vodotěsné spojení svařováním, či lepením. Izolační vrstva bude přetažena nad provozní hladinu a zakončena zahrnutím do terénu svahu, nebo překryta kamením či drny.

Na hydroizolačním podkladu se nachází drenážní vrstva tloušťky 200 mm, z praného drceného šterku frakce 8/16 mm. Výška hlavní filtrační náplně činí 800 mm a je tvořena

praným drceným štěrkem frakce 4/8 mm. Odtokovým potrubím z PVC KG DN 110 bude voda odváděna do distribuční šachty.

Horizontální filtr se sklony svahu 2:1 bude mít po obvodu 1,0 m širokou korunu hráze, na kterou bude navazovat násyp ve sklonu 1:2 k původnímu terénu.



1 – přítok OV, 2 – rozdělovací šachtice, 3, 8 – větrací komínky, 4 – rozdělovací potrubí, 5 – přechodový filtr, 6 – vegetace, 7 – kořenový filtr, 8 – odběrné potrubí, 9 – regulační šachtice, 10 – odpad, 11 – těsnící fólie, 12 – geotextilie, 13, 14 – rozdělovací a sběrný pás z hrubšího kameniva

Obrázek 21 Řez kořenovým filtrem s horizontálním prouděním [17]

Na horizontálním filtru v tomto případě není nutné vysazovat mokřadní vegetaci a to z důvodu lepšího odstraňování usazeného kalu z povrchu. [18]

Vertikální filtr KČOV

Vertikální filtr je jáma vysypaná filtračním materiálem, kterým voda protéká od shora dolů, dochází tedy ke svislému proudění odpadní vody. Na povrchu je umístěné rozdělovací potrubí, ve kterém jsou vytvořené otvory o 5 mm, díky kterým se rovnoměrně dávkuje odpadní voda na vertikální filtr. Povrch je zároveň osázen mokřadními rostlinami. Na dně je umístěné drenážní potrubí, které vodu odvádí do dalšího stupně, či do vodního toku. [21]

Návrh velikosti filtrační plochy vertikálního filtru vychází z průměrného denního přítoku, koncentrace znečištění $CHSK_{Cr}$ a z celkového denního zatížení $CHSK_{Cr}$ ($20 g_{CHSK}/m^2/den$) přitékajícího na vertikální filtr. Následně je potřeba na známou velikost filtru

navrhnout rozdělovací potrubí, kterým přitéká v maximálně 5 – 10 dávkách za den. Současně hydraulické zatížení h_v by nemělo přesáhnout maximální hodnotu 150 mm/den. [18]

Tabulka 15 Výpočet plochy vertikálního filtračního pole

$C_{t-CHSK} =$	1905	g/den	<i>zůstatek CHSK za horizontálním filtrem</i>
$Z_{CHSK} =$	20	g/m ² /den	<i>zatížení vertikálního filtru</i>
$S_{IEO} =$	3	m ² /EO	<i>plocha vertikálního filtru na 1 EO</i>
$S =$	180	m ²	<i>celková plocha vertikálního filtru</i>
$n =$	2	-	<i>počet polí</i>
$S_{pole} =$	90	m ²	<i>plocha jednoho pole</i>
$h_v =$	30	mm/den	<i>hydraulické zatížení</i>
$Q_{pole} =$	2.7	m ³ /den	<i>průměrný denní přítok na 1 pole</i>
$i =$	5	-	<i>počet pulzů za den</i>
$Q_{pulz} =$	0.54	m ³	<i>přítok na pole v jednom pulzu</i>

Vertikální filtr je uložen ve výkopu a jeho celková plocha činí 180 m². Filtr je rozdělen na dvě vertikální filtrační pole o ploše 90 m². Na každé pole bude přitékat 0,54 m³ odpadní vody v jednom pulzu.

Akumulaci vody bude obstarávat distribuční šachta, která zajišťuje pulzní vypouštění předčištěné odpadní vody na VF. Samotná šachta nevyžaduje pro rozdělení proudu vody žádnou elektřinu, rázové vypouštění probíhá pomocí automatického otevření pulzně-dávkovacího zařízení. Automatické otevření uzávěru bez elektřiny je vyřešeno tak, že na hladině je plovák, který je přivázán provazem k uzávěru a po naplnění hladiny do potřebné výšky plovák otevře uzávěr a tím vypustí celý akumulovaný objem vody na VF. [18]

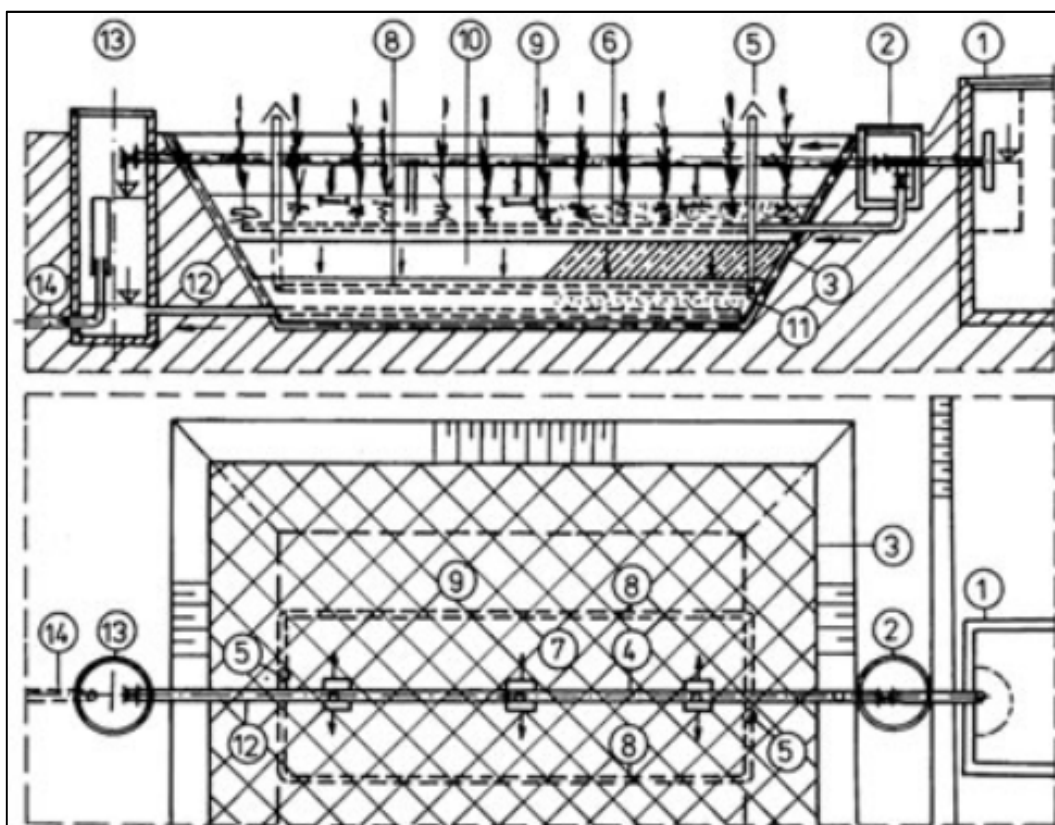
Vnitřní prostor distribuční šachty bude rozdělen na dvě komory, kde každá komora přísluší jednomu poli a její objem odpovídá přítoku odpadní vody na jeden pulz.

Na dno filtračního pole bude nejdříve položena srovnávací vrstva z písku výšky 100 mm frakce 0,4/0,5 mm, na kterou bude položena hydroizolace, která bude z důvodu ochrany před poškozením z obou stran chráněná geotextilií 500 g/m². Hydroizolace bude z PVC tloušťky 1,5 mm a bude položena tak, aby byla dodržena minimální šířka přesahu 200 mm jednotlivých vrstev, pro bezproblémové vodotěsné spojení svařováním, či lepením. Izolační vrstva bude přetažena nad provozní hladinu a zakončena zahrnutím do terénu svahu, nebo překryta kamením či drny.

Na hydroizolačním podkladu se nachází drenážní vrstva tloušťky 200 mm, z praného drceného štěrku frakce 8/16 mm. Hlavní filtrační vrstva tloušťky 600 mm je tvořena praným štěrkoískem frakce 0/4 mm a svrchní vrstva tloušťky 100 mm je z praného kačírku frakce 4/8 mm. Celková výška filtrační náplně činí 0,9 m.

Odpadní voda bude přiváděna na VF potrubím z PP-HT DN 110 a na jednotlivá pole rozdělovacím potrubím z PP-HT DN 50. Pro zajištění rovnoměrné distribuce vody po celé ploše filtračního pole bude ve spodní části rozdělovacího potrubí navrtány otvory průměru 5 mm po vzdálenosti 500 mm. Aby voda vytékala pouze 5 mm otvory, tak potrubí bude na konci zadělané a tak mohlo docházet k rovnoměrnému natékání odpadní vody. Odtokovým potrubím z PVC KG DN 110 bude voda odváděna do vodního recipientu.

Vertikální filtr se sklony svahu 2:1 bude mít po obvodu 1,0 m širokou korunu hráze, na kterou bude navazovat násyp ve sklonu 1:1 k původnímu terénu.



1 – předčištění, 2 – rozdělovací šachtice, 3 – těsnící fólie a geotextilie, 4 – rozdělovací potrubí pro zimní a vegetační provoz, 5, 8 – provzdušňovací potrubí, 6 – svrchní vrstva filtračního prostředí, 7 – vegetace, 9 – podpěry, 10 – spodní vrstva filtračního prostředí, 11, 12 – sběrné a odpadní potrubí, 13 – regulační šachtice, 14 - odpad

Obrázek 22 Řez kořenovým filtrem s vertikálním prouděním [17]

Povrch vertikálního filtru bude osázen mokřadní vegetací, kde jsem při výběru volila typickou vegetaci pro Českou republiku. Pole tedy bude osázeno rákosem obecným, kde hustota výsadby rákosu se bude pohybovat okolo 3 ks/m².

Koncentrace vyčištěné odpadní vody

V následující tabulce jsou uvedeny koncentrace znečištění za jednotlivými fázemi čištění, kde se u jednotlivých fází čištění předpokládá s průměrnou hodnotou účinnosti odstranění znečištění. Hodnota C₀ je zredukovaná hodnota vstupního znečištění o 30%, která značí výkyvy znečištění během dne.

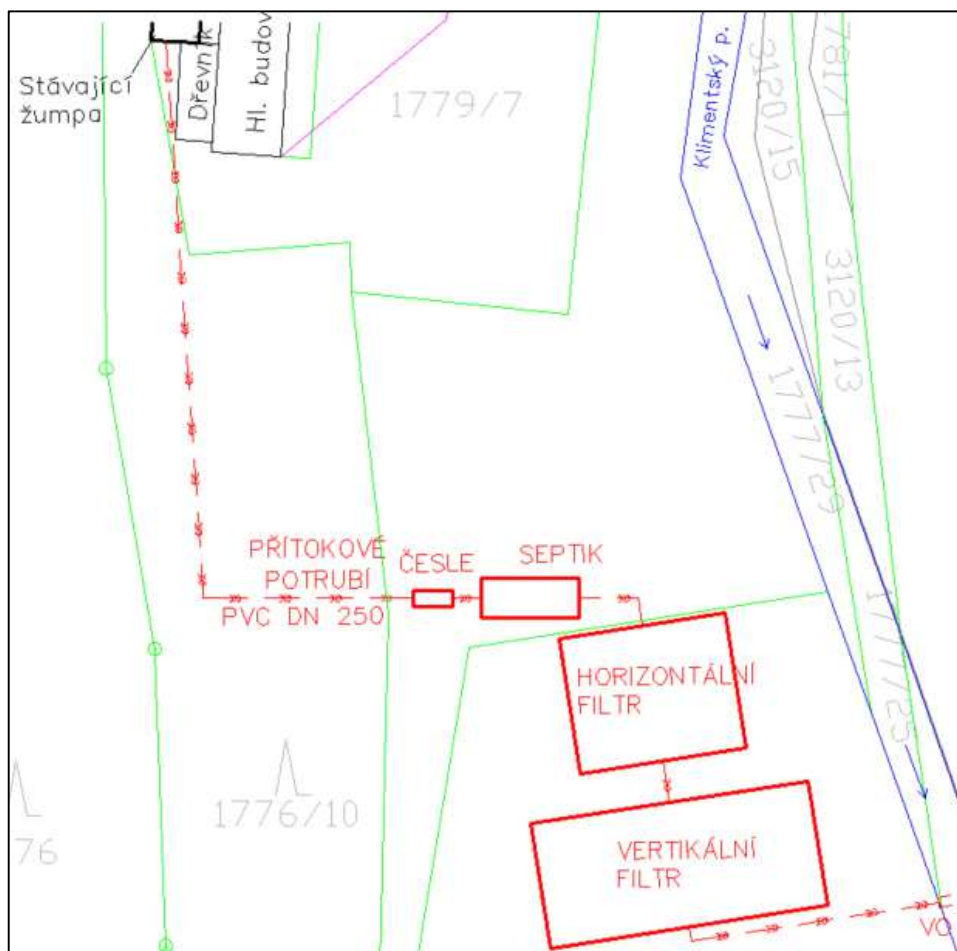
Tabulka 16 Výpočet vstupních a výstupních koncentrací s průměrnou účinností [29]

	S ₀	C ₀	septik	C ₁	horizontální filtr	C ₂	vertikální filtr	C ₃
	[g/EO/den]	[mg/l]	[%]	[mg/l]	[%]	[mg/l]	[%]	[mg/l]
BSK₅	60	467	27.5	338	48	176	80	35
CHSK	120	933	10	840	58	353	85	53
NL	55	428	55	193	65	67	90	7
N-NH₄⁺	11	86	0	86	5	82	80	16
P_{celk}	2.5	19	0	19	5	18	13	16

Zmíněné hodnoty výsledné koncentrace znečištění splňují požadavek maximálního i přípustného znečištění NV 401/2015 o vypouštění odpadních vod do vod povrchových. Požadavky nařízení vlády jsou uvedeny v kapitole 3

Umístění

Na zjednodušeném schématu níže je vyobrazeno potenciální umístění objektů kořenové čistírny v blízkosti areálu střediska. Vlastníkem pozemků, na nichž by se zřídila KČOV, je dle katastru nemovitostí obec Vřesovice. Celý areál KČOV musí být oplocen. Podrobnější schéma s legendou je dostupné v příloze 3. Podélný profil přítokového a odtokového potrubí KČOV je v příloze 5. Podélný profil je přerušen v těle KČOV, přesný podélný profil těla KČOV není součástí řešení.



Obrázek 23 Schéma umístění kořenové čistírny [zdroj: Krulová]

4.5 ŽUMPA

Žumpy se hodí pro rekreační objekty, nebo domy bez vodovodů, obytné domy a rekreační objekty, kde chybí recipient pro vypouštění odpadní vody a obytné domy, nebo rekreační objekty bez možnosti napojení na centrální ČOV.

4.5.1 Princip

Žumpy se budují pouze tam, kde odpadní vody nelze odvádět do kanalizace zakončené centrální ČOV, nebo kde tyto odpadní vody nemohou být z ekonomických či jiných důvodů čištěny v samostatné malé ČOV nebo v samostatné čistírně průmyslových odpadních vod, anebo zneškodňovány jiným zvláštním způsobem. Žumpa je podzemní vodotěsná jímka používaná k shromažďování (akumulaci) splaškových vod. Žumpy se nesmějí opatřovat odtokem ani přepadem. Všechny přiváděné a shromážděné odpadní vody musejí být ze žumpy vyváženy a hygienicky nezávadně zneškodňovány. Žumpa se umísťuje tak, aby k ní

byl přístup nebo příjezd. Mezi vnější stěnou žumpy a vnější stěnou stavby má být vzdálenost nejméně 1,0 m. Do žumpy se nesmějí svádět dešťové vody. [30]

Žumpy mají obvykle obdélníkový, popř. kruhový půdorys. Betonové stěny a dno musí být vodotěsné, dno se sklonem nejméně 2 % k nejhlubšímu místu musí být opatřeno čerpací prohlubní. Maximální hladina se uvažuje k dolnímu okraji vtokového potrubí. Strop má být neprodyšný, nejméně 0,3 m nad nejvyšší hladinou. Prostor žumpy musí být větrán buď připojenou vnitřní kanalizací, nebo samostatným větracím potrubím vyvedeným až nad střechu budovy. [30],[31]

Důležité je pravidelné vyvážení žumpy. Místo, kam se její obsah vyváží, musí být voleno tak, aby obsah neohrožoval vodní zdroje a nepůsobil jiné hygienické závady. Ve vegetačním období není dovoleno obsahem žump přihnojovat zahrady. Před použitím žumpy ke shromažďování odpadních vod je vždy třeba uvážit i ekonomii jejího provozu (vyvážení). [31]

4.5.2 Návrh žumpy

Do žumpy se připojí všechny odpadní vody z WC, umývárny a kuchyně.

Výpočty

Výpočet objemu žumpy udává ČSN 75 6081 v závislosti na počtu připojených obyvatel, specifické spotřebě vody a časovém intervalu vyprazdňování žumpy. [32]

Tabulka 17 Výpočet požadovaného objemu žumpy

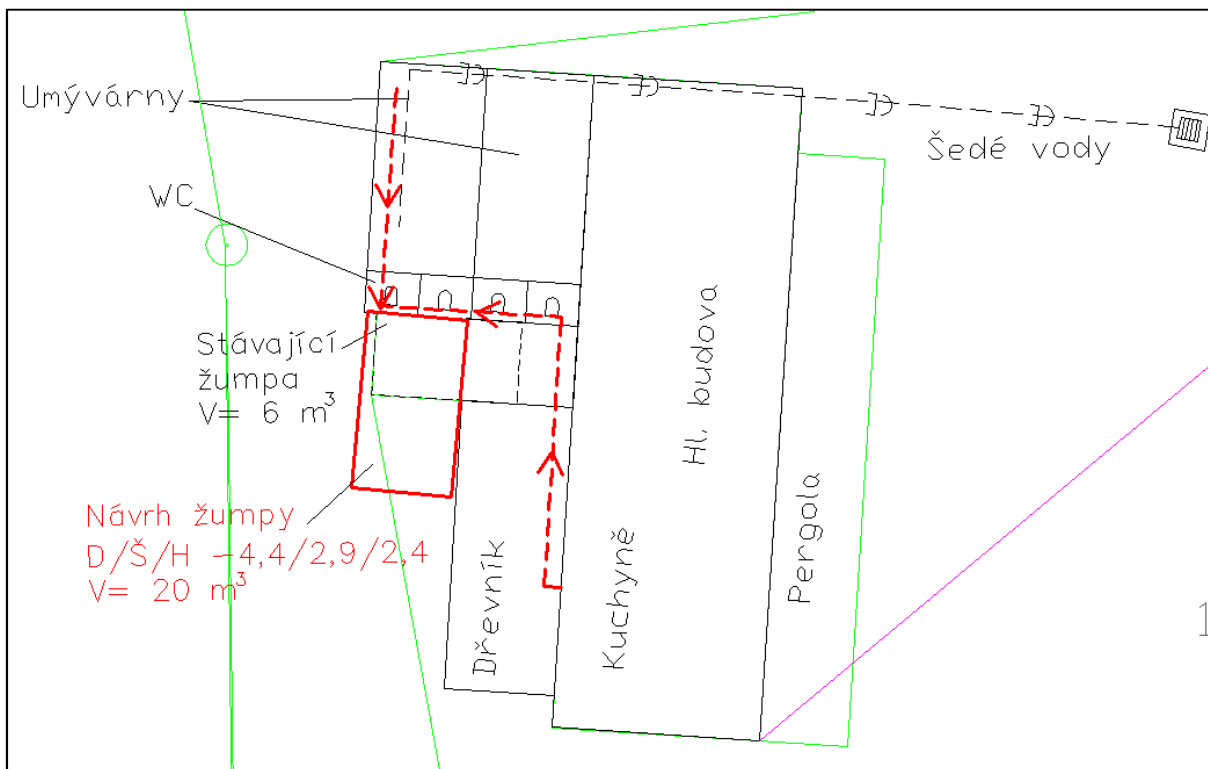
EO =	60	-	<i>počet ekvivalentních obyvatel</i>
q =	90	l/os/den	<i>specifická spotřeba vody</i>
t =	3.5	dnů	<i>časový interval vyprazdňování žumpy</i>
V_{žumpy}=	18.90	m³	<i>požadovaný objem žumpy</i>

Při uvažování 7 denního časového intervalu vyprazdňování žumpy, vychází požadovaný objem žumpy 37,8 m³. Jelikož není k dispozici fekální vůz s tak velkým objemem cisterny, tak proto je při výpočtu uvažováno s intervalem vývozu 2 x za týden.

Navržená žumpa má vnitřní rozměry 4,0 x 2,5 m a hloubku 2,0 m s tloušťkou stěny 20 cm. Objem činí 20 m³.

Umístění

Nová žumpa bude vybetonována na místo stávající žumpy, jak je uvedeno na následujícím obrázku. Žumpa bude položena na betonovou základovou desku.



Obrázek 24 Schéma umístění žumpy [zdroj: Krulová]

5 EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ VARIANT

Kapitola se zabývá finančním zhodnocením výše zmíněných variant odkanalizování, která hraje významnou roli pro samotný výběr vhodné varianty.

Obsahem přílohy 7 je propočet přímých investičních nákladů stavby. Uvedené ceny jednotlivých položek v rozpočtu jsou bez DPH a jsou pouze orientační. Přesný výpočet lze provést na základě detailního průzkumu geologických a místních podmínek a následně zhotovené kompletní projektové dokumentace. Ceny jednotlivých položek rozpočtu byly převzaty z databáze RTS a příručky Ministerstva pro místní rozvoj – Průměrné ceny dopravní a technické infrastruktury obcí, aktualizovány v roce 2020. Ceny samotných produktů technologie čištění byly poskytnuty od výrobců.

Použití jiných výrobků a náklady ovlivněné geologickými a hydrogeologickými podmínkami zakládání a provádění stavby může mít vliv na výslednou cenu stavby. Například při propočtech je uvažováno s horninou třídy 2, kde ve skutečnosti po detailním geologickém průzkumu mohou vyplynout jiné geologické podmínky, a s tím spojené zvýšené investiční náklady na zemní práce. Na druhou stranu výsledná cena může být i nižší díky poskytnutým slevám jednak od výrobce technologie čištění, a jednak od stavební firmy, která může nabídnout nižší ceny za stavební činnosti, než se uvádí v RTS databázi, podle které se provádí rozpočtování staveb.

V příloze 7 - Propočet investičních nákladů je u každého stavebního objektu započítána finanční rezerva ve výši 5 % z celkových investičních nákladů. Tato rezerva představuje částku na pokrytí zvýšení celkové ceny v důsledku víceprací a nepředvídatelných vlivů negativně dopadajících na stavbu.

Některé činnosti započítané v propočtu investičních nákladů si může provozovatel zhotovit svépomocí, čímž se docílí snížení ceny na zemní práce. V propočtech není započítáno zbourání dřevníku, či stávající žumpy. Provozovatel se sám může rozhodnout, zda stávající žumpu ponechat, či odstranit z důvodu získání větší plochy pro umístění nové technologie čištění odpadních vod.

U jednotlivých variant je započítána činnost pro snížení hladiny podzemní vody pomocí čerpací jehly při výskytu zvýšené hladiny podzemní vody ve stavební jámě. Pokud není zaručeno, že hladina spodní vody bude trvale pod základovou spárou stavebních objektů, použije se speciální sada pro vyrovnání tlaků, nebo je nutné kontejner obetonovat, nebo při

osazování a vyčerpávání nádrže zajistit snížení hladiny spodní vody až pod základovou spáru (např. vybudováním čerpací šachty v blízkosti kontejneru tak, aby bylo možno vyčerpáním snížit hladinu spodních vod). Vztlaková síla spodní vody může v případě, že hladina spodní vody je výše než aktuální hladina vody v nádrži (při osazování nádrže, při vyčerpání vody), způsobit deformaci ČOV nebo vyzvednutí kontejneru z původní polohy. (Hladina spodní vody by neměla být nad základovou spárou, jinak hrozí deformace nebo vyzvednutí ČOV při vyčerpání případně při snížení hladiny v čistírně). [33]

5.1 VARIANTA 1 – BC 75 COMFORT

Ve variantě 1 bylo navrženo vybudování domovní čistírny odpadních vod BC 75 COMFORT od firmy ENVI-PUR s vyústěním přečištěné odpadní vody do vodního toku. Stavba je rozdělena na 2 stavební objekty a to SO01 domovní čistírna odpadních vod a SO02 kanalizační potrubí.

5.1.1 Investiční náklady

V tabulce 18 jsou zrekapitulovány součty dílčích cen položek stavebních objektů z přílohy 7, kde je uveden podrobný propočet investičních nákladů.

Tabulka 18 Propočet investičních nákladů stavebních objektů varianty 1 v Kč

Název	Cena celkem bez DPH	Cena celkem s DPH
DČOV BC 75 COMFORT	568 359.63	687 715.15
SO01. Domovní čistírna odpadních vod	515 914.21	624 256.19
SO02. Kanalizační potrubí	52 445.42	63 458.96

V příloze 6 Vzorové uložení odtokového potrubí jsou znázorněny mocnosti a materiál jednotlivých vrstev. Potrubí je uloženo v nezámrazné hloubce 1,2 m pod původním terénem.

V příloze 7 u SO01 v položce ČOV BC 75 COMFORT je započítána cena čistírny 308 296,- Kč bez DPH, zesílení stěn čistírny pro obsyp 21 996,- Kč bez DPH a laminátové pochozí zastropení 54 963,- Kč bez DPH. Zmíněné částky mi byly poskytnuty od výrobce. V položce Doprava ČOV je započítáno naložení čistírny ve firmě ENVI-PUR v Soběslavi, převezení na místo zhotovení a následné uložení kontejneru čistírny pomocí hydraulické ruky. Uvedená částka 14500,- Kč bez DPH za přepravu a manipulaci mi byla vyčíslena od brněnské přepravní společnosti Rychlá Ruka s.r.o. Částka u položky Uvedení ČOV do provozu mi byla poskytnuta od výrobce a je v ní započítána doprava servisní skupiny na místo stavby, montáž

vestavby do osazené nádrže, zapojení přívodního elektrického kabelu na rozvaděč v řídicí jednotce, zapojení hadic vzduchu na dmyhadlo a ČOV, nastavení časových spínacích hodin v elektrickém rozvaděči technologie, nastavení mamutkových čerpadel, zaškolení obsluhy ČOV a předání spotřebitelské dokumentace.

U SO02 v položce Zásyp sypaninou se zhutněním je rozuměno použití vykopaného materiálu při zřízení rýhy pro kanalizační potrubí.

Výrobce čistírny nabízí řadu volitelného příslušenství, například dřevěný technický domek pro umístění dmyhadla, řídicí jednotky a příslušenství za 15 165,- Kč bez DPH.



Obrázek 25 Technický domek pro příslušenství čistírny [8]

5.1.2 Provozní náklady

Provozní náklady domovní čistírny se skládají ze spotřeby elektrické energie, provádění rozboru vody 2x ročně, likvidace shrabků 1x ročně a odvozem a likvidací kalu 2x ročně. Celkové roční provozní náklady na provoz DČOV BC 75 COMFORT jsou shrnuty v tabulce 19. Spotřebu elektrické energie jsem upravila na provoz areálu tak, že v letních měsících bude ČOV maximálně vytížena, proto zde uvažuji s maximální hodnotou energetické náročnosti uváděné výrobcem 36 kWh/den a během roku bude provoz ČOV minimální, proto je zde energetická náročnost zredukována na 36 kWh/týden. Uvažuji s průměrnou cenou elektrické energie 4,- Kč/kWh.

Tabulka 19 Roční provozní náklady varianty 1

Domovní čistírna odpadních vod BC 75 COMFORT		
Spotřeba el. energie	36 kWh/den	15531 Kč/rok
Rozbor vody 2x ročně	2200 Kč/rozbor	4400 Kč/rok
Odvoz kalu 2x ročně	2000 Kč/odvoz	4000 Kč/rok
Likvidace shrabků 1x ročně	1000 Kč/likvidaci	1000 Kč/rok
Provozní náklady celkem bez DPH		24931 Kč/rok
Provozní náklady celkem s DPH		30167 Kč/rok

Pro výpočet položek provozních nákladů byla uvažována jednotná 21% sazba DPH. Uvedená cena za spotřebu elektrické energie se může lišit v závislosti na aktivním využívání ČOV.

V ceně rozboru vody není zahrnuto odebrání vzorku a následné doručení příslušné laboratoři. Provozovatel čistírny si může vyzvednout vzorkovnice na kontaktním místě pro rozbor vody a vzorek vody odebrat a doručit sám. Laboratoře nabízí možnost služby kurýra, který vzorkovnice doveze, nebo služby akreditovaného odběru.

V ceně odvozu kalu jsou zahrnuty položky pronájmu vozu a cestovních i osobních nákladů pracovníka.

U DČOV je potřeba pravidelně provádět údržbu, kdy provozovatel má 2 možnosti řešení. Po řádném zaškolení od dodavatele čistírny je levnější možností provádět údržbu svépomocí. Pohodlnější možností je využití služeb zaškoleného pracovníka, který bude k DČOV pravidelně dojíždět a o údržbu i odebírání vzorků se postará. Odhadem by tato služba stála kolem 20 000,- Kč bez DPH za rok.

Předpokládané roční provozní náklady DČOV BC 75 COMFORT činí 30 167,- Kč.

5.2 VARIANTA 2 – AS-HSBR 60

Ve variantě 2 bylo navrženo vybudování domovní čistírny odpadních vod AS-HSBR 60 od firmy ASIO s vyústěním přečištěné odpadní vody do vodního toku. Stavba je rozdělena na 2 stavební objekty a to SO01 domovní čistírna odpadních vod a SO02 kanalizační potrubí.

5.2.1 Investiční náklady

V tabulce 20 jsou zrekapitulovány součty dílčích cen položek stavebních objektů z přílohy 7, kde je uveden podrobný propočet investičních nákladů.

Tabulka 20 Propočet investičních nákladů stavebních objektů varianty 2 v Kč

Název	Cena celkem bez DPH	Cena celkem s DPH
DČOV AS-HSBR 60	839 101.69	1 015 313.05
SO01. Domovní čistírna odpadních vod	787 525.80	952 906.22
SO02. Kanalizační potrubí	51 575.89	62 406.83

V příloze 6 Vzorové uložení odtokového potrubí jsou znázorněny mocnosti a materiál jednotlivých vrstev. Potrubí je uloženo v nezámrazné hloubce 1,2 m pod původním terénem.

U SO01 v položce Doprava ČOV je započítáno naložení čistírny ve firmě ASIO v Brně, převezení na místo zhotovení a následné uložení kontejneru čistírny pomocí hydraulické ruky. Cena přepravy z Brna by vycházela na 4200,- Kč bez DPH a za každou hodinu manipulace hydraulickou rukou je účtováno 950,- Kč bez DPH. Zmíněné ceny mi byly poskytnuty od brněnské přepravní společnosti Rychlá Ruka s.r.o. Částka u položky Uvedení ČOV do provozu mi byla poskytnuta od výrobce a je v ní započítána doprava servisní skupiny na místo stavby, montáž vestavby do osazené nádrže, zapojení přívodního elektrického kabelu na rozvaděč v řídicí jednotce, zapojení hadic vzduchu na dmychadlo a ČOV, nastavení časových spínacích hodin v elektrickém rozvaděči technologie, nastavení mamutkových čerpadel, zaškolení obsluhy ČOV a předání spotřebitelské dokumentace.

U SO02 v položce Zásyp sypaninou se zhutněním je rozuměno použití vykopaného materiálu při zřízení rýhy pro kanalizační potrubí.

5.2.2 Provozní náklady

Roční provozní náklady DČOV AS-HSBR 60 jsou srovnatelné s předchozí variantou, liší se zde pouze spotřeba elektrické energie. Spotřeba elektrické energie byla upravena na provoz areálu stejně jako ve variantě 1, kdy během roku mimo letní měsíce není tak velké zatížení čistírny. V rámci provozního nastavení čistírna AS-HSBR má možnost přepnutí provozu na úsporný režim (poloviční zatížení čistírny).

Tabulka 21 Roční provozní náklady varianty 2

Domovní čistírna odpadních vod AS-HSBR 60		
Spotřeba el. energie	40 kWh/den	13829 Kč/rok
Rozbor vody 2x ročně	2200 Kč/rozbor	4400 Kč/rok
Odvoz kalu 2x ročně	2000 Kč/odvoz	4000 Kč/rok
Likvidace shrabků 1x ročně	1000 Kč/likvidaci	1000 Kč/rok
Provozní náklady celkem bez DPH		23229 Kč/rok
Provozní náklady celkem s DPH		28107 Kč/rok

Pro výpočet položek provozních nákladů byla uvažována jednotná 21% sazba DPH. Uvedená cena za spotřebu elektrické energie se může lišit v závislosti na aktivním využívání ČOV.

V ceně rozboru vody není zahrnuto odebrání vzorku a následné doručení příslušné laboratoři. Provozovatel čistírny si může vyzvednout vzorkovnice na kontaktním místě pro rozbor vody a vzorek vody odebrat a doručit sám. Laboratoře nabízí možnost služby kurýra, který vzorkovnice doveze, nebo služby akreditovaného odběru.

V ceně odvozu kalu jsou zahrnuty položky pronájmu vozu a cestovních i osobních nákladů pracovníka.

U DČOV je potřeba pravidelně provádět údržbu, kdy provozovatel má 2 možnosti řešení. Po řádném zaškolení od dodavatele čistírny je levnější možností provádět údržbu svépomocí. Pohodlnější možností je využití služeb zaškoleného pracovníka, který bude k DČOV pravidelně dojíždět a o údržbu i odebírání vzorků se postará. Odhadem by tato služba stála kolem 20 000,- Kč bez DPH za rok.

Předpokládané roční provozní náklady DČOV AS-HSBR 60 činí 28 107,- Kč.

5.3 VARIANTA 3 – SEPTIK S BIOLOGICKÝM FILTREM

Varianta 3 spočívá ve vybudování septiku s 2 biologickými filtry a s vyústěním přečištěné odpadní vody do vodního toku. Stavba je rozdělena na 3 stavební objekty a to SO01 septik, SO02 biologický filtr a SO03 kanalizační potrubí.

5.3.1 Investiční náklady

V tabulce 22 jsou zrekapitulovány součty dílčích cen položek stavebních objektů z přílohy 7, kde je uveden podrobný propočet investičních nákladů.

Tabulka 22 Propočet investičních nákladů stavebních objektů varianty 3 v Kč

Název	Cena celkem bez DPH	Cena celkem s DPH
Septik se zemním filtrem	311 756.17	377 224.96
SO01. Septik	151 840.86	183 727.44
SO02. Biologický filtr	104 826.95	126 840.61
SO03. Kanalizační potrubí	55 088.36	66 656.91

Doprava septiku s filtrem by byla řešena smluvní dopravou, částka se skládá z 3500,- Kč bez DPH, která byla poskytnuta od výrobce septiku Ekocis a k tomu je připočítáno 2850,- Kč bez DPH za 3 hodiny manipulace hydraulickou rukou.

Cena za septik, 2 biologické filtry a rozdělovací šachtu činí dohromady 166 400,- Kč bez DPH. Zbylá částka činí náklady za stavební práce, kde se skutečná cena na tyto činnosti může lišit.

5.3.2 Provozní náklady

Výhodou septiku je, že nepotřebuje k provozu elektrickou energii, a není třeba tak častého vývozu kalu, jako u žumpy. Provozní náklady septiku se skládají pouze z provádění rozboru vody 2x ročně a odvozem a likvidací kalu 2x ročně. Celkové roční provozní náklady na provoz septiku jsou shrnuty v tabulce 23 Tabulka 23.

Tabulka 23 Roční provozní náklady varianty 3

Septik s biologickým filtrem		
Rozbor vody 2x ročně	2200 Kč/rozbor	4400 Kč/rok
Odvoz kalu 2x ročně	2000 Kč/odvoz	4000 Kč/rok
Provozní náklady celkem bez DPH		8400 Kč/rok
Provozní náklady celkem s DPH		10164 Kč/rok

Pro výpočet položek provozních nákladů byla uvažována jednotná 21% sazba DPH. Malou nevýhodou septiku s biologickým filtrem může být nutnost pravidelného čištění voštinového filtru, které však zabere minimálně času, a to 1 – 2x ročně. [14]

V ceně rozboru vody není zahrnuto odebrání vzorku a následné doručení příslušné laboratoři. Provozovatel čistírny si může vyzvednout vzorkovnice na kontaktním místě pro rozbor vody a vzorek vody odebrat a doručit sám. Laboratoře nabízí možnost služby kurýra, který vzorkovnice doveze, nebo služby akreditovaného odběru.

V ceně odvozu kalu jsou zahrnuty položky pronájmu vozu a cestovních i osobních nákladů pracovníka. Předpokládané roční provozní náklady septiku činí 10 164,- Kč.

5.4 VARIANTA 4 – KOŘENOVÁ ČISTÍRNA

Varianta 4 představuje možnost vybudování kořenové čistírny odpadních vod s vyústěním přečištěné odpadní vody do vodního toku. Stavba je rozdělena na 5 stavebních objektů a to SO01 česle, SO02 septik, SO03 horizontální filtr, SO04 vertikální filtr a SO05 kanalizační potrubí.

5.4.1 Investiční náklady

V tabulce 24 jsou zrekapitulovány součty dílčích cen položek stavebních objektů z přílohy 7, kde je uveden podrobný propočet investičních nákladů.

Tabulka 24 Propočet investičních nákladů stavebních objektů varianty 4 v Kč

Název	Cena celkem bez DPH	Cena celkem s DPH
KČOV	918 520.28	1 111 409.53
SO01. Česle	36 853.18	44 592.35
SO02. Septik	81 186.31	98 235.43
SO03. Horizontální filtr	207 992.27	251 670.64
SO04. Vertikální filtr	503 552.09	609 298.03
SO05. Kanalizační potrubí	88 936.43	107 613.08

Nejvíce ekonomicky náročné je vybudování vlastního filtru kořenové čistírny. Nejvíce nákladů se vynaloží na materiál jednotlivých vrstev kořenového filtru, kde je potřeba zakoupit a přivést velké množství písku, kameniva a izolačního materiálu s geotextilií.

Položka oplocení z drátěného pletiva zahrnuta ve SO04 Vertikální filtr je započítána pro celý areál KČOV.

5.4.2 Provozní náklady

Provozní náklady KČOV jsou minimální, vyžadují jen jednoduchou manuální obsluhu, kterou si provozovatel může zajistit svépomocí. Výhodou KČOV je, že nepotřebuje ke svému provozu elektrickou energii. Náklady jsou tvořeny z rozboru vody 2x ročně, vyvážení kalu 2x ročně a likvidaci shrabků jednou za rok.

Tabulka 25 Roční provozní náklady varianty 4

Kořenová čistírna odpadních vod		
Rozbor vody 2x ročně	2200 Kč/rozbor	4400 Kč/rok
Odvoz kalu 2x ročně	2000 Kč/odvoz	4000 Kč/rok
Likvidace shrabků 1x ročně	1000 Kč/likvidaci	1000 Kč/rok
Provozní náklady celkem bez DPH		9400 Kč/rok
Provozní náklady celkem s DPH		11374 Kč/rok

Pro výpočet položek provozních nákladů byla uvažována jednotná 21% sazba DPH. V ceně rozboru vody není zahrnuto odebrání vzorku a následné doručení příslušné laboratoři. Provozovatel čistírny si může vyzvednout vzorkovnice na kontaktním místě pro rozbor vody a vzorek vody odebrat a doručit sám. Laboratoře nabízí možnost služby kurýra, který vzorkovnice doveze, nebo služby akreditovaného odběru.

V ceně odvozu kalu jsou zahrnuty položky pronájmu vozu a cestovních i osobních nákladů pracovníka.

Pokud si provozovatel zajistí údržbu areálu a provozních objektů svépomocí, pak předpokládané roční provozní náklady kořenové čistírny odpadních vod činí 11 374,- Kč.

5.5 VARIANTA 5 – ŽUMPA

Varianta 5 představuje možnost vybudování žumpy s větším objemem.

5.5.1 Investiční náklady

V tabulce 26 jsou zrekapitulovány součty dílčích cen položek stavebního objektu z přílohy 7, kde je uveden podrobný propočet investičních nákladů.

Tabulka 26 Propočet investičních nákladů stavebních objektů varianty 5 v Kč

Název	Cena celkem bez DPH	Cena celkem s DPH
Rozšíření žumpy	73 542.60	88 986.55
SO01. Žumpa	73 542.60	88 986.55

Jelikož není znám podrobný technický stav stávající žumpy, která je v provozu mnoho let, bude ekonomicky výhodnější vybudovat žumpu novou, než řešit možná komplikované a náročné sanování stávající žumpy.

5.5.2 Provozní náklady

Ze zmíněných variant odkanalizování má žumpa nejvyšší provozní náklady z důvodu častého vyvážení a likvidace fekálií. Fekálie se budou vyvážet na blízkou ČOV v Osvětimanech vzdálenou 5,5 km od rekreačního střediska.

Při výpočtu provozních nákladů se uvažovalo se stejnými cenovými podmínkami vývozu a likvidace fekálií, které má provozovatel základny nasmlouvané s dopravcem a ČOV v Osvětimanech v současné době. Uvažovaný objem fekálního vozu činí 10 m³. Objem navržené žumpy činí 20 m³, s předpokládanou frekvencí vývozu maximálně 2x týdně v letních měsících a z důvodu nízkého vytížení během roku se ve zbývajícím období předpokládá frekvence vývozu každých 6 týdnů. Za rok by to dohromady činilo 24 vývozů, ale jelikož předpokládaný objem fekálního vozu je poloviční než navržený objem žumpy, tak se počet vývozů zdvojnásobí, tedy na 48 vývozů za rok.

V provozních nákladech se počítá s oficiální cenou likvidace fekálií na ČOV v Osvětimanech, a to 50,- Kč za 1 m³, kdy za rok by se vyvezlo dohromady 480 m³, což činí 24 000,- Kč poplatek ČOV. Odhad cestovních nákladů vývozce činí 30,- Kč za ujetý kilometr a odhad na osobní náklady vývozce činí 1 000,- Kč za jeden vývoz.

Tabulka 27 Roční provozní náklady varianty 5

Žumpa			
Poplatek ČOV za likvidaci	50 Kč/m ³	500 Kč/vývoz	24000 Kč/rok
Vývozce - cestovní náklady	30 Kč/km	330 Kč/vývoz	15840 Kč/rok
Vývozce - osobní náklady		1000 Kč/vývoz	48000 Kč/rok
Provozní náklady celkem bez DPH			87840 Kč/rok
Provozní náklady celkem s DPH			106286 Kč/rok

Pro výpočet položek provozních nákladů byla uvažována jednotná 21% sazba DPH. Předpokládané roční provozní náklady žumpy činí 106 286,- Kč.

6 LEGISLATIVNÍ POŽADAVKY K POVOLENÍ

Před samotnou realizací stavby je potřeba vyřešit příslušná legislativní povolení. Žadatel o povolení musí mít v první řadě ujasněno, o jaký druh nakládání s vodami se bude jednat, jestli bude odpadní vodu vypouštět do vod povrchových, či podzemních. [34]

V případě napojení ČOV na veřejnou kanalizaci se povolení k vypouštění nevydává, vypouštěné znečištění však nesmí překračovat limity dané kanalizačním řádem příslušné kanalizace. [34]

U stavby vodního díla, které vypouští odpadní vodu do vod povrchových, či podzemních, je nutné získat stavební povolení a povolení vodoprávního úřadu k vypouštění odpadních vod do povrchových, nebo podzemních vod.

6.1 DČOV

Pro získání příslušných povolení k DČOV je nezbytné mít vypracovanou **projektovou dokumentaci**, která je nutná pro územně-stavební řízení. Projekt musí zpracovat fyzická osoba oprávněná k projektové činnosti ve výstavbě dle zákona č. 360/1992 Sb., o výkonu povolání autorizovaných architektů a o výkonu povolání autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě. [35]

Nejprve na stavebním úřadě v rámci územního řízení je třeba získat **územní rozhodnutí o umístění stavby** podle §79 zákona č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon) v platném znění. Příslušné podklady k rozhodnutí o umístění stavby specifikuje §10 Vyhlášky č. 183/2018 Sb. Ministerstva zemědělství o náležitostech rozhodnutí a dalších opatření vodoprávního úřadu a o dokladech předkládaných vodoprávnímu úřadu. Jsou to tyto náležitosti: druh a účel umístěné stavby, vymezení území pro umístění stavby, určení prostorového řešení stavby, vymezení území dotčeného vlivy stavby a stanovení podmínek pro umístění stavby, přípravy a realizaci záměru. [36],[37]

Dále bývá na výběr ze dvou druhů správního řízení na vodoprávním úřadě. Jednak klasické vodoprávní řízení s omezenou platností rozhodnutí (max. na 10 let) nebo „zjednodušené řízení“ tzv. ohlášení. V našem případě, jelikož se nejedná o domovní čistírnu odpadních vod do 50 EO s označením CE, je nutné získat **rozhodnutí vodoprávního úřadu (povolení) k vodním dílům a nakládání s odpadními vodami**. [38],[39]

Vodoprávní úřad má na vyřízení povolení 60 dní a platí se za něj správní poplatek 300,- Kč. Provozovatel během provozování DČOV má povinnost dvakrát ročně provádět rozbor přečištěné vody kvalifikovanou osobou a platnost povolení je omezená na dobu 10 let. Po uplynutí této doby je nutné žádat o prodloužení povolení k nakládání s odpadními vodami. [38]

Pro získání povolení je nutné doložit úřadu přehled okolí podle katastrální mapy, kopii katastrální mapy se zakreslením polohy jednotlivých objektů, vyjádření správce vodního toku (nebo vyjádření správce kanalizace při vypouštění do kanalizace, nebo vyjádření hydrogeologa při vypouštění do podzemních vod), souhlas obecního stavebního úřadu, doklad prokazující vlastnické právo k dotčenému pozemku, vyjádření správců podzemních a nadzemních vedení a zařízení a speciální stanoviska (např. vyjádření ochrany lesa).

Na závěr se po dokončení stavby zažádá na vodoprávním úřadu o **vydání kolaudačního souhlasu** k užívání vodních děl, které představuje rozhodnutí úřadu, že stavbu lze užívat k určenému účelu. [34]

Žadatel může využít služeb projekčních nebo jiných specializovaných firem, které zařídí potřebné dokumenty a jednání s úřady.

6.2 SEPTIK

Povolení septiku je totožné s povolením domovní čistírny odpadních vod. Bavíme-li se zde o septiku, je k němu uvažován i stupeň dočištění odpadních vod zemním, či biologickým filtrem. Samotný septik bez dočištění se nepovoluje, jelikož je u něj nízká účinnost čištění odpadních vod. Vodní zákon (254/2001 Sb.) řadí septik mezi vodní díla a k jeho legálnímu využívání je tedy potřeba povolit septik ohlášením nebo vodoprávním řízením. [39]

Stejně jako u DČOV je nutné mít zpracovanou **projektovou dokumentaci** od fyzické osoby oprávněné k projektové činnosti ve výstavbě a získat na stavebním úřadě **rozhodnutí o umístění stavby**. Jelikož se v našem případě jedná o septik s větší kapacitou než 50 EO, je nutné získat **rozhodnutí vodoprávního úřadu (povolení) k vodním dílům a nakládání s odpadními vodami**. Po dokončení stavby se musí zažádat na vodoprávním úřadu o **vydání kolaudačního souhlasu** k užívání vodních děl. [34],[38]

Více podrobností ohledně příslušných rozhodnutí a povolení je uvedeno v kapitole 6.1.

6.3 KČOV

Povolení kořenové čistírny odpadních vod se od předcházejících variant moc neliší. Jediný rozdíl je, že u této stavby je vždy nutné zažádat o povolení, v žádném případě zde nepostačí ohlášení.

Jak je již popsáno u DČOV, je zde nutné mít zpracovanou **projektovou dokumentaci** od fyzické osoby oprávněné k projektové činnosti ve výstavbě, získat na stavebním úřadě **rozhodnutí o umístění stavby** a je nutné získat **rozhodnutí vodoprávního úřadu (povolení) k vodním dílům a nakládání s odpadními vodami**. Po dokončení stavby se musí zažádat na vodoprávním úřadu o **vydání kolaudačního souhlasu** k užívání vodních děl. [34],[38]

Více podrobností ohledně příslušných rozhodnutí a povolení je uvedeno v kapitole 6.1.

6.4 ŽUMPA

Jelikož není žumpa (bezodtoková jímka) vodní dílo, postačí stavbu žumpy pouze ohlásit stavebnímu úřadu. V § 104 odst. 1 písm. b je uvedeno, že podzemní stavby (které nejsou vodním dílem) do 300 m² zastavěné plochy a hloubky 3 m vyžadují pouze **ohlášení stavby**, za které se neplatí žádný správní poplatek. [40]

Pro ohlášení stavby žumpy je třeba mít zpracovanou **projektovou dokumentaci** od fyzické osoby oprávněné k projektové činnosti ve výstavbě a získat na stavebním úřadě **rozhodnutí o umístění stavby**. Příslušné náležitosti k rozhodnutí o umístění stavby jsou uvedeny v kapitole 6.1.

Při ohlášení stavby není zapotřebí vydání kolaudačního souhlasu vodoprávním úřadem.

7 DOPORUČENÍ A VÝBĚR VARIANTY

V této kapitole jsou uvedeny výhody a nevýhody jednotlivých variant odkanalizování, dále je zde zmínka ohledně dotačních titulů a následné finanční srovnání a doporučení varianty.

7.1 VÝHODY A NEVÝHODY VARIANT

7.1.1 DČOV BioCleaner

Výhody:

- vysoká účinnost čištění, bez nutnosti následného dočištění odpadních vod,
- vhodné pro sezónní i mimosezónní provoz,
- možnost využití vyčištěné vody jako vody užitkové, či pro zalévání.

Nevýhody:

- vyžaduje přívod elektřiny,
- potřeba pravidelné obsluhy a údržby.

7.1.2 DČOV AS-HSBR

Výhody:

- vysoká účinnost čištění, bez nutnosti následného dočištění odpadních vod.
- vhodné pro nerovnoměrný provoz (50-110% zatížení),
- jednoduchá údržba a provoz,
- možnost využití vyčištěné vody jako vody užitkové, či pro zalévání.

Nevýhody:

- vyžaduje přívod elektřiny,
- potřeba pravidelné obsluhy a údržby.
- vysoké pořizovací náklady.

7.1.3 Septik s biologickým filtrem

Výhody:

- nevyžaduje přívod elektřiny,
- minimální nároky na obsluhu,
- nevyžaduje pravidelný přísun odpadních vod - vhodné pro nepravidelně obývané objekty,
- nízké provozní náklady.

Nevýhody:

- nutnost vývozu kalu (jedná se však o daleko delší interval, než je tomu při vyvážení fekálií z žumpy),
- omezená životnost filtrů,
- větší zastavěná plocha.

7.1.4 Vegetační kořenová čistírna

Výhody:

- nevyžaduje přívod elektřiny – minimální provozní náklady
- jednoduchá technologie – snadný provoz, údržba,
- vysoká účinnost čištění,
- vhodné pro nerovnoměrný provoz,
- životnost 30 let a více,
- podpora biodiverzity,
- estetičnost v krajině.

Nevýhody:

- závislost účinnosti na klimatických podmínkách,
- riziko kolmatace filtračního lože,
- vysoké pořizovací náklady,
- velká prostorová náročnost.

7.1.5 Žumpa

Výhody:

- nižší pořizovací cena,
- postačí ohlášení stavby,
- bez nutnosti provádění rozboru odpadní vody.

Nevýhody:

- nutnost častého vyvážení - vysoké provozní náklady.

7.2 DOTAČNÍ TITULY

. Aktuálně probíhá výzva č. 12/2019: Domovní čistírny odpadních vod v rámci Národního programu Životního prostředí. Výzva je zaměřena na podporu realizace soustav individuálních čistíren odpadních vod v podobě DČOV do kapacity 50 EO pro budovy využívané k trvalému rodinnému bydlení (zejména rodinné a bytové domy) a pro budovy ve vlastnictví dané obce, v oblastech, kde není z technického či ekonomického hlediska možné připojit nemovitosti ke stokové síti zakončené ČOV. Podporovány jsou pouze DČOV nesoucí označení CE a oprávněným příjemcem podpory je pouze obec. [41]

Rekreační středisko není ve vlastnictví obce, proto nelze zažádat v současné době o finanční prostředky dotačního programu.

7.3 DOPORUČENÍ VARIANTY

Pro výběr varianty odkanalizování, definovaných v kapitole 4 musí provozovatel zohlednit výhody i nevýhody jednotlivých variant a náklady spojené s realizováním stavby i náklady na provoz. V tabulce 28 je přehledné srovnání investičních nákladů, ročních provozních nákladů a naakumulovaných provozních nákladů za 10 let jednotlivých variant.

Naakumulované provozní náklady jsou výdaje, které by provozovatel zaplatil za fungování technologie k nakládání s odpadními vodami během 10 let. Ve výpočtech je zahrnuta předpokládaná 3 % inflace za každý rok.

V položkách naakumulovaných provozních nákladů za 10 let nejsou zahrnuty náklady spojené s výměnou strojních zařízení a filtračních náplní. Životnost strojního zařízení se obvykle uvažuje 7 let. Z důvodu výměn a oprav strojních zařízení a výměny filtrační náplně u KČOV je předpoklad navýšení provozních nákladů za 10 let.

Tabulka 28 Srovnání investičních nákladů, ročních provozních nákladů a naakumulovaných provozních nákladů za 10 let variant v Kč včetně DPH

Varianta		Investiční náklady	Roční provozní náklady	Naakumulované provozní náklady za 10 let
1	DČOV BC 75 COMFORT	687 715.15	30 167.03	345 831.17
2	DČOV AS-HSBR 60	1 015 313.05	28 106.57	322 210.34
3	Septik s biologickým filtrem	377 224.96	10 164.00	116 518.87
4	Kořenová čistírna	1 111 409.53	11 374.00	130 390.16
5	Žumpa	88 986.55	106 286.40	1 218 454.46

Jak je patrné z tabulky 28, tak varianty 2 a 4 vykazují nejvyšší investiční náklady. Varianta 5 vykazuje nejnižší investiční náklady, ale provozní náklady jsou několikanásobně vyšší než u ostatních variant. Nejnižší roční provozní náklady má varianta 3, která je z hlediska investičních nákladů druhá nejlevnější.

V následující tabulce 29 je stanovena cena stočného jednotlivých variant, která se odvíjí od přepočtu předpokládaných orientačních provozních nákladů za rok. Stanovení ceny stočného přispívá k výslednému srovnání z finančního hlediska. Provozovateli střediska se doporučuje cenu stočného zohlednit při stanovení jejich ceny za ubytování a o tuto částku výslednou cenu navýšit.

Tabulka 29 Stanovení ceny stočného jednotlivých variant v Kč včetně DPH

Varianta	Údržba	PFO	Odpisy	Náklady pro stanovení ceny stočného	Cena stočného [Kč/m ³]
1	11 442.23	34 385.76	31 847.31	96 400.10	48.91
2	18 283.73	50 765.65	51 819.19	130 691.42	66.31
3	5 863.61	18 861.25	15 004.35	44 029.60	22.34
4	14 130.54	55 570.48	32 971.25	99 915.73	50.69
5	889.87	4 449.33	1 334.81	112 070.53	56.86

Pro stanovení ceny stočného byly uvažovány odpisy u stavebních objektů s koeficientem 1,5%, u technologických objektů s 6,0%. Pro stanovení ceny údržby byl uvažován u stavebních objektů roční koeficient 1,0%, u technologických objektů 2,0% nákladů na údržbu.

Vlastník má povinnost zpracovat a realizovat plán financování obnovy PFO, který slouží k vytváření rezervy finančních prostředků na obnovu objektů čištění odpadní vody. Pro výpočet PFO se uvažovalo s 0,5 % z investičních nákladů stavby pro obnovu majetku.

Ve sloupci náklady pro stanovení ceny stočného jsou sečteny roční provozní náklady, PFO a odpisy. Částky uvedené v tomto sloupci by měl vlastník za rok ušetřit a vynaložit.

Nejvýhodnější varianta, s ohledem na cenu stočného za 1 m³ odpadních vod, se jeví varianta 3 – vybudování septiku s biologickými filtry s hodnotou 22,34,- Kč. Nejméně výhodně vychází varianta 2 – vybudování DČOV AS-HSBR s částkou 66,31,- Kč za 1 m³ odpadní vody.

Varianta 1, 2 a 4 je z důvodu nedosažení na dotační tituly a omezených finančních možností rekreačního střediska v současné době nereálná.

Z hlediska investičních nákladů nejlépe vychází varianta 5 – vybudování žumpy, ale tuto variantu rozhodně nedoporučuji z důvodu extrémních provozních nákladů, kdy by provozovatel za 10 let zaplatil přes milion korun na provoz.

Varianta 1 má vysoké investiční i provozní náklady. Cena stočného je také poměrně vysoká, a proto z důvodu nedosažení na dotační tituly tuto variantu méně doporučuji.

Varianta 2 má velmi vysoké investiční náklady a provozní náklady jsou také vysoké. Tato varianta je z investičního hlediska pro provozovatele nereálná, protože není možné získat finanční prostředky z aktuálních dotačních výzev. Z těchto důvodů tuto variantu nedoporučuji a přispívá k tomu i vysoká cena stočného.

Varianta 3 je z hlediska investičního reálnější. Má nejnižší provozní náklady i nízkou cenu stočného. Pro tuto variantu nejsou vyhlášeny dotační tituly. Variantu 3 doporučuji z provozního hlediska i z důvodu nízké ceny stočného.

Varianta 4 má nízké provozní náklady, ale z investičního hlediska je nereálná. Cena stočného je poměrně vysoká a pro tuto variantu není možné získat finanční prostředky z dotací.

Varianta 5 má nejnižší investiční náklady, ale provozní náklady jsou velmi vysoké a proto z provozního hlediska variantu 5 rozhodně nedoporučuji. Cena stočného je vysoká a na tuto variantu nelze získat žádné dotace.

Doporučená volba pro provozovatele rekreačního střediska je varianta 3 spočívající ve vybudování septiku s dočištěním odpadních vod na biologických filtrech, která vykazuje nejnižší provozní náklady a nejnižší cenu stočného.

Stávající žumpu doporučuji provozovateli ponechat s možností využití na akumulaci dešťové vody, která se dá využít na zalévání, opláchnutí zařízení DČOV, septiku apod.

Ke zvolené variantě je třeba uvažovat i s ostatními náklady spojené s vybudováním stavebních objektů. Jsou to náklady na přípravné práce (inženýrskogeologický a hydrogeologický průzkum), projektové práce (dokumentace pro vydání územního rozhodnutí, stavebního povolení a zadání veřejné zakázky) a autorský dozor. Orientační cena na ostatní náklady byla stanovena na základě sazebníku UNIKA a činí 145 000,- Kč včetně DPH.

8 ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo navrhnout a zpracovat možné varianty odkanalizování rekreačního střediska u obce Vřesovice. K výslednému doporučení nejvhodnější varianty provozovateli byla potřeba varianty posoudit a porovnat z hlediska investičních a provozních nákladů.

Pro návrh variant bylo zásadní zjistit výpočtem příslušné množství a kvalitu odpadní vody. Na požadované množství odpadní vody bylo spočítáno a navrženo pět variant řešení odkanalizování dané turistické základny.

Varianta 1 spočívá v návrhu kontejnerové čistírny odpadních vod BC 75 COMFORT od společnosti ENVI-PUR.

Varianta 2 spočívá v návrhu kontejnerové čistírny odpadních vod AS-HSBR 60 od firmy ASIO, která pracuje na jiném principu, než čistírna ve variantě 1.

Varianta 3 se zakládá na vybudování tříkomorového septiku s dočištěním odpadních vod na biologických filtrech od firmy Ekocis.

Varianta 4 zahrnuje možnost čištění odpadních vod pomocí kořenové čistírny s předřazeným stupněm mechanického předčištění.

Varianta 5 je založena na možnosti vybudování žumpy většího objemu.

Všechny navržené varianty, které vypouští odpadní vodu do vody povrchové, splňují požadované hodnoty přípustného znečištění určené nařízením vlády.

U všech variant byl proveden propočet investičních i provozních nákladů. Předložené ceny jsou pouze orientační, protože přesný výpočet investičních nákladů lze provést na základě detailního průzkumu geologických a místních podmínek a následné zhotovené kompletní projektové dokumentace.

Pro porovnání jsou k závěru diplomové práce uvedeny výhody a nevýhody jednotlivých variant se srovnáním finančních nákladů. Ukázalo se, že z hlediska investičních nákladů je nejvýhodnější varianta 5, která ale vykazuje velmi vysoké předpokládané roční provozní náklady. Z tohoto důvodu se vybudování žumpy o větším objemu provozovateli rozhodně nedoporučuje. Z hlediska ročních provozních nákladů vykazuje nejlepší výsledky varianta 3, která má v porovnání se zbylými variantami druhé nejnižší investiční náklady.

Jelikož rekreační středisko nemá možnost čerpat dotace z aktuálních výzev na domovní a kořenovou čistírnu, tak s ohledem na finanční možnosti turistické základny se doporučuje varianta 3, která spočívá ve vybudování septiku s dvěma biologickými filtry. Provozovateli se doporučuje stávající žumpu využívat na akumulaci dešťové vody k použití pro zalévání, či oplachu nově vybudované technologie čištění. Dalším doporučením provozovateli je zohlednit cenu stočného v ceně za ubytování a výslednou cenu o tuto částku navýšit.

Přínosem diplomové práce pro provozovatele rekreačního střediska je získání přehledu možností odkanalizování areálu. Pro provozovatele je rozhodující ekonomické zhodnocení a srovnání investičních a provozních nákladů, kde provozovatel získá poznatky o tom, jaké je potřeba vynaložit finanční prostředky na pořízení a vybudování stavby, a na samotný provoz jednotlivých variant. Provozovatel musí brát v úvahu, že mimo investiční a provozní náklady musí vynaložit finanční prostředky na ostatní náklady, které se týkají projektové dokumentace, inženýrskogeologických a hydrogeologických průzkumů a autorského dozoru. Ke každé variantě jsou pro provozovatele uvedeny požadavky pro získání rozhodnutí stavebního úřadu v rámci vodoprávního řízení.

V příloze jsou zpracovány výkresy situačních schémat jednotlivých variant, podélný profil odtokového potrubí varianty 1, 2 a 3, podélný profil přítokového a odtokového potrubí kořenové čistírny odpadních vod a vzorové uložení potrubí. Poslední příloha obsahuje podrobný propočet investičních nákladů jednotlivých variant.

Při vypracování diplomové práce byly dodrženy právní předpisy a technické normy.

9 POUŽITÁ LITERATURA

- [1] *B.1 CHARAKTERISTIKY ÚZEMÍ* [online]. Zlín: Hydroprojekt CZ, ©2007 [cit. 2020-11-02]. Dostupné z: https://www.kr-zlinsky.cz/ppo/B_Charakteristiky_uzemi/B1_CHARAKTERISTIKY_UZEMI.pdf
- [2] <http://hydro.chmi.cz/isarrow/ciselnik.php?cid=tok&ordrstr=ID&agenda=PZV&fid=&fnm=kliment&ok=Vyhledat#>
- [3] 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. In: *Sbírka zákonů*. 2015.
- [4] Nařízení vlády č. 57/2016 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění odpadních vod a náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod podzemních.
- [5] PITTER, Pavel. *Hydrochemie*. 4., aktualiz. vyd. Praha: Vydavatelství VŠCHT Praha, 2009. ISBN 978-80-7080-701-9.
- [6] *Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy*. In: . 2000. Dostupné také z: http://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/index_en.html
- [7] *SMĚRNICE RADY ze dne 21. května 1991 o čištění městských odpadních vod*. In: 91/271/EHS. Dostupné také z: <https://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:1991L0271:20081211:CS:PDF>
- [8] ENVI-PUR, s.r.o., *ČOV – Čištění odpadních vod* [online]. [cit. 2020-11-06], Dostupné z: <http://www.https://www.envi-pur.cz/cisticky-odpadnich-vod/>
- [9] ČSN 75 6402 Čistírny odpadních vod do 500 ekvivalentních obyvatel.
- [10] ASIO, spol. s r. o., *Biologické čistírny odpadních vod AS-HSBR* [online]. [cit. 2020-11-10], Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/as-hsbr-60-300eo>
- [11] *Voda v domě.cz: ASIO, spol. s.r.o.* [online]. [cit. 2020-11-20]. Dostupné z: <https://www.vodavdome.cz/cov-septik-nebo-jimka-v-cem-je-rozdil-kde-je-vhodne-pouzit/>
- [12] *StavebníVzdělání.cz* [online]. c2013-2021 [cit. 2020-11-20]. Dostupné z: <https://www.stavebni-vzdelani.cz/jak-funguje-septik>
- [13] *Janečka & Vlk: Bazénová technika* [online]. c2006 [cit. 2020-11-21]. Dostupné z: <http://www.janeckavlk.cz/bioseptiky/samonosne.php>
- [14] *EKOCIS: Biologické filtry pro dočištění odpadních vod* [online]. c2006 [cit. 2020-11-21]. Dostupné z: <https://ekocis.cz/biologicke-filtry-pro-docistení-odpadnich-vod>

- [15] *EKOCIS* [online]. [cit. 2020-11-25]. Dostupné z: <https://cistirny-cov.ekocis.cz/plastova-nadrz-nk118-ek-samonosna>
- [16] *EKOCIS* [online]. [cit. 2020-11-25]. Dostupné z: <https://cistirny-cov.ekocis.cz/biologicky-filtr-bf5-ek>
- [17] *Tzbinfo: Vegetační kořenové čistírny* [online]. 2013 [cit. 2020-11-29]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/likvidace-odpadnich-vod/10058-vegetacni-korenove-cistirny>
- [18] KRIŠKA, Michal a Miroslava NĚMCOVÁ. Kořenové čistírny odpadních vod: METODICKÁ PŘÍRUČKA PRO POVOLOVÁNÍ, NÁVRH, REALIZACI A PROVOZ. 4/2011. Brno, 2015.
- [19] VYMAZAL, Jan, 2004. Kořenové čistírny odpadních vod. ENKI. Třeboň: ENKI, 14. Dostupné také z: <https://www.enki.cz/cs/publikace/knihy/item/39-korenove-cistirnyodpadnich-vod>
- [20] ŠÁLEK, Jan, Michal KRIŠKA, Oldřich PÍLEK, Karel PLOTĚNÝ, Miloš ROZKOŠNÝ a Zdeňka ŽÁKOVÁ, 2013. Vegetační kořenové čistírny. TZB-info [online]. Praha: Topinfo s.r.o., 20.6. [cit. 2020-12-09]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/likvidaceodpadnich-vod/10058-vegetacni-korenove-cistirny>
- [21] BODÍK, Igor, Michal KRIŠKA DUNAJSKÝ, Daniel GEMERAN, Luboš JURÍK, Tomáš MACKULAK, Juraj ZAMKOVSKÝ a Ján ŽEMBER. Analýza podmienok správneho návrhu aplikácie extenzívnych systémov čistenia odpadových vôd vo vybraných obciach okresu Rimavská Sobota. CEROGEMA, n.o., 2017.
- [22] KRIŠKA, Michal a Miroslava NĚMCOVÁ, 2013. Kořenové čistírny: rekapitulace a budoucnost v České republice. In: Vodní hospodářství [online]. Bohumílice, Vodní hospodářství, spol.s.r.o. [cit. 2020-12-09]. Dostupné z: <http://vodnihospodarstvi.cz/korenove-cistirny/>
- [23] VYMAZAL, Jan, 2016. Kořenové čistírny odpadních vod: Využití ve světě, České republice a Plzeňském kraji. Plzeň: Krajský úřad Plzeňského kraje, odbor životního prostředí, 66. Žumpy, 2017. Jimko.cz [online]. Jesztrebie: Septic Emilia Sałkiewicz [cit. 2020-12-09]. Dostupné z: <https://www.jimko.cz/zumpy/>
- [24] *Tzbinfo: Domovní vegetační ČOV* [online]. 2014 [cit. 2020-12-05]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/likvidace-odpadnich-vod/11260-domovni-vegetacni-cov>
- [25] ABOU-ELELA, Sohair I. a Mohamed S. HELLAL. Municipal wastewater treatment using vertical flow constructed wetlands planted with Canna, Phragmites and Cyprus. *Ecological Engineering*. 2012, vol. 47, s. 209-213. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoleng.2012.06.044>
- [26] MOSHIRI, Gerald A. *Constructed wetlands for water quality improvement*. Boca Raton: Lewis Publishers, c1993, 632 p. ISBN 08-737-1550-0.
- [27] ŠÁLEK, Jan a Václav TLAPÁK, 2006. Přírodní způsoby čištění znečištěných povrchových a odpadních vod. 1. Praha: Informační centrum ČKAIT. ISBN 80-86769-74-7.

- [28] *ASIO spol. s.r.o.: RUČNĚ STÍRANÉ ČESLE AS-ČESLE* [online]. c2011-2021 [cit. 2020-12-19]. Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/as-cesle>
- [29] Bc. Veronika Brychtová *Návrh extenzivní čistírny odpadních vod pro obec do 500 EO*. Brno, 2019. 45 s., 42 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství krajiny. Vedoucí práce Ing. Michal Kriška, Ph.D.
- [30] *Zneškodňování odpadních vod v obcích do 2000 ekvivalentních obyvatel: Metodická příručka* [online]. Ministerstvo životního prostředí České Republiky, 2009 [cit. 2017-05-11].
- [31] HERLE, Jaromír a Pavel BAREŠ. *Čištění odpadních vod z malých zdrojů znečištění*. SNTL, 1990
- [32] ČSN 75 6081 Žumpy
- [33] *ENVI-PUR s.r.o.: Základní možnosti usazení ČOV BIO CLEANER BC 4 - 150 firmy ENVI-PUR s.r.o.* [online]. 2009 [cit. 2020-12-22]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/13074028-Zakladni-moznosti-usazeni-cov-bio-cleaner-bc-4-150-firmy-envi-pur-s-r-o.html>
- [34] *ENVI-PUR s.r.o.: Povolení k ČOV krok za krokem* [online]. [cit. 2020-01-02]. Dostupné z: <https://www.envi-pur.cz/cisticky-odpadnich-vod-jak-a-kde-ziskat-povoleni-k-cov/>
- [35] Zákon č. 360/1992 ze dne 7. května 1992 o výkonu povolání autorizovaných architektů a o výkonu povolání autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě. In *Sbírka zákonů České republiky 1992* Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1992-360>
- [36] Zákon č. 183 ze dne 14. března 2006 o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon). In *Sbírka zákonů České republiky. 2006, částka 63, s. 2226- 2290*. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-183>
- [37] Vyhláška Mze č. 183 ze dne 13. srpna 2018 o náležitostech rozhodnutí a dalších opatření vodoprávního úřadu a o dokladech předkládaných vodoprávnímu úřadu. In *Sbírka zákonů České republiky. 2018, Dostupné také z: https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2018-183/zneni-20180901#p40-1-1*
- [38] *ZAKRA: Povolení domovní ČOV aneb Jak na úředníky* [online]. 2019 [cit. 2020-01-03]. Dostupné z: <https://zakra.cz/blog/povoleni-domovni-cov-2019-aneb-jak-na-uredniky/>
- [39] *ZAKRA: Projekt septiku: Vše, co potřebujete vědět* [online]. 2019 [cit. 2020-01-03]. Dostupné z: <https://zakra.cz/blog/projekt-septiku-vse-co-potrebujete-vedet/>
- [40] *Stavímbydlím.cz: Stavba žumpy - stavební povolení, nebo ohlášení stavby?* [online]. 2020 [cit. 2020-01-05]. Dostupné z: <https://stavimbydlim.cz/stavba-zumpy-stavebni-povoleni-nebo-ohlaseni-stavby/>

- [41] *Státní fond životního prostředí České republiky: Výzva č. 12/2019 k předkládání žádostí o poskytnutí podpory* [online]. 2019 [cit. 2020-01-08]. Dostupné z: https://www.narodniprogramzp.cz/files/documents/storage/2019/12/20/1576845301_20191220_Vyzva_12_2019_NPZP.pdf

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Ukazatele znečištění měrného profilu v Osvětimanech [zdroj:ČHMÚ]	16
Tabulka 2 Hodnoty přípustného znečištění vypouštěných odpadních vod [3],[4]	17
Tabulka 3 Garantované hodnoty koncentrací vyčištěné vody na odtoku ČOV BioCleaner [8]	20
Tabulka 4 Výpočet průtoků odpadní vody	20
Tabulka 5 Výpočet průměrného denního znečištění odpadních vod.....	21
Tabulka 6 Výpočet aktivační nádrže	21
Tabulka 7 Výpočet dosazovací nádrže	22
Tabulka 8 Garantované hodnoty koncentrací vyčištěné vody na odtoku pro ČOV AS-HSBR [10]	26
Tabulka 9 Výpočet objemu reaktoru	27
Tabulka 10 Hodnoty koncentrací vyčištěné vody na odtoku pro septik s biologickým filtrem [14]	31
Tabulka 11 Výpočet objemu septiku	31
Tabulka 12 Výpočet objemu biologického filtru.....	32
Tabulka 13 Průměrné hodnoty účinnosti čištění kořenové čistírny odpadních vod [9], [20] ..	36
Tabulka 14 Výpočet plochy horizontálního filtračního pole.....	39
Tabulka 15 Výpočet plochy vertikálního filtračního pole.....	41
Tabulka 16 Výpočet vstupních a výstupních koncentrací s průměrnou účinností [29].....	43
Tabulka 17 Výpočet požadovaného objemu žumpy.....	45
Tabulka 18 Propočtení investičních nákladů stavebních objektů varianty 1 v Kč.....	48
Tabulka 19 Roční provozní náklady varianty 1.....	50
Tabulka 20 Propočtení investičních nákladů stavebních objektů varianty 2 v Kč.....	51
Tabulka 21 Roční provozní náklady varianty 2.....	52
Tabulka 22 Propočtení investičních nákladů stavebních objektů varianty 3 v Kč.....	53
Tabulka 23 Roční provozní náklady varianty 3.....	53
Tabulka 24 Propočtení investičních nákladů stavebních objektů varianty 4 v Kč.....	54
Tabulka 25 Roční provozní náklady varianty 4.....	55
Tabulka 26 Propočtení investičních nákladů stavebních objektů varianty 5 v Kč.....	55
Tabulka 27 Roční provozní náklady varianty 5.....	56

Tabulka 28 Srovnání investičních nákladů, ročních provozních nákladů a naakumulovaných provozních nákladů za 10 let variant v Kč včetně DPH.....	63
Tabulka 29 Stanovení ceny stočného jednotlivých variant v Kč včetně DPH	63

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Sociální zařízení [zdroj: Krulová].....	12
Obrázek 2 Areál střediska [zdroj: Krulová]	12
Obrázek 3 Ruční pumpa (vlevo), potrubí s odpadní vodou z kuchyně (vpravo) [zdroj: Krulová].....	13
Obrázek 4 Stávající žumpa [zdroj: Krulová].....	14
Obrázek 5 Schéma nakládání s odpadními vodami [zdroj: Krulová].....	14
Obrázek 6 Výúst vody ze studny (vlevo), výúst šedých vod (vpravo) [zdroj: Krulová]	15
Obrázek 7 Studna a šachta [zdroj: Krulová].....	15
Obrázek 8 Klimentský potok [2]	16
Obrázek 9 Schéma vybavení DČOV ENVI-PUR BioCleaner [8]	19
Obrázek 10 Kontejnerová ČOV ENVI-PUR BioCleaner [8].....	22
Obrázek 11 Schéma návrhu umístění domovní čistírny [zdroj: Krulová].....	23
Obrázek 12 Situování DČOV (vlevo), příjezd k místu návrhu DČOV (vpravo) [zdroj: Krulová].....	24
Obrázek 13 Schéma ČOV typu AS-HSBR – fáze aerace a biologického čištění [10].....	25
Obrázek 14 Schéma ČOV typu AS-HSBR – fáze sedimentace a odtahu vyčištěné vody [10]	26
Obrázek 15 Schéma tříkomorového septiku [13].....	29
Obrázek 16 Řez biologického filtru [14].....	30
Obrázek 17 Plastová nádrž NKL-EK [15].....	32
Obrázek 18 Biologický filtr BF-EK [16].....	33
Obrázek 19 Schéma návrhu umístění septiku [zdroj: Krulová]	34
Obrázek 20 Ručně stírané česle [28]	38
Obrázek 21 Řez kořenovým filtrem s horizontálním prouděním [17]	40
Obrázek 22 Řez kořenovým filtrem s vertikálním prouděním [17]	42
Obrázek 23 Schéma umístění kořenové čistírny [zdroj: Krulová]	44
Obrázek 24 Schéma umístění žumpy [zdroj: Krulová]	46
Obrázek 25 Technický domek pro příslušenství čistírny [8].....	49

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

Sb. ...	Sbírka zákonů
§ ...	paragraf
ČSN ...	Česká státní norma
č. ...	číslo
DPH ...	daň z přidané hodnoty
TJ ...	tělovýchovná jednotka
TZ ...	turistická základna
ČHMÚ ...	Český hydrometeorologický ústav
EHS ...	Evropské hospodářské společenství
ES ...	Evropské společenství
a.s. ...	akciová společnost
s.r.o. ...	Společnost s ručením omezením
NV ...	nařízení vlády
DN ...	Diameter Nominal (jmenovitá světlost potrubí)
KG ...	korugované
BSK ₅ ...	biochemická spotřeba kyslíku po 5 dnech
NL ...	nerozpuštěné látky
CHSK ...	chemická spotřeba kyslíku
N-NH ₄ ⁺ ...	amoniakální dusík
P _{celk} ...	fosfor celkový
p ...	přípustná hodnota
m ...	maximální hodnota
ČOV ...	čistírna odpadních vod
DČOV ...	domovní čistírna odpadních vod
KČOV ...	kořenová čistírna odpadních vod
BC ...	BioCleaner
UV ...	ultraviolet
PVC ...	polyvinylchlorid
PP ...	polypropylen
PP-HT ...	polypropylen s vysokou odolností proti teplotám

PE ...	polyethylen
Š ...	šachta
VO ...	výustní objekt
% ...	procento
‰ ...	promile
ks...	kus
m n.m. ...	metrů nad mořem
mm ...	milimetr
cm...	centimetr
m ...	metr
m ² ...	metr čtvereční
m ³ ...	metr krychlový
km ...	kilometr
km ² ...	metr čtvereční
l/s ...	litr za sekundu
° ...	stupeň
Σ ...	suma
mS/m ...	milisiemens na metr
mg/l ...	miligram na litr
g ...	gram
EO ...	ekvivalentní obyvatel
Q ₂₄ ...	průměrný denní přítok
Q _{dm} ...	maximální denní přítok
Q _{hm} ...	maximální hodinový přítok
m ³ /den ...	metr krychlový za den
m ³ /h ...	metr krychlový za hodinu
l/os/den ...	litr na osobu za den
S _{dp} ...	průměrné denní znečištění
c ₀ ...	koncentrace
E _c ...	účinnost čištění
X ...	koncentrace sušiny aktivovaného kalu

kg/m^3 ...	kilogram na metr krychlový
kg/den ...	kilogram za den
kg/kg/den ...	kilogram na kilogram za den
$\text{kg/m}^3/\text{den}$...	kilogram na metr krychlový za den
q_{spec} ...	specifická spotřeba vody
k_d ...	koeficient maximální denní nerovnoměrnosti
k_h ...	koeficient maximální hodinové nerovnoměrnosti
V ...	objem
W_s ...	objem kalu
V_{kal} ...	produkce kalu
Θ ...	doba zdržení
Θ_x ...	stáří kalu
m_k ...	množství kalu v systému
t ...	čas
a ...	součinitel vyjadřující kalový prostor
q_A ...	denní plošné zatížení
$\text{g/m}^2/\text{den}$...	gram na metr čtvereční za den
m^2/m^3 ...	metr čtvereční na metr krychlový
hod ...	hodina
u ...	povrchové hydraulické zatížení
$\text{m}^3/\text{m}^2/\text{hod}$...	metr krychlový na metr čtvereční za hodinu
min ...	minuta
SBR ...	sequential batch reactor
B_X ...	látkové zatížení kalu
A ...	plocha
h ...	hloubka
HF...	horizontální filtr
VF ...	vertikální filtr
kWh...	kilowatthodina
SO...	stavební objekt
Kč ...	Koruna česká

SEZNAM PŘÍLOH

1. Varianta 1, 2 - Schéma DČOV M 1:150
2. Varianta 3 - Schéma septiku M 1:150
3. Varianta 4 - Schéma KČOV M 1:250
4. Varianta 1, 2, 3 – Podélný profil odtokového potrubí M 1:200/100
5. Varianta 4 – Podélný profil potrubí KČOV M 1:200/100
6. Varianta 1, 2, 3, 4, - Vzorové uložení potrubí M 1:20
7. Propočet investičních nákladů

SUMMARY

The purpose of the diploma thesis is to develop alternative solutions for the drainage of the tourist base near Vřesovice. The subject of the work is the design of wastewater treatment options, economic evaluation of variants, their comparison and recommendation of the most suitable variant.

The benefit of the diploma thesis for the runner of the recreational centre is to obtain an overview of the possibilities of sewerage of the centre. The economic evaluation and comparison of investment and operating costs is crucial for the runner, where the runner gains knowledge about what funds need to be spent on the acquisition and construction of the building, and on the operation of individual variants. The runner must take into account that, in addition to the investment and operating costs, must be spent another extra funds related with project documentation, engineering geological and hydrogeological surveys and authorized supervision. For each variant, the requirements for obtaining a decision of the building authority within the framework of water law proceedings, are given to the runner.