

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta životního prostředí

**Katedra vodního hospodářství a environmentálního
modelování**



Návrh odkanalizování obcí Nahořany, Doubravice, Lhota

**Proposal of sewerage in the village of Nahořany, Doubravice,
Lhota**

Diplomová práce

Vedoucí práce: Ing. Petra Sychová, Ph.D.

Diplomant: Bc. Jan Morysek

2021

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Jan Morysek

Krajinné inženýrství
Voda v krajině

Název práce

Návrh odkanalizování obcí Nahořany, Doubravice, Lhota

Název anglicky

Proposal of sewerage in the village of Nahořany, Doubravice, Lhota

Cíle práce

Předmětem diplomové práce je shromáždění informací o současném stavu odkanalizování splaškových vod v malých obcích v ČR.

Hlavním cílem práce je pak návrh odkanalizování splaškových vod obcí Nahořany, Doubravice a Lhota ve třech variantách. První variantou je osazení DČOV a čerpání mimo povodí vodní nádrže Rozkoš. Druhou variantou je výstavba centrálního systému splaškové kanalizace a centrální ČOV. Třetí variantou je výstavba centrální tlakové kanalizace OV do kanalizační sítě Nového Města nad Metují.

Metodika

- vypracování literární rešerše ke studované problematice
- charakteristika tří variant odkanalizování
- vyhodnocení proveditelnosti a provozovatelnosti tří variant odkanalizování obcí
- vyhodnocení finanční náročnosti všech variant

Doporučený rozsah práce

Dle metodických pokynů pro zpracování DP

Klíčová slova

kanalizace, čerpání, splašková voda, nakládání s odpadními vodami

Doporučené zdroje informací

ČSN 75 6101, 2012: Stokové sítě a kanalizační přípojky, Úřad pro technickou normalizaci, Praha.

HASÍK O., 2007: Stavby vodovodů a kanalizací, Ostrava, 116 s.

CHEREMISINOFF N. P., 2002: Handbook of water and wastewater treatment technologies. Amsterdam: Elsevier, 636 s.

NOVÁK J. a kol., 2003: Příručka provozovatele stokové sítě. Líbeznice u Prahy: Medim, 156 s.

Předběžný termín obhajoby

2020/21 LS – FŽP

Vedoucí práce

Ing. Petra Sychová, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

Elektronicky schváleno dne 2. 3. 2021

prof. Ing. Martin Hanel, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 3. 3. 2021

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 11. 03. 2021

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma: Návrh odkanalizování obcí Nahořany, Doubravice, Lhota vypracoval samostatně a citoval jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použil a které jsem rovněž uvedl na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

Jsem si vědom, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

Jsem si vědom, že odevzdáním diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby. Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V Praze dne 29. 3. 2021

Bc. Jan Morysek

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucí mé diplomové práce Ing. Petře Sychové, Ph.D. za poskytnutí cenných informací, rad a podkladů, díky kterým jsem byl schopen tuto práci vyhotovit. Dále bych chtěl poděkovat pracovníkům projekční firmy Aquaprocon Praha, s.r.o. za poskytnuté informace. V neposlední řadě bych chtěl poděkovat své rodině za podporu po celou dobu mého magisterského studia a všem, kteří se mnou tímto obdobím procházeli.

Návrh odkanalizování obcí Nahořany, Doubravice, Lhota

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá odkanalizováním splaškových vod v malých obcích Nahořany, Doubravice a Lhota. V první části se práce zaměřuje na zkompletování a zpracování dostupných zdrojů, informací a podkladů, které se týkají problematiky splaškové a dešťové kanalizace, znečištění vod, přečištění splaškových vod, DČOV a centrálních ČOV. Z teoretické části se následně vychází v praktické části návrhu.

Praktická část popisuje a srovnává 3 varianty odkanalizování obcí Nahořany, Doubravice a Lhota. V první variantě se řeší osazení domovních ČOV, domovních čerpacích jímek a svedení přečištěných vod do Nahořanského potoka. Druhá varianta představuje centrální čištění splaškových vod, které budou svedeny do centrální ČOV gravitační a tlakovou kanalizací. Ve třetí variantě je řešeno centrální odkanalizování splaškových vod pomocí gravitační a tlakové kanalizace s napojením na gravitační kanalizaci Nového Města nad Metují.

V závěru práce jsou všechny varianty zhodnoceny z pohledu náročnosti výstavby, finanční náročnosti a efektivního hospodaření.

Klíčová slova: čerpání, splašková kanalizace, splašková voda

Proposal of sewerage in the village of Nahořany, Doubravice, Lhota

Abstract

This diploma thesis is focused on sewerage of wastewater in small villages Nahořany, Doubravice and Lhota. In the first part, the project deals with the assembly and processing of all available resources, information and documents related to the issues of sewage and rainwater drainage, water pollution, sewage treatment, wastewater treatment plant and central WWTP. The following practical part of design is based on this theoretical part.

The practical section describes and compares 3 variants of sewerage of the villages named Nahořany, Doubravice and Lhota. The first choice deals with the installation of domestic WWTPs, domestic pumping sumps and the discharge of treated water into the Nahořanský stream. The second variant is solved as the central sewage treatment. The water is drained into the central WWTP by gravity and pressure sewerage. In the third variant, the central sewerage of sewage water is solved by means of gravity and pressure sewerage with connection to the gravity sewerage of the city Nové Město nad Metují.

At the end of the work are evaluated all options from the point of view of construction complexity, financial complexity and efficient management.

Keywords: sewage, water pumping, waste water

Použité zkratky

BSK ₅	5-denní biochemická spotřeba kyslíku
ČOV	Čistírna odpadních vod
ČS	Čerpací stanice
DČOV	Domovní čistírna odpadních vod
DČS	Domovní čerpací stanice
DN	jmenovitá světlost potrubí
EO	Ekvivalentní obyvatel
HMZ	Hlavní meliorační zařízení
CHOPAV	Chráněná oblast přirozené akumulace vod
CHSK	Chemická spotřeba kyslíku
N _{celk}	Celkový dusík
NL	Nerozpuštěné látky
NPV	Čistá současná hodnota (Net Present Value)
NP ŽP	Národní program životní prostředí
LČOV	Lokální čistírna odpadních vod
OV	Odpadní vody
P _{celk}	Celkový fosfor
PRVK HK	Plán rozvoje vodovodů a kanalizací Královéhradeckého kraje
Q ₁₀₀	N-letý průtok - maximální průtok, který je dlouhodobě dosažen nebo překročen jednou za 100 let
Q ₃₅₅	M-denní průtok - průtok dosažený nebo překročený 355 dní v roce
q _{spec}	Specifická produkce odpadních vod
SFŽP	Státní fond životního prostředí
UN	Uznatelné náklady
VKP	Významný krajinný prvek
ZVHS	Zemědělská vodohospodářská správa

Obsah

1 Úvod.....	1
2 Cíle práce	3
3 Literární rešerše	4
3.1 Druhy odpadních vod	4
3.2 Systavy kanalizačních stok	5
3.2.1 Jednotná kanalizační soustava	5
3.2.2 Oddílná kanalizační soustava.....	6
3.2.3 Kombinovaná kanalizační soustava.....	7
3.3 Technické řešení stokových systémů	7
3.3.1 Gravitační stokový systém.....	8
3.3.2 Tlakový stokový systém	8
3.3.3 Podtlakový stokový systém	8
3.3.4 Pneumatický stokový systém.....	9
3.4 Používané materiály potrubí	9
3.5 Ukládání stokových sítí.....	11
3.6 Ochrana stokových sítí	12
3.7 Způsoby čištění odpadních vod.....	12
3.7.1 Mechanické čištění	13
3.7.2 Biologické čištění	13
3.7.3 Chemické čištění.....	13
3.8 Čistírny odpadních vod	14
3.8.1 Centrální čistírny odpadních vod.....	14
3.8.2 Domovní čistírny odpadních vod.....	15
3.9 Nakládání s čistírenskými kaly	16
3.10 Vztah spotřebitele a provozovatele kanalizační sítě	18
3.10.1 Cena stočného	18
4 Metodika	19
5 Popis řešené lokality.....	21
5.1 Popis zájmového území.....	22
5.1.1 Obec Nahořany	22
5.1.2 Obec Doubravice	22
5.1.3 Obec Lhota.....	23
5.2 Současný stav	24
5.2.1 Environmentální prvky	24
5.2.2 Zásobování vodou.....	25
5.2.3 Stávající odkanalizování objektů	26

6	Výsledky	28
6.1	Technické řešení návrhu	28
6.1.1	Varianta I	28
6.1.2	Varianta II	30
6.1.3	Varianta III.....	31
6.2	Investiční náklady	33
6.2.1	Varianta I	33
6.2.2	Varianta II	33
6.2.3	Varianta III.....	34
7	Diskuze	36
8	Závěr.....	39
9	Přehled literatury a použitých zdrojů	41
10	Seznam obrázků	44
11	Seznam tabulek	44
12	Příloha	45

1 Úvod

Na vodě jsou závislé všechny organismy na Zemi. Není důležitější složky pro život než voda, proto musí být udržení čistoty a použitelnosti vody prioritou. To, že máme neustálý přísun čisté vody je pro většinu lidí samozřejmostí, ale jsou místa, kde mají s dostatečnou kapacitou čisté vody problémy. Není tedy možné vypouštět špinavou vodu a další znečištění do povrchových a podzemních vod. Toto téma také řeší Evropský parlament a Rada základním právním předpisem směrnice 2000/60/ES z 23. října 2000 pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky členských států. Důležitým sdělením této směrnice je, že k vodě nebude přistupováno jako ke komerčnímu produktu, ale bude střežena a bude s ní nakládáno jako s dědictvím. Ochrana povrchových vod v České republice je dána vodním zákonem č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů. Ochrana podzemních vod je dána nařízením vlády č. 57/2016 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění odpadních vod a náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod podzemních (MŽP, 2020a).

Velká část populace si zvykla, že po použití toalety, sprchy, bazénu či dalších každodenních potřeb odteče špinavá voda odpadem a my ji již nevidíme. Tato voda odteče do domovní nebo centrální čistírny odpadních vod, což je nejlepší varianta, a po přečištění je její část dále vrácena do oběhu vypuštěním do recipientu. Horší variantou jsou septiky, které většina lidí správně neprovozuje a ani neví, kde se na soukromém pozemku nacházejí. Tato varianta přečištění byla dříve hojně používána a nyní se od ní začíná ustupovat. Voda ze septiku dále pokračuje do kanalizace a následně do vodního toku. Nejhorší variantou je systém, kdy odpadní vody odtékají tzv. natvrdo. Nedochází k žádnému přečištění a veškeré znečištění je neřízeně vypouštěno do životního prostředí. Tato varianta je využívána hlavně v řídko osídlených oblastech. Fenomémem určité doby bylo zkolaudování nepropustné jímký na vyvážení a následné provrtání jejího dna a stěn, aby docházelo k infiltraci znečištěné vody do vod podzemních a provozovatel jímký ji nemusel vyvážet nebo ji nemusel vyvážet často.

V řešených obcích Nahořany, Doubravice a Lhota jsou odpadní vody čištěny u každého majitele nemovitosti a dále svedeny kanalizací s dešťovými vodami do vodní nádrže Rozkoš. Vodní nádrž Rozkoš je osmá největší nádrž v České republice. Tato nádrž je často nazývána „Východočeské moře“. Využití tohoto povrchového zdroje slouží k rekreačním a sportovním

účelům. Na mnoha místech vytéká znečištěná voda v blízkosti koupacích ploch. Není možné do této nádrže vypouštět znečištěné vody a kontaminovat takto významný povrchový zdroj vody. To je důvod, proč vodoprávní úřad již zmíněným třem obcím nehodlá prodloužit lhůtu vypouštění odpadních vod do nádrže, a obce jsou nuceny řešit jinou variantu odkanalizování.

2 Cíle práce

Tato diplomová práce si klade za cíl sumarizovat teoretické informace o problematice odpadních vod v literární rešerši a na tomto základě v praktické části navrhnout tři varianty odkanalizování tří obcí. První z variant uvažuje návrh osazení domovních čistíren odpadních vod (DČOV) a čerpání mimo povodí vodní nádrže Rozkoš. Druhou variantou je návrh výstavby centrálního systému splaškové kanalizace a centrální čistírny odpadních vod (ČOV). Variantou třetí je výstavba centrální tlakové kanalizace odpadních vod (OV) do kanalizační sítě Nového Města nad Metují. Cílem práce je porovnání všech variant a vyhodnocení jejich ekonomického i provozně efektivního řešení.

3 Literární rešerše

3.1 Druhy odpadních vod

Zákon č. 254/2001 Sb. v § 38, odst. 1 udává, že odpadní vody jsou vody použité v obytných, průmyslových, zemědělských, zdravotnických a jiných stavbách, zařízeních nebo dopravních prostředcích, pokud mají po použití změněnou jakost (složení nebo teplotu) a jejich směsi se srážkovými vodami, jakož i jiné vody z těchto staveb, zařízení nebo dopravních prostředků odtékající, pokud mohou ohrozit jakost povrchových nebo podzemních vod. Odpadní vody jsou i průsakové vody vznikající při provozování skládek a odkališť nebo během následné péče o ně, s výjimkou vod, které jsou zpětně využívány pro vlastní potřebu organizace, a vod, které odtékají do vod důlních.

Podle Hlavínka a kol. (2001) jsou druhy OV rozděleny na průmyslové, splaškové, srážkové, podzemní, odpadní ze zemědělské výroby, infekční a ostatní.

PRŮMYSLOVÉ OV – nebo také vody technologické či chladicí. Vznikají ve výrobních procesech. Kvalita těchto vod je proměnlivá a velice rozmanitá. Jejich množství je kolísavé, dle technologie a kvality výroby. U průmyslových odpadních vod je možné odvádění a čištění spolu s vodami splaškovými, jen pokud průmyslové odpadní vody neohrožují charakterem technický stav a provoz stokové sítě a neovlivňují negativně biologické a chemické procesy čištění na centrální ČOV (Butler a Davies, 2011).

SPLAŠKOVÉ OV – vznikají v obytných částech, hygienických zařízeních a průmyslových či zemědělských provozovnách. Kvalita je většinou ustálená, převažují zde organické nečistoty nad anorganickými. Znečištění je ve formě hrubě rozptýlené, usaditelné až neusaditelné, rozpuštěné a nerozpuštěné. U splaškových vod je čištění možné běžnými biologicko-mechanickými postupy.

SRÁŽKOVÉ – vznikají ze srážek. Velké množství těchto vod je znatelné na jaře, kdy dochází k tání sněhu a ledu. Do stokových sítí se dostávají pomocí domovních přípojek a vpustí v ulicích či dvorech. Množství je závislé na intenzitě a délce trvání srážek a morfologii terénu

odvodňované oblasti. Jako první z povrchu odtékají nejvíce znečištěné vody s vysokým obsahem anorganických a organických nečistot.

PODZEMNÍ – patřící do kategorie balastních či neznečištěných vod. Ve splaškových sítích jsou nežádoucí, protože zvyšují průtok vod odpadních. Negativně ochlazují procesy biologického čištění na ČOV. Problémové jsou zejména u nekvalitně provedených či starších stokových sítí.

OV ZE ZEMĚDĚLSKÉ VÝROBY – vznikají v zemědělských provozovnách na úseku přípravy krmiv, chlévů, místností ke zpracování mléka apod.

INFEKČNÍ – vznikají v nemocnicích, sanatoriích, léčebnách, laboratořích, kafileriích a výrobnách očkovacích látek. Obsahují velké množství choroboplodných částic, které mohou způsobit infekce. Odvádět se musejí dle zvláštního režimu tzv. samostatnou stokovou sítí. Před vypuštěním do veřejné kanalizační sítě musí být důkladně hygienicky ošetřeny dezinfekcí, sterilizací v autoklávech apod.

OSTATNÍ ODPADNÍ VODY – vznikají v jiných zdrojích, než ve výše uvedených. Jejich tvorba většinou souvisí s mimořádnými okolnostmi.

3.2 Soustavy kanalizačních stok

Při návrhu stokových sítí je důležité zaměřit se na územní celek a jeho vývoj během 15 – 25 let. Všechny aspekty rozvoje a změn zájmového území musí být zahrnuty do návrhu stokové sítě, neboť ji ovlivní. Tyto aspekty jsou většinou zahrnuty v územních plánech obcí a měst a lze z nich vycházet pro stanovení návrhových parametrů kanalizační sítě.

Stokové kanalizační soustavy jsou využívány k dopravě a odvádění odpadních vod z místa vytvoření těchto vod do místa, kde jsou různými způsoby zpracovány a upraveny. Dle třech způsobů odvádění odpadních vod se rozlišují soustavy kanalizačních stok.

3.2.1 Jednotná kanalizační soustava

Jednotná kanalizace odvádí všechny druhy odpadních vod jednou kanalizační soustavou. Jsou zde směřovány srážkové, splaškové a průmyslové vody. K dimenzování takové soustavy je potřeba znát množství splaškových vod vypouštěných z objektů občanské vybavenosti, průmyslu a objektů určených k žití. Nejdůležitější parametr pro navrhování dimenze jednotné

soustavy je především extrémní průtok. Stanovuje se z pozorování extrémních intenzit srážek v daném území.

Z důvodu, že by dimenze odpovídající na extrémní průtok byly obrovské a finančně by se nevyplatily, jsou na jednotné kanalizace osazovány odlehčovací komory, které slouží k odtoku vod smíšených do recipientu. Při naplnění kmenové stoky do maximální kapacity je z maximální úrovně odlehčovací komory odvedena přebytečná odpadní voda trubou do vodního toku. K tomuto odlehčení může dojít až po naředění splaškových a průmyslových vod vodami srážkovými v určitém poměru a poté dochází k přímému odvedení znečištěných vod do recipientu.

Vzhledem k tomu, že v takových soustavách téměř neustále protékají srážkové vody, dochází k pročištění a k neusazování splaškových vod. Je tedy menší pravděpodobnost, že dojde k ucpání stok s minimálním sklonem. Provozovatel sítě tak nemusí často proplachovat stoky (Marshalek, 2009).

3.2.2 Oddílná kanalizační soustava

Základem oddílné kanalizace je, že se druhy odpadních vod vzájemně nemísí a pro jednotlivé vody existuje samostatná kanalizační síť. Většinou se v obcích a městech nachází dvě kanalizační sítě – síť pro splaškové vody a síť pro dešťové vody, která je většinou mělčeji uložena. Splaškové vody jsou vedeny kanalizační soustavou rovnou na čistírnu odpadní vod, kde jsou následně přečištěny. K vypouštění do recipientu dochází, až když jsou znečištěné vody zbaveny škodlivých látek a nedochází ke kontaminaci okolí. V systému oddílné kanalizace nedochází k odlehčení pomocí odlehčovacích komor. Oddílný typ kanalizační soustavy je využíván především v menších obcích a místech, kde jsou málo průtočné vodní toky, tudíž nemůže docházet k dostatečnému naředění odlehčených vod v recipientu. Nevýhodou tohoto systému jsou investiční náklady, kdy dochází k pokládání dvou kanalizačních trub místo jedné. Nejčastěji jsou v obcích oddílné kanalizace řešeny tak, že je budována splašková kanalizace a ze stávající jednotné kanalizace se stane soustava pro dešťové vody. Eliminují se tedy náklady na dešťovou kanalizaci a přípojky pro dešťové vody. Tím dochází k úspoře velkých finančních prostředků. Obráceně systém nefunguje, neboť většinou jsou stávající jednotné kanalizace staré, nejsou dostatečně utěsněny a docházelo by ke kontaminaci (MŽP, 2020a).

3.2.3 Kombinovaná kanalizační soustava

Základem kombinované kanalizační sítě je spojení soustavy oddílné a jednotné. Mohou být navrhovány jako prosté kombinované soustavy nebo soustavy modifikované. Prostá kombinace soustav se vyznačuje tím, že převážná část je řešena jako soustava jednotná a menší část je řešena jako oddílná kanalizace. Modifikovaná soustava znamená, že neznečištěné srážkové vody jsou odváděny rovnou do volných výustí do vodního toku a vody znečištěné, srážkové vody znečištěné, což jsou například vody z uličních vpustí, jsou míchány se splaškovými vodami a dochází k jejich přečištění na čistírně odpadních vod. V této soustavě nedochází k odlehčení do recipientu (Novák a kol., 2003).

3.3 Technické řešení stokových systémů

Stoky je možné navrhovat ve třech základních profilech. Kruhový profil je zdaleka nejvíce rozšířený, neboť výroba takového profilu jako prefabrikátu je nejsnazší a přináší i výhody při pokládce. Vejčitý profil je hydraulicky a staticky nejstálejší a může na něj být kladeno velké statické zatížení. Jeho osazení není možné všude, protože tento profil může být osazen jen v místech s vysokým nadložím. Tlamový profil je užíván ve stísněných místech s nízkým nadložím, kam by se kruhový nebo vejčitý profil nevešel. Vzhledem k jeho tvaru je ale nejméně vhodný z hlediska statického a hydraulického. Osazuje se jen na kmenové stoky a stoky s velkými průtoky, neboť kvůli jeho tvaru dochází k častému zanášení. Průtoky je možné měřit na menších profilech přímo na potrubí a k měření není potřeba kontakt s měřenou kapalinou. Častěji měření probíhají za kontaktu kapaliny a měřicího přístroje (Peters a kol., 2006, Šrytr a kol., 2001).

Dle Nováka a kol. (2003) lze stoky rozdělit podle přístupnosti:

- Neprůlezná – do DN 800
- Průlezná – od DN 800 až DN 1500
- Průchozí – nad DN 1500

Jako samostatná kategorie se zmiňují kolektory, které jsou v kruhových profilech průchozí a ve kterých jsou vedeny všechny inženýrské sítě dané trasy.

Pokud jsou morfologie terénu a ostatní podmínky příznivé, vždy je první variantou gravitační odkanalizování zájmového území. Není-li gravitační odkanalizování možné, jsou navrhovány

tlakové a podtlakové systémy, nebo také pneumatické stokové systémy, které se ale tolik nepoužívají (Čížek a kol., 1970).

3.3.1 Gravitační stokový systém

Gravitační kanalizace jsou nejpreferovanější alternativou odkanalizování měst a obcí. Navrhují se ve svažitém zájmovém území. Při návrhu takového systému je vždy důležité zhodnotit rozmístění zástavby a sklonové poměry zájmového území směrem k recipientu. Nesmí být porušeny minimální sklony kvůli zanášení a maximální sklony z důvodu vysoké rychlosti odkanalizovaných odpadních vod. Dle ČSN 73 6005 je nejmenší dovolené krytí ve vozovce 1,8 m a v nezpevněném terénu 1,0 m. Gravitační systém je investičně nákladnější než tlakový systém, ovšem provozní náklady jsou nižší (Hlavínek a kol., 2001).

3.3.2 Tlakový stokový systém

Tento stokový systém je založen na vypouštění odpadních vod gravitačně do akumulčních čerpacích jímek jednotlivých objektů, které jsou osazeny čerpadlem. OV okruhovou či větvenou stokovou sítí dopraví na ČOV. Čerpadlo pevné části OV rozmělní a dále jsou na síti osazeny proplachovací stanice, které síť občasně proplachují čistou vodou a vzduchem. Provozní tlak kanalizačního systému je dán tlakem navržených čerpadel a pohybuje se v rozmezí 0,5 – 3,0 MPa. Dále musí být stoková síť osazena kalníky a vzdušníky cca po 300 metrech. Dle ČSN 73 6005 je možné tlakovou kanalizaci ukládat minimálně do nezámrazné hloubky s krytím od 1,2 m. Dále je důležité dodržení minimálního sklonu 3 ‰ pro možné vypuštění celé či částečné (Beránek, 1998).

3.3.3 Podtlakový stokový systém

Podtlaková kanalizace funguje na principu vytvořeného podtlaku ve stokové síti. Z domovních objektů jsou gravitačně odváděny odpadní vody do sběrných podtlakových jímek. Tyto jímky jsou osazeny sacími ventily. Na celý systém je osazena podtlaková stanice, která udržuje pomocí vývěv neustálý podtlak v síti. Po otevření sacích ventilů ve sběrné jínce, které se otvírají a zavírají automaticky podle čidla maximální a minimální hladiny, je objem OV nasáván do centrálního systému. Dále jsou z vakuové stanice dopravovány OV tlakovou či gravitační kanalizací na ČOV. Nevýhodou tohoto systému jsou velké investiční náklady a nároky na zajištění podmínek bezproblémového provozu u jednotlivých uživatelů (Synáčková, 2014).

3.3.4 Pneumatický stokový systém

Pneumatická kanalizace je založena na principu odvádění OV pomocí tlakového vzduchu. Tento systém lze využívat i na velké vzdálenosti a lze jej využít pro velmi znečištěné vody. OV jsou gravitačně svedeny do předšachty a dále do pracovní nádrže, kam se po jejím naplnění vhání vzduch a ten vytlačuje OV do výtlačného potrubí na ČOV. Směr toku je řízen zpětnými klapkami. Po vyprázdnění pracovní nádrže jsou zpětné klapky zavřeny a nádrž je odvzdušněna. Dále dochází k další akumulaci odpadních vod (Václavík, 2017).

3.4 Používané materiály potrubí

Výběr materiálu je závislý na účelu a životnosti díla. Důraz je kladen zejména na vodotěsnost, odolnost proti vlivům mechanickým, chemickým a biologickým. Dále je zohledňována bezpečnost a čištění. Každý materiál má své parametry, certifikace a platné normy ČSN.

Dle Nováka a kol. (2003) jsou stokové materiály kanalizačního potrubí děleny podle charakteru samotné stokové sítě:

- Trubní
- Cihelné
- Prefabrikované
- Monolitické

Nejběžněji užívanými materiály stok jsou v našich podmínkách obvykle kamenina, beton, plast a jejich modifikace. Tyto materiály jsou zahrnuty v trubním charakteru stok.

KAMENINA – Výroba těchto trub probíhá dle platné normy ČSN EN 72 5201. Je to staletími ověřený materiál, spolehlivý a odolný vůči agresivním médiím. Materiál je složen z keramiky, jílu, šamotu, vody a slinutých barevných střeptů. Na povrchu je většinou glazurovaný. Jedná se o ekologický a přírodní materiál. Vyrábí se z přírodního jílu, šamotu (vypálený a rozdrčený jíl či kameninové recyklované směsi), vody a jasně definovanou granulometrií. Přes vakuové lisovací automaty na výrobu tvarovek dojde k sušení a namáčení do glazury a posledním krokem je vypalování při 1 200 °C (Trnková, 2005). Trouby se vytváří těž neglazurované. Po konečném vypálení se provádí zkoušky a kontroly materiálu: akustické, mechanické a optické. Následně se tvarovky vybaví těsněním. Při pokládce se kameninovým rourám s vyšší pevností při správném typu uložení nemusí obetonovávat spoje. V případě použití

těchto typů rour v např. historických centrech měst či parků se mohou vést tzv. bezvýkopovou metodou či mikrotunelováním.

BETON – Směs je složena ze tří hrubostí kameniva, vody, síranovzdorného cementu a dalších přísad. Betonová směs je vyráběna na vibrolisech, zajišťujících prvotřídní zpracování směsi. Roury vynikají vysokou kvalitou, vodotěsností, abrazivní a chemickou odolností a únosností. Trouby se dají díky jejich kvalitě použít i pro protlačování a pro tuneláž. Jsou nejčastěji používané pro stokové a kanalizační přípojky. Pro splaškovou či jednotnou kanalizaci se používají jen jako provizorní. To je dáno jejich nízkou životností a odolností vůči agresivním účinkům odpadních vod. Nevýhodou je vyšší počet spojů, jelikož tento typ rour se vyrábí v délce 1 – 2 m.

ŽELEZOBETON – Díky výztuži (podélné, příčné a rozdělovací) mají tyto roury vyšší schopnost přenášet vnitřní i vnější tlaky. Proto jsou používány ve více náročných podmínkách. Nevýhodou je poměrně nízká odolnost vůči agresivním účinkům odpadních vod a obroušení, proto se vystylají tvarovým čedičem či sklolaminátem.

POLYMERBETON – Kompozitní materiál, který je vyráběn ze směsi nenasyčené polyesterové pryskyřice, křemičitého písku a elektrárenského popílku. Výhodou je vodotěsnost, vysoká pevnost, pružnost a chemická odolnost.

ČEDIČ – Vzniká odléváním roztaveného čediče do forem (pískových či kovových) a následným chlazením a opracováním. Výhodou je vysoká odolnost proti nízkým teplotám, otěruvzdornost a tvrdost.

SKLOLAMINÁT – Materiál je vyráběn ze skelných vláken s polyesterovou či epoxy-pryskyřicí odstředivým litím nebo navíjením. Výhodou je statická stabilita, odolnost vůči půdní korozi (elektrolytické, chemické a mechanické) a UV záření, nízká hmotnost, hořlavost, opravitelnost a těsnost. Betonová trouba stejné délky a jmenovité světlosti je asi sedmkrát těžší (Kratochvíl a kol., 2005).

TVÁRNÁ LITINA – Vyrábí se odstředěním tekuté litiny. Trouby jsou opatřeny zinkovým povlakem a vystlány vnitřní cementovou maltou. Výhodou je dlouhá životnost, možnost formovatelnosti, odolností. Vlastností šedé litiny je odolnosti vůči korozi a schopnost tlumit chvění.

PLASTY – Jsou vyráběny suspenzní polymerací. Výhodou je pružnost a pevnost, nízká cena, chemická odolnost a snadná montáž. Vyráběny jsou pouze v kruhových profilech v délce 1 až 6 m. Spoje jsou prováděny lepením, mechanicky těsnícím prvkem či svařováním. Tento materiál je vhodný pro použití na vodovodní a kanalizační sítě.

Trouby z neměkčeného PVC (U-PVC, tvrdé PVC) jsou vhodné pro výrobu rour, tvarovek pro kanalizaci i pitnou vodu. Trouby PE-HD (vysokohustotní polyethylen) pro výrobu tlakového potrubí. Mají navíc na vnější stěně dutá žebra pro zvýšení statické odolnosti. Trouby PP (polypropylen) jsou vyráběny jako hladké či korugované. Mají vysokou povrchovou tvrdost, pevnost, odolnost vůči nárazu, otěru a chemickou odolnost. Nevýhodou je častější možnost vzniku trhlin.

Dalším typem stok podle použitého materiálu jsou stoky ZDĚNÉ Z CIHEL. Pro použití jsou nutné dobře vypálené vápenopískové, kanalizační a kyselinovzdorné cihly. Lze použít i keramické tvárnice, čediče, betonové tvárnice a žulové kostky. V dnešní době se již používají málo, např. při sanaci stávajících stok. Nevýhodou je vysoký podíl ruční práce. Výhodou jsou chemická odolnost a odolnost proti obrusu.

Jiným způsobem budování stokové sítě je použití PREFABRIKÁTŮ. Pro výrobu prefabrikovaných trubních komponentů musí být použity formovací prvky, které jsou ustaveny dle výrobního procesu jednotlivých výrobců a následně jsou vylévány tekutou betonovou směsí. Používají se betonové, železobetonové či polymerbetonové prvky.

Specifickým typem stokových sítí jsou stoky MONOLITICKÉ. Jedná se o stavby betonované přímo na místě v případě odvádění většího množství vody.

V dnešní době jsou preferovány plastové materiály trubního vedení. Důvodem je lehčí manipulace, stálé vlastnosti materiálu a investiční náklady (Vodovody a kanalizace ČR, 2017).

3.5 Ukládání stokových sítí

Ukládání probíhá výkopovou nebo bezvýkopovou technologií. Každý materiál má svůj specifický způsob uložení. Výškové a prostorové uložení je dáno především tvarem terénu a vlastnostmi zájmového území. Umístění je stanoveno také dle prostorové normy ČSN 73 6005.

Výkop musí být dostatečně široký, aby bylo možno dostatečně hutnit obsyp pod a okolo potrubí. Každý výrobce a materiál má své specifické parametry pro horizontální a vertikální rozměry obsypu.

Při navrhování v praktické části by byly použity obě technologie ukládání. Bezvýkopová technologie by byla použita pro přechod komunikací II. třídy, aby nebyl jejich povrch narušen. V nezpevněném terénu, na komunikacích III. třídy a místních komunikacích bude použita technologie výkopem.

3.6 Ochrana stokových sítí

Ochranná pásma kanalizačních sítí jsou vymezena prostorem v bezprostřední blízkosti stok a v tomto prostoru jsou zajištěny možnosti provozu, údržby a ochrany kanalizace. Výjimku k narušení ochranného pásma povoluje v ojedinělých případech provozovatel sítě. Vždy platí, že v ochranném pásmu je dovoleno učinit jen takové postupy, které neomezí nebo neohrozí provoz a funkčnost stokové sítě.

Dle Zákona č. 274/2001 Sb. o vodovodech a kanalizacích lze ochranná pásma stanovit takto:

- U kanalizačních stok do a včetně průměru 500 mm v délce 1,5 m od vnějšího líce potrubí.
- U kanalizačních stok nad průměr 500 mm v délce 2,5 m od vnějšího líce potrubí.
- U kanalizačních stok o průměru nad 200 mm, které jsou uloženy v hloubce přesahující 2,5 m pod terénem, se vzdálenosti stanovené v předchozích bodech zvětšují o 1,0 m od vnějšího líce potrubí.

3.7 Způsoby čištění odpadních vod

K čištění odpadních vod slouží mechanické, biologické a chemické procesy, které jsou při procesu čištění vzájemně propojeny. Základním principem je, že ze znečištěné vody se stane voda, která může být znovu infiltrována do oběhu vody na Zemi a technologie čištění odpadních vod se snaží napodobit přírodní procesy čištění (Degrémont, 2003).

3.7.1 Mechanické čištění

Při mechanickém čištění dochází k hrubému přečištění v prvním stupni čištění odpadních vod nateklých na ČOV. Nejprve jsou odstraněny velké nečistoty jako cihly a kamení a následně přes hrubé česle dochází k zachycení dřeva a celkově objemnějších nečistot. Hrubé česle jsou u menších čistíren zpravidla ručně stírané. Mohou být nahrazeny i tzv. šneky. Dále odpadní voda pokračuje na přečištění přes jemné česle, které zachycují nečistoty o velikosti přibližně 4 cm, neboť tak široké jsou mezery v mříži. Jemné česle zachytí nečistoty o velikosti 3 až 6 mm. Tyto česle se většinou stírají automaticky.

Nejčastěji se za hrubé nebo před hrubé česle umísťuje lapák písku a šterku, kde dochází k jeho separaci sedimentaci v betonovém žlabu. V odpadních vodách je velká koncentrace tuků. K jejich odstranění dochází v lapači tuků. K odloučení dochází při zastavení mísení tekutin, protože nosná kapalina má jinou měrnou hmotnost než kapalina nesená neboli tuk (Pytl a kol., 2004).

3.7.2 Biologické čištění

Tento proces může být proveden alternativně kořenovou čistírnou, kde dochází k přečištění organické hmoty za pomoci kořenů rostlin. Tento druh biologického čištění u nás v současnosti není příliš rozšířený, především kvůli náročnosti na plochu a funkčnosti čištění.

Při biologickém čištění na ČOV dochází k rozkládání organických látek v odpadní vodě. K těmto procesům dochází především za působení mikroorganismů, především bakterií. V tomto stupni čištění dochází k oxidaci amoniakálního dusíku na dusitany a dusičnany a následné redukci dusičnanů na elementární dusík. Tímto dochází k odbourání dusíku obsaženého ve vodě. Celý tento proces se aktivuje za pomoci kyslíku a pohání bakterie. Po ukončení je odpadní voda převedena do dosazovací nádrže, kde dochází k oddělení aktivovaného kalu a vyčištěné vody (Jedličková a Hlavínek, 2016).

3.7.3 Chemické čištění

K tomuto čištění dochází hlavně u vod průmyslových nebo v místech, kde dochází k vypouštění velkého množství průmyslových vod do kanalizace. OV jsou zbavovány chemikálií a dalších nežádoucích látek. V chemickém průmyslu dochází následně k recyklaci takto vyčištěné vody, která je následně vrácena do oběhu jako voda procesní (Foller, 2018).

3.8 Čistírny odpadních vod

Čistírny odpadních vod jsou objekty, kde dochází k přečištění OV pomocí technologických procesů. Přečištěné vody, které projdou procesy ČOV jsou dále vypuštěny do recipientů. Nemohou tedy obsahovat látky škodící životnímu prostředí a musí být splněny hodnoty koncentrací jednotlivých škodlivých látek. Koncentrace těchto látek jsou uvedeny v nařízení vlády č. 401/2015 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech. Koncentrace vypouštěných vod jsou rovněž rozděleny dle počtu ekvivalentních obyvatel.

Základní rozdělení ČOV (NV 401/2015 Sb.):

- ČOV pod 50 EO
- ČOV 50 – 500 EO
- ČOV 500 – 2 000 EO
- ČOV 2 000 – 10 000 EO
- ČOV 10 000 – 100 000 EO
- ČOV nad 100 000 EO

S ohledem na zaměření diplomové práce, kdy jsou v praktické části řešeny návrhy odkanalizování pro 716 EO, je pozornost věnována pouze popisu centrální ČOV do 2 000 EO a domovní ČOV do 50 EO.

3.8.1 Centrální čistírny odpadních vod

ČOV do 500 EO

Menší ČOV do 300 EO jsou budovány jako typové čistírny a na místo jsou dováženy po jednotlivých částech a dochází jen k seskládání jednotlivých komponentů, osazení ČOV na armovanou desku a spuštění technologie čištění. Dále je potřeba nad osazenou ČOV vyhotovit zastřešení. ČOV nad 300 EO už není typový výrobek, ale je třeba provést stavební práce a následně osazení technologií čištění (ČSN 75 6402).

ČOV od 500 do 2 000 EO

Tyto ČOV jsou určeny pro střední zdroje znečištěných OV. Každý projekt takové čistírny je specifický a musí se dodržovat hodnoty hydraulických a látkových parametrů dle ČSN 75 6401 z roku 2014. Důležité je, aby navrhovaná čistírna takového rozměru byla v souladu s územním plánem obce a s plánem rozvoje vodovodů a kanalizací obce (Remešová, 2017).

3.8.2 Domovní čistírny odpadních vod

Domovní čistírna odpadních vod je certifikovaná podle nařízení Evropského parlamentu a Rady 305/2011 ze dne 9. března 2011, kterým se stanoví harmonizované podmínky pro uvádění stavebních výrobků na trh a kterým se zrušuje směrnice Rady 89/106/EHS, a podle ČSN EN 12566-3 Malé čistírny odpadních vod do 50 ekvivalentních obyvatel - Část 3: Balené a/nebo na místě montované domovní čistírny odpadních vod (dále jen DČOV).

Dle nařízení vlády č. 401/2015 Sb. můžeme domovní čistírny rozdělit na tři kategorie:

Kategorie I - DČOV určené pro obvyklé vypouštění do vod povrchových. O DČOV kategorie I se uvažuje jako o obvyklém řešení pro většinu lokalit, ve kterých se využití DČOV předpokládá, a to zejména tam, kde se prokáže, že použitím zařízení této kategorie nebudou překročeny normy environmentální kvality uvedené v příloze č. 3 k tomuto nařízení. Příslušným certifikátem dle ČSN EN 12566-3 je doložena požadovaná úroveň odstranění uhlíkatého znečištění.

Kategorie II - DČOV, u nichž je vyšší účinnost odstranění uhlíkatého znečištění a stabilní nitrifikace nutná vzhledem ke zvýšené ochraně povrchových vod, zejména tam, kde zvýšený obsah amoniaku může působit toxicky na vodní ekosystémy a tam, kde malá vodnost toku nezaručuje dosažení norem environmentální kvality a požadavků na užívání vod uvedených v příloze č. 3 k tomuto nařízení. DČOV musí garantovat při navrhovaném zatížení dostatečné aerobní stáří kalu, tj. větší objem aktivace ve srovnání s kategorií I nebo jiný konstrukční prvek zaručující zvýšení koncentrace vhodných mikroorganismů v systému např. nosič biomasy apod.

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

o DČOV kategorie II doplněné např. membránovou filtrací nebo jiným dalším stupněm čištění - chemickým srážením, filtrací (pískový filtr, zemní filtr), sorpcí apod. Tyto DČOV musí být vybaveny odděleným prostorem pro akumulaci kalu.

U domovních čistíren často dochází k zanedbání údržby soukromou osobou a osazená technologie nepracuje správně a ztrácí svou funkčnost. Kontrola stavu DČOV je problematictější než u centrálních ČOV, kde je určena osoba odpovědná za její chod.

3.9 Nakládání s čistírenskými kaly

Dle směrnice Rady Evropy 86/278/EHS ze dne 12. června 1986 o ochraně životního prostředí a zejména půdy při používání kalů z čistíren odpadních vod v zemědělství je stanoveno využívání jen upravených kalů pro vnášení do půdy a jejich využití v zemědělství. V této směrnici je specifikováno využití čistírenských kalů takovým způsobem, aby neměly negativní vliv na životní prostředí.

Dle předpisu zákona č. 541/2020 Sb., o odpadech v § 67 a § 68 jsou čistírenské kaly zařazeny jako vybrané odpady a mohou být zpracovány jako biologicky rozložitelný odpad. Dle tohoto zákona mohou být kaly použity v zemědělství jen po úpravě dle stanovených parametrů tak, aby nebyla negativně ovlivněna kvalita zemědělské půdy a také, aby nebyly ovlivněny povrchové a podzemní vody.

Čistírenský kal odkanalizovaný na ČOV z určitého území má své specifické vlastnosti a složení a musí s ním být tedy i specificky nakládáno (Butler a Davies, 2011).

Dle Studie nakládání s čistírenskými kaly v České republice od Sdružení odboru vodovodů a kanalizací ČR (Wanner) z roku 2019 lze nakládání s čistírenskými kaly rozdělit do 5 kategorií:

- Přímá aplikace a rekultivace
- Kompostování
- Skládkování
- Spalování
- Jinak

Přímá aplikace a rekultivace

Zákon č. 541/2020 Sb., o odpadech ze dne 23. prosince 2020 stanovuje podmínky pro úpravu kalů před jejich aplikací na zemědělskou půdu či podmínky pro skládkování a aplikaci. Z vyhlášky plynou nové požadavky na úpravu kalů, aby byly prokazatelně hygienizovány kaly na požadované snížení patogenních mikroorganismů. Provozovatel je povinen při tomto procesu odebírat vzorky na vstupu i výstupu, aby mohl porovnat počet kontaminantů. Uložení kalů je stanoveno na maximálně 12 měsíců od výstupu z procesu úpravy. Od 1. ledna 2020 je možné aplikovat pouze hygienicky upravené kaly kategorie I.

Kompostování

Vzhledem k tomu, že musí být nově splněny vyšší hygienické kvality čistírenských kalů pro kompostování, mnoho provozovatelů kompostáren přestalo přijímat kaly od provozovatelů ČOV. Pro provozovatele je podmínkou certifikace pro takové nakládání s čistírenskými kaly. Podle průzkumu studie (Wanner, 2019), kde bylo dotazováno 46 provozovatelů ČOV, předpokládá většina z nich alternativu kompostování jako prioritní. Toto nakládání je řešeno především malými a středními provozovny.

Skládkování

V rámci států Evropské unie je veliký tlak na snížení množství ukládaného odpadu a zefektivnění všech složek v rámci oběhového hospodářství. Z toho je zřejmé, že skládkování čistírenských kalů se bude postupně omezovat tak, jako se tomu děje u ostatních položek skládkování. Lze tedy předpokládat, že za nějaký čas již skládkování nebude alternativou nakládání s čistírenskými kaly.

Spalování

Jedná se o termické zpracování čistírenského kalu. Kal zde může být spalován jako příměs k ostatním odpadům nebo může být spalován samostatně. Spalováním kalů dochází k výrobě tepla a elektrické energie, která může být u provozoven ČOV využívána například k sušení kalu a snížit vysoké provozní a investiční náklady této technologie. Tato alternativa může být zajímavá především při samospalování čistírenských kalů, kdy je v popelu obsažena vysoká koncentrace sloučenin fosforu (Shen a kol., 2019).

3.10 Vztah spotřebitele a provozovatele kanalizační sítě

Vztah mezi spotřebitelem a provozovatelem kanalizační sítě je zasmluvněn, aby byl vztah právně ohlídán. Pokud technický stav dovolí, provozovatel je povinen spotřebitele napojit. Vykopání rýhy a uložení potrubí může provádět spotřebitel bez ohledu na provozovatele, ale připojení kanalizační přípojky na stoku musí dělat provozovatel sítě. Za předpokladu, že je v obci vybudována oddílná kanalizace, majitel kanalizačních a dešťových přípojek je povinen vody mechanicky rozdělit.

3.10.1 Cena stočného

Cena stočného je regulována, aby byla zákazníkovi dostupná. Cena je počítána z ekonomických nákladů pořízení, zpracování a oběhu zboží. Dále se do ceny zahrnuje zisk a daň. Tento proces je kontrolován příslušným finančním úřadem. Vzhledem k tomu, že množství stočného nelze přesně stanovit, je množství u jednotlivých spotřebitelů počítáno ze spotřeby vodného, která se odečítá z vodoměru nebo je paušálně nastaveno.

4 Metodika

Základem řešení dané problematiky bylo shromáždění relevantních informací z odborné literatury, příslušných norem, zákonů a internetových zdrojů zabývajících se danou problematikou. Poznatky z literární rešerše jsou následně využity na modelovém příkladu řešení odkanalizování tří obcí. Tyto obce byly vybrány, protože zde aktuálně řeší zákaz vypouštění odpadních vod do volných výustí.

Při zpracování praktické části, která se zabývá návrhem variant odkanalizování tří obcí, byly využity podklady firmy Aquaprocon Praha, s.r.o. a konzultace s pracovníkem firmy panem Ing. Zdeňkem Chvoříkem. V práci jsou dále použity podklady získané od obecního úřadu Nahořany. Vycházelo se zde z morfologie terénu na základě osobního průzkumu. Byly použity mapové podklady uložených inženýrských sítí, které se nacházejí v zájmovém území, a mapové podklady od Českého úřadu zeměměřičského a katastrálního.

Vzhledem k tomu, že jedna z alternativ by měla být v budoucnu realizována, proběhly konzultace i s investorem, kterými jsou obce Nahořany, Doubravice a Lhota.

Výpočet investičních nákladů vychází z jednotkových cen agregovaných položek v cenové úrovni roku 2020. Jednotková cena reflektuje povrchovou úpravu v trase vedení kanalizace (komunikace - asfalt, štěrk; mimo komunikaci – nezpevněný povrch). V Tabulce 1 jsou uvedeny vybrané jednotkové ceny, na jejichž základě byly vypočítány investiční náklady.

Popis opatření		Povrch	Náklady	Jednotka
ČOV	ČOV 716 EO – SO		9 021 600	Kč
	ČOV 716 EO – PS		3 866 400	Kč
ČS pro Nahořany	ČS pro 510 EO - SO		595 000	Kč
	ČS pro 510 EO - PS		255 000	Kč
ČS pro Lhotu	ČS pro 138 EO - SO		350 000	Kč
	ČS pro 138 EO - PS		150 000	Kč
ČS pro Doubravice	ČS pro 68 EO - SO		245 000	Kč
	ČS pro 68 EO - PS		105 000	Kč
Gravitační kanalizace	Potrubí PP DN 250	zpevněný - KK III. Třídy	12 540	Kč/m
		zpevněný	9 650	Kč/m
		nezpevněný	6 300	Kč/m
Tlaková kanalizace	Potrubí PE d 90	zpevněný - KK III. Třídy	5 200	Kč/m
		zpevněný	4 500	Kč/m
		nezpevněný	3 400	Kč/m
Gravitační přípojky	Potrubí PVC DN 200	zpevněný - KK III. Třídy	8 600	Kč/m
		zpevněný	7 500	Kč/m
		nezpevněný	4 350	Kč/m
	Potrubí PVC DN 150	zpevněný - KK III. Třídy	5 900	Kč/m
		zpevněný	4 800	Kč/m
		nezpevněný	3 800	Kč/m
Tlakové přípojky	Potrubí PE d 40	zpevněný	3 100	Kč/m
		nezpevněný	1 700	Kč/m
	Domovní čerpací jímka Ø 0.8 m vč. přípojky NN v dl. 10 m		65 000	Kč/kus
DČOV	DČOV 4 EO vč. přípojky NN v dl. 10 m		125 000	Kč/kus
	Odtokové potrubí PVC DN 200	zpevněný	7 500	Kč/m
		nezpevněný	4 350	Kč/m
	Odtokové potrubí PVC DN 150	zpevněný	5 900	Kč/m
		nezpevněný	3 800	Kč/m
	Drenážní potrubí PVC DN 150	nezpevněný	2 920	Kč/m

Tabulka 1 – Tabulka cen jednotlivých položek

Investiční náklady na domovní čerpací jímky a DČOV obsahují veškeré náklady na stavební a technologickou část. Investiční náklady na ČOV, se kterými se počítalo, jsou uvedeny v předchozí tabulce a obsahují veškeré náklady na ČOV – stavební a technologickou část včetně příjezdové komunikace a přípojek inženýrských sítí.

5 Popis řešené lokality

V této diplomové práci jsou navrženy a posuzovány následující varianty odkanalizování řešeného území (obce Nahořany, Lhota a Doubravice).

Důvodem pro vytvoření návrhů na odkanalizování daných lokalit je, že je na ně vyvíjen stále větší tlak na zlepšení kvality povrchových vod a není možné přečištěné odpadní vody vypouštět do vodní nádrže Rozkoš.

VARIANTA I

Individuální systém – osazení nových DČOV u všech objektů, které jimi ještě nejsou vybaveny, přečištěné OV na DČOV z místní části Lhota u Nahořan a Doubravice budou čerpány do gravitační jednotné kanalizace Nahořany z důvodu odvedení OV jinam než do vodní nádrže Rozkoš.

VARIANTA II

Centrální systém – výstavba nové splaškové gravitační stoky zakončené centrální ČOV Nahořany, OV z místní části Lhota u Nahořan a Doubravice budou čerpány do gravitační splaškové kanalizace Nahořany.

VARIANTA III

Centrální systém – výstavba nové splaškové gravitační stoky zakončené centrální ČS Nahořany, která přečerpá OV do kanalizační sítě Nového Města nad Metují a následné čištění na městské ČOV. OV z místní části Lhota u Nahořan a Doubravice budou čerpány do gravitační splaškové kanalizace Nahořany.

5.1 Popis zájmového území

5.1.1 Obec Nahořany

Obec Nahořany se nachází v okrese Náchod (Královéhradecký kraj), přičemž leží cca 9 km jihozápadně od města Náchod a zároveň cca 4,5 km západně od Nového Města nad Metují. Obec se skládá z několika místních částí a to: Nahořany, Lhota u Nahořan, Doubravice, Dolsko a Městec. Severní hranice obce leží u vodní nádrže Rozkoš, která je významným rekreačním centrem Královéhradeckého kraje. Předmětem studie jsou pouze místní části Nahořany, Lhota u Nahořan a Doubravice (viz Obrázek 1). Na západním okraji části Nahořany pramení Nahořanský potok, který teče západním směrem a ústí do řeky Metuje. V částech Lhota a Doubravice se nachází pouze drobné bezejmenné místní vodoteče ústící do nádrže Rozkoš. Místní částí Nahořany prochází komunikace II/285, do místní části Doubravice potom vede komunikace III. třídy. Zástavba v části Nahořany je soustředěna především kolem komunikace II. třídy a kolem místní komunikace vedoucí souběžně se silnicí II/285. Zástavba v části Lhota u Nahořan je okrouhlá a soustředěná kolem centrální návsi a zástavba místní části Doubravice je liniová, ležící kolem komunikace III. třídy. Zástavba v dotčených místních částech je tvořena rodinnými domy a statky, pouze v části Nahořany se nachází pár malých bytových domů.

Dle podkladů od obce žije v místní části Nahořany (280 – 296 m n.m.) celkem 381 trvale bydlících obyvatel ve 116 domech a dále je zde dalších 35 objektů, které užívají obyvatelé bez trvalého pobytu v obci. V případě těchto objektů se dle podkladů obce počítá s odhadovaným průměrným počtem 3 osob na jeden objekt. To činí dalších 105 osob, které nejsou v obci hlášeny k trvalému pobytu. V této skupině osob se nachází jak osoby s celoročním pobytem tak i rekreatanti. V místní části se nachází mateřská škola a základní škola (1. – 5. ročník) se školní jídelnou, pošta, prodejna potravin, obecní hostinec, areál spediční firmy (25 – 49 zaměstnanců dle ČSÚ) s čerpací stanicí, mycí linkou, restaurací a dále pak penzion s kapacitou 16 osob, administrativně-technicko-skladovací a výrobní areál zemědělské výroby společnosti Nahořanská a.s.

5.1.2 Obec Doubravice

V místní části Doubravice žije celkem 25 trvale bydlících obyvatel ve 13 domech a dále je zde dalších 26 objektů, které užívají obyvatelé bez trvalého pobytu v obci. V případě těchto objektů se dle podkladů obce počítá s odhadovaným průměrným počtem 3 osob na jeden

objekt. To činí dalších 78 osob, které nejsou v obci hlášeny k trvalému pobytu. V této skupině osob se nachází jak osoby s celoročním pobytem, tak i rekreatanti. V místní části se nachází penzion s celkovou kapacitou 14 osob.

5.1.3 Obec Lhota

V místní části Lhota u Nahořan žije celkem 76 trvale bydlících obyvatel ve 32 domech a dále je zde dalších 31 objektů, které užívají obyvatelé bez trvalého pobytu v obci. V případě těchto objektů se dle podkladů obce počítá s odhadovaným průměrným počtem 3 osob na jeden objekt. To činí dalších 93 osob, které nejsou v obci hlášeny k trvalému pobytu. V této skupině osob se nachází jak osoby s celoročním pobytem, tak i rekreatanti. V místní části se nachází penzion s kapacitou 22 osob.



Obrázek 1 – Zájmové území obcí Nahořany, Lhota a Doubravice (Mapy.cz, 2021)

5.2 Současný stav

Zástavba řešených místní částí obce Nahořany se nachází v chráněné oblasti přirozené akumulace vod. V místní části Nahořany územní plán počítá s rozvojem zástavby na 6 plochách pro bydlení venkovského typu. Plán rozvoje vodovodů a kanalizací Královéhradeckého kraje (2004) pro tuto místní část počítá ve výhledu do roku 2030 s nárůstem počtu obyvatel o 25 obyvatel a se setrvalým stavem počtu rekreatantů. Pro místní část Lhota je v územním plánu počítáno s rozvojem zástavby na 3 plochách pro bydlení venkovského typu. PRVK HK pro tuto místní část počítá ve výhledu do roku 2030 s nárůstem počtu obyvatel o 3 obyvatele a se setrvalým stavem počtu rekreatantů. V místní části Doubravice územní plán počítá s rozvojem zástavby na 3 drobných doplňujících plochách pro bydlení venkovského typu. PRVK HK pro tuto místní část počítá ve výhledu do roku 2030 se setrvalým stavem počtu obyvatel i rekreatantů.

Nahořany ani Městec nemají centrální ČOV. V Nahořanech je vybudováno 8 DČOV, které využívá 25 obyvatel. DČOV byly stavěny postupně od roku 1992. Odpadní vody jsou svedeny do 117 septiků s přepadem do kanalizace, které využívá 323 obyvatel a 41 rekreatantů. 8 rekreatantů odvádí odpadní vody do 2 ks bezodtokých jímek, které se vyváží na pole. Podle údajů z PRVK HK (2004) se ve všech řešených částech obce Nahořany nachází jednotná gravitační kanalizace. Ve všech třech případech kanalizační systém místních částí končí volnou výustí. V místních částech Nahořany a Lhota se také nachází také několik DČOV.

5.2.1 Environmentální prvky

V řešeném území se regionální biokoridor i biocentrum nachází na jižním okraji katastrálního území místní části Nahořany. Oba prvky se nachází v údolní nivě řeky Metuje. Jedná se o ekologicky významné krajinné celky s minimální plochou podle typů společenstev od 10 do 50 ha. Jejich síť musí reprezentovat rozmanitost typů biochor v rámci určitého biogeografického regionu. Na severovýchodním okraji řešeného území u nádrže Rozkoš se nachází registrovaný VKP Rozkoš – východní zátoky. VKP byl vyhlášen za účelem ochrany hnízdících, migrujících a zimujících ptačích populací, především významných a zvláště chráněných ptačích druhů, vyskytujících se jak trvale, tak i dočasně a nepředvídaně a dále z důvodů studijních a vědeckých.

Řešené území se nachází v povodí Vodní nádrže Rozkoš (Lhota u Nahořan a Doubravice) a v povodí Nahořanského potoka (Nahořany). Odtok z Vodní nádrže Rozkoš – potok Rozkoš

se po cca 3 km pod hrází vlévá do řeky Metuje (pravostranný přítok). Stejně tak Nahořanský potok je pravostranným přítokem řeky Metuje. Řeka Metuje je levostranným přítokem Labe tekoucí do Severního moře. Území obce náleží do povodí Labe pod správou podniku Povodí Labe, s.p. Kromě již výše popsaných potoků Rozkoš a Nahořanského potoka jsou dalšími vodními toky na území obce řeka Metuje a bezejmenný vodní tok protékající Lhotu u Nahořan.

Nahořanský potok začíná výustmi jednotné kanalizace z místní části Nahořany. Od místní části pokračuje západním směrem a po cca 2,5 km se vlévá do řeky Metuje. Bezejmenný vodní tok začíná výustí jednotné kanalizace z místní části Lhota u Nahořan a po cca 500 m se vlévá do Nádrže Rozkoš. HMZ začíná v polích nad místní částí Doubravice, kterou následně protéká a pod místní částí se vlévá do nádrže Rozkoš. Po zrušení ZVHS jsou nyní všechny toky v zájmovém území ve správě státního podniku Povodí Labe (Povodí Labe, 2020).

Předmětem ochrany jsou zejména ptačí společenstva kriticky ohroženého hnízdícího bukáčka malého, silně ohroženého hnízdícího racka černohlavého, rákosníka velkého, holuba doupňáka, chřástala vodního, krahujce obecného a žluvy hajní a společenstva hnízdících ohrožených druhů kopřivka obecná, moták pochop, moudivláček lužní, potápka roháč, bramborníček černohlavý, bramborníček hnědý, koroptev polní, lejsek šedý, potápka malá, slavík obecný a ťuhák obecný (MŽP, 2020b).

V celé oblasti CHOPAV Východočeská křída se vytvářejí zásoby kvalitních podzemních vod v cenomanských a turonských sedimentech, zvrásněných do systému zlomových vrás a tektonických příkopů. Nejvydatnější zdroje jsou v oblasti Podorlické křídly zasahující do povodí Úpy, Metuje, Dědiny a Divoké Orlice. Nalézají se tu prameniště Litá, odkud je odebírána pitná voda pro Hradec Králové, významné jsou i odběry pro města Jaroměř, Česká Skalice, Náchod a Rychnov nad Kněžnou. Hodnoty odtoku podzemní vody jsou zde zvýšené (3 – 5 l/s.km²) (HEIS VÚV TGM, 2021).

5.2.2 Zásobování vodou

Vlastníkem vodovodu je obec Nahořany a provozovatelem je společnost Českoskalické vodárny, s.r.o. Podle údajů společnosti Českoskalické vodárny, s.r.o. je objem fakturované vody za rok 2017 pro domácnosti zájmové oblasti 10 929 m³/rok. Na vodovodní řad je napojeno 410 obyvatel. Z uvedeného pak při počtu obyvatel napojených na vodovod vychází

specifická potřeba vody 73 l/os.den. V případě, že budeme počítat s celkovým objemem 14 964 m³/rok fakturované vody za rok 2017, pak bude specifická potřeba vody 100 l/os.den.

- Počet napojených obyvatel: 410 (místní části Nahořany a Městec)
- Počet přípojek: 164 (místní části Nahořany a Městec)
- Celkový objem vody fakturované za rok 2017: 14 964 m³/rok
- Objem vody fakturované za rok 2017 – pro domácnosti: 10 929 m³/rok
- Objem vody fakturované za rok 2017 – pro ostatní: 4 035 m³/rok

Údaj o současném stavu zásobování vodou slouží jako podklad pro stanovení specifické produkce odpadních vod.

5.2.3 Stávající odkanalizování objektů

Ve všech řešených částech obce Nahořany se nachází jednotná gravitační kanalizace. V místní části Nahořany je tato kanalizace ukončena volnými výústěmi vedoucími do Nahořanského potoka a strouhy tvořící jeho přítok. V části Lhota je jednotná kanalizace ukončena výústí do drobné vodoteče vedoucí do nádrže Rozkoš. V místní části Doubravice je rovněž jednotná kanalizace ukončena výústí do drobné vodoteče vedoucí do nádrže Rozkoš. Ve všech místních částech je vlastníkem kanalizace obec Nahořany a provozovatelem je společnost Českoskalické vodárny, s.r.o. Podklady o produkci OV byly poskytnuty vlastníkem a provozovatelem kanalizačního systému.

V obci Nahořany se nachází 72 napojených objektů přípojkou do jednotné kanalizace a 350 napojených obyvatel. Celkový objem OV vypuštěných do kanalizace za rok 2017 činí 19 013 m³/rok. Celková produkce OV z domácností a ostatních jednotek činí 148,8 l/os.den.

V obci Lhota u Nahořan se nachází 29 napojených objektů přípojkou do jednotné kanalizace a 67 napojených obyvatel. Celkový objem OV vypuštěných do kanalizace za rok 2017 činí 3 277 m³/rok. Celková produkce OV z domácností a ostatních jednotek činí 134,0 l/os.den.

V obci Doubravice se nachází 15 napojených objektů přípojkou do jednotné kanalizace a 25 napojených obyvatel. Celkový objem OV vypuštěných do kanalizace za rok 2017 činí 1070 m³/rok. Celková produkce OV z domácností a ostatních jednotek činí 117,2 l/os.den.

Celkový objem OV vypuštěných do kanalizace za rok 2017 činí 23 360 m³/rok. Celková průměrná produkce OV z domácností a ostatních jednotek činí 133,3 l/os.den. Pro tuto diplomovou práci bude pro bilanční výpočty uvažovaná produkce OV 130 l/os.den.

6 Výsledky

6.1 Technické řešení návrhu

U všech tří variant je počítáno s rezervou 20% nárůstu počtu obyvatel pro plánovaný rozvoj. Dále je uvažováno, že 1 trvale žijící obyvatel je roven 1 EO, a dále, že 1 rekreant je roven 0,5 EO.

6.1.1 Varianta I

V rámci varianty I se navrhuje osazení domovních ČOV pro území obce Nahořany. Každá nemovitost v obci bude mít gravitační přípojku napojenou do stávající jednotné kanalizace. Pro území místních částí Lhota a Doubravice se navrhuje osazení sestavy domovních ČOV a domovních čerpacích jímek. Pro každou nemovitost bude vybudována tlaková přípojka, která bude napojena na tlakovou kanalizaci na obecním pozemku. Tlaková kanalizace, která směřuje z místních částí Lhota a Doubravice do obce Nahořany, bude napojena na stávající gravitační jednotnou kanalizaci. Stávající gravitační jednotná kanalizace bude svedena do Nahořanského potoka tak, jak tomu bylo doposud. Některé objekty v obci jsou již nyní vybaveny DČOV, avšak vzhledem k neznalosti stáří a technického stavu stávajících DČOV a pro relevantní posouzení všech uvažovaných variant, bylo uvažováno s obměnou DČOV pro všechny objekty (viz Tabulka 2).

Místní část	Počet trvale obydlených objektů	Počet pro výhledový rozvoj obce	Počet trvale neobydlených objektů	Uvažovaný počet DČOV	Množství OV odváděných na DČOV
-	ks	ks	ks	ks	m ³ /rok
Nahořany	114	23	35	172	24199.5
Lhota u Nahořan	32	6	31	69	6548.1
Doubravice	13	3	25	41	3226.6
Celkem	159	32	91	282	33974.2

Tabulka 2 – Množství odváděných vod dle počtu EO

Pro každý objekt je navrženo vybudování nové DČOV kategorie III (např. PZV), která splňuje podmínky čerpání dotace ze SFŽP. Navrhované DČOV budou kompaktní plastové podzemní objekty s biologickým čištěním odpadní vody. Odtok z navržených DČOV bude proveden stejně jako nátok z potrubí PVC DN 150 a DN 200. Profil DN 200 by byl použit u

nových bytových domů. Celkem je navrženo 282 ks nových DČOV a 110 ks nových domovních čerpacích jímek.

U objektů, které jsou vzdálenější od recipientu či obecní dešťové kanalizace a jejichž odtokové potrubí z DČOV by bylo delší než 100 m, se navrhuje zasakování vyčištěných odpadních vod. Zasakování přečištěných vod u objektů by předcházelo hydrogeologický průzkum pro možnost vsakování. Počet případů zasakování je odhadován maximálně u dvou objektů. Zasakování bude prováděno pomocí drenážních trubek PE DN 160. Drenážní trouby lze položit z materiálu PVC, ale je tedy potřeba předpokládat vyšší pořizovací náklady. Popřípadě je možné v těchto případech akumulovat vyčištěné odpadní vody v jímce a následně je používat pro závlahu.

Přehled rozdělení do jednotlivých kategorií a minimální přípustné účinnosti čištění odpadních vod pro DČOV jsou uvedeny v kapitole 3.8.2.

Tlaková kanalizace je navržena v profilu PE d90. Celková délka navržené tlakové kanalizace je 3 511 m. Gravitační kanalizace bude stávající. Náklady se předpokládají na opravu, ale tato suma je neznámá.

Tlakové přípojky jsou navrženy z potrubí PE d40 a gravitační přípojky jsou uvažovány z potrubí PVC DN 150 a DN 200. Celkem se předpokládá 172 ks gravitačních přípojek a 110 ks tlakových přípojek. Celková délka gravitačních přípojek je 1 883,1 m a celková délka tlakových přípojek je 730,5 m. V případě statků, u kterých mají budovy ze zástavby statku různá čísla popisná, se předpokládá pouze jedna společná přípojka

Domovní čerpací jímky na tlakových přípojkách budou navrženy z plastu o průměru 800 mm. Výška šachty je závislá na hloubce uložení gravitační části přípojky z napojované nemovitosti, která závisí na podsklepenosti napojovaného objektu a na místních terénních podmínkách. Hloubka šachty se předpokládá v rozmezí 1,5 – 3,0 m pod terénem. Celkový počet těchto šachet je 110 ks.

Výtlač z čerpacích stanic je řešen ponorným kalovým čerpadlem s řezacím ústrojím, které je usazeno na dvě nerezové tyče a bude se spouštět a vypínat dle čidla maximální a minimální hladiny.

6.1.2 Varianta II

Varianta II představuje centrální systém nakládání s odpadními vodami a zahrnuje výstavbu nové splaškové gravitační kanalizace pro území obce Nahořany. Pro území místních částí Lhota a Doubravice bude vystavěna gravitační splašková kanalizace do centrálních čerpacích jímek a dále přečerpávána do nově vystavěné gravitační splaškové kanalizace v obci Nahořany. Dále bude vystavěna centrální ČOV pro 716 EO, pro množství OV 33 974,2 m³/rok.

Navrhované gravitační stoky budou položeny do místních komunikací a do komunikace III. třídy č. 285. Gravitační splaškové přípojky budou napojeny do gravitačních stok. Gravitační stoky v místních částech Lhota a Doubravice budou směřovat do centrálních jímek. Z těchto jímek bude položeno výtlačné potrubí, které bude ukončeno napojením na gravitační splaškovou kanalizaci obce Nahořany, která je svedena do centrální ČOV v této obci.

Umístění ČOV bylo navrženo na západní hraně intravilánu obce Nahořany. Navržená ČOV počítá s umístěním na soukromý pozemek p.č. 1 137 v k.ú. Nahořany. Poloha ČOV byla zvolena tak, aby byla v nejnižším místě Nahořan a v blízkosti Nahořanského potoka. Trasy kanalizačních stok jsou navrženy převážně na obecních pozemcích. Všechny nemovitosti budou řešeny gravitačním odkanalizováním vzhledem k dobrým spádovým podmínkám zájmového území. Přípojky budou vedeny převážně po soukromých pozemcích. Tabulka 3 znázorňuje návrhové parametry dle počtu EO varianty II.

Místní část	Počet trvale žijících obyvatel	Rezerva pro výhledový rozvoj obce	Počet rekreatů	Množství OV odváděných na ČOV	Velikost ČOV v EO
-	osob	osob	osob	m ³ /rok	EO
Nahořany	381	76	105	24199.5	510
Lhota u Nahořan	76	15	93	6548.1	138
Doubravice	25	5	75	3226.6	68
Celkem	482	96	273	33974.2	716

Tabulka 3 – Velikost centrální ČOV dle počtu EO

Gravitační splašková stoka je navržena z potrubí PP DN 250 SN 10. Celková délka navržené stoky je 6 159,6 m. Výtlačná kanalizace je navržena z potrubí PE d90 o celkové délce 2 225,3 m.

Gravitační přípojky jsou uvažovány z potrubí PVC DN 150 SN 10. Celkem se předpokládá 282 ks gravitačních přípojek. Celková délka navržených přípojek je 2 678,6 m. V případě statků, u kterých mají budovy ze zástavby statku různá čísla popisná, se předpokládá pouze jedna společná přípojka. Předpokládá se napojení všech objektů na navrženou kanalizaci.

Pro území obcí Lhota a Doubravice jsou navrženy dvě centrální čerpací jímky. V místní části Lhota je navrženo umístění centrální jímky severozápadně na vnější hranici intravilánu. V místní části Doubravice je navržena centrální jímka umístěna severně na vnější hranici intravilánu. Do těchto čerpacích jímek bude napojena gravitační splašková kanalizace a z čerpacích jímek bude pokračovat výtlačná kanalizace do navržené gravitační kanalizace v obci Nahořany.

Obec bohužel nemá v majetku vhodně umístěný a dostatečně velký pozemek pro umístění ČOV situované na gravitační kanalizaci. Navrhovaná ČOV proto bude umístěna na pozemku p.č. 1 137 v k.ú. Nahořany, který se nachází na západní vnější hranici intravilánu. Jedná se o pozemek soukromý a bude ho nutné pro realizaci popisované varianty vykoupit nebo jeho část. Situování centrální ČOV je dáno reliéfem terénu a trasou Nahořanského potoka, kam budou odvedeny přečištěné vody z ČOV. Samotná ČOV bude kompaktní podzemní pro 720 EO s aerobními biologickými procesy čištění odpadních vod a předpokládá se její umístění na pozemku o velikosti cca 250 m² zastavěné plochy a 130 m² ostatní plochy. Pozemek se nachází vedle asfaltové místní komunikace a tato cesta bude rovněž využita pro příjezd k areálu ČOV.

6.1.3 Varianta III

Varianta III představuje centrální systém nakládání s odpadními vodami a zahrnuje výstavbu tří nových centrálních čerpacích jímek. Pro území místních částí Lhota a Doubravice bude vystavěna gravitační splašková kanalizace do centrálních čerpacích jímek a dále budou OV přečerpávány do nově vystavěné výtlačné kanalizace, která bude vést z Nahořan do splaškové kanalizace Nového Města nad Metují. Dále bude vystavěna centrální čerpací jímka v obci Nahořany. Celkové množství OV pro tři čerpací jímky činí 33 974,2 m³/rok.

Navrhované gravitační stoky budou položeny do místních komunikací a do komunikace III. třídy č. 285. Gravitační splaškové přípojky budou napojeny do gravitačních stok. Gravitační stoky v místních částech Lhota a Doubravice směřují do centrálních jímek.

Z těchto jímek bude položeno výtlačné potrubí, které bude ukončeno napojením na výtlačné potrubí z obce Nahořany do gravitační splaškové kanalizace Nového Města nad Metují.

Poloha centrálních jímek byla zvolena tak, aby bylo možno gravitačně svést OV do těchto jímek. Trasy kanalizačních stok jsou navrženy zejména na obecních pozemcích. Všechny nemovitosti budou řešeny gravitačním odkanalizováním. Přípojky budou vedeny převážně po soukromých pozemcích. Tabulka 4 znázorňuje návrhové parametry počtu EO varianty III.

Místní část	Počet trvale žijících obyvatel	Rezerva pro výhledový rozvoj obce	Počet rekreatantů	Množství OV odváděných na ČS	Velikost ČS podle EO
-	osob	osob	osob	m ³ /rok	EO
Nahořany	381	76	105	24199.5	510
Lhota u Nahořan	76	15	93	6548.1	138
Doubravice	25	5	75	3226.6	68
Celkem	482	96	273	33974.2	716

Tabulka 4 – Velikost centrální ČS dle počtu EO

Gravitační splašková stoka je navržena z potrubí PP DN 250 SN 10. Celková délka navržené stoky je 6 159,6 m. Výtlačné potrubí pro území obcí Lhota a Doubravice je navrženo z potrubí PE d90 a jeho celková délka je 2 140,5 m. Výtlačné potrubí z obce Nahořany do Nového Města nad Metují je navrženo z potrubí PE d90 o celkové délce 3 791,5 m.

Gravitační přípojky jsou uvažovány z potrubí PVC DN 150 SN 10. Celkem se předpokládá 282 ks gravitačních přípojek. Celková délka navržených přípojek je 2 678,6 m. V případě statků, u kterých mají budovy ze zástavby statku různá čísla popisná, se předpokládá pouze jedna společná přípojka. Předpokládá se napojení všech objektů na navrženou kanalizaci.

Pro území obce Nahořany je navržena jedna centrální čerpací jímka umístěná západně na vnější hranici intravilánu. Pro území obcí Lhota a Doubravice jsou navrženy dvě centrální čerpací jímky. V obci Lhota je navrženo umístění centrální jímky severozápadně na vnější hranici intravilánu. V obci Doubravice je navržena centrální jímka umístěna severně na vnější hranici intravilánu. Do těchto čerpacích jímek bude napojena gravitační splašková kanalizace a z čerpacích jímek bude pokračovat výtlačná kanalizace do navrženého výtlačného potrubí z obce Nahořany do gravitační kanalizace Nového Města nad Metují.

6.2 Investiční náklady

6.2.1 Varianta I

Investiční náklady jsou stanoveny dle metodiky uvedené v kap. 4. V Tabulce 5 je uveden přehled investičních nákladů pro DČOV a DČS.

Celkové investiční náklady zahrnují náklady na výstavbu kanalizace a náklady na DČOV včetně přípojek NN. Není znám počet objektů, u kterých jsou již DČOV zřízeny. U těchto objektů je též počítáno s výstavbou nových DČOV.

Kanalizace	Materiál a DN	Celková délka	Povrch	Délka, počet kusů	Jednotková cena	Celková cena
-	-	[m]	-	[m], [ks]	[Kč/m], [Kč/ks]	[Kč]
Tlaková	PE d90	3511	zpevněný - KK III. Třídy	2.0	5 200	10 400
			zpevněný	738.2	4 500	3 321 900
			nezpevněný	2770.8	3 400	9 420 720
Tlakové přípojky	PE d90	730.5	zpevněný	438.3	3 100	1 358 730
			nezpevněný	292.2	1 700	496 740
Gravitační přípojky	PVC DN 150	1883.1	zpevněný - KK III. Třídy	373.4	5 900	2 203 060
			zpevněný	905.8	4 800	4 347 840
			nezpevněný	603.9	3 800	2 294 820
Domovní ČOV				282.0	125 000	35 250 000
Domovní čerpací jímky				110.0	65 000	7 150 000
Suma						65 854 210

Tabulka 5 – Výpočet celkových nákladů na výstavbu varianty I

Investiční náklady na DČOV obsahují veškeré náklady na stavební a technologickou část.

6.2.2 Varianta II

Investiční náklady jsou stanoveny dle metodiky uvedené v kap. 4. V Tabulce 6 je uveden přehled investičních nákladů pro gravitační stoku, tlakovou kanalizaci, dvě centrální ČS, centrální ČOV a gravitační a tlakové přípojky.

Celkové investiční náklady zahrnují náklady na výstavbu gravitační a tlakové kanalizace, včetně přípojek NN k čerpacím stanicím a náklady na centrální čistírnu odpadních vod.

Investiční náklady na centrální čerpací jímky obsahují veškeré náklady na stavební a technologickou část. Investiční náklady na ČOV, se kterými se počítalo, obsahují veškeré náklady na ČOV – stavební a technologickou část včetně příjezdové komunikace a přípojek inženýrských sítí.

Kanalizace	Materiál a DN	Celková délka	Povrch	Délka, počet kusů	Jednotková cena	Celková cena
-	-	[m]	-	[m], [ks]	[Kč/m], [Kč/ks]	[Kč]
Gravitační	PVC DN 250	6159.6	zpevněný - KK III. Třída	718.5	12 540	9 009 990
			zpevněný	3933.1	9 650	37 954 415
			nezpevněný	1508	6 300	9 500 400
Tlaková	PE d90	2225.3	zpevněný - KK III. Třída	2.3	5 200	11 960
			zpevněný	1262.1	4 500	5 679 450
			nezpevněný	960.9	3 400	3 267 060
Kanalizační přípojky	PVC DN 150	2678.6	zpevněný - KK III. Třída	373.4	5 900	2 203 060
			zpevněný	1383.1	4 800	6 638 880
			nezpevněný	922.1	3 800	3 503 980
Centrální ČOV pro 716 EO				1	12 888 000	12 888 000
Centrální ČS pro 138 EO				1	500 000	500 000
Centrální ČS pro 68 EO				1	350 000	350 000
Suma						91 507 195

Tabulka 6 – Výpočet celkových nákladů na výstavbu varianty II

6.2.3 Varianta III

Investiční náklady jsou stanoveny dle metodiky uvedené v kap. 4. V Tabulce 7 je uveden přehled investičních nákladů pro gravitační stoku, tlakovou kanalizaci, 3 centrální ČS a gravitační přípojky.

Celkové investiční náklady zahrnují náklady na výstavbu gravitační a tlakové kanalizace, náklady na centrální čerpací jímky včetně přípojek NN k čerpacím stanicím.

Investiční náklady na tři centrální ČS, se kterými se počítalo, obsahují veškeré náklady na ČS – stavební a technologickou část a přípojek inženýrských sítí.

Kanalizace	Materiál a DN	Celková délka	Povrch	Délka, počet kusů	Jednotková cena	Celková cena
-	-	[m]	-	[m], [ks]	[Kč/m], [Kč/ks]	[Kč]
Gravitační	PVC DN 250	6159.6	zpevněný - KK III. Třídy	718.5	12 540	9 009 990
			zpevněný	3933.1	9 650	37 954 415
			nezpevněný	1508	6 300	9 500 400
Výtlačné do Nahořan	PE d90	2140.5	zpevněný - KK III. Třídy	7.6	5 200	39 520
			zpevněný	1212.6	4 500	5 456 700
			nezpevněný	920.3	3 400	3 129 020
Výtlačné do NMnM	PE d90	3791.5	zpevněný - KK III. Třídy	166.3	5 200	864 760
			zpevněný	776.1	4 500	3 492 450
			nezpevněný	2849.1	3 400	9 686 940
Gravitační přípojky	PVC DN 150	2678.6	zpevněný - KK III. Třídy	373.4	5 900	2 203 060
			zpevněný	1383.1	4 800	6 638 880
			nezpevněný	922.1	3 800	3 503 980
Centrální ČS pro 510 EO				1	850 000	850 000
Centrální ČS pro 138 EO				1	500 000	500 000
Centrální ČS pro 68 EO				1	350 000	350 000
Suma						93 180 115

Tabulka 7 – Výpočet celkových nákladů na výstavbu varianty III

Do cen nebyly zahrnuty provozní náklady a následné finanční prostředky potřebné na opravu jednotlivých prvků kanalizace v důsledku stáří materiálu.

7 Diskuze

Problémy s nakládáním odpadních vod jsou pro malé obce do 2 000 obyvatel nesporné a v mnoha případech ani není možné, aby malá obec takové problémy vyřešila ihned. S přibývajícím nároky na ochranu povrchových a podzemních vod je ale řešení neodkladné a na obce a provozovatele stokových sítí je vyvíjen neustálý tlak. Z tohoto důvodu jsou v této práci uvedeny tři variantní řešení odkanalizování tří obcí, aby došlo k čištění odpadních vod dle platné legislativy a nebyly dále znečišťovány povrchové a podzemní vodní zdroje (Arceivala, Asolekar, 2007).

Investiční náklady v tis. Kč bez DPH		
Var. 1	Var. 2	Var. 3
65 854	91 507	93 180

Tabulka 8 – Srovnání investičních nákladů všech variant

V Tabulce 8 jsou vyhodnoceny celkové náklady všech tří variant. Je jasně patrné, že varianta III, kde by docházelo k čerpání OV do splaškové kanalizace Nového Města nad Metují, je nejvíce nákladná ve vstupní investici.

Oproti tomu varianta I, kde dochází k přečištění odpadních vod v DČOV a čerpání DČS, je investičně nejméně nákladná. Tato varianta by z hlediska vstupní investice mohla být vyhodnocena jako nejrelevantnější, ovšem z pohledu provozování je sporná. Vzhledem k tomu, že DČOV a DČS budou osazovány na soukromých pozemcích jednotlivých majitelů, mohlo by docházet ke komplikacím při údržbě celého systému. Pokud by tato varianta byla investorem (obcí) odsouhlasena, bylo by vhodné, aby byl obcí a provozovatelem zřízen centrální systém údržby i na soukromých pozemcích a majetku soukromníků, neboť za normálních podmínek by byl za provoz technologie zodpovědný jednotlivý soukromník.

Po zhodnocení technicko-ekonomických atributů byla vyhodnocena jako nejvhodnější varianta II, kde dochází k centrálnímu řešení odkanalizování odpadních vod. U jednotlivých majitelů odkanalizovaných nemovitostí budou osazeny gravitační přípojky, které jsou z hlediska provozu a údržby nejméně náročné, a ostatní zařízení budou řešena centrálně. Toto řešení je více investičně nákladné, ale nejméně provozně nákladné ze všech variant.

Pokud je v obci vybudována oddílná kanalizace, není možné do splaškové kanalizace vypouštět dešťové vody. Když bude u jednotlivých nemovitostí řešeno odkanalizování splaškových vod, mohlo by dojít i k řešení jímání dešťových vod. U jednotlivých soukromníků by byly zřízeny podzemní nádrže na jímání dešťových vod a k následnému využití např. k zalévání zahrad. Majitelé nemovitostí by měli být seznámeni s vypsányými dotačními tituly na jednotlivá řešení nakládání s dešťovými vodami.

Vzrůstající nároky na životní standart a na zlepšování služeb jsou v přímě závislosti na centralizování síťových infrastruktur. Otázka decentralizovaného systému či centralizovaného systému nakládání s odpadními vodami je stále řešena. Optimální stupeň centrálního řešení klesá se složitostí terénu a se zvětšujícím se rozptylem osídlení. Účinek topografie převyšuje účinek rozptýlení osídlení, ale stále je optimální stupeň centralizace oproti stupni decentralizace systému odvádění a čištění odpadních vod na nižší úrovni, než by měl v současné době být (Eggimann a kol., 2015).

Při pohledu na nové trendy čištění odpadních vod v EU je zřejmé, že se tradiční centrální přístup mění ve prospěch decentrálního systému. Jedním z aspektů je, že decentrální řešení prochází neustálou modernizací a také dochází ke snižování investičních nákladů na pořízení takového systému. Dalším měřítkem výhod může být neustálý tlak na opětovné využívání vyčištěných vod a jejich vrácení do oběhu. Dále je možné spekulovat nad nutností budoucích investic v krátkodobém intervalu použitých k modernizaci centrálních ČOV, protože životnost technologií je 50 – 60 let. O decentralizovaném systému asi není vhodné uvažovat v hustě osídlených oblastech s hustou zástavbou, ale mohl by být zvažován pro místa historicky trpící nedostatkem vody, menší územní celky či větší stavební bloky, jako jsou nemocnice a nákupní centra, kde by přinesl stabilní a udržitelný zdroj vody (Libralato a kol., 2011).

Po vyhodnocení výhod a nevýhod jednotlivých systémů pro nakládání s odpadními vodami je zřetelné, že obecně nelze říci, který je efektivnější. Vždy je důležité zhodnotit vstupní parametry řešeného území a na jejich základě se rozhodnout pro centralizovaný nebo decentralizovaný systém.

Stále na tomto světě žije velká část populace (hlavně v rozvojových zemích), kde je důležité implementovat postupy pro nakládání s odpadními vodami, neboť efektivním zpracováním odpadu se zlepšuje životní úroveň a zdraví lidí. Někteří lidé stále nemají přístup k základní hygieně a jsou nuceni se vyprazdňovat na polích, v příkopech, do věder nebo pytlů, které

následně vynášejí na ulici. Takové nakládání s odpadem lze přirovnat k středověké Evropě. V průmyslových zemích, kde je čištění OV téměř vyřešeno, se takové problémy degradující zdraví vyskytují ojediněle. V důsledku zanedbané hygieny a závadnosti vody umírají na tomto světě tři děti každou minutu. V mnoha zemích ještě nebyly pochopeny ekonomické výhody efektivního nakládání s OV (Lofrano a Brown, 2010).

8 Závěr

V teoretické části byly sumarizovány všechny potřebné zdroje a informace o materiálech kanalizačního potrubí, o jednotlivých systémech odkanalizování, technickém řešení stok, způsobech čištění odpadních vod a o řešení čistíren odpadních vod. Ze získaných informací popsaných v teoretické části čerpá část praktická.

Praktická část práce popisuje řešené území, uvádí technické řešení jednotlivých návrhů a srovnává tři varianty odkanalizování tří malých obcí. Technické řešení návrhu je zaměřeno na popis všech tří variant, kde se podrobně rozebírá odkanalizování a přečištění odpadních vod. První navrhovanou variantou je řešení pomocí 282 ks domovních ČOV a 110 ks domovních ČS, gravitačních přípojek v obci Nahořany, tlakových přípojek a 3 511 m tlakového potrubí PE d90 a vypouštění decentralizovaně čištěných vod do Nahořanského potoka. Druhá varianta je řešena výstavbou gravitačního potrubí PVC DN 250 v délce 6 159,6 m, které svede v obcích Doubravice a Lhota odpadní vody do centrálních ČS a následně tlakovým potrubím PE d90 v délce 2 225,3 m budou čerpány do gravitační kanalizace obce Nahořany svedené na centrální ČOV, kde by docházelo k vyčištění OV a vypuštění do recipientu. Poslední variantou je řešení obdobné jako u varianty II s tím rozdílem, že by nedocházelo k přečištění OV v centrální ČOV v obci Nahořany, ale byla by zde vybudována centrální ČOV a odpadní vody by byly dopravovány do gravitační kanalizace a centrální ČOV Nového Města nad Metují. V práci jsou srovnány navržené varianty ekonomickou rozvahou založené na výpočtu dle cenové hladiny ceníku agregovaných cen pro rok 2020.

Srovnáním všech tří variant došlo k nejasnému výsledku. Finančně nejlépe vychází varianta I, která řeší decentrální čištění odpadních vod a centrální svedení do recipientu, ale tato varianta bude náročná a složitá pro následný provoz a údržbu. U této varianty lze předpokládat navýšení provozních nákladů v době budoucí oproti ostatním variantám. Nejméně investičně

výhodná třetí varianta by byla vhodná po detailním prozkoumání stávajících parametrů centrální ČOV v Novém Městě nad Metují z následných provozních nákladů vzniklých po výstavbě. Jako nejrelevantnější se zdá být druhá varianta centralizovaného systému odvádění a čištění odpadních vod čerpaných ze dvou obcí a gravitačně svedených na centrální ČOV tří obcí Nahořany, Doubravice a Lhota. Samozřejmě konečné rozhodnutí a zvolení konečného systému odkanalizování a čištění OV závisí plně na investoroři a tím jsou samotné obce.

9 Přehled literatury a použitých zdrojů

Odborné publikace:

Arceivala S. J., Asolekar S. R., 2007: Wastewater treatment for pollution, control and reuse. 3rd ed. Tata McGraw-Hill, New Delhi, 511 s.

Beránek J., Prax P., 1998: Navrhování tlakové kanalizace. NOEL, Brno, 110 s.

Butler D., Davies W. J., 2011: Urban drainage. 3th ed. CRC Press, Boca Raton, 656 s. ISBN 978-0415455268.

Čížek P., Herel F., Koníček Z., 1970: Stokování a čištění odpadních vod. 1. vyd. SNTL, Praha. 400 s.

Degrémont, 2003: Memento technique de l'eau. 9th ed. Lavoisier, Paris, 1596 s. ISBN 978-2950398406.

Eggiman S., Truffer B., Maurer M., 2015: Water Research: To connect or not to connect? Modelling the optimal degree of centralisation for wastewater infrastructures. Water Research 84. P. 218 – 231.

Hlavínek P., Mičín J., Prax P., 2001: Příručka stokování a čištění. NOEL, Brno, 251 s. ISBN 80-86020-30-4.

Jedličková V., Hlavínek P., 2016: Zefektivnění procesu nitrifikace a denitrifikace a snížení provozních nákladů na ČOV. In: Juniorstav 2016: 18th International Conference of PhD Students: proceedings. VUT v Brně, Fakulta stavební, Brno, s. 263-270. ISBN 978-80-214-5311-1.

Kratochvíl B., Švorčík V., Vojtěch D., 2005: Úvod do studia materiálů. 1. vyd. VŠCHT, Praha, 190 s. ISBN 80-7080-568-4.

Libralato G., Ghirardini A. V., Avezzu F., 2011: To centralise or to decentralise: An overview of the most recent trends in wastewater treatment management. Journal of Environmental Management 94. P. 61-68.

Lofrano G., Brown J., 2010: Wastewater management through the ages: A history of making. Science of the Total Environment, Volume 408, Issue 22. P. 5255-5264.

Marshalek J., 2009: Urban water cycle processes and interactions. Taylor & Francis, Abingdon. ISBN 978-92-3-104060-3.

Novák J., 2003: Příručka provozovatele stokové sítě. Medim, Líbeznice u Prahy, 156 s. ISBN 80-238-9947-3.

Peters R. J. W., Steven R., Caldwell S., Johansen B., 2006: Testing the water V-cone flowmeters in accordance with API 5.7. Testing protocol for differential pressure flow measurement devices. Flow Measurement and Instrumentation 17. P. 247-254.

Pytl V. a kol., 2004: Příručka provozovatele čistírny odpadních vod. 1. vyd. Medim, Praha, 209 s. ISBN 80-239-2528-8.

Shen C., Wang M., Zhang Ch., Dong Y., Ni L., Jiang Y., 2019: Experimental investigation on a novel sewage-resource-based system with functions of heat recovery and water purification. Applied Thermal Engineering 165.

Synáčková M., 2014: Vodárenství a stokování. ČZU, Praha, 99 s.

Šnajdr M., 2009: Zneškodňování odpadních vod v obcích do 2 000 ekvivalentních obyvatel. MŽP ČR, Praha, 87 s.

Šrytr P. a kol., 2001: Městské inženýrství. Academia, Praha, 398 s. ISBN 80-200-0440-8.

Trnková M., 2005: Instalace vody a kanalizace I, Informatorium, Praha, 155 s. ISBN 80-86073-84-X.

Vodovody a kanalizace ČR, 2017. MZ ČR, Praha, 12 s. ISBN 978-80-7434-386-5.

Wanner F., 2019: Studie nakládání s čistírenskými kaly v České republice. SOVAK, Praha, 23 s.

Legislativní zdroje:

ČSN 73 6005: Prostorové uspořádání vedení technického vybavení. Český normalizační institut, Praha, 2020.

ČSN 75 6401: Čistírny odpadních vod pro ekvivalentní počet obyvatel (EO) větší než 500. Český normalizační institut, Praha, 2014.

ČSN 75 6402: Čistírny odpadních vod do 500 ekvivalentních obyvatel. Český normalizační institut, Praha, 2017.

ČSN EN 12566-3: Malé čistírny odpadních vod do 50 EO – Část 3: Balené a/nebo na místě montované domovní čistírny odpadních vod

Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 305/2011 ze dne 9. března 2011, kterým se stanoví harmonizované podmínky pro uvádění stavebních výrobků na trh a kterým se ruší směrnice Rady 89/106/EHS

Nařízení vlády č. 401/2015 Sb. o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech.

Směrnice Rady Evropy 86/278/EHS, o ochraně životního prostředí a zejména půdy při používání kalů z čistíren odpadních vod v zemědělství.

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

Zákon č. 541/2020 Sb., o odpadech.

Internetové zdroje:

Foller J., 2018: Třetí stupeň čištění. Je možné snadné čištění? Vodní hospodářství 2 (online) [cit. 2021.03.09], dostupné z: <<https://vodnihospodarstvi.cz/treti-stupen-cisteni/>>.

HEIS VÚV TGM, c2002-2021: CHOPAV (online) [cit. 2021.02.26], dostupné z: <<https://heis.vuv.cz/data>>.

MŽP, c2008-2020a: Ochrana vod (online) [cit. 2020.12.26], dostupné z: <https://www.mzp.cz/cz/ochrana_vod>.

MŽP, c2008-2020b: Územní systém ekologické stability (online) [cit. 2021.02.25], dostupné z: <https://www.mzp.cz/cz/uzemni_system_ekologicke_stability>.

Plán rozvoje vodovodů a kanalizací Královehradeckého kraje, 2004: Karty obcí (online) [cit. 2020.10.26], dostupné z: <<https://mapy.kr-kralovehradecky.cz/vak/>>.

Povodí Labe, státní podnik, c2009-2020: Vodní díla (online) [cit. 2021.02.25], dostupné z: <<http://www.pla.cz/planet/webportal>>.

Remešová T., 2017: Varianty odkanalizování obcí do 2 tisíc obyvatel (online) [cit. 2021.01.09], dostupné z: <<https://dspace.vutbr.cz/xmlui/handle/11012/69122>>.

Václavík V., 2017: Multimediální texty předmětu Vodohospodářská zařízení II (online) [cit. 2021.03.08], dostupné z: <<http://fast10.vsb.cz/studijni-materialy/tzb-1/8.html>>.

10 Seznam obrázků

Obrázek 1 – Zájmové území obcí Nahořany, Lhota a Doubravice (Mapy.cz, 2021).....23

11 Seznam tabulek

Tabulka 1 – Tabulka cen jednotlivých položek.....20

Tabulka 2 – Množství odváděných vod dle počtu EO.....28

Tabulka 3 – Velikost centrální ČOV dle počtu EO.....30

Tabulka 4 – Velikost centrální ČS dle počtu EO.....32

Tabulka 5 – Výpočet celkových nákladů na výstavbu varianty I.....33

Tabulka 6 – Výpočet celkových nákladů na výstavbu varianty II.....34

Tabulka 7 – Výpočet celkových nákladů na výstavbu varianty III.....35

Tabulka 8 – Srovnání investičních nákladů všech variant.....36

12 Příloha

C.1 – Přehledná situace varianty I

C.2 – Přehledná situace varianty II

C.3 – Přehledná situace varianty III