



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ KRAJINY

INSTITUTE OF LANDSCAPE WATER MANAGEMENT

STUDIE ŘEŠENÍ NAKLÁDÁNÍ S ODPADNÍMI VODAMI PRO OBEC LHOTKA

STUDY OF WASTEWATER MANAGEMENT SOLUTIONS FOR THE VILLAGE OF LHOTKA

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

David Vojvodík

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. MICHAL KRIŠKA, Ph.D.

BRNO 2021



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

FAKULTA STAVEBNÍ

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

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	David Vojvodík
Název	Studie řešení nakládání s odpadními vodami pro obec Lhotka
Vedoucí práce	Ing. Michal Kriška, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2020
Datum odevzdání	28. 5. 2021

V Brně dne 30. 11. 2020

doc. Ing. Daniel Marton, Ph.D.
Vedoucí ústavu

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

PODKLADY A LITERATURA

- 1) ČSN 75 6402: Čistírny odpadních vod do 500 ekvivalentních obyvatel
- 2) Nařízení vlády č. 401/2015 Sb. Nařízení vlády o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech
- 3) DWA-A 262: Grundsätze für Bemessung, Bau und Betrieb von Kläranlagen mit bepflanzten und unbepflanzten Filtern zur Reinigung häuslichen und kommunalen Abwassers (November 2017)
- 4) ÖNORM B 2505 – Kläranlagen – Intermittierend beschickte Bodenfilter („Pflanzenkläranlagen“)
- 5) Územní plán obce Lhotka
- 6) Výpis z katastru nemovitostí
- 7) Plán rozvoje vodovodu a kanalizací

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Práce bude koncipována jako kombinace teoreticky využitelných poznatků s praktickým uplatněním znalostí na konkrétním příkladu obce Lhotka. V detailním pohledu bude práce rozdělena na několik variant řešení, přičemž kromě technického řešení se zaměří také na ekonomiku jednotlivých variant - rozdělí jednotlivé investiční a provozní náklady po dobu životnosti. Výsledné varianty budou srovnány a přehledně vyhodnoceny se všemi známými přednostmi a nedostatky. V případě časových možností bude součástí práce zjednodušená výkresová/schematická dokumentace.

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ 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).

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

ABSTRAKT

Bakalářská práce je zaměřena na zpracování a porovnání možných variant odkanalizování lokality Lhotka. Představuje návrh tří variant pro zlepšení stavu nakládání s odpadními vodami ve Lhotce. Varianta 1 spočívá v návrhu mechanicko-biologické ČOV na splaškové kanalizaci s tím, že stávající jednotná kanalizace bude využita pro odvedení dešťových vod. Varianta 2 zahrnuje návrh čistírny odpadních vod extenzivního typu a dobudování stávající jednotné kanalizace. Poslední varianta 3 spočívá v přečerpání odpadních vod výtlačem do ČOV Malenovice. Řešení je v souladu s PRVKZK. Na jednotlivá technologická řešení je vytvořen přehled ekonomické náročnosti. Cílem je určení nejvhodnějšího řešení po ekonomické i technické stránce.

ABSTRACT

The bachelor's thesis is focused on the processing and comparison of possible variants of sewerage in the Lhotka locality. It presents a proposal for three variants for improving the state of wastewater management in Lhotka. Option 1 envisages the design of a mechanical-biological WWTP for sewage, with the proviso that the existing unified sewer will be used for rainwater drainage. Option 2 includes the design of an extensive type of wastewater treatment plant and the completion of the existing integrated sewerage system. The last variant 3 includes the pumping of wastewater by discharge to the Malenovice WWTP. The solution is in accordance with PRVKZK. An overview of economic demands is created for individual technological solutions. The aim is to determine the most suitable solution from an economic and technical point of view.

KLÍČOVÁ SLOVA

Odpadní voda, čistírna odpadních vod, jednotná kanalizace, splašková kanalizace, čerpací stanice, variantní studie

KEYWORDS

Waste water, wastewater treatment plant, unified sewerage, sewage sewerage, pumping station, variant study

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

David Vojvodík *Studie řešení nakládání s odpadními vodami pro obec Lhotka*. Brno, 2021. 91 s., 5 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství krajiny. Vedoucí práce Ing. Michal Kriška, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce s názvem *Studie řešení nakládání s odpadními vodami pro obec Lhotka* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 25. 5. 2021

David Vojvodík
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Studie řešení nakládání s odpadními vodami pro obec Lhotka* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 25. 5. 2021

David Vojvodík

autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji vedoucímu práce Doc. Ing. Michal Kriška, Ph.D. za cenné rady z praxe v průběhu tvorby práce a také za poskytnuté podklady. Dále děkuji své rodině za výraznou podporu po celou dobu mého studia.

OBSAH

1	ÚVOD	10
2	POPIS LOKALITY	11
2.1	Hydrologické poměry	12
2.1.1	Vodní toky	12
2.1.2	Záplavová území.....	13
2.2	Klimatické poměry	13
2.3	Stávající stav odkanalizování a čištění	13
2.4	Odpadní vody v lokalitě	14
2.4.1	Zdroje znečištění.....	14
2.4.2	Vlivy odpadních vod na vodní recipient.....	15
2.4.3	Emisní standardy	15
2.5	PRVKZK – Výhled	17
3	EKONOMICKÉ ASPEKTY VARIANTNÍ STUDIE	18
3.1	Investiční náklady na výstavbu	18
3.2	Vyčíslení provozních nákladů	18
3.2.1	Provozní náklady na provoz čistírenského zařízení	19
3.2.2	Provozní náklady na provoz kanalizační sítě	21
3.3	Dotační možnosti	23
3.3.1	Operační program Mze 129 300 Podpora výstavby a technického zhodnocení infrastruktury vodovodů a kanalizací II	23
3.3.2	Operační program Životní prostředí (OPŽP 2021-2027).....	25
3.3.3	Národní program životního prostředí (NPŽP 2021-2027).....	25
4	VARIANTY ODKANALIZOVÁNÍ LOKALITY	26
4.1	Stávající stav stokové sítě	26
4.1.1	Stoka A	28
4.1.2	Stoka B	28
4.1.3	Stoka C	29
4.1.4	Stoka D	30
4.2	Dobudování jednotné kanalizace	30
4.2.1	Technické řešení	30
4.2.2	Investiční náklady	35
4.2.3	Provozní náklady	36
4.2.4	Výhody a nevýhody řešení	37
4.3	Výstavba nové splaškové kanalizace	37
4.3.1	Technické řešení kanalizace	37
4.3.2	Investiční náklady	40

4.3.3	Provozní náklady	41
4.3.4	Výhody a nevýhody řešení	41
5	VARIANTY LIKVIDACE ODPADNÍCH VOD	42
5.1	Varianta 1 - Mechanicko-biologická ČOV na splaškové kanalizaci.....	43
5.1.1	Klasická komunální ČOV	46
5.1.2	ČOV systému SBR	51
5.1.3	Balená ČOV	56
5.1.4	Srovnání mechanicko-biologických ČOV	61
5.1.5	Výsledná cena varianty 1	61
5.2	varianta 2 - Přírodní ČOV na jednotné kanalizaci	62
5.2.1	Návrhové parametry	62
5.2.2	Umístění.....	64
5.2.3	Technické řešení	65
5.2.4	Stavební řešení.....	66
5.2.5	Investiční náklady	71
5.2.6	Provozní náklady	72
5.2.7	Výhody a nevýhody řešení	73
5.2.8	Výsledná cena varianty 2.....	73
5.3	Varianta 3 - Přečerpávání odpadní vody do vedlejší obce (prvk).....	74
5.3.1	Technické řešení	74
5.3.2	Požadavky na čerpací stanici	74
5.3.3	Stavební řešení.....	76
5.3.4	Investiční náklady	78
5.3.5	Provozní náklady	79
5.3.6	Výhody a nevýhody řešení	80
5.3.7	Výsledná cena varianty 3.....	80
6	POROVNÁNÍ VARIANT.....	81
7	ZÁVĚR.....	83
8	POUŽITÁ LITERATURA.....	84
	SEZNAM TABULEK	87
	SEZNAM OBRÁZKŮ	89
	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	90
	SEZNAM PŘÍLOH.....	91

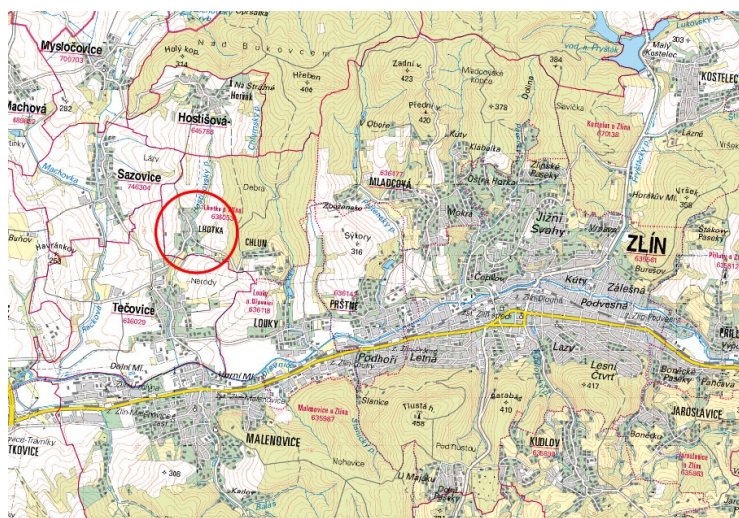
1 ÚVOD

Ve většině obcí je vybudována kanalizace, která svého času skvěle plnila svůj účel. Dnešní společnost však klade stále větší požadavky na omezování negativních vlivů na životní prostředí. To znamená, že stávající systémy odkanalizování již nemusí odpovídat dnešním nárokům. Nabízí se dostavba, optimalizace, rekonstrukce či výstavba nového řešení odkanalizování obce. Tradičně byly v minulosti budovány odvodňovací systémy ke shromažďování všech druhů vod. Dnes je snahou budovat spíše oddílné soustavy. Často však není možné změnit charakter stokové soustavy.

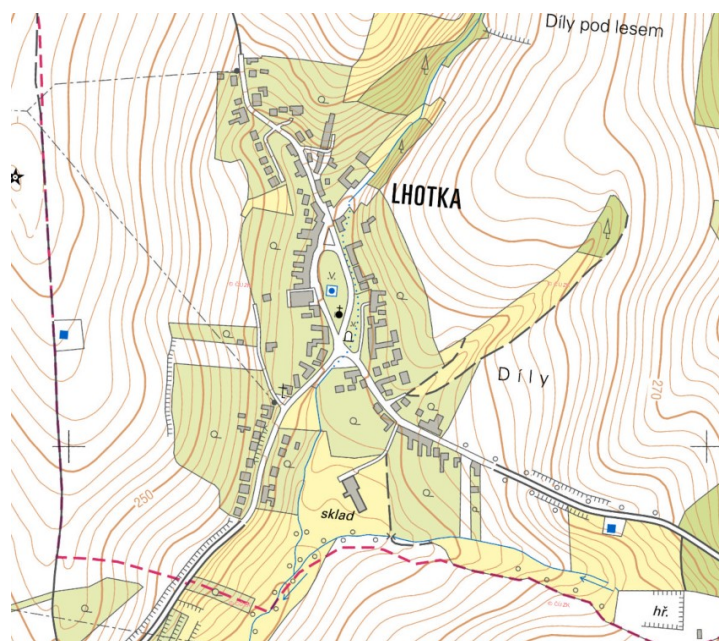
Cílem bakalářské práce je navržení nejvhodnější varianty odkanalizování a následné likvidace odpadních vod v lokalitě Lhotka, která je místní částí města Zlína. Tohle téma jsem si vybral, jelikož ve Lhotce sám žiji. Roky slyším od různých sousedů stížnosti na stávající kanalizační systém, že je přeci nepřijatelné, aby se odpadní vody vypouštěli přímo do potoka a že s tím město nic nedělá. Přitom mají možnost si zhotovit vlastní domovní čistírnu odpadních vod. V plánu rozvoje vodovodů a kanalizací Zlínského kraje (PRVKZK) je navrženo řešení odkanalizování pomocí dobudování jednotné kanalizace a následné čerpání odpadní vody do stokového systému vedlejší obce. Otázka zní, zda-li je tohle skutečně nejlepší řešení. Proto jsem se rozhodl, že se pokusím zhotovit variantní studii, ve které si udělám vlastní přehled o momentálním stavu kanalizace a všech možných řešení. U každé varianty představím technické řešení včetně schématu, aby bylo jasné, že je lze vůbec provést. Dále zjistím investiční náročnost řešení a také provozní náklady s ním spojené. Shrnu výhody a nevýhody všech řešení a pokusím se objektivně vybrat to nejlepší, přičemž zásadní roli při rozhodování bude nejspíše hrát celková cena.

2 POPIS LOKALITY

Lhotka je místní částí města Zlína, která se nachází cca 5 km od centra Zlína severozápadním směrem. Leží v malém údolí mezi obcemi Tečovice, Sazovice a Hostišová a protéká zde Hostišovský potok. Rozkládá se na hranici 2 etnografických oblastí Valašska a Hané. Součástí Lhotky je Chlum, kde však kanalizace již byla zhotovena. Jejich katastrální území se rozkládá na ploše 463 ha. Nadmořská výška intravilánu Lhotky se pohybuje v rozmezí 230-245 m.n.m. K 31.12.2015 žije ve Lhotce 241 obyvatel a celkem je na území evidováno 103 čísel popisných. Do místní části se lze dopravit po silnici III/43831 směrem z Tečovic [1].



Obr. 2.1 Situace širších vztahů [35]



Obr. 2.2 Zájmové území [35]

2.1 HYDROLOGICKÉ POMĚRY

Hydrologické poměry širšího území jsou stanoveny geologickou stavbou území, povahou půdního krytu, charakterem hornin a geomorfologickými poměry. Území je vázáno k povodí řeky Moravy.

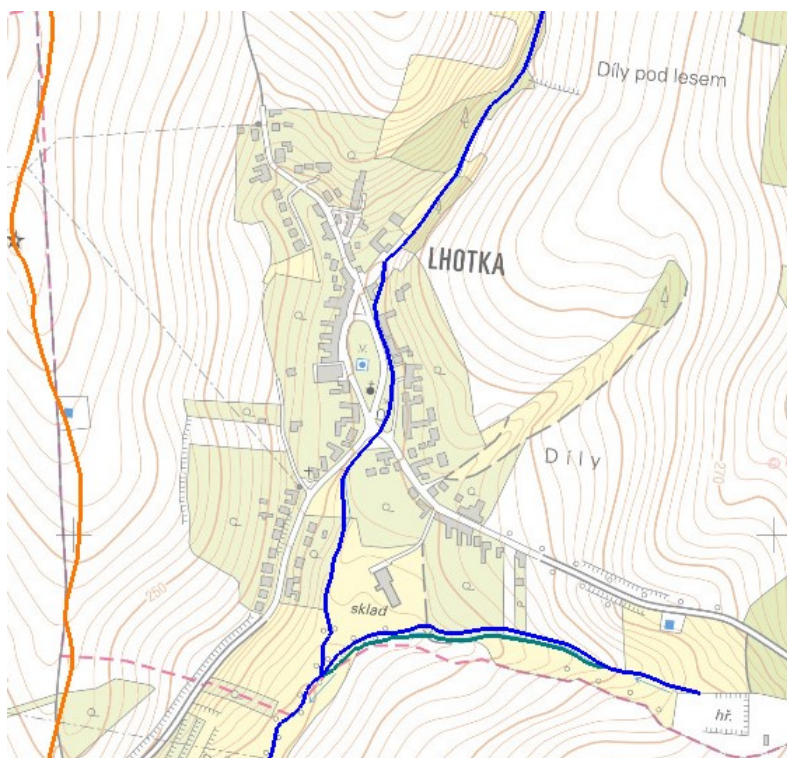
2.1.1 Vodní toky

Hostišovský potok (IDVT 1025855)

Nejvýznamnějším tokem v lokalitě je Hostišovský potok, který pramení ve vedlejší obci Hostišová, nacházející se severně od Lhotky. Potok spadá do správy Povodí Moravy s.p. Tok protéká intravilánem obce, kde je zaklenut betonovou troubou DN 1500. Celková délka toku činí 4,63km a ústí do řeky Dřevnice. Číslo hydrologického pořadí je (4-13-01-43). Severně od lokality na Hostišovském potoku byl v roce 2010 vybudován polder jako jeden z prvků komplexních pozemkových úprav.

Bezejmenný tok (IDVT 10208329)

Přitéká do Hostišovského potoka z jihovýchodu obce. Správcem toku je Povodí Moravy s.p [7].



Obr. 2.3 Vodní toky [7]

2.1.2 Záplavová území

V lokalitě se nenachází žádné záplavové území.

2.2 KLIMATICKÉ POMĚRY

Dle klimatické rajonizace (Quitt, 1971) leží zájmové území v oblasti MT10. To se vyznačuje mírně teplým a krátkým jarem, dlouhým létem, které je teplé a suché. Podzim je mírně teplý a krátký. Krátká je také zima charakterizovaná jako mírně teplá a suchá [29].

Tab. 2.1 Klimatická charakteristika oblasti MT7

Klimatická charakteristika oblasti MT7	
Počet letních dnů	40-50
Počet dnů s průměrnou teplotou nad 10°C	140-160
Počet mrazových dnů	110-130
Průměrný počet dnů se srážkami nad 1 mm	90-100
Srážkový úhrn ve vegetačním období [mm]	350-400
Počet dnů se sněhovou pokrývkou	50-60
Počet dnů zamračených	120-150
Počet dnů jasných	40-50

2.3 STÁVAJÍCÍ STAV ODKANALIZOVÁNÍ A ČIŠTĚNÍ

V zájmovém území se doposud nachází jednotná stoková kanalizace, která odvádí odpadní vody z domácností, dešťové vody ze střech a ze silnic přímo do recipientu. (Hostišovský potok). Kanalizaci spravuje společnost TS Zlín. Stávající stoková síť je tvořena betonovým potrubím DN 300, DN 400 a DN 500. Hostišovský potok, jenž protéká intravilánem obce je zatrubněn do betonových trub o rozměru DN 1500. Na kanalizaci je napojena většina nemovitostí s předčištěním septikem. Pouze malá část domácností řeší zbavení se odpadních vod pomocí akumulární jímky na vyvážení. Celkově je na kanalizaci napojeno 95 % všech obyvatel. Skutečnost, že odpadní vody jsou bez dostatečné úpravy svedeny do Hostišovského potoka, v něm vytváří značné hygienické i estetické závady. Stoková síť mimo odpadních vod z domácností a dešťových vod z intravilánu odvádí také dešťové vody přitékající z extravilánu obce v příkopu. Na okraji zastavěného území u příjezdových cest jsou vždy umístěny vpusti s lapákem splavenin [3].

2.4 ODPADNÍ VODY V LOKALITĚ

2.4.1 Zdroje znečištění

Jedním z hlavních zdrojů znečištění v naší lokalitě jsou splaškové odpadní vody z domácností. Ve Lhotce se také nachází jedna hospoda. Specifické množství splaškových vod je závislé na vybavenosti domácností. Splašková voda je tvořena vodou pitnou, kterou je obyvatelstvo zásobeno. Dále jsou v ní obsaženy produkty metabolismu (exkrementy, moč) a nesmíme také opomenout produkty lidské činnosti, kterými se rozumí čisticí a prací prostředky, zbytky jídel, olej a jiné věci, které jsou lidé schopni vypustit do kanalizace [2].

Dalším významným zdrojem znečištění jsou vody srážkové, vzniklé deštěm, ale i tajícím sněhem. V intravilánu jsou do kanalizace sváděny vody ze silnice, to znamená, že veškeré znečištění z cest je odváděno do recipientu. Znečištění srážkových vod bývá zpravidla větší po delším bezdeštném období. Ve Lhotce jsou sváděny do stoky také vody ze zastavěných ploch (střechy, drenáž). Vody z extravilánu mají také vliv na množství a kvalitu srážkových vod v kanalizaci. Jedná se opět o vodu z komunikací, ale také vodu z okolních polí. Do kanalizace jsou navedeny infrastrukturou otevřených příkopů. Na vtoku vody z příkopu do zatrubněné části kanalizace jsou osazeny lapače splavenin. Na území Lhotky jsou již zhotoveny komplexní pozemkové úpravy, tudíž se voda na polích lépe infiltruje a nezahluje tak kanalizaci. Srážkové vody po zimním období obsahují větší množství chloridů, což je způsobeno smyvem posypové soli z komunikace. Obsah dusíku a fosforu je ve srážkových vodách poměrně nízký. Obecně lze říci, že srážkové vody odpadní vody nařezují [2][4].

Průmyslové vody v posuzované lokalitě nehrají zásadní roli. Ve Lhotce se nachází pouze 2 firmy nacházející se ve společné budově bývalého kravína. Dohromady čítají asi 20 zaměstnanců. Habako group s.r.o je dodavatel hadic, těsnících pryží a pryžových podlahovin. Slomak Zlín s.r.o se zabývá opravou a servisem hydraulických zvedáků. I tak bude vhodné posoudit zda-li odpadní vody z podniků neobsahují v nepřipustných koncentracích látky toxické, hořlavé, výbušné či jinak škodlivé pro provoz kanalizace nebo čistírny odpadních vod [2].

V neposlední řadě je třeba zmínit vody balastní. Zpravidla bývají málo znečištěné a jejich přítomnost může v odpadních vodách snižovat koncentraci BSK₅ pod 50 mg·l⁻¹. To by způsobilo problémy na ČOV při biologickém čištění [2].

2.4.2 Vlivy odpadních vod na vodní recipient

- Usazování suspendovaných látek v korytech řek a potoků.
- Mikrobiálním rozkladem dochází k vyčerpání rozpuštěného kyslíku, což znemožňuje život vyšších organismů.
- Dochází k estetickým a organoleptickým závadám
- Přítomností patogenních organismů (viry, bakterie) vznikají epidemiologické závady.
- Způsobení eutrofizace vod
- Kontaminace vody toxickými látkami (těžké kovy, fenoly) [2].

2.4.3 Emisní standardy

V případě návrhu ČOV na daném území se vyčištěné odpadní vody budou vypouštět do Hostišovského potoka (4-13-01-43). Tok je ve správě Povodí Moravy s.p. V dané lokalitě se nenachází žádné rybní vody či vody využívané ke koupání.

CHKO

Daná lokalita se nenachází v CHKO

Natura 2000

Ve Lhotce se nenachází žádná oblast zařazená do soustavy Natura 2000.

Ochranná pásma vodních zdrojů

Území se nenachází v blízkosti žádného ochranného pásma vodního zdroje [6][7].

Kvalita vypouštěné vody na posuzovaném území nemusí splňovat žádné zvláštní požadavky. Ovšem dle nařízení vlády č. 61/2003 Sb. ve znění pozdějších předpisů jsou všechny povrchové vody nacházející se na území České republiky vymezeny jako citlivé oblasti. Citlivé oblasti jsou stanoveny zákonem 254/2001 Sb., o vodách. Při vypouštění vyčištěných vod do Hostišovského potoka se tedy budeme řídit dle následujících emisních standardů viz Tab. 1. Čistírna musí být navržena tak, aby byly dodrženy hodnoty přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod [8].

Tab. 2.2 Emisní standardy do 500 EO dle NV 61/2003

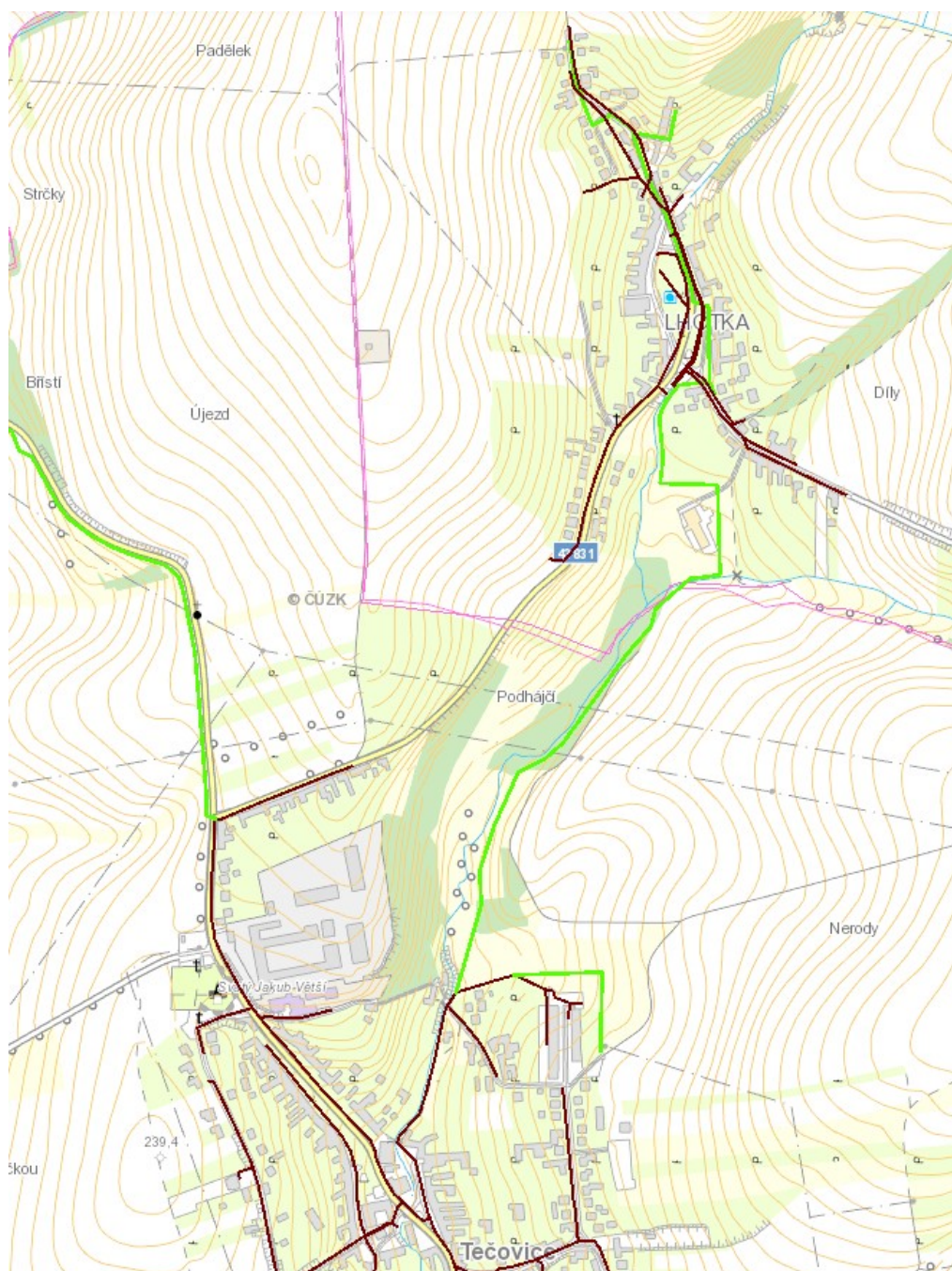
	přípustné	m	
CHSK _{cr}	150	220	mg·l ⁻¹
BSK ₅	40	80	mg·l ⁻¹
NL	50	80	mg·l ⁻¹
N-NH ₄	-	-	mg·l ⁻¹
N _{celk}	-	-	mg·l ⁻¹
P _{celk}	-	-	mg·l ⁻¹

[5]

Požadavky na jakosti vod na odtoku se mění podle velikosti sběrného území. Hranicí, kdy se mění požadavky jakosti vod je 500 EO. Při odkanalizování území do 500 EO se na odtoku sledují pouze ukazatele BSK₅, CHSK a NL [4].

2.5 PRVKZK – VÝHLED

Dosavadní návrh spočívá v tom, že se ve Lhotce dobuduje nová jednotná kanalizace. Stávající kanalizace bude využita. Veškeré stoky kanalizace budou gravitačně odvedeny do čerpací stanice umístěné v nejnižším bodu obce. Odtud se odpadní vody budou čerpat do stávající stokové sítě v Tečovicích, která je napojena na ČOV v Malenovicích. Délka výtlačného potrubí je 995 m [3].



Obr. 2.4 Schéma řešení dle PRVK [3]

3 EKONOMICKÉ ASPEKTY VARIANTNÍ STUDIE

Hlavním cílem studie je ekonomické srovnání dosavadního navrženého řešení dle PRVKZK s ostatními možnostmi odkanalizování. K tomu nám pomůže stanovení investičních a provozních nákladů. Dále je potřeba zohlednit, zda-li je pro daný typ odkanalizování možnost sjednání dotace.

3.1 INVESTIČNÍ NÁKLADY NA VÝSTAVBU

V podstatě se jedná a pořizovací cenu čistírenského zařízení a kanalizace. Náklady přímo ovlivňuje rozloha a počet obyvatel v dané oblasti. Dalším důležitým faktorem je volba technologie.

Pro stanovení předpokládané výše investičních nákladů jednotlivých objektů bude ve většině případech použit dokument *Průměrné ceny dopravní a technické infrastruktury obcí (Aktualizace 2019)* zpracovaný Ministerstvem pro místní rozvoj.

Pro doplnění bude sloužit *Metodický pokyn Mze pro orientační ukazatele výpočtu pořizovací (aktualizované) ceny objektů do Vybraných údajů majetkové evidence vodovodů a kanalizací, pro Plány rozvoje vodovodů a kanalizací a pro Plány financování obnovy vodovodů a kanalizací* Čj.: 14000/2020-15132-1

Oba dokumenty slouží pro zajištění jednotného postupu při výpočtu pořizovací ceny vodovodů a stokových sítí včetně objektů na nich. Ceny jsou uvedeny bez DPH.

3.2 VYČÍSLENÍ PROVOZNÍCH NÁKLADŮ

Druhou kategorií ekonomických aspektů jsou náklady způsobené provozováním stokové sítě a čistírny odpadních vod. Jsou hrazeny uživateli stokové sítě v podobě stočného. Pochopitelně snahou starosty obce je docílit co nejmenších cen stočného. Pro stanovení ceny majitel stokové sítě je povinen používat přílohu 20 vyhlášky MZe č. 428/21 Sb., ve znění vyhlášky č.48/20014 Sb., kterou provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích. Cena je definována v korunách na m³ [9].

Provozní náklady obecně obsahují následující položky

- Provozní náklady na provoz čistírenského zařízení
- Provozní náklady na provoz kanalizační sítě

3.2.1 Provozní náklady na provoz čistírenského zařízení

Provozní náklady se odvíjí od typu čistírenského zařízení. Slouží k zajištění prostředků pro bezproblémovou funkci ČOV. Níže jsou uvedeny typy nákladů, na které by se mělo přihlížet při výběru správné varianty nakládání s odpadními vodami.

Materiál

Chemikálie

Tuto položku tvoří z části použití chemikálie, avšak ne všude se odstraňuje fosfor či třeba flokulant pro kalové hospodářství. Cenu chemikálií uvažuji 200 Kč*kg⁻¹.

Ostatní materiál

Jako materiál je nutno zohlednit různá maziva či oleje pro správný provoz strojních částí ČOV. Dále například náhradní díly, které je třeba v průběhu funkce čistírny vyměňovat.

Energie

Elektrická energie

Elektrická energie je bezpochyby položka, která se značně odrazí v celkových provozních nákladech. Na dodávce el. energie je závislý celý technologický provoz. To znamená provoz dmychadel na dodávku vzduchu nebo strojních česel. Značnou výhodu v tomto ohledu mají ČOV extenzivního typu, které na svůj provoz nepotřebují elektrickou energii. Potřebují ji pouze v případě přepravy vody do vyšší výškové úrovně. U větších čistíren je použita na vytápění, ohřev vody a další činnosti, které nemusí souviset s čištěním vody. Balastní vody přitečené na čistírnu přímo úměrně zvyšují spotřebu el. energie. Cenu elektrické energie jsem určil jako průměrnou aktuální, která činí 4,83 Kč.

Ostatní energie

Náklady na plyn, teplo či pohonné hmoty.

Mzdy

Plat zaměstnance se odvíjí od složitosti čistírenského zařízení. U větších mechanicko-biologických čistíren je třeba mít proškolenou osobu, která se dokáže starat o správný chod čistírny a zároveň dokáže včas a správně reagovat v případě poruchy. U extenzivního typu je možné využít zaměstnance obce, který bude proškolen. Mimo zaměstnance čistírny však můžeme zohlednit i zaměstnance bez přímého styku s čistírnou např. účetní. Obecně mzdy nejsou nejpodstatnější položka, která tvoří celkové provozní náklady. Ve většině případech na čistírnách do 500 EO zaměstnanci pracují jen na zkrácený úvazek.

Ostatní přímé náklady

Odpisy

Odpisy provádí vlastník majetku, pokud majetek nepronajímá provozovateli. Je to částka, která vyjadřuje fyzické či morální opotřebení majetku.

Opravy

Během roku může vzniknout na čistírenském zařízení několik poruch, které je třeba neprodleně opravit. U oprav se počítají náklady na práci, materiál, dopravu a stavební mechanizaci.

Nájem infrastrukturního majetku

Nákladem jsou finanční prostředky, které hradí provozovatel (nájemce) vlastníkovu infrastruktury (obec).

Prostředky obnovy čistírenského zařízení

Vlastník čistírenského zařízení by si měl naspořit takovou částku, aby byl schopen objekt po době životnosti znovu postavit. Plán financování obnovy se musí plnit minimálně 10 let. Výše částky, kterou by měl vlastník naspořit se odvíjí od celkové ceny nově vybudované ČOV.

Provozní náklady

Ostatní provozní náklady externí

Jedná se o práci externích dodavatelů. Často to jsou subdodavatelé obstarávající odvoz kalu, laboratorní vzorky či technologickou údržbu.

Ostatní provozní náklady ve vlastní režii

Jsou to ostatní náklady spojené s provozem ČOV, které nejsou uvedeny v předchozích řádcích. V podstatě to jsou stejné služby jako externí s tím rozdílem, že si je vlastník obstarává sám. V praxi to znamená náklady na likvidaci kalu, fakturace vodného a stočného, laboratorní služby.

Poplatky za vypouštění odpadních vod

Celková výše poplatku se skládá z dílčího poplatku z objemu vypouštěných vod a z dílčích poplatků z jednotlivých znečištění.

Dílčí poplatek z objemu odpadních vod se vypočte jako součin skutečného objemu vypouštěných odpadních vod v m³ a sazby poplatku která činí 0,1 Kč*m⁻³. Dílčí poplatek z jednotlivého znečištění se vypočte jako součin celkového množství jednotlivého znečištění obsaženého v odpadních vodách v kg*rok⁻¹ a sazby poplatku v Kč*kg⁻¹ [9][12][23].

Tab. 3.1 Limity zpoplatnění a sazby pro výpočet dílčího poplatku za znečištění

UKAZATEL znečištění	SAZBA Kč/kg	LIMIT ZPOPLATNĚNÍ	
		hmotnostní kg/rok	koncentrační mg/l
1. a) CHSK nečištěné odpadní vody	16	8 000	40
b) CHSK čištěné odpadní vody	8	10 000	40
c) CHSK pro odpadní vody čištěné z výroby buničiny a ze zušlechťování bavlnářských a lnářských textilií	3	10 000	40
2. RAS	0,5	20 000	1 200
3. Nerozpuštěné látky	2	10 000	30
4. Fosfor celkový	70	3 000	3
5. Dusík anorg.	30	20 000	20
6. AOX	300	15	0,2
7. Rtuť	20 000	0,4	0,002
8. Kadmium	4 000	2	0,01

[9][12][23]

- Výrobní a správní režie

Nákladem jsou odpisy provozního majetku ve vlastnictví provozovatele. Jedná se o opravy provozních středisek provozovatele, spotřeba energií středisek, dopravní náklady. Mají charakter nepřímých nákladů a souvisejí s provozem čistírny [23].

3.2.2 Provozní náklady na provoz kanalizační sítě

Výši provozních nákladů stokové sítě nám ovlivňuje zejména typ kanalizace. Způsob odkanalizování je dán především morfologií terénu. Snahou je budování gravitační kanalizace, kvůli jejím nízkým provozním nákladům. To však není ve všech případech možné. V praxi se nejčastěji používají typy:

- Gravitační
- Tlaková
- Podtlaková

Často se potýkáme i s objekty na stokové síti, které potřebují pro svou správnou funkci zdroj elektrické energie a častou údržbu.

- Čerpací stanice (překonání převýšení, podchod pod tokem)
- Vakuová stanice (u podtlakové kanalizace)

Způsob provozování stokové sítě je dalším faktorem ovlivňující provozní náklady kanalizace. Zpravidla provozovatel zajišťuje následující činnosti pro správnou funkci systému.

- Pravidelné prohlídky a kontroly
- Čištění kanalizace
- Opravy a rekonstrukce [10]

Energie

U spotřeby energie se potýkáme spíše na podtlakové a tlakové kanalizace. Tyto typy odkanalizování se používají především v případě, kdy není možné realizovat gravitační kanalizaci.

Ostatní přímé náklady

Opravy

Během roku může vzniknout na kanalizaci několik poruch, které je třeba neprodleně opravit. U oprav se počítají náklady na práci, materiál, dopravu a stavební mechanizaci.

Nájem infrastrukturního majetku

Projeví se v provozních nákladech pouze, když vlastník svěří svůj infrastrukturní majetek do rukou provozovatele.

Prostředky obnovy kanalizační sítě

Povinností vlastníka je realizovat plán financování obnovy kanalizací pro dobu nejméně deseti kalendářních let. Plán financování se stanovuje z následujících složek:

- Vymezení infrastrukturního majetku v členění dle vybraných údajů majtkové evidence v reprodukční pořizovací ceně.
- Vyhodnocení stavu majetku vyjádřeném v procentech opotřebení
- Uvedení teoretické doby akumulace finančních prostředků
- Roční potřeba finančních prostředků a její krytí
- Doklady o čerpání vytvořených finančních prostředků [11]

Na základě vypracovaného plánu financování obnovy kanalizací je provozovatel povinen vyvářet finanční rezervu na obnovu vlastněné kanalizace. Výše částky, kterou si vlastník ukládá není stanovena, avšak měl by schopen po době životnosti kanalizační sítě tuto infrastrukturu znovu vybudovat, popřípadě opravit. Celková částka se odvíjí od:

- Použitého materiálu potrubí
- Použitého průměru potrubí
- Trase kanalizace
- Délky kanalizace
- Počtu strojních zařízení na kanalizační síti [10]

Provozní náklady

Ostatní provozní náklady externí

Spočívají v najímání služeb externích dodavatelů. Jde například o vizuální kontrolu stokové sítě, která by se měla provádět alespoň 1x za 5 let. Ve většině případech je prováděna jako kamerová na kamerovém vozíku. Dalším příkladem externí služby je čištění vody proplachem.

Ostatní provozní náklady ve vlastní režii

Zda-li vlastník je i provozovatelem vodohospodářské infrastruktury a vlastní potřebné nástroje k proplachu a kontrolu stokové sítě. Je zde možnost provádět kontrolu a proplach ve vlastní režii. V tomto případě si vlastník účtuje veškeré náklady s tím spjaté.

3.3 DOTAČNÍ MOŽNOSTI

3.3.1 Operační program Mze 129 300 Podpora výstavby a technického zhodnocení infrastruktury vodovodů a kanalizací II

Dotace slouží k podpoře výstavby vodovodů a kanalizací ve veřejném zájmu. Program je určen pro zajištění potřebného vybavení pro menší obce nebo místní části měst do 1000 obyvatel. K podpoře výstavby kanalizací a ČOV je určen podprogram 129 303.

Podmínky pro zařazení do programu

- Výstavba, dostavba, modernizace a intenzifikace ČOV pro obce s minimálně 50 obyvateli, které splňují ukazatele jakosti stanovené příslušným vodoprávním úřadem.
- V případě budování nové ČOV musí být zajištěno napojení minimálně 50 % obyvatel.
- Obce, svazky obcí nebo místní části do 1000 obyvatel nebo vodohospodářské akciové společnosti s více než 90% většinou kapitálové účasti měst a obcí.
- Řešení musí být v souladu s PRVKÚK, v případě jiného řešení nesmí být negativní stanovisko ze strany Mze.
- Úroveň připravenosti projektu minimálně na úrovni stavebního povolení.

Výše podpory

- Maximální uznatelné náklady (NSTČ) se pro výpočet dotace stanoví na 1 připojeného trvale hlášeného obyvatele a nepřekročí 90 000 Kč bez DPH. V případě společné realizace nové ČOV a kanalizace nepřekročí 100 000 Kč bez DPH.
- Celková výše nevratné podpory poskytnutá ze všech zdrojů zúčastněných na spolufinancování akce nepřekročí 80 % z NSTČ. To znamená dofinancování krajem ve výši 10 % z NSTČ.
- Pokud je žadatelem obec do 300 obyvatel je dotace stanovena ve výši 70 % z NSTČ.
- Na akci je možné poskytnout dotaci v maximální výši 50 000 000 Kč.

Neuznatelné náklady

- Náklady na projektovou dokumentaci
- Rekonstrukce stokové sítě
- Kanalizační přípojky
- Zainvestování pozemků – (řady nevedou k zástavbě s trvalým bydlením)
- Domovní čerpací stanice [30]

3.3.2 Operační program Životní prostředí (OPŽP 2021-2027)

Program je v současnosti ve fázi příprav. Předpokládá se, že velká část aktuálně podporovaných aktivit bude podpořena i nadále. Program bude zaměřen zejména na veřejný sektor. V současné době (18.5.2021) je stále k dispozici pouze návrh OPŽP 2021-2027. Mimo jiné slibuje i podporu oblasti vodohospodářské infrastruktury. Výstavba vodovodů a přivaděčů, kanalizací a čistíren odpadních vod [31].

Lze tedy předpokládat, že v budoucnu bude možno využít některou z výzev, které budou následně určovat podmínky pro čerpání dotací. Podmínky však doposud nelze určit [32].

3.3.3 Národní program životního prostředí (NPŽP 2021-2027)

Národní program Životní prostředí podporuje projekty a aktivity přispívající k ochraně životního prostředí v České republice. Program je navržen jako doplňkový k jiným dotačním titulům, především Operačnímu programu Životní prostředí. V NPŽP se nepracuje s plánovacím obdobím a výzvy se otevírají průběžně [32].

V současné době však neprobíhá žádná výzva. Nedávno proběhla Výzva č.3/2020: Projektová příprava – VH projekty. V rámci výzvy bylo možné získat dotaci na projekční přípravu kanalizace. Podmínkou však bylo, že musí probíhat společně s přípravou výstavby vodovodu. Příjem žádostí byl již ukončen k 31.březnu 2021.

4 VARIANTY ODKANALIZOVÁNÍ LOKALITY

Cílem klasické koncepce odvodnění je úplné napojení nemovitostí a gravitační svedení odpadních vod do čistírenského zařízení. Dříve byly budovány výhradně kanalizační systémy jednotné. V dnešní době je podporována především výstavba splaškové respektive oddílné kanalizace. Důraz je kladen na správné a hospodárné využívání dešťové vody. To znamená motivovat vlastníky nemovitostí, aby zadržovali dešťovou vodu na svém pozemku a využívali ji například pro závlahu. Oddílná kanalizace najde své využití u menších obcí nacházejících se v blízkosti málo vodných či chráněných toků. Všude tam, kde by kvůli odlehčovacím komorám nebylo možné zaručit odpovídající kvalitu vypouštěné vody. V následující kapitole provedu porovnání 2 nabízejících se variant odkanalizování z technického a ekonomického hlediska [4].

4.1 STÁVAJÍCÍ STAV STOKOVÉ SÍTĚ

Zastavěné území lokality Lhotka je v současné době odkanalizováno pomocí jednotné stokové kanalizace, která je zaústěna do recipientu (Hostišovský potok). Kanalizace je ve správě TS Zlín. Stávající stoky jednotné kanalizace jsou z pohledu počtu vyústění do potoka rozděleny na 4 samostatné soustavy, kterým jsem dal označení Stoka A,B,C,D. Každá soustava je do Hostišovského potoka vyústěna samostatnou výustí - 3 výusti (V1,V3 a V4) jsou do zatrubněné části potoka, jedna výust' (V2) je do otevřeného koryta. Stoková síť je tvořena betonovým potrubím DN 300, DN 400 a DN 500. Hostišovský potok, jenž protéká intravilánem obce je zatrubněn do betonových trub o rozměru DN 1500. Na kanalizaci je napojena většina nemovitostí s předčištěním septikem, konkrétně 73 RD. U příjezdu do obce se nachází pod úrovní komunikace skupinka 6-ti rodinných domů odkanalizovaná přímo do Hostišovského potoka. Všechny tyto domácnosti využívají domovních čistíren odpadních vod. Na území se vyskytuje celkem 26 domů s DČOV. V lokalitě se nachází pouze 4 nemovitosti, které řeší likvidaci odpadních vod akumulací jímkou na vyvážení. Skutečnost, že odpadní vody jsou s nedostačujícím čištěním svedeny do Hostišovského potoka, v něm vytváří značné hygienické i estetické závady. Stoka odvádí také dešťové vody z intravilánu ale i z příkopů v extravilánu, které vtékají do trubního systému přes lapače splavenin umístěných na začátku zástavby. Výkres stávajícího stavu kanalizace viz příloha 1 [3].



Obr. 4.1 Zatrubněný recipient

Tab. 4.1 Délky a profily stávajících stok

Stoka	Délka [m]	DN [mm]
A	343	300;400;500
A-1	120	300
A-1-1	200.5	300
B	283	300;500
B-1	222	300
B-1-1	50	300
C	273	300
C-1	115.5	300
D	138	300
D-1	161.5	300
CELKEM	1906.5	m

4.1.1 Stoka A

Následující stoka se nachází na v severní části lokality a odkanalizovává společně s napojenými větvemi A-1 a A-1-1 celkem 29 nemovitostí. Celková délka soustavy činí 663,5 m. Kmenová stoka A, počínaje vpustí s lapačem splavenin na hranici intravilánu s extravilánem, ústí do zatrubněného recipientu výústí V1. V lokalitě nikdy nebyl proveden monitoring, a tak nemám přesné informace o technickém stavu kanalizace. S osobní pochůzky v lokalitě jsem pořídil několik fotografií, ze kterých lze odhadnout, že kanalizace je v relativně dobrém stavu. Jeví známky opotřebení, ale žádné značné poruchy jsem na kanalizaci neobjevil.



Obr. 4.2 Technický stav stoky A

4.1.2 Stoka B

Jednotná stoková soustava odvádí vodu ze silnic a nemovitostí v centru a na jihozápadu lokality. Je složena z hlavní Stoky B, na kterou se napojují větve B-1 a B-1-1. Celková délka je 355 m. Ústí do otevřeného koryta Hostišovského potoka prostřednicvím výusti V2. Dimenze potrubí na výusti je 500 mm. B-1 a B-1-1 vede převážně v nezpevněných plochách přes park ve vnitru lokality, zatímco stoka B je vedena pod nově vybudovaným chodníkem. Veškeré úseky jsou provedeny z betonových trub, které jsou poměrně v dobrém stavu. Avšak už se projevují známky opotřebení.



Obr. 4.3 Technický stav stoky B

4.1.3 Stoka C

Stoka C má celkovou délku 388,5 m. Slouží ke gravitačnému odvodnění Jihovýchodní části obce. Začíná vpustí s lapačem splavenin P2 a je napojena na zatrubněný recipient DN 1500. Stoková soustava se skládá ze stok C a C-1, přičemž každá je trasována na jiné straně silnice. Stoka C-1 vede v chodníku.



Obr. 4.4 Technický stav stoky C

4.1.4 Stoka D

Stoka D je trasována v celkové délce 299,5 m. Jedná se o gravitační beonovou kanalizaci, které odvádí dešťové a splaškové vody z nemovitostí nacházející se v centru Lhotky na východní straně. Je napojena na zatrubněný recipient výustí V4 viz příloha 6. O technickém stavu potrubí se mi nepodařilo zjistit žádné informace.

4.2 DOBUDOVÁNÍ JEDNOTNÉ KANALIZACE

V rámci této varianty bylo navrženo odkanalizování celé lokality gravitační jednotnou kanalizací. Stoky stávající jednotné kanalizace budou využity. Řešení spočívá v propojení stávajících čtyř oddělených stok ústících do recipientu v jednu celistvou stoku s vhodným řešením čištění odpadních vod. Vzhledem k neprozkoumanému stavu původní stoky, budeme uvažovat solidní stav kanalizace, která nepotřebuje renovaci. Ovšem do budoucna doporučuji provést monitoring sítě, aby se případně mohlo navrhnout vhodné řešení sanace. V určitých oblastech dojde k výměně trub z důvodu nutnosti zvětšení dimenze potrubí. Dále budou vybudovány i kompletně nové úseky kanalizační sítě. Snahou návrhu bylo zachování původní kanalizace v co největší míře a bezzávadné dopravení odpadní vody na čistírnu odpadních vod. Vlastníci nemovitostí nebudou muset ve většině případech měnit svou kanalizační přípojku.

4.2.1 Technické řešení

Dojde k rozšíření kanalizační sítě v severovýchodní části obce, kde se vybuduje nová STOKA A-8 o délce 111,45 m. Dále dojde k prodloužení STOKY A-1 o 121,3 m nacházející se v jihovýchodní části obce. Je to z důvodu, že dle územního plánu města Zlína se v oblasti nachází plochy určené pro budoucí výstavbu rodinných domů. Kmenová stoka A začíná v nejsevernější části obce, kde přes lapač splavenin do ní ústí voda z příkopu. Končí v jižní části obce v nejnižším položeném bodě na pozemku č.p. 267/3. Kmenová stoka v severní části bude zachována původní. Od místa, kde se napojuje stoka A-8 se vybuduje nová stoka výkopovou metodou, která propojí veškeré dílčí stoky a dopraví vodu na čistírenské zařízení. Celková délka úseku činí 530,6 m. V některých případech nová kmenová stoka vede v místech trasy původní kanalizace. Původní kanalizace bude zrušena a nahrazena novým potrubím. Důvodem je nutnost zvětšení dimenze potrubí a potřeba hlubšího uložení. Během rekonstrukce bude snaha původní potrubí použít pro odvádění odpadních vod. Veškeré nově vybudované stoky budou zhotoveny z trub KG PVC SN8. Dimenze potrubí se pohybují v rozmezí 250-400 mm. Snahou bylo trasu nové stoky vést v nezpevněných plochách. Ostatní větve stoky budou zachovány a sanovány vhodnou bezvýkopovou metodou. Celková délka

zachovaných úseků činí 1684,7 m. Celková délka nově budovaných úseků je 800,9 m. V místech, kde se stoka kříží s komunikací nebo vodním tokem bude nové potrubí zhotoveno protlakem ocelové chráničky, do které bude vloženo potrubí PVC. Dále se zrealizují 2 odlehčovací komory. Jedna se nachází na stoce A-4, kde se využije stávající výpusti a další jsem umístil před čistírnu odpadních vod. Celková situace je lépe pochopitelná z přílohy č.3.

Tab. 4.2 Délky a profily stok jednotné kanalizace

STOKA	délka [m]	DN	Materiál
A	240.5	0.3	BETON
A	255.3	0.315	PVC
A	276.8	0.4	PVC
A-1	336.9	0.3	BETON
A-1	121.3	0.25	PVC
A-1-1	115.7	0.3	BETON
A-2	138.1	0.3	BETON
A-3	161.3	0.3	BETON
A-4	261.5	0.3	BETON
A-4	64.9	0.315	PVC
A-5	49.8	0.3	BETON
A-6	32.2	0.3	BETON
A-7	119.2	0.3	BETON
A-7-1	200.6	0.3	BETON
A-8	111.5	0.25	PVC
Celkem	2485.6		
Nové úseky	800.9		
Zachované	1684.7		

Posouzení dimenzí potrubí

V následující tabulce jsem zjednodušeně posoudil kapacitu navržených a stávajících potrubí vzhledem k dešťovým průtokům. Intenzitu deště jsem stanovil jako intenzitu průměrného 15minutového deště, který se opakuje jednou za rok. Data byla převzata ze srážkoměrné stanice ve Zlíně. Součinitel povrchového odtoku jsem určil na základě vzorového jednotkového hektaru.

$$Q_{24,m} = q_{\text{spec}} * PO \quad (4.1)$$

kde: $Q_{24,m}$ průměrný denní průtok od obyvatelstva [$l * s^{-1}$]

q_{spec} specifická produkce odpadních vod [$l * \text{den}^{-1} * \text{os}^{-1}$]

PO počet obyvatel

$$Q_{h,m} = Q_{24,m} * k_{h,max} \quad (4.2)$$

kde: $k_{h,max}$ součinitel hodinové nerovnoměrnosti [-]

$Q_{h,m}$ maximální hodinový průtok odpadní vody [$l*s^{-1}$]

$$Q_B = 0,3 * Q_{24,m} \quad (4.3)$$

kde: Q_B množství balastních vod [$l*s^{-1}$]

$$Q_{h,max} = Q_{h,m} * Q_B \quad (4.4)$$

kde: $Q_{h,max}$ maximální denní průtok odpadní vody [$l*s^{-1}$]

$$Q_{dešt} = A * \Psi * i \quad (4.5)$$

kde: $Q_{dešt}$ maximální odtok dešťových vod do kanalizace [$l*s^{-1}$]

A Plocha povodí stoky [ha]

Ψ součinitel povrchového odtoku [-]

i intenzita směrodatného deště uvažované periodicity [$l*s^{-1}*ha^{-1}$]

$$Q_{h,max} < 10\% Q_{dešt} \rightarrow Q_N = Q_{dešt} \quad (4.6)$$

$$Q_{h,max} \geq 10\% Q_{dešt} \rightarrow Q_N = Q_{dešt} + Q_{h,max}$$

$$Q_{h,max} > 10\% Q_{dešt} \rightarrow Q_N = 2 * Q_{h,max}$$

Tab. 4.3 Tabulka vstupních hodnot

Q_{spec}	100	$l*den^{-1}*os^{-1}$
$k_{h,max}$	4.6	

Tab. 4.4 Posouzení kapacity stok jednotné kanalizace

STOKA	DÉLKA ÚSEKU [m]	počet osob	Q _{24,m} [l*s ⁻¹]	Q _{h,m} [l*s ⁻¹]	Balastní voda v úseku [l*s ⁻¹]	Q _{h,max} [l*s ⁻¹]	Plocha [ha]	psi[-]	Intenzita deště [l*s ⁻¹ *ha ⁻¹]	Q _{dešť} [l*s ⁻¹]	Q _n [l*s ⁻¹]	Material DN [m]	průměrný sklon i	n [mm]	Plnění (%)	
A	240.5	36	0.04	0.19	0.011	0.20	1.53	0.244	138	51.52	51.52	BETON	0.3	0.03	0.015	42
A	255.3	66	0.08	0.35	0.024	0.38	3.68	0.244	138	123.91	123.91	PVC	0.315	0.03	0.008	39
A	276.8	271	0.31	1.44	0.066	1.51	10.135	0.244	138	341.27	341.27	PVC	0.4	0.03	0.008	49
A-1	336.9	33	0.04	0.18	0.016	0.19	2.13	0.244	138	71.72	71.72	BETON	0.3	0.05	0.015	43
A-1	121.3	0	0.00	0.00	0.006	0.01	0.71	0.244	138	23.91	23.91	PVC	0.25	0.05	0.008	19
A-1-1	115.72	15	0.02	0.08	0.005	0.09	0.32	0.244	138	10.78	10.78	BETON	0.3	0.05	0.015	16
A-2	138.12	9	0.01	0.05	0.006	0.05	0.38	0.244	138	12.80	12.80	BETON	0.3	0.02	0.015	22
A-3	161.27	24	0.03	0.13	0.008	0.14	0.72	0.244	138	24.24	24.24	BETON	0.3	0.02	0.015	31
A-4	261.5	48	0.06	0.26	0.012	0.27	1.21	0.244	138	40.74	40.74	BETON	0.3	0.02	0.015	41
A-4	64.9	57	0.07	0.30	0.003	0.31	1.48	0.244	138	49.83	49.83	PVC	0.315	0.02	0.008	26
A-5	49.78	12	0.01	0.06	0.002	0.07	0.26	0.244	138	8.75	8.75	BETON	0.3	0.02	0.015	18
A-6	32.2	12	0.01	0.06	0.002	0.07	0.19	0.244	138	6.40	6.40	BETON	0.3	0.02	0.015	16
A-7	119.21	6	0.01	0.03	0.006	0.04	1.34	0.244	138	45.12	45.12	BETON	0.3	0.08	0.015	30
A-7-1	200.61	18	0.02	0.10	0.009	0.11	0.89	0.244	138	29.97	29.97	BETON	0.3	0.06	0.015	26
A-8	111.45	15	0.02	0.08	0.005	0.09	0.15	0.244	138	5.05	5.05	PVC	0.25	0.12	0.008	18

Potrubí

Pro výstavbu nových úseků jednotné stokové sítě jsem se rozhodl pro systém KG PVC SN4 a při větších hloubkách uložení SN8. Dimenze nového potrubí se pohybuje od DN 250-400 mm. Výhodou plastového potrubí je bezesporu jeho cena, která je poněkud nižší než u jiných materiálů. Další výhodou je odolnost vůči agresivnímu prostředí a dlouhá životnost. Někteří výrobci uvádí i 100 let. Potrubí je poměrně lehké, a tak se s ním snadno manipuluje při výstavbě. Trubka je uložena na pískové lože na dně výkopu, kolem potrubí se z písku vytvoří tzv. klíny pro stabilizaci potrubí a zvětšení roznášecího úhlu při působení zatížení od hutnění. Dále se potrubí obsype štěrkopískem o velikosti zrna 0-20 mm. Tato vrstva se nanese až do výšky 300 mm nad potrubí. Následuje dosypání původní zeminou a zhutnění. Povrch se ohumusuje a zatravní. V případě vedení pod komunikací je místo původní zeminy pro zhutnění použit štěrkopísek, na který se pak vybuduje konstrukce vozovky.

Šachty

Na kanalizaci bude vybudováno celkem 23 nových šachet maximálně po 50 m. Budou řešeny jako prefabrikované betonové skružové DN 1000. Šachty budou uzavřeny litinovým poklopem.

Odlehčovací komory

Na stokové síti budou vybudovány celkem 2 odlehčovací komory. Jsou to objekty sloužící k odvedení části odpadních vod rovnou do recipientu během dešťových průtoků. První je umístěná na větvi A-4, která využije stávajícího potrubí DN 500, jenž vede do výusti V2. Druhá bude umístěna v blízkosti před čistírenským zařízením. Bude odvádět přebytečné odpadní vody PVC potrubí DN 300. Ředící poměr stanoví správce povodí, tedy Povodí Moravy s.p. Z hlediska konstrukčního uspořádání budou řešeny jako odlehčovací komory s bočním přelivem. OK bude provedena jako prefabrikovaná železobetonová konstrukce s vystláním koryta odolnějším materiálem (PVC).

Chráničky

Byly zvoleny ocelové chráničky, jelikož je technologicky nejjednodušší takovou chráničku protlačit. Velikost průměru se odvíjí podle dimenze vloženého potrubí s tím, že by měla být alespoň o 50 mm větší, ale neměla by přesahovat o více než 100 mm. Budou provedeny metodou hydraulického zatlačení se současným odvrtáním zeminy z potrubí. Jednotlivé trubky PVC se pak vtlačují do ocelové chráničky. Proti zabránění průhybu potrubí uložených na hrdlech se doporučuje umístit vystředovací kroužky [28].

Tab. 4.5 Rozměry a materiál chrániček

Chránička	délka [m]	DN	Materiál
1	33.6	500	OCEL
2	11.2	400	OCEL
3	22.7	400	OCEL

4.2.2 Investiční náklady

Rozpočtové náklady kanalizace předpokládají hloubku výkopu 2,6 m + 0,2 m sejmutí ornice. Dále se uvažuje, že na území je zemina odpovídající následujícím třídám těžitelnosti.

3.třída - horniny kopné – rozpojitelné rýčem, nakladačem

4.třída - pevné horniny drobitelné - rozpojitelné klínem, nakladačem

5.třída – pevné horniny lehko trhatelné – rozpojitelné rozrývačem, těžkým rypadlem

V nákladech je započteno i pažení stěn pomocí pažících boxů. Cena se liší podle velikosti potrubí, materiálu a zda-li je uloženo pod vozovkou nebo v nezpevněné ploše. V ceně za bm jsou započteny i náklady na realizaci šachet. Je uvažováno s jednou šachtou na 30 m [20].

Cena projektové dokumentace se odvíjí podle honorářových zón. Stavbu jsem začlenil do 2. honorářové zóny. Přípojky ve veřejných prostorech financuje investor záměru (obec), jsou započítány v investičních nákladech. Přípojku na soukromém pozemku si hradí majitel nemovitosti sám, proto je neuvažuji.

Tab. 4.6 Výpočet investičních nákladů jednotní kanalizace

Jednotná kanalizace	m.j.	množství	cena/m.j.	celkem [kč]
Kanalizace PVC 250 - nezp. Plochy	m	232.75	7680	1787520
Kanalizace PVC 315 - vozovka	m	71	13500	958500
Kanalizace PVC 315 - nezp. Plochy	m	161.6	8700	1405920
Kanalizace PVC 400 - vozovka	m	8.5	16350	138975
Kanalizace PVC 400 - nezp. Plochy	m	234.7	10900	2558230
Protlak ocelové chráničky DN 400	m	33.9	5800	196620
Protlak ocelové chráničky DN 500	m	33.6	8300	278880
Odlehčovací komora	ks	2	140000	280000
Domovní přípojky 5m	ks	16	16000	256000
Projektová příprava	%	7860645	5.68	446485
Výúst	m ³	2.9	15300	44370
Celkem				8 351 500 Kč
Celkem s DPH				10 105 315 Kč

4.2.3 Provozní náklady

Životnost nově vybudované kanalizace odhaduji na 90let, přestože na stoce se nachází i starší úseky, které bude potřeba za několik let renovovat. Jednotná kanalizace je gravitační, a proto je zde nulová náročnost na elektrickou energii. Uvažuji, že infrastrukturní majetek bude ponechán ve správě obce. Opravy, proplach a kontrola budou zajištěny vždy externím dodavatelem. Jde pouze o hrubý odhad provozních nákladů, kde jde především o uvědomění si, co provozování stokové sítě obnáší.

Tab. 4.7 Výpočet ročních provozních nákladů

Jednotná kanalizace		m.j.	množství	cena/m.j.	celkem [kč]
Energie	Elektrická energie	kwh	0	4.83	0
Ostatní přímé náklady	opravy	hod	25	400	10000
	Prostředky obnovy infrastrukturního majetku(90let)	-	1	208 787.49 Kč	208787.49
Provozní náklady	Proplach	ks	0.2	175000	35000
	kontrola	ks	0.2	50 000	10000

Tab. 4.8 Shrnutí provozních nákladů

Provozní náklady celkem	263787.5	kč*rok ⁻¹
Náklady po dobu životnosti	10551500	kč
Náklady po dobu živ. s DPH	12767315	kč
Voda od obyvatelstva	9756	m ³ *rok ⁻¹
Cena stočného bez DPH	27.0	kč*m ⁻³
Cena stočného s DPH	32.7	kč

4.2.4 Výhody a nevýhody řešení

Výhody

- Nemovitosti se nebudou muset nově napojit na kanalizaci
- Nízké investiční náklady
- Využití stávající stokové sítě
- Možnost využití dotačních prostředků

Nevýhody

- Nová je pouze část systému, tudíž v blízké budoucnosti bude třeba stávající potrubí obnovit
- Není vhodná v kombinaci s mechanicko-biologickou ČOV
- Vysoké a nestabilní přítoky na ČOV či čerpací stanici
- Při deštích dochází k vypuštění části naředěných splaškových vod do recipientu

4.3 VÝSTAVBA NOVÉ SPLAŠKOVÉ KANALIZACE

Jedna z možností odkanalizování lokality spočívá v návrhu nové splaškové gravitační kanalizace. Stávající jednotná kanalizace bude využita pro odvádění dešťových vod z území do recipientu. Nemovitosti napojené na stávající kanalizaci bude potřeba napojit na splaškovou kanalizaci. To platí i pro nemovitosti využívající domovní ČOV. Výjimkou bude skupina 6-ti domů u příjezdové cesty na jihozápadě lokality, které využívají domovní ČOV a vyčištěnou vodu vypouštějí do Hostišovského potoka. Z důvodu sklonových poměrů a tudíž nutností vedení přípojky do kopce je přípojka nerealizovatelná. Dalšími nemovitostmi, které se nebudou napojovat jsou č.p. 88 a 77. Domovní čistírny a septiky vyřazené z provozu mohou být využívány na akumulaci dešťových vod. Celková délka stokové sítě je 2007 m.

4.3.1 Technické řešení kanalizace

Geomorfologické podmínky v lokalitě umožňují navržení stokové sítě jako gravitační po celé délce. Gravitační provedení stoky je tradiční řešení a je výhodné s ohledem na minimalizaci provozních nákladů. Stoková síť se skládá z hlavní kmenové stoky (Stoka A), na kterou se napojují vedlejší větve. Stoka A ústí na pozemek 267/3, kde se pak napojí na

čistírenské zařízení. Stoka prochází ve většině případech pod komunikací, ikdyž bylo maximální snahou vést ji v nezpevněných plochách. Výstavba kanalizace podmiňuje k rekonstrukci stávající komunikaci. V některých případech vede pod soukromými pozemky. Jako materiál stoky byl navržen PP z důvodu nízkých drsností. Průměr potrubí vzhledem k nižším průtokům byl zvolen DN 250 po celé délce stoky ve všech úsecích. To je minimální profil potrubí, který se navrhuje. Profil potrubí je kruhový. Hloubka uložení závisí na úseku stoky, minimální krytí potrubí je 1,8 m. Stoka A-1-1 je prodloužena až za zastavěné území obce z důvodu, že v územním plánu města Zlína se oblast uvažuje pro budoucí zástavbu rodinných domů. Potrubí je dostatečně kapacitní i pro připojení nových nemovitostí. V místech křížení s komunikací či vodním tokem je potrubí uloženo do chráničky a zhotoveno řízeným protlakem.

Tab. 4.9 Přehled stok na splaškové kanalizaci

STOKA	DÉLKA [m]	PROFIL DN[mm]	MATERIÁL
A	802.05	250	PP
A-1	474.78	250	PP
A-2	164.71	250	PP
A-3	323.78	250	PP
A-4	83.02	250	PP
A-4-1	102.15	250	PP
A-5	56.16	250	PP
Celkem	2006.65		

Posouzení dimenzí navrženého potrubí

$$Q_{24,m} = q_{\text{spec}} * PO \quad (4.7)$$

kde: $Q_{24,m}$ průměrný denní průtok od obyvatelstva [$l*s^{-1}$]

q_{spec} specifická produkce odpadních vod [$l*den^{-1}*os^{-1}$]

PO počet obyvatel

$$Q_{h,m} = Q_{24,m} * k_{h,max} \quad (4.8)$$

kde: $k_{h,max}$ součinitel hodinové nerovnoměrnosti [-]

$Q_{h,m}$ maximální hodinový průtok odpadní vody [$l*s^{-1}$]

$$Q_B = 0,3 * Q_{24,m} \quad (4.9)$$

kde: Q_B množství balastních vod [$l*s^{-1}$]

$$Q_{h,max} = Q_{h,m} * Q_B \quad (4.10)$$

kde: $Q_{h,max}$ maximální denní průtok odpadní vody [$l*s^{-1}$]

$$Q_{h,max} < 10\% Q_{dešť} \rightarrow Q_N = Q_{dešť} \quad (4.11)$$

$$Q_{h,max} \geq 10\% Q_{dešť} \rightarrow Q_N = Q_{dešť} + Q_{h,max}$$

$$Q_{h,max} > 10\% Q_{dešť} \rightarrow Q_N = 2 * Q_{h,max}$$

Tab. 4.10 Vstupní hodnoty

Q_{spec}	100	$l*den^{-1}*os^{-1}$
$k_{h,max}$	4.6	

Tab. 4.11 Posouzení kapacity stok na splaškové kanalizaci

STOKA	DĚLKA ÚSEKU [m]	počet osob	$Q_{24,m}$ [$l*s^{-1}$]	$Q_{h,m}$ [$l*s^{-1}$]	Balastní voda v úseku [$l*s^{-1}$]	$Q_{n,max}$ [$l*s^{-1}$]	$Q_n=2*Q_{h,max}$ [$l*s^{-1}$]	Materiál	DN [m]	průměrný sklon i	n [mm]	Plnění (%)
A	802.05	271	0.31	1.44	0.094	1.54	3.07	PVC	0.25	0.03	0.008	8.1
A-1	474.78	79	0.09	0.42	0.027	0.45	0.90	PVC	0.25	0.05	0.008	2.4
A-2	164.71	52	0.06	0.28	0.018	0.29	0.59	PVC	0.25	0.02	0.008	3.1
A-3	323.78	18	0.02	0.10	0.006	0.10	0.20	PVC	0.25	0.02	0.008	1.9
A-4	83.02	30	0.03	0.16	0.010	0.17	0.34	PVC	0.25	0.05	0.008	1.6
A-4-1	102.15	15	0.02	0.08	0.005	0.09	0.17	PVC	0.25	0.12	0.008	1.1
A-5	56.16	7	0.01	0.04	0.002	0.04	0.08	PVC	0.25	0.02	0.008	1.4

Potrubí PP DN 250 pro danou lokalitu je dostatečně kapacitní. Plnění je však velice nízké, pravděpodobně bude nedostatečná unášecí síla v potrubí. To by znamenalo zanášení potrubí a potřeba častého proplachování. Menší průměr potrubí se nenavrhuje. Řešením může být navržení proplachovacích šachet pro kritické úseky.

Potrubí

Bylo zvoleno polypropylenové potrubí s vnějším profilem 250 mm o kruhové tuhosti SN 8. Potrubí je uloženo na podsypu z jemnozrnného písku o vrstvě 0,1 m, jenž je urovnán a zhutněn. Obsyp potrubí je tvořen pískem o velikosti zrna max 20 mm, vrstva tohoto materiálu činí 250 mm. Následně se nanese asi 300 mm vrstva štěrku, která se nesmí hutnit. Jako poslední se jáma dosype původní zeminou do požadované výšky a zhutní se. V případě vedení pod komunikací se konstrukce vozovky umísťuje na vrstvu štěrkopísku. Na potrubí bude umístěn signalizační vodič a v zásypu signalizační folie.

Šachty

Na stokové síti je umístěno celkem 50 šachet, které budou konstrukčně řešeny jako betonové typové skružové se spodní monolitickou částí. Monolitická část je navržena z vodostavebného betonu. Zakrytí šachet bude litinovými kanalizačními poklopy.

Chráničky

Budou umístěny v místech křížení sítě s komunikací či vodním tokem. Navrhl jsem ocelové chráničky DN 300, které se zhotoví protlakem a následně se do nich vloží potrubí.

Tab. 4.12 Rozměry a materiál chrániček

Chráničky	DÉLKA [m]	PROFIL DN[mm]	MATERIÁL
1	37.5	300	OCEL
2	11.1	300	OCEL
3	16.8	300	OCEL
4	30.4	300	OCEL

4.3.2 Investiční náklady

Při stanovení investičních nákladů pro splaškovou kanalizaci jsem se řídil stejnými principy jako u kanalizace jednotné.

Tab. 4.13 Výpočet investičních nákladů splaškové kanalizace

Splašková kanalizace	m.j.	množství	cena/m.j.	celkem [kč]
Kanalizace PP 250 - nezp. plochy	m	1006.3	7680	7728384
Kanalizace PP 250 - vozovka	m	751.3	12150	9128295
Protlak ocelové chráničky DN 300	m	95.8	4900	469420
Domovní přípojky 5m	ks	94	16000	1504000
Projektová příprava	m	18830099	4.84	911377
			Celkem	19 741 476 Kč
			Celkem s DPH	23 887 186 Kč

4.3.3 Provozní náklady

Dobu životnosti nově vybudované splaškové kanalizace jsem určil na 90 let. Na takovou dobu bude nastaven plán obnovy infrastrukturního majetku. Jako v předchozím případě se jedná o gravitační kanalizaci po celé délce, tudíž spotřeba elektrické energie je nulová. Každých 5 let bude externím dodavatelem provedena kontrola stokové sítě a jednou za 5 let se případně provede proplach.

Tab. 4.14 Výpočet ročních provozních nákladů

Splašková kanalizace		m.j.	množství	cena/m.j.	celkem [kč]
Energie	Elektrická energie	kwh	0	4.83	0
Ostatní přímé náklady	opravy	hod	25	400	10000
	Prostředky obnovy infrastrukturního majetku(90let)	-	1	219350	219350
Provozní náklady	Proplach	ks	0.2	162000	32400
	Kontrola	ks	0.2	36 000	7200

Tab. 4.15 Shrnutí provozních nákladů

Provozní náklady celkem	268949.7	kč*rok ¹
Náklady po 40 letech	10757989	kč
Náklady po dobu živ. S DPH	13017167	kč
Voda od obyvatelstva	9756	m ³ *rok ¹
Cena stočného bez DPH	27.6	kč*m ³
Cena stočného s DPH	33.4	kč

4.3.4 Výhody a nevýhody řešení

Výhody

- Kompletně nová stoková síť s vysokou garantovanou životností
- Lze na ni umístit mechanicko-biologickou ČOV
- Stabilní přítoky na čistírenské zařízení
- Využití stávající stoky jako dešťové
- Při deštích nedochází k vypouštění části zředěných splaškových vod do recipientu.
- Možnost využití dotačních prostředků

Nevýhody

- Vysoké investiční náklady
- Nutnost připojení nemovitostí na novou splaškovou kanalizaci

5 VARIANTY LIKVIDACE ODPADNÍCH VOD

ČOV slouží ke snížení koncentrací znečištění v odpadních vodách před vypuštěním do vodního recipientu. V současnosti se pro čištění odpadních vod nabízí celá řada metod. Možností jsou biologické rybníky, mechanicko-biologické ČOV, mechanicko-chemické ČOV, kořenové čistírny a další. Nejčastěji voleným typem jsou čistírny mechanicko-biologické, které se v obcích do 500 EO dají realizovat hned několika způsoby (klasická komunální ČOV, ČOV systému SBR, balená ČOV). V dnešní době se více přihlíží i k přírodní čistírně odpadních vod. Při výběru vhodné technologie čištění odpadních vod vstupuje do rozhodování spousta faktorů. Uvažují se místní geomorfologické, hydrologické podmínky, složení a množství produkovaných odpadních vod, provozní a investiční náklady. Zásadní roli při rozhodování hraje hustota zástavby. Při relativně husté zástavbě je ideálním řešením odkanalizování celé aglomerace veřejnou stokovou sítí, která odpadní vodu dopraví na centrální ČOV. Naopak v lokalitách, kde jsou vzdálenosti mezi jednotlivými nemovitostmi značné, což znamená vyšší náklady na propojení jednotlivých nemovitostí kanalizací, vychází lépe tzv. decentralizované řešení [4][16].

5.1 VARIANTA 1 - MECHANICKO-BIOLOGICKÁ ČOV NA SPLAŠKOVÉ KANALIZACI

V následujících několika stranách podrobně rozebereme a porovnáme typy mechanicko-biologických ČOV. Poté vybereme nejvýhodnější řešení pro posuzovanou lokalitu, které navrhne na nově vybudované splaškové kanalizaci.

Mechanicko-biologické ČOV je vhodné navrhovat především v kombinaci se splaškovou kanalizací z důvodu, že proces aktivace je schopen správné funkce pouze v případě dostatečných koncentrací znečištění. Smícháním splaškové vody s dešťovou dochází k naředění odpadní vody a tím dochází ke snížení koncentrací znečištění [17].

Návrhové parametry ČOV

Stanovení počtu EO dle [4]

Tab. 5.1 Stanovení počtu EO

Hostinec bez kuchyně	
míst u stolu	30
3 místa =	1 EO
EO	10
Průmysl Habako group, a.s.	
zaměstnanci	20
EO	20
Obyvatelstvo	
Obyvatelstvo	241
EO	241
Celkem EO	271

Čistírna odpadních vod bude navržena s rezervou pro 271 EO. Balastní vody jsou uvažovány 30 %, přestože voda na ČOV bude přitékat z nové kanalizace. Je to z důvodu, že splašková kanalizace za několik let už bude v horším stavu a poměr balastních vod může vzrůst.

Tab. 5.2 Stanovení přítoků, vstupních koncentrací a účinnosti ČOV

EO	271	obyvatel			
Q_{spec}	100	$l \cdot den^{-1} \cdot os^{-1}$			
Q_{24m}	0.31	$l \cdot s^{-1}$			
Q_B	0.09	$l \cdot s^{-1}$			
Q_{24}	0.41	$l \cdot s^{-1}$	Vstupní koncentrace při Q24		
Q_{24}	35.23	$m^3 \cdot den^{-1}$	c_0 (BSK ₅)	594.08	$mg \cdot l^{-1}$
k_d	1.5	-	c_0 (CHSK)	1188.16	$mg \cdot l^{-1}$
Q_d	0.61	$l \cdot s^{-1}$	c_0 (N _{celk})	148.52	$mg \cdot l^{-1}$
k_h	4.4	-	c_0 (P _{celk})	24.75	$mg \cdot l^{-1}$
Q_h	2.69	$l \cdot s^{-1}$	c_0 (NL)	544.57	$mg \cdot l^{-1}$
			Celková požadovaná účinnost ČOV		
			Ec(BSK ₅)	93.3	%
			Ec(CHSK)	87.4	%
			Ec(NL)	66.3	%

$$Q_{24,m} = q_{spec} \cdot EO \quad (5.1)$$

kde: $Q_{24,m}$ průměrný denní průtok od obyvatelstva [$l \cdot s^{-1}$]
 q_{spec} specifická produkce odpadních vod [$l \cdot den^{-1} \cdot os^{-1}$]
 EO počet obyvatel

$$Q_B = 0,3 \cdot Q_{24,m} \quad (5.2)$$

kde: Q_B množství balastních vod [$l \cdot s^{-1}$]

$$Q_d = Q_{24} \cdot k_d \quad (5.3)$$

Kde Q_{24} průměrný denní průtok odpadních vod [$l \cdot s^{-1}$]
 k_d součinitel denní nerovnoměrnosti pro ČOV [-]
 Q_d maximální denní průtok [$l \cdot s^{-1}$]

$$Q_h = Q_d \cdot k_h \quad (5.4)$$

kde: $k_{h,max}$ součinitel hodinové nerovnoměrnosti [-]
 Q_h maximální hodinový průtok odpadní vody [$l \cdot s^{-1}$]

Pro danou lokalitu bude třeba navrhnout takovou čistírnu odpadních vod, která bude svou technologií dosahovat požadovaných účinností.

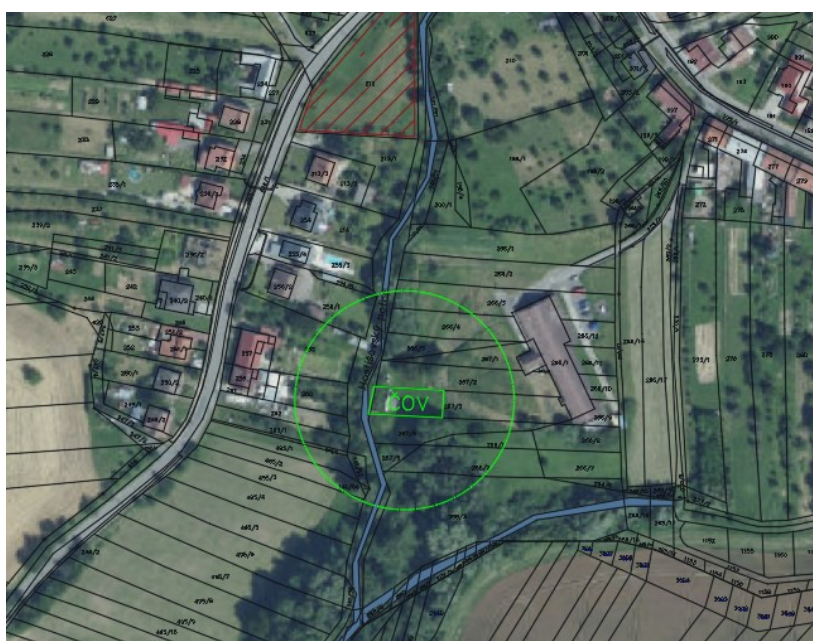
Umístění

Při výběru a rozhodování o umístění ČOV je třeba brát ohled na místní, urbanistické, ekonomické, hygienické a stavební podmínky. Pozemek ČOV by měl umožňovat její rozšíření například o další technologický stupeň [4].

Čistírna bude umístěna na takovém pozemku, aby svým provozem negativně neovlivňovala život obyvatel. Objekty nesmí šířit zápach a aerosoly do ovzduší. V případě zakrytí technologie je potřeba odvětrání prostor.

Snahou bylo Areál ČOV umístit do nejnižší položeného bodu v lokalitě nedaleko toku. Stavbu jsem umístil na parcelu č. 267/3, která se nachází na jihu obce u firmy Habako group s.r.o. v nadmořské výšce 223,63 m.n.m. Parcela se rozkládá na ploše 1094 m². Areál ČOV zabere pouze část pozemku. Pozemek je v soukromém vlastnictví, což může způsobit problémy při realizaci projektu. I tak se jeví jako nejvhodnější. K pozemku vede nezpevněná komunikace dlouhá asi 80 m, která se pak mění ve zpevněnou betonovou komunikaci a následně se napojí na silnici III/43831. Pro pohodlné dopravení fekálního vozu a ostatních vozidel k areálu bude třeba v investičních nákladech uvažovat i výstavbu zpevněné komunikace.

Čistírna odpadních vod se nachází asi 60 m od nejbližší zástavby. To znamená, že dle TNV 75 6011 musíme navrhnout takový druh čistírny, aby ochranné pásmo nepřekročilo vzdálenost 60 m. Tedy čistírna mechanicko-biologická s úplným zakrytím. V územním plánu je oblast, ve které se pozemek nachází, vedena jako plochy smíšené výrobní. Vyústění z čistírny bude do Hostišovského potoka.



Obr. 5.1 Umístění mechanicko-biologické ČOV [34]



Obr. 5.2 Prostor pro umístění ČOV

Tab. 5.3 Dotčené pozemky

Katastrální území	Číslo parcely	Číslo LV	Výměra [m ²]	Druh pozemku	vlastník
Lhotka u Zlína	267/3	229	1094	trvalý travní porost	Habako group s.r.o., Lhotka 98, 76302 Zlín

5.1.1 Klasická komunální ČOV

Princip technologie je v podstatě stejný jako u větších komunálních ČOV používaných pro čištění odpadních vod ve městech. Celkový objekt můžeme rozdělit na stavební část a technologickou část. Stavební část se sestává především z betonových konstrukcí zahrnující betonové žlaby a nádrže, biologické nádrže, kalové hospodářství a provozní budovy. Do stavební části je pak nainstalována část technologická tzn. veškeré strojní vybavení ČOV [16][4].

Stavebně technické řešení ČOV

V zájmu dodržení ochranného pásma max. 60 m musí být veškeré technologické objekty zakryty.

Klasické komunální ČOV se dají realizovat mnoho způsoby. Ideální rozmístění a nadimenzování objektů zvolí až projektant. Zde uvedu jedno z řešení k nastínění principu technologie.

Odpadní voda přitékající na ČOV, jako první vtéká do čerpací jímky. Voda je zbavena těch nejhrubších nečistot pomocí česlicového koše. Česlicový koš je třeba čas od času vyčistit, a tak je potřeba zavedení zvedacího zařízení jímky. Dále jsou zde 2 kalová čerpadla, které čerpají vodu před jemné česle. V provozu většinou bývá pouze jedno čerpadlo, druhé je záložní nebo se v provozu střídají. Lapák písku z důvodu, že na ČOV přitékají pouze splaškové vody z kanalizace pro 271 EO nenavrhujeme, bylo by to neefektivní. Dále voda pokračuje do provozní budovy, kde jsou umístěny strojní jemné česle a jedny ruční záložní. Poblíž bývá umístěna popelnice na shrabky. V provozní budově se taktéž nachází ATS, které se stará o dopravu užitkové vody po areálu ČOV. V oddělené místnosti jsou umístěny dmychadla, která se starají o přívod vzduchu do aktivační nádrže a kalové jímky. Po jemných česlech získáváme mechanicky předčištěnou vodu, která dále putuje do aktivační nádrže. Zde probíhá čištění pomocí aktivovaného kalu za průběžného provzdušňování jemnobublinným aerátorem a ponorným míchadlem. Pro případ demontáže strojního zařízení aktivační nádrže se navrhuje zvedací zařízení. Již relativně čistá voda vtéká do dosazovací nádrže, kde probíhá k separaci kalu z vody. Kal se čerpá ze dna nádrže, kde se usazuje do kalové jímky pomocí 2 ponorných čerpadel. Je zde ještě jedno čerpadlo sloužící pro čerpání kalu odstraněného z hladiny. Z dosazovací nádrže vyčištěná voda odtéká přes měrný objekt do recipientu a přebytečný kal je odváděn do kalojemu. Kalojem je vybaven ponorným čerpadlem, jemnobublinným aerátorem a zvedacím zařízením. Aktivovaný kal je čerpán zpět do aktivační nádrže. V kalojemu se akumuluje přebytečný kal a dochází k jeho gravitačnímu zahušťování. Odtud je odsáván fekálním vozem odsávacím potrubím s rychlospojkou, umístěným u dna kalojemu.



Obr. 5.3 Klasická komunální ČOV v obci Perná [37]

Stavební řešení

Velikost areálu ČOV jsem odhadl na 400 m². Do investičních nákladů je nutno zahrnout odkoupení této plochy, jelikož pozemek je momentálně v soukromém vlastnictví. Cenu pozemku za m² jsem určil jako základní cenu podle Vyhlášky k provedení zákona o oceňování majetku č.411/2013 Sb.

Nejprve se připraví staveniště. Bude potřeba pokácet 2 větší stromy. Pozemek je v poměrně rovinném terénu a tak nebude potřeba rozsáhlejších terénních úprav. V celé ploše areálu dojde k sejmutí vrstvy ornice asi 30 cm. Nashromážděná zemina se uskladní poblíž staveniště a bude případně použita pro dokončovací práce.

Rozsah zemních prací se odvíjí podle velikosti stavebních objektů, které by se stanovily až v dalším stupni projektové dokumentace. Celkový objem výkopů stanovím hrubým odhadem na základě velikosti objektů zjištěné na již zrealizované čistírně odpadních vod pro 280 EO.

Je nutné uvažovat také s výstavbou nové zpevněné příjezdové komunikace, včetně komunikace uvnitř areálu ČOV. Dále je potřeba pro správnou funkci ČOV zajistit dodávku elektřiny a pitné vody. Vodovodní přípojka by v našem případě byla příliš dlouhá a tím pádem i ekonomicky nevýhodná. Z toho důvodu přichází v úvahu spíše vykopání nové studny. Pro zpřístupnění objektů pro pracovníka je vhodné vybavit areál zpevněnými plochami. Propojit jednotlivé objekty chodníky a vybudovat okapové chodníčky kolem nich. Posledním krokem je oplocení celého areálu ČOV.

Investiční náklady

V nákladech na samotnou ČOV jsou zahrnuty veškeré tradiční objekty, které komunální čistírna zahrnuje. Nutno zahrnout do výpočtu výkopové práce, provozní objekt, úpravu terénu, příjezdovou komunikaci, oplocení areálu, čerpací stanici a připojení na inženýrské sítě. Cena ČOV byla stanovena pro 271 EO.

Tab. 5.4 Výpočet investičních nákladů ČOV

Klasická komunální ČOV	m.j.	množství	cena/m.j.	celkem [kč]
Stavební část ČOV	EO	271	36300	9837300
Příjezdová komunikace	m ²	400	770	308000
Terénní úpravy (Sejmutí ornice)	m ³	120	34.6	4152
Výkopové práce	m ³	220	618	135960
Odstranění stromů	ks	2	2282	4564
Výkup pozemku	m ²	400	7.83	3132
Projektová příprava	%	11407653	5.43	711838
Elektrická přípojka	m	65	1073	69745
Vodovodní přípojka (studna)	m	7	25200	176400
Zpevněné plochy	m ²	50	790	39500
Oplocení areálu	m	90	300	27000
Provozní budova	m ³	90	7200	648000
Čerpací stanice na ČOV	m ³	13.5	11400	153900
			Celkem	12 119 491 Kč
			Celkem s DPH	14 664 584 Kč

Provozní náklady

Provozní náklady jsou stanoveny k cenám v posledních letech. Měli bychom si uvědomit, že ceny provozních nákladů nebudou každý rok stejné, ale spíše se budou zvyšovat vlivem růstu cen energií, materiálu a lidské práce.

Plán financování obnovy čistírenského zařízení jsem nastavil na 40 let. Vzhledem k tomu, že ČOV bude odebírat vodu z vlastní studny, tak náklady na vodu budou nulové. Dále předpokládám, že obec bude vlastníkem i provozovatelem ČOV, tudíž odpadají náklady na výrobní a správní režii a také na nájem infrastrukturního majetku.

Obsluhu ČOV bude provádět řádně zaškolený pracovník obce na zkrácený úvazek. Jeho náplň bude spočívat v kontrole správné funkce zařízení a údržbu areálu. Obsluha stráví na čistírně průměrně hodinu denně.

Kal bude vyvážen asi 3-4x ročně fekálním vozem o objemu 11 m³ na kalové hospodářství na čistírně v Malenovicích. Na čistírně není nutné odstraňovat fosfor, proto je spotřeba chemikálií nulová.

Odběry vzorků pro rozbor musí provádět kvalifikovaná osoba, kterou je většinou oprávněná akreditovaný laboratoř. Odběr bude proveden jako směsný 2hodinový vzorek z 8 dílčích vzorků odebraných po 15 minutách. Rozbor vody se bude provádět 4x ročně.

Tab. 5.5 Výpočet ročních provozních nákladů

Klasická komunální ČOV		m.j.	množství	cena/m.j.	celkem [kč]
Materiál	Oplachová voda	m ³	25	0	0
	odpadní voda předaná	m ³	0	40.77	0
	Chemikálie	kg	0	200	0
	Ostatní materiál	kg	0	-	0
Energie	Elektrická energie	kWh	28500	4.83	137655
	Ostatní energie	-	0		
Mzdy	Hrubá zúčtovací sazba zaměstnance(1h denně)	hod	240	220	52800
Ostatní přímé náklady	Opravy	hod	100	400	40000
	Prostředky obnovy čistírenského zařízení(40 let)	-	1	302987.3	302987.3
Provozní náklady	Odvoz kalu	m ³	30	750	22500
	Likvidace a odvoz shrabků	t	1.6	1200	1920
	Rozbory	ks	4	3000	12000
	Poplatky za vypouštění odpadních vod	m ³	12682.8	1.77	22448.6
Výrobní a správní režie	(pouze provozovatel)	-	-	-	

Tab. 5.6 Shrnutí provozních nákladů

Provozní náklady celkem	592310.8	kč*rok ⁻¹
Náklady po dobu životnosti	23692433	kč
Náklady po dobu živ. S DPH	28667844	kč
Voda od obyvatelstva	9756	m ³ *rok ⁻¹
Cena stočného bez DPH	60.7	kč*m ³
Cena stočného s DPH	73.5	kč

Výhody a nevýhody řešení

Výhody

- Splňuje nejpřísnější limity
- Nízké nároky na prostor oproti přírodní ČOV

Nevýhody

- Umístění na soukromém pozemku
- Vysoké investiční náklady
- Vysoké provozní náklady
- Nejnáročnější obsluha
- Obec ručí za vypouštění odpadních vod do vodního toku
- Potřeba proškolené a odpovědné osoby

5.1.2 ČOV systému SBR

Momentálně jsou dostupné na trhu plně automatizované systémy s dálkovým přenosem dat bez nutnosti kvalifikované osoby. Především se používají systémy s přerušovanou činností, označované mezinárodní zkratkou SBR (Sequencing Batch Reactor). V principu jde o mechanicko-biologickou ČOV. Provoz je řízen mikropočítačem, který ovládá režim čištění v závislosti na množství a kvalitě odpadní vody. Samotná čistírna se skládá ze tří nádrží umístěných vedle sebe. Je to akumulací nádrž, SBR reaktor a kalojem. Nezbytnými součástmi systému je i mechanické předčištění a provozní budova.

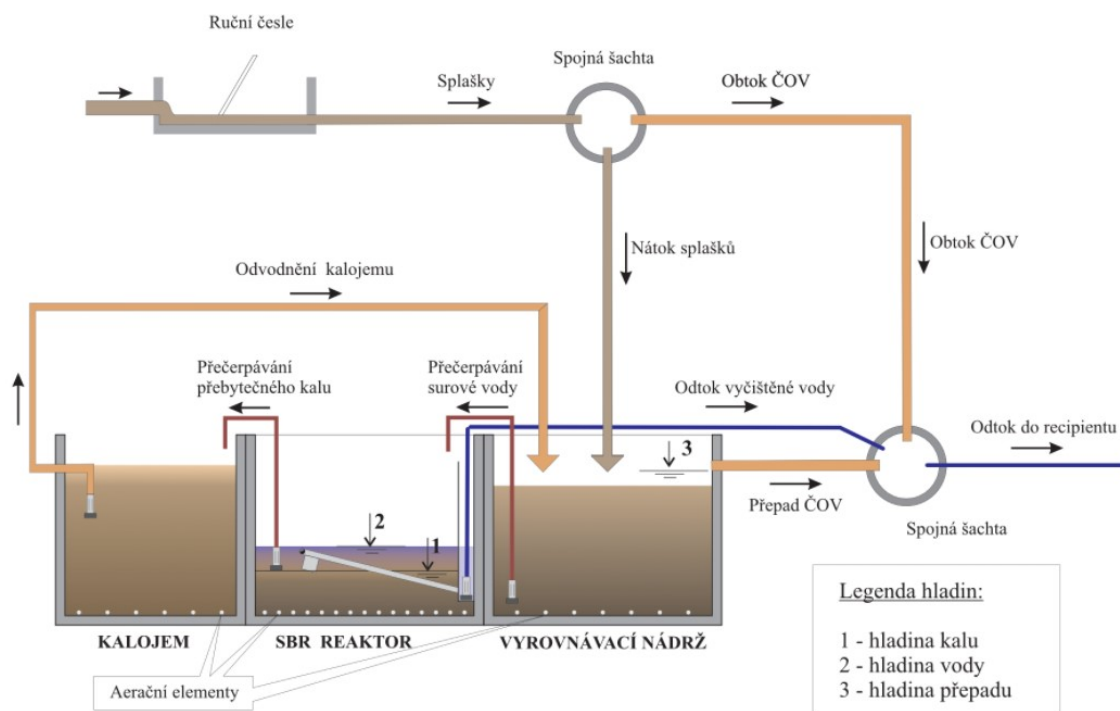
Technologie ČOV

Nejvýznamnějším a zároveň nejvhodnějším typem čistíren SBR pro obce do 500 EO je systém MONOBLOK-T. Systém je vybaven dálkovým přenosem dat do dispečinku provozovatele. To umožňuje okamžitou informaci o případné poruše na technologii. Zároveň lze provádět dálkově i denní kontroly chodu ČOV. Je třeba i vizuální kontrola alespoň jednou za týden [18].

V našem případě v zájmu dodržení max. vzdálenosti ochranného pásma je vhodné nádrže řešit jako zastropené. Co se týče konstrukčního provedení nejčastěji se nádrže řeší jako monolitické betonové konstrukce spojené do jednoho objektu [19].

Odpadní voda přitéká nejdříve na mechanické předčištění tvořené ručními či strojními česlemi. Zde je voda zbavena těch nejhrubších částic a může dále pokračovat do technologické linky MONOBLOKU-T. Nejprve voda vtéká do akumulací nádrže, kde je voda provzdušňována. Akumulací nádrž slouží k akumulaci odpadní vody, čímž vyrovnává nerovnoměrné průtoky odpadní vody na ČOV. Současně akumulací nádrž pracuje jako první aktivační stupeň jemnobublinnou aerací. Dále jsou odpadní vody řízeně přečerpávány do aktivační nádrže neboli reaktoru SBR. Zde dochází k provzdušňování jemnobublinnou aerací

a následného dosazování. Nejprve se odpadní voda načerpá do aktivační nádrže, po dosažení určité hladiny (pracovní hladina), řídicí jednotka čerpadlo vypne a aerátory začnou s provzdušňováním. Nyní nastává fáze klidu, kdy dojde k usazení aktivovaného kalu. Čerpadlem se odčerpá vyčištěná voda až po nastavenou minimální hladinu. Ještě před opětovným napuštěním aktivační nádrže se odčerpá přebytečný kal do kalojemu, kde dojde k jeho stabilizaci. Celý cyklus se opakuje. Vyčištěná voda ústí přes měrný objekt do recipientu. Pro čistírnu musí být také navržen obtok pro případ poruchy systému, přičemž vypouštěná voda taktéž prochází měrným objektem. V rámci systému SBR se realizuje i provozní objekt. Jde většinou o jednopodlažní zastřešený objekt vycházející z minimálních rozměrů místnosti. Je v něm umístěna řídicí jednotka s počítačem. V samostatné místnosti jsou zabudovány dmychadla a dále budova slouží pro úschovu potřebného nářadí pro provoz a údržbu ČOV. Nutností bude také zhotovení čerpací jímky, jelikož předpokládám zaústění kanalizačního potrubí na ČOV v poměrně velké hloubce. Bude potřeba přečerpát vodu na mechanický stupeň. Odtud bude voda proudit již gravitačně [16][19].



Obr. 5.4 Technologické schéma ČOV systému SBR [19]



Obr. 5.5 Výstavba MONOBLOK-T [38]

Celý systém je velmi flexibilní dokáže pracovat v rozmezí 0-200% návrhového přítoku na ČOV. Při zvýšeném průtoku se odčerpává do recipientu maximální množství vyčištěné vody, což zvyšuje průtok celou čistírnou. Naopak při malém průtoku pracuje reaktor v režimu udržovacího dmýchání, a tím zabraňuje odumírání kalu [16].

Stavební řešení

Nároky na plochu areálu budou podstatně nižší než u klasické komunální ČOV. Plochu areálu jsem odhadl na 200 m². Samozřejmostí bude odstranění překážejících stromů a sejmutí ornice. Čistírny typu SBR jsou relativně kompaktní. Je to dáno tím, že stupeň aktivace, dosazování a uskladnění kalu jsou součástí jednoho kontejneru. Pro naše účely se jeví jako vhodné použití typového produktu TOPAS, který nabízí firma TopolWater s.r.o. V tomto případě by se využilo typu Topas 300, určeného pro malé obce a rekreační oblasti kolem 300 EO. To by znamenalo osazení 4 nádrží vedle sebe o rozměrech 2,3*6*2,8 (š*d*v) na základovou desku. Kromě potřebné plochy se budeme také potýkat s nižšími náklady na výkopy a násypy.

Investiční náklady

Cena ČOV byla stanovena na základě počtu EO, je v ní zahrnuta pouze samotná konstrukce ČOV s technologiemi, mechanické předčištění, měrný a výustní objekt to vše bez zemních prací. Do investičních nákladů bude třeba započíst vybudování čerpací jímky, příjezdové komunikace, zpevněných ploch na pozemku, provozní budovy a připojení na inženýrské sítě. Technologická část tvoří 30 % a stavební část 70 % ceny čistírny.

Tab. 5.7 Výpočet investičních nákladů

ČOV typu SBR	m.j.	množství	cena/m.j.	celkem [kč]
Stavební část ČOV	EO	300	11339	3401700
Technologická část ČOV	EO	300	4859	1457700
Příjezdová komunikace	m ²	400	770	308000
Terénní úpravy (Sejmutí ornice)	m ³	60	34.6	2076
Výkopové práce	m ³	200	618	123600
Odstranění stromů	ks	2	2282	4564
Výkup pozemku	m ²	200	7.83	1566
Projektová příprava	%	6400251	6.24	399376
Elektrická přípojka	m	65	1073	69745
Vodovodní přípojka (studna)	m	7	25200	176400
Zpevněné plochy	m ²	50	790	39500
Oplocení areálu	m	45	300	13500
Provozní budova	m ³	90	7200	648000
Čerpací stanice na ČOV	m ³	13.5	11400	153900
Celkem				6 799 627 Kč
Celkem s DPH				8 227 548 Kč

Provozní náklady

Jak již bylo zmíněno obsluha představuje vizuální kontrolu alespoň jednou týdně. Obsluha musí provádět zápis do provozního deníku každý den. Je nutné taky udržovat čistírnu v čistotě a plynulém chodu. Další povinností obsluhy je udržovat pořádek v Areálu ČOV. Obsluha stráví průměrně na čistírně půl hodiny denně.

Čistírna typu SBR se vyznačuje nízkou spotřebou elektrické energie, která se pohybuje kolem 0,5 kwh*m⁻³ odpadní vody [16].

Veškerá činnost ČOV je řízena mikropočítačem (řídící jednotkou). Aby bylo zajištěno vždy kvalitní čištění, lze délku jednotlivých fází časově přizpůsobit [16].

Vývoz kalu, rozbory, likvidace a odvoz shrabků zůstávají stejné jako u předchozí varianty.

Tab. 5.8 Výpočet ročních provozních nákladů

ČOV typu SBR		m.j.	množství	cena/m.j.	celkem [kč]
Materiál	Oplachová voda	m ³	25	0	0
	odpadní voda předaná	m ³	0	40.77	0
	Chemikálie	kg	0	200	0
	Ostatní materiál	kg	0	-	0
Energie	Elektrická energie	kWh	4900	4.83	23667
	Ostatní energie	-	0		
Mzdy	Hrubá zúčtovací sazba zaměstnance(0.5h denně)	hod	120	220	26400
Ostatní přímé náklady	Opravy	hod	100	400	40000
	Prostředky obnovy čistírenského zařízení(40 let)	-	1	169990.7	169990.7
Provozní náklady	Odvoz kalu	m ³	30	750	22500
	Likvidace a odvoz shrabků	t	1.6	1200	1920
	Rozbory	ks	4	3000	12000
	Poplatky za vypouštění odpadních vod	m ³	12682.8	1.77	22448.6
Výrobní a správní režie	(pouze provozovatel)	-	-	-	

Tab. 5.9 Shrnutí provozních nákladů

Provozní náklady celkem	318926.2	kč*rok ⁻¹
Náklady po dobu životnosti	12757049	kč
Náklady po dobu živ. S DPH	15436029	kč
Voda od obyvatelstva	9756	m ³ *rok ⁻¹
Cena stočného bez DPH	32.7	kč*m ³
Cena stočného s DPH	39.6	kč

Výhody a nevýhody řešení

Výhody

- Bezobslužný provoz s možností kompletního dálkového řízení
- Nejvyšší kvalita vody jaké lze dosáhnout na jednom aktivačním stupni
- Šetrný provoz (nízké nároky na elektrickou energii)
- Zápach je téměř vyloučen

Nevýhody

- Doporučuje se provedení pouze se splaškovou kanalizací
- Umístění na soukromém pozemku

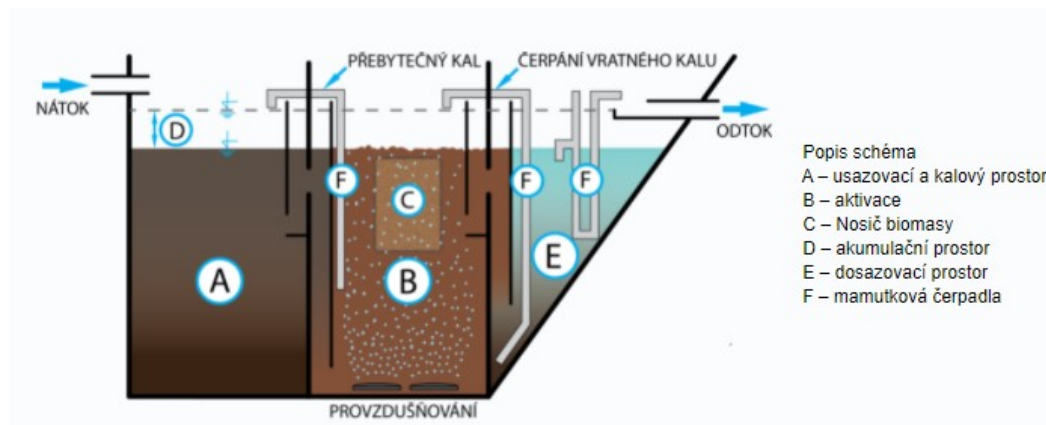
5.1.3 Balená ČOV

Balené čistírny jsou určeny pro likvidaci odpadních vod u hotelů, kempů, restaurací a podobných zařízení. Najdou však uplatnění i při čištění odpadních vod menších obcí. Z pohledu technologie se jedná o klasickou mechanicko-biologickou ČOV. Ideálním řešením je návrh na splaškové kanalizaci. Na jednotné kanalizaci se provádí pouze v ojedinělých případech s nutností předřazení dešťové nádrže. Řešení je velmi kompaktní a rychle proveditelné. Jde o prefabrikovaný technologický prvek, jenž je nabízen celou řadou výrobců. Je třeba navrhnout ČOV pro 271 EO, což v praxi znamená vyhledání výrobce, jenž nabízí balenou ČOV pro 300 EO. Možností je také návrh 2 balených čistíren pro 150 EO [20].



Obr. 5.6 Balená čistírna 2x100 EO [21]

Jak už bylo zmíněno existuje velké množství variant balených ČOV, které se od sebe mírně liší. Jedním z možných řešení je likvidace odpadních vod pomocí balené čistírny odpadních vod typu AS-VARIOcomp N od dodavatele ASIO. Je dostupný v typových řadách pro 30-150 EO. Větší velikosti ČOV lze řešit spojením několika čistíren základní typové řady. V našem případě, kdy řešíme likvidaci odpadních vod pro 271 EO můžeme navrhnout 2 x ČOV pro 150 EO.



Obr. 5.7 Technologické schéma AS-VARIOcomp N [22]

Odpadní voda přitéká do usazovacího prostoru nátokové části čistírny, kde je zbavena plovoucích a usaditelných látek, které jsou podrobeny anaerobnímu rozkladu. Přepadem natéká voda do aktivačního prostoru, kde dochází k biologickým procesům čištění vody. Tento prostor je provzdušňován jemnobublinným aeračním systémem, do kterého je vháněn vzduch pomocí dmyhadla. Voda z aktivace natéká do vertikální dosazovací nádrže, kde dochází k oddělení aktivovaného kalu od vyčištěné vody. Mamutkovým čerpadlem se separovaný kal přečerpává zpět do aktivačního procesu. Přebytečný kal se přemisťuje do kalového prostoru, kde je aerobně stabilizován. Vyčištěná voda pomocí 2 mamutkových čerpadel a odtokového žlabu odtéká z ČOV ven. Pro správnou funkci celé ČOV je potřeba dvojice dmyhadel, přičemž každé je umístěno v samostatné plastové šachtě osazené do terénu. Jedno slouží k dopravení vzduchu do aeračního systému, zatímco druhé slouží k pohonu mamutkových čerpadel. Dmyhadla jsou řízena automatickým systémem umístěným v elektrickém rozvaděči čistírny, pomocí kterého je zajištěn nízkoenergetický a ovladatelný provoz. Čistírna je vybavena zatepleným poklopem s nerezovými panty, který lze otevřít [22].



Obr. 5.8 ČOV AS-VARIOcomp 1500N [22]

Stavební řešení

Areál čistírny jsem odhadl na 150 m², tuto plochu bude třeba odkoupit od majitele pozemku p.č.267/3. Ochranné pásmo jsem dle TNV 75 6011 stanovil na 50 m, tudíž vyhovuje našim požadavkům. Nejprve je třeba připravit staveniště. Práce začínají odstraněním křovin a stromů v místě stavby. Dále následuje sejmutí ornice a provedení výkopových prací, jelikož se balená ČOV kompletně instaluje do země. Objekt je dopraven na staveniště již v celku pomocí nákladního vozu. Jde o plastovou či kovovou samonosnou nádrž, která je osazena na betonovou základovou desku ve výkopu. Jsou připojeny veškeré instalace jako přívod vzduchu, přítok a odtok odpadní vody. Dle geologických podmínek a hladiny podzemní vody se nádrž obetonuje a zajistí proti vyplavání. Zabetonuje se i stropní konstrukce kromě uzavíratelných poklopů. Celková plocha nad čistírnou se vydláždí, aby byl zajištěn pohodlný přístup k revizním otvorům. Součástí ceny bývá i elektrický rozvaděč, který se umístí do stěny provozní budovy. Konkrétní technologie výstavby se odvíjí podle zvoleného typu balené ČOV. Výrobci často ke každému typu uvádí správný postup osazení. Kromě vlastního objektu ČOV je třeba uvažovat i s vybudováním příjezdové komunikace, čerpací jímky, provozního objektu, připojení inženýrských sítí, chodníky a zatravnění v areálu a oplocení [20].

Pokyny

Uvedení čistírny do provozu a provoz čistírny odpadních vod se řídí provozním řádem nebo návodem k obsluze. Přílohou bývají i pokyny pro montáž a provoz dmychadla.

Investiční náklady

Pro účely vyčíslení investiční náročnosti je proveden odhad nákladů objektů ČOV a stavebních prací. Jedná se skutečně o orientační cenu, v konečném řešení se může cena lišit. Cena balené ČOV pro 150 EO je uvedena v metodice od Ministerstva pro územní rozvoj. V ceně je započítána plastová konstrukce, technologie, základová deska a obetonování. Ostatní objekty a práce je třeba připočíst.

Tab. 5.10 Výpočet investičních nákladů

Balená ČOV 2x150 EO	m.j.	množství	cena/m.j.	celkem [kč]
Stavební část ČOV	ks	2	938713	1877426
Technologická část ČOV	ks	2	234594	469188
Příjezdová komunikace	m ²	400	770	308000
Terénní úpravy (Sejmutí ornice)	m ³	45	34.6	1557
Výkopové práce	m ³	140	618	86520
Odstranění stromů	ks	2	2282	4564
Výkup pozemku	m ²	150	7.83	1174.5
Projektová příprava	%	3916745	6.9	270255
Elektrická přípojka	m	65	1073	69745
Vodovodní přípojka (studna)	m	7	25200	176400
Zpevněné plochy	m ²	60	790	47400
Oplocení areálu	m	45	300	13500
Provozní budova	m ³	90	7200	648000
Čerpací stanice na ČOV	m ³	13.5	11400	153900
Měrný objekt	ks	1	15000	15000
Výustní objekt	m ³	2.9	15300	44370
Celkem				4 187 000 Kč
Celkem s DPH				5 066 270 Kč

Provozní náklady

Odvoz kalu, rozbory a likvidace shrabků jsou stejné jako v předchozích případech. Provozní náklady tvoří přímé náklady na spotřebu elektrické energie a náklady na pracovníka, který kontroluje chod čistírny a udržuje areál ČOV v čistotě.

Tab. 5.11 Výpočet ročních provozních nákladů

Balená ČOV 2x150 EO		m.j.	množství	cena/m.j.	celkem [kč]
Materiál	Oplachová voda	m ³	25	0	0
	odpadní voda předaná	m ³	0	40.77	0
	Chemikálie	kg	0	200	0
	Ostatní materiál	kg	0	-	0
Energie	Elektrická energie	kWh	18250	4.83	88147.5
	Ostatní energie	-	0		
Mzdy	Hrubá zúčtovací sazba zaměstnance(1h denně)	hod	240	220	52800
Ostatní přímé náklady	Opravy	hod	100	400	40000
	Prostředky obnovy čistírenského zařízení(40 let)	-	1	104675.0	104675.0
Provozní náklady	Odvoz kalu	m ³	30	750	22500
	Likvidace a odvoz shrabků	t	1.6	1200	1920
	Rozbory	ks	4	3000	12000
	Poplatky za vypouštění odpadních vod	m ³	12682.8	1.77	22448.6
Výrobní a správní režie (pouze provozovatel)		-	-	-	

Tab. 5.12 Shrnutí provozních nákladů

Provozní náklady celkem	344491.1	kč*rok ⁻¹
Náklady po dobu životnosti	13779642	kč
Náklady po dobu živ. S DPH	16673367	kč
Voda od obyvatelstva	9756	m ³ *rok ⁻¹
Cena stočného bez DPH	35.3	kč*m ³
Cena stočného s DPH	42.7	kč

Výhody a nevýhody řešení

Výhody

- Nízké nároky na prostor
- Splňuje nejpřísnější limity kvality odpadních vod
- Vysoká provozní spolehlivost
- Snadná údržba
- Nízké investiční náklady

Nevýhody

- Obec ručí za vypouštění odpadních vod do vodního toku
- Stavba je umístěna na soukromém pozemku
- Není vhodná pro jednotnou kanalizaci

5.1.4 Srovnání mechanicko-biologických ČOV

Tab. 5.13 Porovnání mechanicko-biologických ČOV

	Klasická komunální ČOV	ČOV typu SBR	Balená ČOV
Investiční náklady	14 664 584 Kč	8 227 548 Kč	5 066 270 Kč
Provozní náklady po 40 let	28 667 844 Kč	15 436 029 Kč	16 673 367 Kč
Celkové náklady	43 332 427 Kč	23 663 577 Kč	21 739 637 Kč

Z hlediska účinnosti jsou si všechny typy velmi podobné, žádná z uvedených čistíren svou účinností nijak nevyčnívá. Proto bude rozhodujícím faktorem pořizovací cena a provozní náklady. Při pohlednutí na všechny mechanicko-biologické ČOV se jako optimální řešení pro danou lokalitu nabízí balená čistírna. Je ekonomicky nejvýhodnější, což je silný argument pro volbu tohoto typu. Za zmínku stojí i čistírna typu SBR, která disponuje nejnižšími provozními náklady. Klasická komunální ČOV vychází velice nevýhodně z důvodu velké náročnosti výstavby a budování aktivační nádrže, dosazovací nádrže a kalojemu jako samostatných objektů. Tahle varianta nachází své uplatnění spíše u větších celků.

5.1.5 Výsledná cena varianty 1

V následující tabulce jsou přehledně uvedeny ceny balené čistírny na splaškové kanalizaci. Dozvídáme se konečné pořizovací ceny celého záměru. Nechybí ani stanovení celkové ceny stočného.

Tab. 5.14 Balená ČOV na splaškové kanalizaci

	Balená ČOV	splašková kanalizace	Celkem
Investiční náklady s DPH	5 066 270 Kč	23 887 186 Kč	28 953 456 Kč
Provozní náklady po 40 let	16 673 367 Kč	13 017 167 Kč	29 690 534 Kč
Výše stočného s DPH [kč/m ³]	43 Kč	33 Kč	76 Kč

5.2 VARIANTA 2 - PŘÍRODNÍ ČOV NA JEDNOTNÉ KANALIZACI

Jedním ze způsobů likvidace odpadních vod je i čištění odpadních vod přírodně. Tomuto způsobu čištění se opět začíná dostávat pozornosti. V dnešní době se začíná klást čím dál větší důraz na řešení blízka přírodě. Příkladem takového řešení je vegetační kořenová čistírna odpadních vod, která se hodí na všechny typy kanalizací. Dokážou si poradit s rozkolísanými průtoky i s naředěnými vodami na jednotné kanalizaci [25].

5.2.1 Návrhové parametry

ČOV bude nadimenzována na průměrný bezdeštný denní průtok od 271 obyvatel. Jelikož je řeč o stávající kanalizaci, množství balastních vod jsem stanovil na 30 %. Co se týče dešťových průtoků, tak před čistírnou bude zhotovena odlehčovací komora, která část dešťových vod převede rovnou do recipientu. Ředící poměr jsem zvolil 10. Přesné číslo však zvolí až správce povodí. OK je součástí stokové sítě a je tedy započtena i v jejích nákladech. Veškeré objekty čistírny by měli být navrženy tak, aby čistírna vykazovala přijatelné účinnosti i při průtoku $Q_{zřed}$.

Tab. 5.15 Přítoky na ČOV

EO	271	obyvatel
q_{spec}	100	$l \cdot den^{-1} \cdot os^{-1}$
Q_{24m}	0.31	$l \cdot s^{-1}$
Q_B	0.09	$l \cdot s^{-1}$
Q_{24}	0.41	$l \cdot s^{-1}$
Q_{24}	35.23	$m^3 \cdot den^{-1}$
k_d	1.5	-
$Q_{d,m}$	0.61	$l \cdot s^{-1}$
k_h	4.4	-
Q_h	2.69	$l \cdot s^{-1}$
m	10	-
$Q_{zřed}$	29.60	$l \cdot s^{-1}$

$$Q_{24,m} = q_{spec} \cdot EO$$

kde: $Q_{24,m}$ průměrný denní průtok od obyvatelstva [$l \cdot s^{-1}$] (5.5)

q_{spec} specifická produkce odpadních vod [$l \cdot den^{-1} \cdot os^{-1}$]

EO počet obyvatel

$$Q_B = 0,3 * Q_{24,m} \quad (5.6)$$

kde: Q_B množství balastních vod [$l * s^{-1}$]

$$Q_d = Q_{24} * k_d \quad (5.7)$$

kde Q_{24} průměrný denní průtok odpadních vod [$l * s^{-1}$]

k_d součinitel denní nerovnoměrnosti pro ČOV [-]

Q_d maximální denní průtok [$l * s^{-1}$]

$$Q_h = Q_d * k_h \quad (5.8)$$

kde: $k_{h,max}$ součinitel hodinové nerovnoměrnosti [-]

Q_h maximální hodinový průtok odpadní vody [$l * s^{-1}$]

$$Q_{zřed} = Q_h * (m + 1) \quad (5.9)$$

kde m ředící poměr [-]

$Q_{zřed}$ Průtok na ČOV u jednotní kanalizace [$l * s^{-1}$]

Celková koncepce ČOV musí být zvolena tak, aby proces čištění byl dostatečně účinný a koncentrace odpadní vody na odtoku nepřesahovali limitní hodnoty.

Tab. 5.16 Koncentrace znečištění odpadní vody na přítoku

c_o (BSK ₅)	594.08	$mg * l^{-1}$
cO (CHSK)	1188.16	$mg * l^{-1}$
c_o (N _{celk})	148.52	$mg * l^{-1}$
c_o (P _{celk})	24.75	$mg * l^{-1}$
c_o (NL)	544.57	$mg * l^{-1}$

Tab. 5.17 Emisní standardy do 500 EO

	přípustné	m	
CHSK _{cr}	150	220	$mg * l^{-1}$
BSK ₅	40	80	$mg * l^{-1}$
NL	50	80	$mg * l^{-1}$
N-NH ₄	-	-	$mg * l^{-1}$
N _{celk}	-	-	$mg * l^{-1}$
P _{celk}	-	-	$mg * l^{-1}$

5.2.2 Umístění

Zástavba rodinných domů se nachází ve vzdálenosti asi 90 m od středu areálu ČOV. Musí být zvolena taková technologie, aby čistírna svým provozem nenarušovala život v těchto domácnostech.

Areál čistírny je umístěn v rovinném terénu na několika soukromých pozemcích, které bude třeba odkoupit.



Obr. 5.9 Umístění přírodní ČOV [34]

Tab. 5.18 Dotčené pozemky

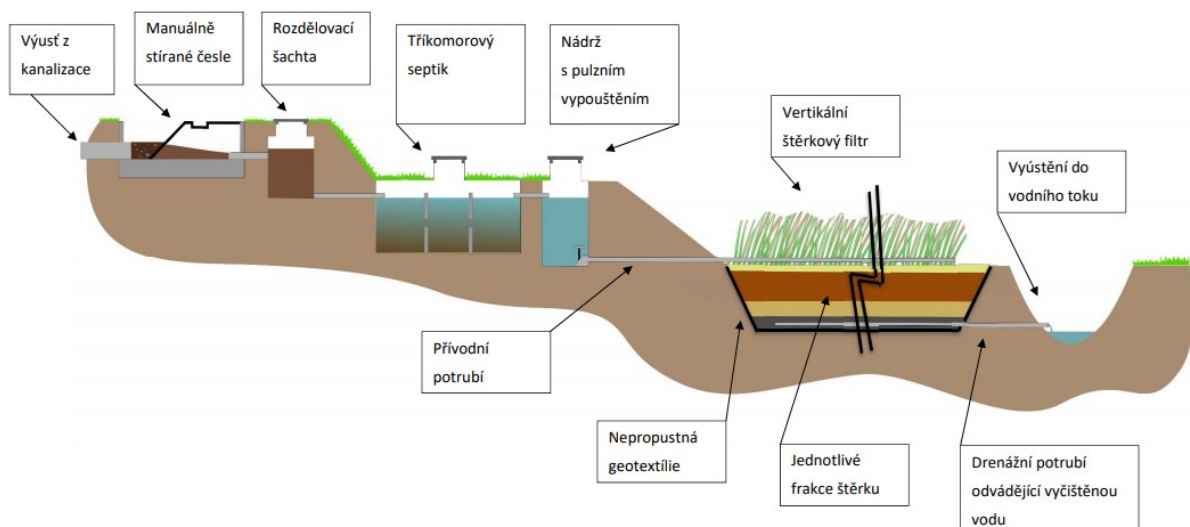
Katastrální území	Číslo parcely	Číslo LV	Výměra [m ²]	Druh pozemku	vlastník
Lhotka u Zlína	267/3	229	1094	trvalý travní porost	Habako group s.r.o., Lhotka 98, 76302 Zlín
Lhotka u Zlína	267/4	78	662	trvalý travní porost	Gregorovič Petr Ing., Lhotka 75, 76302 Zlín
Lhotka u Zlína	268/1	78	306	trvalý travní porost	Gregorovič Petr Ing., Lhotka 75, 76302 Zlín
Lhotka u Zlína	267/5	218	146	trvalý travní porost	Šuráň Pavel Ing., Chlum 17, 76302 Zlín
Lhotka u Zlína	268/2	218	806	trvalý travní porost	Šuráň Pavel Ing., Chlum 17, 76302 Zlín
Lhotka u Zlína	268/3	138	3856	trvalý travní porost	Pospíšil Josef Ing., č. p. 193, 76302 Tečovice

Z hlediska návrhu se bude třeba zaměřit na půdorysné uspořádání objektů tak, aby se co nejlépe přizpůsobily terénním podmínkám. Cílem je zajistit gravitační proudění. Dále je třeba zajistit rovnoměrné rozdělování a proudění vody ve filtrech a tím se zbavit zanášení či zbahnění povrchu.

Vyčištěné vody jsou zaústěny do Hostišovského potoka.

5.2.3 Technické řešení

Čistírna odpadních vod je založena na extenzivním (pomalém přístupu), jenž vychází z původní technologie kořenových čistíren. Bude navržena moderní technologií, která dokáže čistit odpadní vody bez nutnosti připojení na elektrickou energii. To znamená poměrně nižší provozní náklady. Zjednodušeně se skládá z mechanického předčištění a vertikálně protékaných zemních filtrů. Mechanické předčištění je tvořeno soustavou několika objektů. Voda přitéká na ČOV přes odlehčovací komoru, kde dojde k oddělení části dešťových vod na základě ředícího poměru. Prvními objekty na čistírně jsou jemné česle ručně stírané a lapák písku, kde dochází k zachycení a usazení hrubých částic. Lapák písku je výhodné navrhovat pouze v kombinaci s jednotnou stokou. Dále odpadní voda vtéká do rozdělovací šachty, která průtok rovnoměrně třídí do 4 velkoobjemových tříkomorových septiků. Zde dochází k výraznému zpomalení proudění vody a k několikadenní době zdržení. Předčištěná voda proudí ze septiku přes distribuční šachtu vybavenou pulzním vypouštěčem až na vertikální filtr s vysázenou mokřadní vegetací. Na povrchu vertikálního filtru je umístěno distribuční potrubí, které zajišťuje rovnoměrné rozprostření předčištěné vody po celé ploše filtru. Drenážním potrubím je svedena již vyčištěná voda přes měrný objekt do recipientu. Na výtoku je zhotoven tzv. výustní objekt.



Obr. 5.10 Schéma Přírodní ČOV [27]

5.2.4 Stavební řešení

Česle

Kvalitní a funkční mechanické předčištění s požadovanou účinností je nezbytnou součástí všech přírodních způsobů čištění. Česle slouží k zachytávání velkých nečistot, aby nedošlo k poškození technologie v dalších částech čistírny. Pro naše požadavky je ideální navrhnout jemné česle ručně stírané. Shrabky umístěné na česlicové mříži jsou ručně vyhrnovány hrablem do žlabu. Zpravidla se česle skládají z česlicové mříže, odkapávacího žlabu a hrabla. Česlicová mříž je osazena na dno betonového kanálu. Odkapávací žlab je buď zapuštěn do svislých stěn kanálu nebo umístěn na hlavě kanálu. Česlicovou mříž je vhodné zakotvit do stěn kanálu pomocí hmoždinek, aby odolala větším průtokům. Materiál česlí je volen, tak aby byl odolný proti korozi. Nejčastěji se volí nerezová ocel tř. 17 či uhlíkatá ocel tř. 11 pozinkovaná [25][27].

Rozdělovací šachta

Jak už název napovídá rozdělovací šachty slouží k rozdělování nátoku odpadní vody do dalšího stupně čištění. V našem případě se rozdělovací šachta osadí před septiky. RŠ jsou na stavbu dodávány jako prefabrikáty buď jako samonosné nebo určené k vybetonování na stavbě. Jsou nabízeny v typových řadách.

Do RŠ se dopravuje voda pomocí nátokového potrubí, odtud voda vtéká na překlápěcí lavici. Vždy se naplní pouze jedna polovina lavice. Po naplnění jedné poloviny se lavice gravitačně převrhne a nashromážděná voda se přelije do šachy. Následně se plní i druhá strana lavice a po převržení plní druhou polovinu šachty. Teno proces se neustále opakuje. Systém vytváří pulzní odtoky, čímž se zamezí zanášení odtokových potrubí. Na každé straně mohou být maximálně 4 odtoky a minimálně 1 [27].

Septik

Septik slouží jako stupeň mechanického předčištění. Jsou to průtočné nádrže a slouží k zachycení sedimentujících látek a k jejich částečné mineralizaci v anaerobních podmínkách. Jako alternativu lze zvolit i šterbinová nádrž, která ovšem nevykazuje takové účinnosti a je vhodná spíše pro čistírny většího charakteru. Dalším důvodem volby septiku byl, že jsou realizovány jako zakryté nádrže a proto u nich není problém se zápachem.

Septiky budou na stavbu dodány jako prefabrikované podzemní nádrže s technologickými přepážkami vyrobené z termoplastu. Jsou vyráběny jako hranaté, válcové nebo dvoukomorové, tříkomorové [27].

Septik bude umístěn do předem vykopané jámy na základovou desku.

Celkový potřebná objem septiků jsem vypočetl dle vztahu:

$$V=a*Q_{24}*t \quad (5.10)$$

kde: a součinitel vyjadřující kalový prostor
Q₂₄ průměrný denní přítok na ČOV [m³*den⁻¹]
t střední doba zdržení [den]

Tab. 5.19 Výpočet objemu septiku

a	1.5	-
Q ₂₄	35.23	m ³ *den ⁻¹
t	5	den
V	264.23	m ³

Dobu zdržení v septiku při průměrném denním průtoku jsem stanovil 5 dní, proto aby septik byl schopen fungovat při dešťových průtocích. V rámci téhle práce budu uvažovat 4 tříkomorové velkoobjemové septiky o objemu 70 m³. Počet a objem septiků není nijak závazný a v dalším stupni projektové dokumentace může být zvolen jinak. Pro takový objem se bude muset vyrobit septik na zakázku.

Distribuční šachta

Pulzní vypouštěč je dávkovací zařízení uvnitř šachy, které se používá k nárazovému a rychlému napouštění vertikálního filtru. Zařízení funguje samostatně bez potřeby elektrické nebo jiné energie. K vypouštění vody dochází při maximální definované hladině v šachtě. V našem případě je potřeba zhotovit 4 distribuční šachty [27].

Vertikální štěrkový filtr

Dochází k vertikálnímu směru proudění skrz filtr. Voda je na ideálně celý povrch filtru dopravena rozdělovacím potrubím. Voda proniká přes jednotlivé vrstvy filtračního materiálu a následně je sbírána a odváděna ze dna drenážním potrubím.

Nejprve se vykope stavební jáma odpovídající celkové ploše a hloubce vertikálního filtru. Výškový profil bude ideálně složen s následujícími vrstvami.

Tab. 5.20 Vrstvy vertikálního filtru

Název vrstvy	Materiál	Výška [mm]
Svrchní vrstva	Praný říční štěr 8/16 mm	50-100
Hlavní filtrační vrstva	Drcený štěr 0/4 mm	500-600
Přechodový filtr	Drcený štěr 4/8 mm	50-100
Drenážní vrstva	Drcený štěr 8/16 mm	200
Kompenzační vrstva	Písek	0-50
Těsnění	EPDM 1.0 mm krytá oboustranně geotextilií	-
Pískový podsyp	Písek	0-50

[27]

Použití pískového podsypu a kompenzační vrstvy je vhodné, ale není nezbytně nutné.

Distribuční potrubí hraje zásadní roli pro správnou funkci celého vertikálního filtru. Dávkuje odpadní vodu přerušovaným provozem neboli pulzním napouštěním potrubí. Voda do rozdělovacího potrubí natéká v 4-6 dávkách za den. Pulzně skrápěný vertikální filtr vykazuje lepších výsledků čištění oproti horizontálnímu filtru či zatopenému vertikálnímu filtru, jelikož je do vody dodáváno několikanásobně více kyslíku. Vhodný materiál pro potrubí je šedý polypropylen PP-H. Průměr přívodního potrubí bývá většinou DN 110 a rozdělovacího potrubí DN 50. Po montáži rozdělovacího potrubí se do filtru nasadí vhodná vegetace [27][5].

Pro účely vypočtení investičních nákladů je potřeba znát plochu a počet vertikálních filtrů. Na jednoho ekvivalentního obyvatele se uvažuje plocha 2,8 m² filtru. Tento fakt vychází z ověřené účinnosti filtru při zpracování CHSK_{cr}, která je 15 (g*m⁻²*den⁻¹). Přičemž jeden člověk vyprodukuje 60 (g*den⁻¹). Účinnost procesu čištění mechanického předčištění včetně septiku jsem odhadl na 30 % [5].

Tab. 5.21 Návrh plochy vertikálního filtračního pole

S _{ochsk}	60	g*os ⁻¹ *den ⁻¹
Účinnost m.p.	30	%
S _{ochsk 2}	42	g*os ⁻¹ *den ⁻¹
Účinnost filtru	15	g*m ⁻² *den ⁻¹
A na 1 EO	2.8	m ² *EO ⁻¹
EO	271	
A _{filtru}	760	m ²

Počet filtračních polí jsem stanovil na základě počtů septiků, tedy 4.

Tab. 5.22 Filtrační pole

filtr 1	190	m ²
filtr 2	190	m ²
filtr 3	190	m ²
filtr 4	190	m ²

Výhodou vertikálních filtrů je jejich odolnost na rozkolísanost průtoků. Ovšem maximální přítok na filtr by neměl být vyšší než 150 l*m⁻²*den⁻¹ [5].



Obr. 5.11 Vertikální filtr [33]

Měrný objekt

Měrný objekt je určen pro zjišťování kvality a množství vyčištěné vody. Většinou je měření průtoku realizováno prostřednictvím Parshallova žlabu s měřením výšky žlabu UV sondou.

Výustní objekt

Bude navržen do svahu koryta vodního recipientu v rozumné výšce nad jeho dno, aby nedocházelo k zanášení splaveninami z recipientu. Musí být navržen tak, aby nepůsobil v korytu jako překážka. Jedná se o monolitickou konstrukci zhotovenou z vodostavebného betonu se zabudovanou klapkou proti vzduť hladiny.

Ostatní

K areálu je nutno vybudovat příjezdovou komunikaci 80 m. Dále v rámci přípravy staveniště bude potřeba odstranit porost asi 18 velkých stromů.

Velikost areálu se pohybuje kolem 3000 m². Pro zajištění takových prostorů bude nutno vykoupit půdu od vlastníků pozemků p.č. 267/3, 267/4, 268/1, 267/5, 268/2, 268/3. Cenu pozemku za m² jsem určil jako základní cenu podle Vyhlášky k provedení zákona o oceňování majetku č.411/2013 Sb.

Dále umístíme na pozemek jednoduchou provozní budovu, která bude používána především pro skladování veškerých nástrojů. V areálu se vybudují zpevněné plochy pro pohodlný přístup ke všem objektům.

5.2.5 Investiční náklady

Pro účely vyčíslení investiční náročnosti je proveden odhad nákladů objektů ČOV a stavebních prací. Jedná se skutečně o orientační cenu, v konečném řešení se může cena lišit.

Tab. 5.23 Výpočet investičních nákladů

Přírodní ČOV	m.j.	množství	cena/m.j.	celkem [kč]
Jemné česle	ks	1	160000	160000
Lapák písku	ks	1	90000	90000
Rozdělovací šachta	ks	1	60000	60000
Septik	m ³	280	4900	1372000
Distribuční šachta s pulzním v.	ks	4	60000	240000
Měrný objekt	ks	1	150000	150000
Výustní objekt	m ³	2.9	15300	44370
Filtrační pole	m ²	760	3150	2394000
Potrubí spojující jednotlivé objekty	m	110	8500	935000
Výkopové práce	m ³	1300	618	803400
Příjezdová komunikace	m ²	400	770	308000
Provozní budova	m ³	90	7200	648000
Zpevněné plochy	m ²	112	790	88480
Výkup pozemků	m ²	3000	7.83	23490
Oplocení areálu	m	230	300	69000
Odstanění stromů	ks	18	2282	41076
Projektová příprava	%	7426816	5.68	421843
Celkem				7 848 659 Kč
Celkem s DPH				9 496 878 Kč

5.2.6 Provozní náklady

Povinnosti zaměstnance jsou údržba areálu, kosení rostlin, péče o vegetaci. Musí kontrolovat průtočnost ČOV a čistit jemné česle. Tohle vše je započítáno ve mzdě zaměstnance. Uvažoval jsem, že průměrně stráví pracovník na čistírně 1 hodinu denně. Je nutné pravidelné čerpání kalu ze septiků, proces je třeba opakovat asi 4x ročně. Čistírna dokáže fungovat bez přísunu elektrické energie.

Rozbory se budou provádět 4x ročně. Odběr bude proveden jako směsný 2 hodinový vzorek z 8 dílčích vzorků odebraných po 15 minutách.

Tab. 5.24 Výpočet ročních provozních nákladů

Přírodní ČOV		m.j.	množství	cena/m.j.	celkem [kč]
Materiál	Oplachová voda	m ³	25	0	0
	odpadní voda předaná	m ³	0	40.77	0
	Chemikálie	kg	0	200	0
	Ostatní materiál	kg	0	-	0
Energie	Elektrická energie	kWh	0	4.83	0
	Ostatní energie	-	0		
Mzdy	Hrubá zúčtovací sazba zaměstnance(1h denně)	hod	240	220	52800
Ostatní přímé náklady	Opravy	hod	20	400	8000
	Prostředky obnovy čistírenského zařízení(40 let)	-	1	196216.5	196216.5
Provozní náklady	Odvoz kalu	m ³	20	750	15000
	Likvidace a odvoz shrabků	t	3.1	1200	3720
	Rozbory	ks	4	3000	12000
	Poplatky za vypouštění odpadních vod	m ³	12682.8	1.77	22448.6
Výrobní a správní režie	(pouze provozovatel)	-	-	-	

Tab. 5.25 Shrnutí provozních nákladů

Provozní náklady celkem	310185.0	kč*rok ⁻¹
Náklady po dobu životnosti	12407401	kč
Náklady po dobu živ. S DPH	15012956	kč
Voda od obyvatelstva	9756	m ³ *rok ⁻¹
Cena stočného bez DPH	31.8	kč*m ³
Cena stočného s DPH	38.5	kč

5.2.7 Výhody a nevýhody řešení

Výhody

- Nejnižší provozní náklady
- Funguje i bez napojení na zdroj elektrické energie
- Možnost vybudování na splaškové i jednotné kanalizaci
- Snadná obsluha (postará se o ni pracovník obce)
- Dlouhá životnost
- Spolehlivý provoz (méně oprav)

Nevýhody

- Potřeba velké plochy pro umístění areálu
- ČOV je umístěna na pozemcích více soukromých vlastníků
- Obec ručí za vypouštění odpadních vod do recipientu
- Nutné kosení vegetace 1x za 2 roky

5.2.8 Výsledná cena varianty 2

Zde uvádím cenu čistírenského zařízení společně v kombinaci s jednotnou kanalizací. V následující tabulce je uvedena i předběžná cena stočného. (průměrné množství odpadní vody je 100 l/obyvatel/den).

Tab. 5.26 Celkové náklady přírodní ČOV na jednotné kanalizaci

	Přírodní ČOV	jednotná kanalizace	Celkem
Investiční náklady s DPH	9 496 878 Kč	10 105 315 Kč	19 602 192 Kč
Provozní náklady po 40 let	15 012 956 Kč	12 767 315 Kč	27 780 270 Kč
Výše stočného s DPH [kč/m3]	38 Kč	33 Kč	71 Kč

5.3 VARIANTA 3 - PŘEČERPÁVÁNÍ ODPADNÍ VODY DO VEDLEJŠÍ OBCE (PRVK)

Tato varianta zpracování odpadních vod z místní části Lhotka se zaměřuje na odvedení splaškových vod do stokové sítě ve vedlejší obci Tečovice. Odpadní voda z Tečovic dále putuje na městskou ČOV Zlín-Malenovice, kde je mimo jiné také čištěna voda ze Zlína, Prštného a Louk. Následující řešení je uvažováno v PRVK Zlínského kraje.

Čistírna odpadních vod Malenovice

Byla postavena v roce 1965. V roce 2001 si ČOV prošla rekonstrukcí, kdy byly posíleny kapacity hydraulického a látkového zatížení. Také kvalitativní požadavky na odstranění fosforu a nutrientů. V současné době je kapacita ČOV stanovena na 207 000 EO. To zajišťuje značnou kapacitní rezervu, která umožňuje napojení okolních obcí [13].

5.3.1 Technické řešení

Odpadní vody ze všech nemovitostí včetně vody dešťové budou gravitačně odváděny jednotnou kanalizací k čerpací stanici. Náklady na jednotnou kanalizaci však budou o něco nižší než je výše vypočtené, protože kvůli umístění ČS bude nižší celková délka kanalizace. ČS bude umístěna v intravilánu v nejnižším bodě na pozemku p.č. 174/1 kousek od odbočky ze silnice III/43831 směrem na Chlum. Nadmořská výška čerpací stanice je 228,74 m.n.m., přičemž nadmořská výška konce výtlačného potrubí je 220,27 m.n.m. Při celkové délce výtlačného potrubí 956 m zjišťuji, že průměrný sklon potrubí je asi 8 ‰. Čerpací stanice tedy neslouží k překonání výškového rozdílu, ale spíše k podpoření kolísavého průtoku, který by zde vznikl v případě gravitační kanalizace. Gravitační kanalizace nelze realizovat z důvodu velkých hloubek výkopů při dodržení minimálního sklonu. Výtlačné potrubí povede od čerpací stanice kolem firmy Habako group s.r.o dále přes pole až do Tečovic. Výtlačné potrubí bude řešeno jako HDPE DN 90, přičemž celková délka potrubí je 956 m. V místech křížení s menšími toky nebo v místech s vyšší hladinou podzemní vody bude potrubí opatřeno chráničkou HDPE DN 160. Následně se výtlačné potrubí napojí na také nově vybudovanou stoku PP DN 250 dlouhou 93 m, která gravitačně dopraví odpadní vody do stávající Tečovské stoky DN 300.

5.3.2 Požadavky na čerpací stanici

Musí být schopna při běžném provozu čerpat odpadní vody od 251 EO. Počet ekvivalentních obyvatel se snížil důsledkem toho, že pro firmu Habako group a Slomak nebude možné se napojit, a tak budou nadále využívat svoji vlastní čistírnu. Při dešťových průtocích musí být stanice schopna čerpat průtok $Q_{zřed}=27,61 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$. Požadavek na havarijní rezervu v jímce je 5-10h Q_{24} .

Tab. 5.27 Přítok na čerpací stanici

EO	251	obyvatel
q_{spec}	100	$l \cdot \text{den}^{-1} \cdot \text{os}^{-1}$
Q_{24}	0.29	$l \cdot \text{s}^{-1}$
Q_B	0.09	$l \cdot \text{s}^{-1}$
k_d	1.5	-
$Q_{d,m}$	0.52	$l \cdot \text{s}^{-1}$
k_h	4.8	-
Q_h	2.51	$l \cdot \text{s}^{-1}$
m	10	-
$Q_{\text{zřed}}$	27.61	$l \cdot \text{s}^{-1}$

$$Q_{24,m} = q_{\text{spec}} \cdot \text{EO}$$

kde: $Q_{24,m}$ průměrný denní průtok od obyvatelstva [$l \cdot \text{s}^{-1}$] (5.11)

q_{spec} specifická produkce odpadních vod [$l \cdot \text{den}^{-1} \cdot \text{os}^{-1}$]

EO počet obyvatel

$$Q_B = 0,3 \cdot Q_{24,m}$$

(5.12)

kde: Q_B množství balastních vod [$l \cdot \text{s}^{-1}$]

$$Q_d = Q_{24} \cdot k_d$$

(5.13)

kde Q_{24} průměrný denní průtok odpadních vod [$l \cdot \text{s}^{-1}$]

k_d součinitel denní nerovnoměrnosti pro ČOV [-]

Q_d maximální denní průtok [$l \cdot \text{s}^{-1}$]

$$Q_h = Q_d \cdot k_h$$

(5.14)

kde: $k_{h,max}$ součinitel hodinové nerovnoměrnosti [-]

Q_h maximální hodinový průtok odpadní vody [$l \cdot \text{s}^{-1}$]

$$Q_{\text{zřed}} = Q_h \cdot (m+1)$$

(5.15)

kde m ředící poměr [-]

$Q_{\text{zřed}}$ Přítok na ČOV u jednotní kanalizace [$l \cdot \text{s}^{-1}$]

Součástí čerpací stanice musí být přípojka elektrické energie, příjezdová vozovka a oplocení.

5.3.3 Stavební řešení

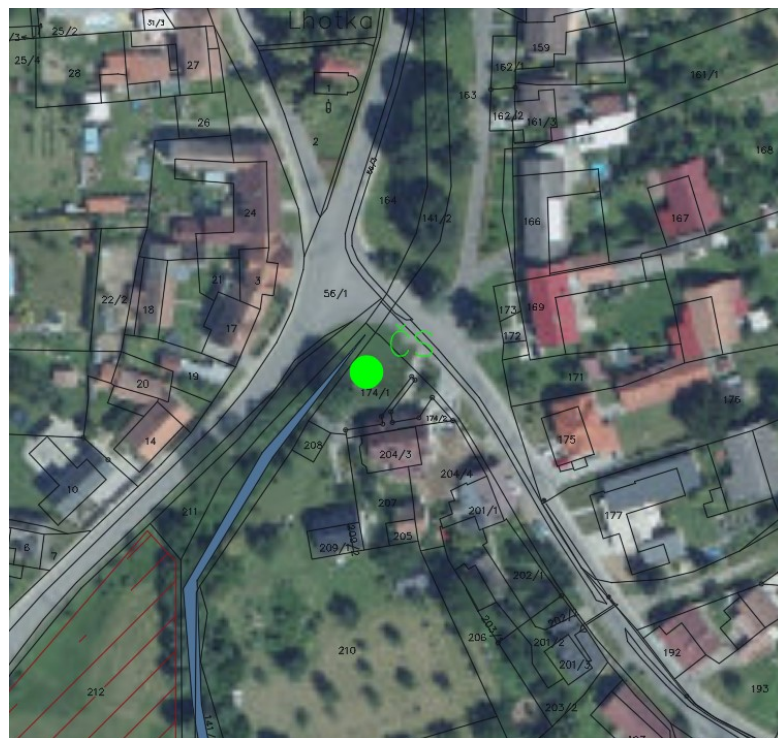
Čerpací stanice

Stavební objekt, jenž je vybaven technologií pro čerpání odpadní vody. Jsou součástí stokového systému a obvykle slouží pro dopravu vody z níže položených míst do výše položených míst gravitačního systému. Nejdůležitějšími parametry pro návrh ČS jsou dopravní výška a průtok [14][15].

Čerpací stanice bude umístěna na obecním pozemku 174/1. konstrukčně se jedná o typovou podzemní čerpací jímku vybavenou dvěma kusy ponorných kalových čerpadel. Součástí dodávky je i typový rozvaděč s elektro-výzbrojí, která umožňuje provoz čerpadel v režimu 1+1. Čerpadla se budou střádat podle počtu provozních hodin. Výhodou 2 čerpadel je nezastavení provozu při poruše čerpadla. Před čerpací jímkou bude zhotovena odlehčovací komora pro odvedení přebytečné vody betonovým potrubím DN 300 do recipientu.

K čerpací stanici se vybuduje asfaltová manipulační plocha 10x4 m, která bude sloužit pro parkování vozidla k čerpací jímce a zároveň i jako příjezd.

Bude nutností připojení čerpací stanice na zdroj elektrické energie. Zhotoví se přípojka nízkého napětí délky 24 m. Kolem objektu čerpací jímky se vybuduje plot ohraničující plochu 20,25 m². Dále bude potřeba v rámci přípravy staveniště odstranění 3 stromů a ocelového stožáru.



Obr. 5.12 Umístění čerpací stanice [34]



Obr. 5.13 Prostor pro umístění ČS

Tab. 5.28 Dotčené pozemky

Katastrální území	Číslo parcely	Číslo LV	Výměra [m ²]	Druh pozemku	vlastník
Lhotka u Zlína	174/1	10001	593	ostatní plocha	Statutární město Zlín, náměstí Míru 12, 76001 Zlín

Výtlačné potrubí

Celé výtlačné potrubí bude vybudováno technologií řízeného protlaku v délce 995 m a je trasováno v nezpevněných plochách. Potrubí je zvoleno po celé délce HDPE 90x8,2 mm. V místě křížení s bezejmenným vodním tokem a na pozemcích p.č. 208 a 210, kde je potrubí v těsné blízkosti Hostišovského potoka, bude potrubí osazeno do chráničky HDPE 160x14,6 mm. Chránička bude použita v celkové délce 100 m. V delších výtlačných řadech může docházet vlivem anaerobního prostředí k zahnívání odpadní vody v potrubí.

Gravitační potrubí

Gravitační potrubí jsem navrhl jako PP 250, které svádí odpadní vodu z výtlačného potrubí a napojuje ji na stávající Tečovskou betonovou stoku DN 300. Je dlouhé 93 m a je trasováno v nezpevněných plochách na obecních pozemcích Tečovic. Konstrukčně bude provedeno v zářezu na podsypu z jemnozrnného písku o vrstvě 0,1 m, jenž je urovnán a zhutněn. Obsyp potrubí je tvořen pískem o velikosti zrna max 20 mm, vrstva tohoto materiálu činí 250 mm. Následně se nanese asi 300 mm vrstva šterku, která se nesmí hutnit. Jako poslední se jáma dosype původní zeminou do požadované výšky a zhutní se.

5.3.4 Investiční náklady

Ve výpočtu ČS jsou uvažovány všechny základní objekty, vybavení technologickým zařízením, příjezdná komunikace, přípojka elektrické energie apod. Je třeba připočíst atypické objekty či pracovní postupy. Technologická část představuje 50 % celkových nákladů. Ceny jsou uvedeny bez DPH [24].

Tab. 5.29 Výpočet investičních nákladů čerpací stanice

Čerpací stanice	m.j.	množství	cena/m.j.	celkem [kč]
Objekt ČS 27.61 l*s ⁻¹	ks	1	1355000	1355000
Řízený protlak HDPE 90	m	956	3000	2868000
Řízený protlak HDPE 160	m	121	4400	532400
Kanalizace PP DN 250 nezp. Povrch	m	93	7680	714240
Odstranění stromů	ks	3	2282	6846
Odstranění ocelového stožáru	ks	1	4950	4950
Projektová příprava	%	5481436	6.24	342 042
Celkem				5 823 478 Kč
Celkem s DPH				7 046 408 Kč

Z důvodu umístění čerpací stanice blíže ke středu vesnice se nám zkrátila celková délka dostavby jednotné kanalizace. To se projeví v mírném snížení investičních nákladů.

Tab. 5.30 Výpočet investičních nákladů jednotné kanalizace

Jednotná kanalizace pro ČS	m.j.	množství	cena/m.j.	celkem [kč]
Kanalizace PVC 250 - nezp. Plochy	m	232.75	7680	1787520
Kanalizace PVC 315 - vozovka	m	71	13500	958500
Kanalizace PVC 315 - nezp. Plochy	m	161.6	8700	1405920
Kanalizace PVC 400 - vozovka	m	8.5	16350	138975
Kanalizace PVC 400 - nezp. Plochy	m	41.3	10900	450170
Protlak ocelové chráničky DN 400	m	33.9	5800	196620
Protlak ocelové chráničky DN 500	m	33.6	8300	278880
Odlehčovací komora	ks	2	140000	280000
Domovní přípojky 5m	ks	15	16000	240000
Projektová příprava	%	5736585	5.68	325838
Výúst	m ³	2.9	15300	44370
Celkem				6 106 793 Kč
Celkem s DPH				7 389 220 Kč

5.3.5 Provozní náklady

Vzniká zde náklad, který je tvořen poplatkem za předání odpadních vod provozovateli sítě ve vedlejší obci. Délku plnění plánu financování obnovy majetku jsem stanovil na 40 let.

Tab. 5.31 Roční provozní náklady čerpací stanice

Čerpací stanice		m.j.	množství	cena/m.j.	celkem [kč]
Materiál	odpadní voda předaná (Malenovická ČOV)	m ³	12858.95	40.77	524259.39
Energie	Elektrická energie	kwh	6570	4.83	31733.1
Mzdy	Hrubá zúčtovací sazba zaměstnance	hod	120	220	26400
Ostatní přímé náklady	opravy	hod	20	400	8000
	Prostředky obnovy infrastrukturního majetku(40let)	-	1	145 586.94 Kč	145586.94

Tab. 5.32 Shrnutí ročních provozních nákladů čerpací stanice

Provozní náklady celkem	735979.4	kč*rok ¹
Náklady po 40 letech	29439177	kč
Náklady po dobu živ. S DPH	35621404	kč
Voda od obyvatelstva	9756	m ³ *rok ¹
Cena stočného bez DPH	75.4	kč*m ³
Cena stočného s DPH	91.3	kč

Tab. 5.33 Roční provozní náklady jednotné kanalizace

Jednotná kanalizace pro ČS		m.j.	množství	cena/m.j.	celkem [kč]
Energie	Elektrická energie	kwh	0	4.83	0
Ostatní přímé náklady	opravy	hod	25	400	10000
	Prostředky obnovy infrastrukturního majetku(45let)	-	1	152 669.83 Kč	152669.83
Provozní náklady	Proplach	ks	0.2	125000	25000
	kontrola	ks	1	50 000	50000

Tab. 5.34 Shrnutí ročních provozních nákladů jednotné kanalizace

Provozní náklady celkem	237669.8	kč*rok ¹
Náklady po dobu životnosti	9506793	kč
Náklady po dobu živ. S DPH	11503220	kč
Voda od obyvatelstva	9756	m ³ *rok ¹
Cena stočného bez DPH	24.4	kč*m ³
Cena stočného s DPH	29.5	kč

5.3.6 Výhody a nevýhody řešení

Výhody

- Velmi nízké investiční náklady
- Bez zápachu z čistírenského zařízení
- Čerpací stanice je umístěna na obecním pozemku
- Je v souladu s PRVK Zlínského kraje

Nevýhody

- Trasa výtlaku vede přes více parcel v soukromém vlastnictví, nastává zde nutnost řešit soukromé vztahy
- Vysoká cena stočného

5.3.7 Výsledná cena varianty 3

Zde je uveden přehledný součet nákladů čerpací stanice a jednotné kanalizace.

Tab. 5.35 Celkové náklady čerpací stanice na jednotné kanalizaci

	ČS	jednotná kanalizace	Celkem
Investiční náklady s DPH	7 046 408 Kč	7 389 220 Kč	14 435 627 Kč
Provozní náklady po 40 let	35 621 404 Kč	11 503 220 Kč	47 124 624 Kč
Výše stočného s DPH [kč/m ³]	91 Kč	29 Kč	121 Kč

6 POROVNÁNÍ VARIANT

Zde je uvedeno srovnání všech tří teoreticky realizovatelných variant pro nakládání s odpadními vodami. První technologické řešení představuje vybudování nové splaškové kanalizace, zaústěnou na balenou čistírnu odpadních vod. Druhou variantou je dobudování jednotné kanalizace, která dopraví odpadní vodu na přírodní čistírnu extenzivního typu. Třetí řešení je v souznění s plánem rozvoje vodovodů a kanalizací ve Zlínském kraji. To znamená vybudování čerpací stanice, která odvádí znečištěnou vodu do kanalizačního systému vedlejší obce. ČS je realizována v kombinaci s dobudováním jednotné kanalizace.

Tab. 6.1 Ekonomické srovnání všech variant

	Balená ČOV+splašková	Přírodní ČOV+jednotná	ČS+jednotná
Investiční náklady s DPH	28 953 456 Kč	19 602 192 Kč	14 435 627 Kč
Provozní náklady po 40 let	29 690 534 Kč	27 780 270 Kč	47 124 624 Kč
Výše stočného s DPH [kč/m ³]	76 Kč	71 Kč	121 Kč

Srovnáním jednotlivých variant z hlediska investiční náročnosti vychází nejhůře balená čistírna na splaškové kanalizaci. Samotná čistírna vychází, co se týče investičních nákladů velice výhodně, avšak vybudování nové splaškové kanalizace je příliš nákladné. Je třeba konstatovat, že tohle řešení je velice spolehlivé a mělo by dlouhodobou životnost právě z důvodu kompletně nového systému. Na variantu lze sjednat dotaci, která by mohla z velké části výstavbu zafinancovat. Pokud se zastupitelstvo rozhodne být vlastníkem i provozovatelem vodohospodářské infrastruktury cena stočného se bude pohybovat kolem 76 kč*m⁻³.

Přírodní ČOV na jednotné kanalizaci z ekonomického hlediska vychází nejlépe. Je to dáno především nízkými investičními náklady na dobudování jednotné kanalizace. Bude ve velké míře využito stávajících stok jednotné kanalizace, což minimalizuje finanční náročnost realizace. Velkou výhodou vidím v tom, že domácnosti jsou na stoce z větší části již napojeny, a tak majitelé nebudou muset z vlastních prostředků kopat novou přípojku. Přírodní ČOV jsou spojeny s nízkou nebo žádnou náročností na energii a snadnou obsluhou. Jako u předchozí varianty i zde je možnost získání dotace. Nevýhodou je poměrně blízké umístění ČOV k okolní zástavbě (90 m). Pro stávající jednotnou kanalizaci je třeba v blízké době provést monitoring, na základě kterého se stanoví skutečný technický stav sítě. Je třeba si uvědomit, že v případě nevyhovujícího rozsahu opotřebení stoky se zvolí způsob obnovy kanalizace, což by znamenalo nutnost další investice. Stávající stoková síť bude muset být dříve nebo později renovována. Výše stočného při vzorném plnění plánu financování obnovy a při samostatném provozování vodohospodářské infrastruktury byla stanovena na 71 kč*m⁻³. Při svěřením majetku do rukou provozovatele by se mohlo stočné spíše zvýšit.

Z pohledu pořizovací ceny vychází nejvýhodněji technické řešení, kdy se odpadní vody z jednotné kanalizace budou čerpat pomocí výtlačného potrubí do sousední obce. Negativem je trasování výtlačku přes větší počet soukromých pozemků. To může vést k problémům při schvalování stavby. Největší nevýhodou řešení jsou opravdu vysoké provozní náklady. Je to dáno tím, že mimo obvyklé náklady na provoz se navíc platí i poplatek za napojení na Malenovickou ČOV 40,77 Kč·m⁻³ odpadní vody. To se hodně odrazilo i na ceně stočného, která činí 121 Kč, což je téměř neakceptovatelné. Teoreticky by se výše stočného dala snížit tak, že by zastupitelstvo svěřilo svou infrastrukturu stejnému provozovateli, který provozuje i Malenovickou ČOV. Výše stočného v tomto případě lze jen těžko odhadnout.

7 ZÁVĚR

Hlavním cílem této bakalářské práce bylo zpracování variantní studie odkanalizování v lokalitě Lhotka.

V úvodu práce jsem se snažil seznámit čtenáře s posuzovaným územím. Zaměřil jsem se zejména na stávající stav odkanalizování a jeho důsledky. Dále bylo mou snahou shrnout veškeré položky, které mají vliv na výši provozních nákladů a tím pádem i výši stočného. Dle mého názoru by měl být starosta obce, pro kterého je studie většinou zpracovávána, seznámen se všemi položkami provozních nákladů, aby si udělal představu, co vše provoz takového majetku obnáší. Zvláště pak jestli si chce obec provozovat ČOV a kanalizaci sama. Nechybí ani představení dotačních možností, kterých může být využito pro pokrytí části investičních nákladů.

V další části práce jsem se zabýval návrhem vhodného stokového systému. Jedním z řešení je dobudování jednotné kanalizace, které disponuje nízkými investičními náklady, avšak nová bude pouze část kanalizace, a tak je třeba počítat v budoucnu s renovací staré části kanalizace. Druhou možností je vybudování nové splaškové kanalizace s využitím stávající jednotné kanalizace na dešťové vody. Tahle varianta má podstatně vyšší investiční náklady, ale díky kompletně novému systému bude mít stoková síť dlouhý a bezproblémový provoz.

Po stokovém systému přišel na řadu výběr čistírenského zařízení. Nejdříve jsem porovnal 3 typy mechanicko-biologických ČOV na splaškové kanalizaci, ze kterých vzešla nejvýhodněji balená čistírna odpadních vod. Poté jsem navrhl přírodní ČOV, kterou jsem zvolil v kombinaci s jednotnou kanalizací. Jako poslední variantu jsem posoudil návrh dle PRVKZK. Jednalo se o variantu, kdy se odpadní vody z jednotné kanalizace čerpací stanicí odčerpávaly přes výtlačné potrubí do stokového systému ve vedlejší obci.

Každé z řešení má své výhody a nevýhody, žádná z uvedených variant jasně nepřevyšuje ostatní. Osobně bych se nejvíce přikláněl k variantě 2 – Přírodní ČOV na jednotné stokové síti. Je to z pohledu celkové kombinace finanční náročnosti, snadné údržby ČOV a vysoké účinnosti. Nevylučoval bych ani variantu 3 – čerpací stanice na jednotné kanalizaci (PRVKZK). Vyniká nejnižší pořizovací cenou, naráží však na značná úskalí v provozu vodohospodářské infrastruktury a ceně stočného. Při ujednání podmínek s provozovatelem ČOV Malenovice, by se výše stočného teoreticky mohla pohybovat již v rozumných hodnotách.

Studie může sloužit jako objektivní podklad pro výběr správné varianty, v případě, že by se místní část Lhotka pustila do realizace nového systému odkanalizování. V příloze práce jsou zpracována přehledná schémata jednotlivých variant.

8 POUŽITÁ LITERATURA

- [1] OFICIÁLNÍ STRÁNKY STATUTÁRNÍHO MĚSTA ZLÍNA [online]. Zlín [cit. 2021-3-6]. Dostupné z: <https://www.zlin.eu/lhotka-a-chlum-cl-1146.html>
- [2] HLAVÍNEK, CSC., Doc.Ing. Petr, Doc. Ing. Jan MIČÍN, CSC., Ing. Petr PRAX, PH.D, Ing. Petr HLUŠTÍK a Radim MIFEK. Stokování a čištění odpadních vod: Modul 2 Čištění odpadních vod. 2006. Brno.
- [3] PRVKZK kanalizace [online]. [cit. 2021-3-6]. Dostupné z: https://geoportal.kr-zlinsky.cz/prvkuk_k/
- [4] JÁGLOVÁ, Ing. Veronika, Mgr. Martin ŠNAJDR a a spol. Zneškodňování odpadních vod v obcích do 2 000 ekvivalentních obyvatel [online]. Odbor ochrany vod ministerstva životního prostředí, březen 2009 [cit. 2021-3-7]. Dostupné z: [https://www.mzp.cz/web/edice.nsf/0989B086A5D140A7C1257589003ACE96/\\$file/Metodicka%20prirucka_zneskodnovani%20odpadnich%20vod.pdf](https://www.mzp.cz/web/edice.nsf/0989B086A5D140A7C1257589003ACE96/$file/Metodicka%20prirucka_zneskodnovani%20odpadnich%20vod.pdf)
- [5] KRIŠKA, PH.D., Ing. Michal a Ing. Miroslava NĚMCOVÁ. Kořenové čistírny odpadních vod. Vysoké učení technické v Brně, 2015.
- [6] Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky (AOPK ČR) [online]. [cit. 2021-5-26]. Dostupné z: aopker.maps.arcgis.com
- [7] HYDROEKOLOGICKÝ INFORMAČNÍ SYSTÉM VÚV TGM [online]. [cit. 2021-5-26]. Dostupné z: <https://heis.vuv.cz/data/webmap/>
- [8] HYDROEKOLOGICKÝ INFORMAČNÍ SYSTÉM VÚV TGM [online]. [cit. 2021-5-26]. Dostupné z: <https://heis.vuv.cz/data/webmap/datovesady/ISVS/CitliveOblasti/>
- [9] KŘÍŽ, Bc. Miloslav. TECHNICKO-EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ VYBRANÝCH TECHNOLOGIÍ ČOV DO 2.000 EO. Brno, 2017. Diplomová práce. VUT Brno. Vedoucí práce Prof. Ing. PETR HLAVÍNEK, CSc., MBA.
- [10] PŘECECHTĚL, Ing. Karel. OBEC PLÍSKOV Variantní studie odkanalizování. Brno, 2019.
- [11] VACULÍKOVÁ, MBA, Ing. Miroslava. DESATERO správného provozovatele či vlastníka vodohospodářské infrastruktury. Brno, 2019.
- [12] Základní informace pro poplatníky za vypouštění odpadních vod do vod povrchových [online]. Státní fond životního prostředí České Republiky [cit. 2021-5-27]. Dostupné z: https://www.sfzp.cz/wp-content/uploads/2019/07/190502_vn%C4%9Bj%C5%A1%C3%AD-metodika-OV.pdf
- [13] PRVKZK kanalizace [online]. [cit. 2021-3-6]. Dostupné z: https://geoportal.kr-zlinsky.cz/prvkuk_k/
- [14] RÓSSOVÁ, Markéta. ČERPACÍ STANICE NA STOKOVÉ SÍTI. Brno, 2017. Bakalářská práce. VUT Brno. Vedoucí práce Ing. PETR HLUŠTÍK, Ph.D.
- [15] TECHNICKÝ STANDARD VODOHOSPODÁŘSKÝCH STAVEB: v působnosti vlastníka infrastruktury, společnosti Vodárny Kladno – Mělník, a.s. (VKM) a provozovatele, společnosti Středočeské vodárny, a.s. (SV). 2018.
- [16] PRCHAL, Ing. Karel. STUDIE ODKANALIZOVÁNÍ A ČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD V OBCI KOZMICE. Praha: Solicite, 2018.

- [17] Malé obce a odkanalizování [online]. 2020 [cit. 2021-5-27]. Dostupné z: <https://www.komunalniekologie.cz/info/male-obce-a-odkanalizovani>
- [18] Alternativní způsoby zneškodňování odpadních vod [online]. 2002 [cit. 2021-5-27]. Dostupné z: <https://www.moderniobec.cz/alternativni-zpusoby-zneskodnovani-odpadnich-vod/>
- [19] MONOBLOK – T [online]. 2021 [cit. 2021-5-27]. Dostupné z: <https://www.topolwater.eu/produkty/obecni-cov/monoblok-t/>
- [20] PRŮMĚRNÉ CENY DOPRAVNÍ A TECHNICKÉ INFRASTRUKTURY OBCÍ Aktualizace 2019. Brno: Ministerstvo pro místní rozvoj. ISBN 978 -80 -7538 -229 - 0.
- [21] Balené čistírny odpadních vod [online]. 2018 [cit. 2021-5-27]. Dostupné z: <http://www.sekerka.biznysweb.cz/cz/cistirny-odpadnich-vod/balene-cistirny-odpadnich-vod/>
- [22] ČISTÍRNY ODPADNÍCH VOD AS-VARIOCOMP N (30-300 EO) [online]. ASIO, 2018 [cit. 2021-5-27]. Dostupné z: <https://www.asio.cz/cz/as-variocomp-n-30-300-eo>
- [23] ČLENĚNÍ NÁKLADOVÝCH POLOŽEK, JEJICH OBSAH, OBJEMOVÉ A MNOŽSTEVNÍ POLOŽKY PŘI VÝPOČTU CENY PRO VODNÉ A STOČNÉ [online]. eAGRI [cit. 2021-5-27]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/tematicky-prehled/101322151.html>
- [24] Metodický pokyn pro orientační ukazatele výpočtu pořizovací (aktualizované) ceny objektů do Vybraných údajů majetkové evidence vodovodů a kanalizací, pro Plány rozvoje vodovodů a kanalizací a pro Plány financování obnovy vodovodů a kanalizac. eAGRI, 2020.
- [25] CHALOUPKA, Ondřej. KONCEPCE ŘEŠENÍ ČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD V OBCI TŘEBEŠOV. Brno, 2017. Bakalářská práce. VUT Brno. Vedoucí práce Ing. MICHAL KRIŠKA, Ph.D.
- [26] Vegetační kořenové čistírny [online]. TZB-info, 2013 [cit. 2021-5-27]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/likvidace-odpadnich-vod/10058-vegetacni-korenove-cistirny>
- [27] Variantní studie čištění odpadních vod z obce Řendějov [online]. ProVenkov [cit. 2021-5-27]. Dostupné z: <http://rendejev.kh.cz/documents/1503048933.pdf>
- [28] TECHNOLOGIE POKLÁDKY KANALIZAČNÍCH POTRUBÍ [online]. Plastica Pipes [cit. 2021-5-27]. Dostupné z: <http://plastikapipes.cz/wp-content/uploads/2019/05/Technologie-pokladky-kanal.-potr.-2019web.pdf>
- [29] Klimatické oblasti dle Evžena Quitta (1971) [online]. Moravské-karpaty.cz [cit. 2021-5-27]. Dostupné z: <http://moravske-karpaty.cz/prirodni-pomery/klima/klimaticke-oblasti-dle-e-quitta-1971/>
- [30] PODPORA VÝSTAVBY A TECHNICKÉHO ZHODNOCENÍ INFRASTRUKTURY VODOVODŮ A KANALIZACÍ II [online]. [cit. 2021-5-27]. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/file/529976/Pravidla_129_300__2._zmena_final_vc_priloha.pdf
- [31] Operační program Životní prostředí [online]. 2020 [cit. 2021-5-27]. Dostupné z: <https://www.opzp.cz/opzp-2021-2027/>

- [32] DUNAJSKÝ, PH.D., Ing. Michal Křiška. Variantní řešení nakládání s odpadními vodami Studie Býkovice. Brno: ConWe s.r.o, 2020. Začátek formuláře
- [32] Technologie vertikálních filtrů s vegetací pro čištění odpadních vod [online]. TZB-info, 2020 [cit. 2021-5-27]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/likvidace-odpadnich-vod/21197-technologie-vertikalnich-filtru-s-vegetaci-pro-cistení-odpadnich-vod>
- [34] AutoCAD 2021
- [35] ArcMap 10.8
- [36] HYDROEKOLOGICKÝ INFORMAČNÍ SYSTÉM VÚV TGM [online]. [cit. 2021-5-26]. Dostupné z: <https://heis.vuv.cz/data/webmap/>
- [37] Technologie vertikálních filtrů s vegetací pro čištění odpadních vod [online]. VEGAspol, 2020 [cit. 2021-5-27]. Dostupné z: Obec Perná ČISTÍRNA ODPADNÍCH VOD A KANALIZACE Více zde: <http://www.cistirna-odpadnich-vod.cz/products/obec-perna-cistirna-odpadnich-vod-a-kanalizace/>
- [38] Obec Perná ČISTÍRNA ODPADNÍCH VOD A KANALIZACE [online]. VEGAspol, 2020 [cit. 2021-5-27]. Dostupné z: <http://www.cistirna-odpadnich-vod.cz/products/obec-perna-cistirna-odpadnich-vod-a-kanalizace/>

SEZNAM TABULEK

Tab. 2.1 Klimatická charakteristika oblasti MT7.....	13
Tab. 2.2 Emisní standardy do 500 EO dle NV 61/2003.....	16
Tab. 3.1 Limity zpoplatnění a sazby pro výpočet dílčího poplatku za znečištění.....	21
Tab. 4.1 Délky a profily stávajících stok	27
Tab. 4.2 Délky a profily stok jednotné kanalizace.....	31
Tab. 4.3 Tabulka vstupních hodnot.....	32
Tab. 4.4 Posouzení kapacity stok jednotné kanalizace	33
Tab. 4.5 Rozměry a materiál chrániček.....	35
Tab. 4.6 Výpočet investičních nákladů jednotní kanalizace	36
Tab. 4.7 Výpočet ročních provozních nákladů	36
Tab. 4.8 Shrnutí provozních nákladů	36
Tab. 4.9 Přehled stok na splaškové kanalizaci	38
Tab. 4.10 Vstupní hodnoty	39
Tab. 4.11 Posouzení kapacity stok na splaškové kanalizaci	39
Tab. 4.12 Rozměry a materiál chrániček.....	40
Tab. 4.13 Výpočet investičních nákladů splaškové kanalizace	40
Tab. 4.14 Výpočet ročních provozních nákladů	41
Tab. 4.15 Shrnutí provozních nákladů	41
Tab. 5.1 Stanovení počtu EO	43
Tab. 5.2 Stanovení přítoků, vstupních koncentrací a účinnosti ČOV	44
Tab. 5.3 Dotčené pozemky.....	46
Tab. 5.4 Výpočet investičních nákladů ČOV.....	49
Tab. 5.5 Výpočet ročních provozních nákladů	50
Tab. 5.6 Shrnutí provozních nákladů	50
Tab. 5.7 Výpočet investičních nákladů	54
Tab. 5.8 Výpočet ročních provozních nákladů	55
Tab. 5.9 Shrnutí provozních nákladů	55
Tab. 5.10 Výpočet investičních nákladů	59
Tab. 5.11 Výpočet ročních provozních nákladů	59
Tab. 5.12 Shrnutí provozních nákladů	60
Tab. 5.13 Porovnání mechanicko-biologických ČOV	61
Tab. 5.14 Balená ČOV na splaškové kanalizaci	61
Tab. 5.15 Přítoky na ČOV.....	62

Tab. 5.16	Koncentrace znečištění odpadní vody na přítoku	63
Tab. 5.17	Emisní standardy do 500 EO	63
Tab. 5.18	Dotčené pozemky	64
Tab. 5.19	Výpočet objemu septiku.....	67
Tab. 5.20	Vrstvy vertikálního filtru	68
Tab. 5.21	Návrh plochy vertikálního filtračního pole.....	69
Tab. 5.22	Filtrační pole	69
Tab. 5.23	Výpočet investičních nákladů	71
Tab. 5.24	Výpočet ročních provozních nákladů	72
Tab. 5.25	Shrnutí provozních nákladů	72
Tab. 5.26	Celkové náklady přírodní ČOV na jednotné kanalizaci.....	73
Tab. 5.27	Přítok na čerpací stanici	75
Tab. 5.28	Dotčené pozemky.....	77
Tab. 5.29	Výpočet investičních nákladů čerpací stanice	78
Tab. 5.30	Výpočet investičních nákladů jednotné kanalizace	78
Tab. 5.31	Roční provozní náklady čerpací stanice.....	79
Tab. 5.32	Shrnutí ročních provozních nákladů čerpací stanice.....	79
Tab. 5.33	Roční provozní náklady jednotné kanalizace.....	79
Tab. 5.34	Shrnutí ročních provozních nákladů jednotné kanalizace.....	79
Tab. 5.35	Celkové náklady čerpací stanice na jednotné kanalizaci	80
Tab. 6.1	Ekonomické srovnání všech variant	81

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 2.1 Situace širších vztahů [35]	11
Obr. 2.2 Zájmové území [35]	11
Obr. 2.3 Vodní toky [7]	12
Obr. 2.4 Schéma řešení dle PRVK [3]	17
Obr. 4.1 Zatrubněný recipient	27
Obr. 4.2 Technický stav stoky A	28
Obr. 4.3 Technický stav stoky B	29
Obr. 4.4 Technický stav stoky C	29
Obr. 5.1 Umístění mechanicko-biologické ČOV [34]	45
Obr. 5.2 Prostor pro umístění ČOV	46
Obr. 5.3 Klasická komunální ČOV v obci Perná [37]	48
Obr. 5.4 Technologické schéma ČOV systému SBR [19]	52
Obr. 5.5 Výstavba MONOBLOK-T [38]	53
Obr. 5.6 Balená čistírna 2x100 EO [21]	56
Obr. 5.7 Technologické schéma AS-VARIOcomp N [22]	57
Obr. 5.8 ČOV AS-VARIOcomp 1500N [22]	57
Obr. 5.9 Umístění přírodní ČOV [34]	64
Obr. 5.10 Schéma Přírodní ČOV [27]	65
Obr. 5.11 Vertikální filtr [33]	69
Obr. 5.12 Umístění čerpací stanice [34]	76
Obr. 5.13 Prostor pro umístění ČS	77

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

BSK ₅	Biochemická spotřeba kyslíku
ČS	Čerpací stanice
ČSN	Česká státní norma
ČOV	Čistírna odpadních vod
DPH	Daň z přidané hodnoty
EO	Ekvivalentní obyvatel
CHKO	Chráněná krajinná oblast
CHSK	Chemická spotřeba kyslíku
IDVT	Identifikace vodního toku
MZe	Ministerstvo zemědělství
NV	Nařízení vlády
PE	Polyethylen
HD-PE	Vysokohustotní polyethylen
PRVKÚK	Plán rozvoje vodovodů a kanalizací územních celků
PRVKZK	Plán rozvoje vodovodů a kanalizací Zlínského kraje
PVC	Polyvinylchlorid
SN	Kruhová tuhost
TNV	Technické normy vodního hospodářství
VO	Výustní objekt
VUT	Vysoké učení technické

SEZNAM PŘÍLOH

Výkres č.1 - Schéma stávajícího stavu stokové sítě 1:2500

Výkres č.2 - Schéma Varianty 1 1:2500

Výkres č.3 - Schéma Varianty 2 1:2500

Výkres č.4-1 - Schéma Varianty 3 1:2500

Výkres č.4-2 - Schéma Varianty 3 1:2500