ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ

FAKULTA STAVEBNÍ

KATEDRA ZDRAVOTNÍHO A EKOLOGICKÉHO INŽENÝRSTVÍ

POSOUZENÍ OPTIMÁLNÍ MÍRY CENTRALIZACE ODVÁDĚNÍ A ČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH A SRÁŽKOVÝCH VOD V MALÝCH OBCÍCH

DIPLOMOVÁ PRÁCE

JAN HLAVATÝ

Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. David Stránský, Ph.D.

Leden 2017

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
Fakulta stavební
Thákurova 7, 166 29 Praha 6

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Bc. Hlavatý Jméno: Jan Osobní číslo: 380859

Zadávající katedra: K144 - Katedra zdravotního a ekologického inženýrství

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Vodní hospodářství a vodní stavby

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Posouzení optimální míry centralizace odvádění a čištění odpadních a srážkových vod v malých obcích

Název diplomové práce anglicky: Analysis of optimal degree of decentralization of small municipalities drainage and treatment systems

Pokyny pro vypracování:
Diplomová práce se bude zabývat posouzením různých variant decentralizace systémů odvádění a čištění odpadních a srážkových vod ve vybraných obcích, a to z hlediska investičních nákladů, provozních nákladů a doby návratnosti. Práce bude obsahovat teoretickou a praktickou část.

Seznam doporučené literatury:
1/ Krejčí, V. a kol. (2002). Odvodnění urbanizovaných území - Koncepční přístup
2/ Butler, D. (2012). Urban Drainage
3/ CzWA, OS OUÚ (2015). Možnosti finanční podpory hospodaření s vodami v malých obcích z prostředků SFŽP

Jméno vedoucího diplomové práce: doc. Ing. David Stránský, Ph.D.

Datum zadání diplomové práce: 12.října 2016 Termín odevzdání diplomové práce: 8.1.2017

Podpis vedoucího práce Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce" a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací".

12.10.2016
Datum převzetí zadání Podpis studenta(ky)

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o etické přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

V Praze dne 8. 1. 2017 .....

podpis

Poděkování

Chtěl bych tímto poděkovat vedoucímu diplomové práce doc. Ing. Davidu Stránskému, Ph.D. za jeho ochotu, odborné rady a vedení a Ing. Luboši Haraštovi za jeho podnětné konzultace. Velký dík patří také rodině a přítelkyni za vytrvalou podporu.

ANOTACE

Předmětem diplomové práce je identifikace decentralizovaných a centralizovaných systémů pro odvádění a následné čištění odpadních a srážkových vod v malých obcích. Pozornost je také věnována právnímu rámci oboru vodovodů a kanalizací, charakteristikám oboru a možnostem dotační podpory relevantních řešení ze strany státních institucí.

V této práci je navržen decentralizovaný a centralizovaný způsob odvádění a čištění odpadních vod pro tři malé obce v České republice a je porovnána jejich výhodnost, resp. proveditelnost z hlediska investičních a provozních nákladů a doby návratnosti konkrétní investice.

Podklady pro zpracování práce byly zejména odborné publikace, články nebo prezentace týkající se této tématiky, související účinné právní předpisy, tiskové zprávy nebo metodiky ministerstev a další.

ABSTRACT

The subject of this thesis is the identification of decentralized and centralized systems for wastewater and storm water drainage and treatment in small municipalities. This thesis contains a description of the legal framework of water supply and sewerage systems, specifics of the market and possibilities of grant support from the public institutions.

This thesis contains the design of decentralized and centralized system of drainage and wastewater treatment plants for three small municipalities in the Czech Republic and comparison of the feasibility of various systems in terms of capital and operating expenditures and a payback time of the specific investment.

The sources for preparation of the thesis were in particular professional publications, articles or presentations on this topic, related legislation, press releases or methodologies published by ministries.

Stanovení cílů práce

Cílem práce je posoudit decentralizované a centralizované systémy odvádění a čištění odpadních vod v malých obcích, případně jejich kombinaci (semi-centralizované řešení) a porovnat investiční a provozní náklady navržených způsobů s různou mírou centralizace v konkrétních lokalitách.

Obsah

1 Úvod 9

2 Rešerše 12

2.1 Koncepce a principy oboru vodovodů a kanalizací 12

2.2 Právní úprava oboru vodovodů a kanalizací 18

2.3 Základní charakteristiky oboru vodovodů a kanalizací v ČR 21

2.4 Cenotvorba 24

2.5 Modely provozování vodovodů a kanalizací v ČR 25

2.6 Možnosti centralizovaného a decentralizovaného řešení odvádění a čištění splaškových a srážkových vod 27

2.7 Příklady dobré praxe v zahraničí 35

2.8 Dotační podpora 39

3 Stanovení cílů práce 44

4 Metodika 45

4.1 Výběr konkrétních obcí 45

4.2 Navrhované varianty decentralizovaného a centralizovaného nakládání se splaškovými a srážkovými vodami ve vybraných obcích 47

4.3 Stanovení nákladů navržených variant decentralizovaného a centralizovaného nakládání se splaškovými a srážkovými vodami 50

4.4 Porovnání výsledků v jednotlivých obcích 55

5 Analýza jednotlivých obcí 56

5.1 Obec Tisovec, okres Chrudim 56

5.2 Obec Chlumětín, okres Žďár nad Sázavou 66

5.3 Obec Bořice, okres Chrudim 73

5.4 Porovnání případových studií 80

6 Diskuze a závěry 83

7 Seznam literatury a podkladů 86

8 Seznam obrázků 94

9 Seznam grafů 94

10 Seznam tabulek 94

1 Úvod

Během posledních desetiletí se po celém světě stal velice diskutovaným termín trvale udržitelný rozvoj. Tento termín byl poprvé definován už v roce 1987 ve zprávě s názvem „Naše společná budoucnost“, kterou vypracovala Světová komise pro životní prostředí a rozvoj. Dle této definice lze trvale udržitelný rozvoj chápat jako: *„takový rozvoj, který naplňuje současné potřeby, aniž by omezoval schopnost budoucích generací naplnit jejich potřeby.“* [1] Trvalá udržitelnost se vztahuje především k oblasti životního prostředí, ke kterému bychom se měli chovat právě v duchu tohoto hesla.[1] Jednou z nejdůležitějších složek životního prostředí ovlivňujících náš každodenní život je bezpochyby voda a je důležité zachovat ji v dostatečném množství a kvalitě nejen pro nás, ale i pro budoucí generace. To potvrzuje i hned první odstavec Směrnice č. 2000/60/ES Evropského parlamentu a Rady ustavující rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky, jenž tvrdí, že: *„Voda není běžný obchodní produkt, ale spíše dědictví, které je třeba chránit, střežit a podle toho s ním nakládat.“* [3]

Důležitým faktorem ovlivňujícím kvalitu vod jsou mj. bodové zdroje vypouštění odpadních vod z výpustí kanalizací nebo z obecních čistíren odpadních vod. Nedostatečně čištěné odpadní vody můžou výraznou měrou přispívat k eutrofizaci stojatých vod a např. v povodí vodárenských nádrží nebo nádrží vhodných pro rekreační účely se jedná o velký problém. K tomu nepřispívají pouze větší sídelní celky s velkými objemy vypouštěných vod, ale rovněž malé obce. Tato práce se zabývá malými obcemi (s populací okolo 200 obyvatel), které nemají v řadě případů vyřešeno čištění odpadních vod na dostatečné úrovni. Eutrofizace nádrží je jen jednou z problematik, proč je nutné zaměřit na malé obce a jejich způsob čištění odpadních vod pozornost. V minulosti nebyla na nakládání malých obcí se splaškovými a srážkovými vodami kladena vysoká priorita, protože bylo důležitější vyřešit velké aglomerace a obce s více než 2 000 obyvateli, ale postupem času, kdy je v těchto lokalitách čištění odpadních vod již vyřešeno na dostatečné úrovni, řešení pro malé obce se dostává do popředí zájmu. Důležitým a nelehkým úkolem v malých obcích je pak stanovení míry centralizace systému odvádění a čištění odpadních vod.

[1] Pojem „Trvale udržitelný rozvoj“ je definován i v české legislativě, konkrétně v zákoně č. 17/1992 Sb., o životním prostředí, ve znění pozdějších předpisů jako: *„Trvale udržitelný rozvoj společnosti je takový rozvoj, který současným i budoucím generacím zachovává možnost uspokojovat jejich základní životní potřeby a přitom nesnižuje rozmanitost přírody a zachovává přirozené funkce ekosystémů.“* [2]

V posledních letech je (nejen) v České republice častým jevem v letních měsících výskyt extrémního sucha, přičemž zaznívají hlasy, že v budoucnu dojde ke zvýšení četnosti výskytu jevů jako jsou sucha a povodně a že hydrologický cyklus nebude tak pravidelný jako doposud. [4] Sucho má velký vliv na oblasti zemědělství, průmyslu nebo i každodenního života obyvatel, kdy v některých lokalitách dochází k poklesu hladiny podzemní vody a zásob vody ve studnách nebo vrtech pro zásobování obyvatel pitnou vodou. Pro Českou republiku jako území, ze kterého veškeré vody odtékají do okolních států, je důležité efektivně hospodařit se srážkovou vodou a snažit se ji zadržet v krajině a navrátit do přirozeného koloběhu namísto rychlého odvedení do řek, říček a potoků. K hospodárnému nakládání a využívání nejen srážkových, ale i vyčištěných odpadních vod nabádá i dokument meziresortní komise VODA – SUCHO, který představuje opatření k naplnění cílů ochrany před negativními dopady sucha. Jedním z opatření menšího rozsahu je např. technické opatření decentralizovaně akumulovat srážkové vody v místě dopadu [4] a je zřejmé, že i drobná opatření realizovaná ve velkém měřítku mohou mít velký vliv na celý systém.

Mimo udržitelného nakládání se zdroji pitné vody se do popředí dostává i otázka udržitelného využívání živin a zdrojů, které se objevují v odpadu nebo odpadních vodách z domácností. Především v lokalitách s problematickým čištěním odpadních vod a omezeným přístupem ke zdrojům vody, energie a živin je s výhledem do budoucna důležité přemýšlet nad systémy, které by dokázaly recyklovat živiny z odpadních vod. Jedním z pilotních projektů Institutu pro vodu, životní prostředí a zdraví („*Institute for Water, Environment and Health*“) spadající pod Univerzitu Organizace spojených národů („*United Nations University*“) je Udržitelné hospodaření s odpadními vodami v Ugandě *(„Sustainable Wastewater Management in Uganda“)*, v rámci kterého je čištění odpadních vod v chudých oblastech financováno skrz prostředky získané z recyklace živin z odpadních vod nebo z výroby bioplynu. [5] Toto téma je ve vztahu k trvalé udržitelnosti velmi aktuální a podobné pilotní projekty mohou přispět k širšímu využití inovativních metod.

Tato práce se snaží k udržitelnosti systému přispět náhledem na problematiku odvodnění a čištění odpadních a srážkových vod v malých obcích. Teoretická část diplomové práce popisuje koncept DESAR a dále metody a odlišnosti decentralizovaného, centralizovaného, příp. semi-centralizovaného způsobu odvádění a čištění odpadních (splaškových a srážkových) vod v malých obcích. Dále jsou identifikovány příklady dobré

praxe nakládání se splaškovými vodami a hospodaření s dešťovou vodou v zahraničí a analyzovány možnosti dotační podpory ze strany státních institucí pro chytrá a udržitelná řešení týkající se hospodaření se splaškovými a srážkovými vodami v obcích. V teoretické části se práce také věnuje popisu charakteristik oboru vodovodů a kanalizací, právního rámce tohoto odvětví a jeho dlouhodobé koncepce a základních principů. Praktická část práce se snaží zjistit optimální míru centralizace odvádění a čištění splaškových a srážkových vod ve třech konkrétních lokalitách, kterými jsou malé obce s populací okolo 200 obyvatel. Vyhodnocení je na závěr provedeno na základě porovnání investičních a provozních nákladů jednotlivých navržených variant.

2 Rešerše

2.1 Koncepce a principy oboru vodovodů a kanalizací

Česká republika po vstupu do Evropské unie v roce 2004 aktualizovala svoji politiku v oblasti životního prostředí a mezi své úkoly zařadila požadavky na členské státy vyplývající z evropské legislativy („*Acquis Communautaire"*). První období Státní politiky životního prostředí České republiky (dále také jako „**SPŽP ČR**") bylo stanoveno na období 2004 až 2010 a jedním z jejích úkolů, který je relevantním v oblasti čištění městských odpadních vod, byla „*Výstavba ČOV pro 2–10 tis. EO, rekonstrukce ČOV nad 10 tis. EO – eliminace emisí dusíku a fosforu v citlivých oblastech (což je celé území ČR)"* s očekávanými náklady ve výši 80 mld. Kč a termínem do roku 2010. [6]

Environmentální opatření v oblasti ochrany a užívání vod, které mělo za úkol „*splnit požadavek směrnice Rady 91/271/EHS o čištění městských odpadních vod do roku 2010"*, bylo dle dokumentu Vyhodnocení plnění Státní politiky životního prostředí České republiky (za období 2004-2010) plněno průběžně. Během tohoto období byla infrastruktura vybudována u 441 aglomerací nad 2 000 EO a zbývalo splnit požadavky u 192 aglomerací nad 2 000 EO. Větší problém byl v dokumentu predikován u aglomerací menších než 2 000 EO, u kterých má být v souladu s požadavky směrnice Rady 91/271/EHS zajištěno přiměřené čištění vypouštěných odpadních vod, ale kvůli nedostatku financí a nižší prioritě oproti aglomeracím nad 2 000 EO, nebyla této kategorii věnována dostatečná pozornost. [7]

Podle čl. 7 směrnice Rady 91/271/EHS měly do 31. prosince 2005 členské státy zajistit: „*…aby městské odpadní vody odváděné stokovými soustavami byly před vypuštěním čištěny způsobem vymezeným v čl. 2 odst. 9, a to při vypouštění do sladkých vod a do ústí řek z aglomerací s populačním ekvivalentem nižším než 2000 PE*." Způsob vymezený v čl. 2 odst. 9 směrnice Rady 91/271/EHS je tzv. přiměřené čištění, tzn. „*čištění městských odpadních vod jakýmkoli postupem nebo způsobem zneškodňování, který zajistí, že po jejich vypuštění vyhoví recipient jakostním cílům a příslušným ustanovením této směrnice nebo jiných směrnic Společenství*." [8] Termín implementace směrnice Rady 91/271/EHS Českou republikou byl po vstupu do Evropské unie v roce 2004 posunut a dvě přechodná období končila na konci prosince 2006 a konci října 2010. Postup implementace této směrnice byl popsán v dokumentu „Aktualizace strategie financování implementace směrnice Rady č. 91/271/EHS, o čištění městských odpadních vod" schválený vládou České republiky. [9]

Podpora výstavby ČOV pomocí dotačních programů Ministerstva životního prostředí (dále také jako „**MŽP**“) a Ministerstva zemědělství (dále také jako „**MZe**“), (např. podprogram MŽP „Výstavba a obnova ČOV a kanalizací včetně umělých mokřadů“ nebo programy MZe „Výstavba a technická obnova čistíren odpadních vod a kanalizací“ a „Výstavba a technická obnova čistíren odpadních vod a kanalizací II“) pomohla mj. naplňovat opatření „*snížit plošné znečištění povrchových a podzemních vod a zabránit, popř. snížit, následky havarijního znečištění“*. Opatření, které mělo za úkol *„plnit implementační plán směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES z 23. října 2000 ustavující rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky“* bylo v období 2004 -2010 plněno průběžně transpozicí požadavků směrnice do zákona č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů (dále jen „**vodní zákon**“), v roce 2003 a zapracováním požadavků na zajištění dobrého stavu vod do plánů povodí. Z celkem 15 opatření v oblasti ochrany a využívání vod byly na konci období 2004 - 2010 čtyři opatření (s)plněny, jedenáct plněno průběžně, pouze jedno plněno částečně a do budoucna se předpokládalo splnění všech opatření v této oblasti. [7]

Nová SPŽP ČR 2012-2020 navazuje svými úkoly na minulé období a definuje nebo aktualizuje úkoly až do roku 2020. Prioritou nadále zůstává *„naplnit požadavky směrnice Rady 91/271/EHS o čištění městských odpadních vod a dosáhnout dobrého ekologického stavu vod“*. Tematická oblast 1. Ochrana a udržitelné využívání zdrojů obsahuje Prioritu 1.1 Zajištění ochrany vod a zlepšování jejich stavu, která obsahuje dva cíle[2], které jsou označeny třemi vykřičníky, čímž patří mezi nejvýznamnější a neodkladné problémy SPŽP ČR. Mezi opatření, která mají napomoct splnění prioritních cílů, se řadí např. *„realizovat a aktualizovat plány povodí dle § 24 vodního zákona“*, *„zajistit podporu výstavby a rekonstrukce ČOV s kanalizací v obcích do 2000 ekvivalentních obyvatel v souladu s články 7 a 2 odst. 9 Směrnice Rady 91/271/EHS“* nebo *„dokončení výstavby a rekonstrukce chybějících čistíren městských odpadních vod v souladu s požadavky směrnice Rady 91/271/EHS“*. Tato opatření jsou ve společné gesci MŽP a MZe a plněny měly být průběžně s termínem do roku 2015. [10]

[2] Cíl 1.1.1 *Zajištění realizace Programů monitoringu povrchových a podzemních vod pro vyhodnocení všech opatření prováděných podle Rámcové směrnice o vodní politice, jako základního nástroje pro vyhodnocení jejich efektivity.* [10]
Cíl 1.1.2 *Dosažení alespoň dobrého ekologického stavu nebo potenciálu a dobrého chemického stavu útvarů povrchových vod, dosažení dobrého chemického a kvantitativního stavu útvarů podzemních vod a zajištění ochrany vod v chráněných územích vymezených dle Rámcové směrnice o vodní politice.* [10]

Zmíněné plány povodí jsou spolu s plány pro zvládání povodňových rizik vypracovány v rámci plánování v oblasti vod a podle Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES rozděleny do tří plánovacích období (1. plánovací období: 2009 - 2015, 2. plánovací období: 2015 – 2021, 3. plánovací období: 2021 – 2027). V aktuálně probíhajícím druhém plánovacím období došlo ke změně struktury a plány povodí se nyní dělí na:

- mezinárodní plány povodí (pro mezinárodní oblasti povodí; pro Českou republiku jsou relevantní povodí Labe, Dunaje a Odry);
- národní plány povodí (pro části mezinárodních povodí na území České republiky);
- dílčí plány povodí (doplňují národní plány, na území České republiky je jich celkem 10). [11]

Vypracováním národních plánů povodí jsou pověřeny Ministerstvo životního prostředí a Ministerstvo zemědělství a následně jsou schvalovány vládou. Cíle, které stanovují národní plány povodí, jsou uvedeny v § 24 odst. 4 vodního zákona. Jedná se o cíle „*pro ochranu a zlepšování stavu povrchových a podzemních vod a vodních ekosystémů, ke snížení nepříznivých účinků povodní a sucha, pro hospodaření s povrchovými a podzemními vodami a udržitelné užívání těchto vod pro zajištění vodohospodářských služeb a pro zlepšování vodních poměrů a pro ochranu ekologické stability krajiny.“*

Dalšími strategickými dokumenty v oblasti rozvoje vodovodů a kanalizací jsou Plány rozvoje vodovodů a kanalizací kraje (dále jen „**PRVK kraje**“ nebo „**Plány rozvoje VaK**“) zpracovávané podle § 4 zákona č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů (dále jen „**zákon o VaK**“). Plány rozvoje VaK musí být zpracované pro jednotlivé kraje a obsahují koncepce zásobování obyvatel daného území pitnou vodou a odkanalizování a čištění odpadních vod. Plány rozvoje VaK by měly navrhovat technicky nejvhodnější řešení v mezích hospodárnosti a měly by být každoročně aktualizovány. Podklady pro zpracování těchto dokumentů jsou národní plány povodí a územní politika krajů. [12]

Nová SPŽP ČR se zmiňuje i o udržitelných způsobech nakládání se srážkovými vodami v rámci řešení cíle 3.3.3 Zajistit šetrné hospodaření s vodou v sídelních útvarech skrze opatření *„podporovat v rámci realizace nově budovaných zpevněných ploch vhodné nakládání se srážkovými vodami (zasakování, akumulace nebo odpar dešťové vody – propustná dlažba využívající vegetačních tvárnic, zatravněných spár nebo porézních*

materiálů, zatravněné střechy atd.)“, „podporovat opatření vedoucí k zachycení a následnému využití srážkové a užitkové vody v místě (retenční nádrže, podzemní jímky)“ nebo např. *„zvýšit podíl ploch zeleně, jejichž součástí je vhodné retenční opatření (zasakovací průlehy, rýhy nebo šachty, retenční příkopy, apod.)“*. Řešitelem opatření tohoto cíle je MŽP a spolupodílejí se MZe, Ministerstvo místního rozvoje (dále jen „MMR“) a Ministerstvo průmyslu a obchodu (dále jen „MPO“). [10]

Na konci roku 2015 bylo zpracováno Střednědobé vyhodnocení SPŽP ČR v období 2012 – 2020 a ve shrnutí tohoto dokumentu, v části Priorita 1.1: Zajištění ochrany vod a zlepšování jejich stavu, je mj. konstatováno, že stav útvarů povrchových vod a sledovaných útvarů podzemních vod je z větší části nevyhovující nebo že stále nejsou naplněny požadavky směrnice Rady č. 91/271/EHS. Všechna města nad 10 000 EO jsou sice vybavena terciárním čištěním odpadních vod, ale ne všechny splňují limity vypouštěných odpadních vod dle směrnice Rady č. 91/271/EHS. Aglomerace o velikosti 2 000 – 10 000 EO měly mít podle vyhodnocení SPŽP do konce roku 2015 vybudovány čistírny odpadních vod (na konci roku 2013 chyběly odpovídající ČOV v této kategorii pouze u 11 aglomerací). Situace v aglomeracích o velikosti 300 – 2 000 EO je dle Plánů rozvojů vodovodů a kanalizací jednotlivých krajů taková, že 29 % obyvatel není stále připojeno. Většina cílů Priority 1.1 je dle střednědobého vyhodnocení SPŽP ČR (dosud) nesplněných, ale co se týče jejich plnění, mají pozitivní trend. [13]

Na základě vyhodnocení jednoho z indikátorů Priority 1.1 - Indikátoru 1.1.4 Čištění městských odpadních vod budou v aglomeracích menších než 2 000 EO podpořeny projekty výstavby společné stokové sítě a čistírny odpadních vod, které budou ekonomicky a technicky výhodnější než decentralizovaná řešení. Přihlédnuto bude i k tomu, zda dané území vyžaduje zvláštní ochranu nebo ne. [13]

Opatření a nástroje specifického cíle 3.3.3 (týkajícího se šetrného hospodaření s vodou v sídelních útvarech) jsou plněny částečně nebo průběžně. Jednou z povinností, která přispívá k naplňování tohoto cíle, je podle § 20 odst. 5 vyhlášky č. 501/2006 Sb., o obecných požadavcích na využívání území, přednostně vsakovat srážkové vody ze zastavěných nebo zpevněných ploch před jejich odvedením oddílnou kanalizací do vod povrchových, případně jednotnou, pokud není možné je vsakovat nebo odvádět oddílnou kanalizací. [14]

V širším kontextu jsou obecnými zásadami v oblasti ochrany vod, jež jsou ustanoveními vodního zákona podporovány, trvalá udržitelnost celého systému s důrazem na kvalitu a kvantitu podzemních a povrchových vod a také zásada návratnosti nákladů na vodohospodářské služby, která přímo souvisí s uplatňovanou zásadou „znečišťovatel platí“ („Polluter Pays Principle“). Tento princip tvrdí, že zdroje na financování škod v dané oblasti (např. znečištění podzemních nebo povrchových vod), by měly být hrazeny subjekty, které přímo přispívají ke zhoršení stavu. Princip „znečišťovatel platí“ je jednou ze zásad uvedených ve stěžejním dokumentu v oblasti ochrany životního prostředí, kterým je Deklarace Konference OSN o životním prostředí a rozvoji přijata na Konferenci OSN o životním prostředí a rozvoji v roce 1992 v Riu de Janeiru.[3] Příkladem ekonomických nástrojů, které přispívají k naplňování této zásady, jsou: poplatky za odebrané množství podzemní vody, za vypouštění odpadních vod do vod povrchových nebo za povolené vypouštění odpadních vod do vod podzemních, zakotvené v hlavě X vodního zákona. Ekonomické nástroje jsou nedílnou součástí balíku nástrojů používaných v oblasti vodního hospodářství a celkově i v oblasti ochrany životního prostředí a jejich vhodné nastavení a následné používání v praxi členskými státy Evropské unie je podporováno např. Evropskou komisí, což zdůraznila ve Sdělení Komise Evropskému parlamentu a Radě o řešení problému nedostatku vody a sucha v Evropské unii z roku 2007.[4]

Další přístup v kontextu trvalé udržitelnosti upřednostňuje tzv. princip prevence („Prevention Principle“) před principem „konce potrubí“ („End-of-pipe Approach“). Princip „konce potrubí“ řeší znečištění podle svého názvu až na samém konci procesu, čímž nedochází k řešení příčiny znečištění. Na to se naopak zaměřuje princip prevence, který nabádá k řešení již u zdroje znečištění, čímž by bylo znečištění sníženo např. pomocí instalace moderních technologií. V neposlední řadě je vhodné k zásadám trvalé udržitelnosti rovněž přiřadit i „princip předběžné opatrnosti“ („Precautionary Principle“), dle kterého by

[3] Zásada 16 Deklarace Konference OSN o životním prostředí a rozvoji: „*Státní úřady by měly usilovat o to, aby při výdajích na životní prostředí byly brány v úvahu mezinárodní souvislosti, aby byly využívány ekonomické nástroje a aby bylo dodržováno pravidlo, že náklady související se znečištěním by měl v zásadě nést znečišťovatel; přitom by měl být brán ohled na veřejný zájem a neměly by být narušovány mezinárodně obchodní vztahy a investiční aktivity.“* [15] (dostupné z: http://www.cenia.cz/web/www/web-pub2.nsf/$pid/CENMSFL5 ZKH1/$FILE/Metod-MA21_06-priloha1-deklaraceUR_0503.pdf)

[4] V bodu 2.1. Zavedení vhodných poplatků za vodu Sdělení Komise tvrdí, že *„Komise aktivně podporuje použití tržních nástrojů v oblasti životního prostředí, jak také zdůraznila v nedávno přijaté zelené knize o tržních nástrojích. Stávající právní rámec RSV nabízí k řešení problému nedostatku vody a sucha širokou škálu těchto nástrojů. Ekonomické nástroje však navzdory konkrétním požadavkům stanoveným v článku 9 RSV dosud nebyly členskými státy v širší míře využity.“* [16]

se činnosti, u kterých není možné prohlásit jejich dopad za neškodný, neměly provozovat. Tento princip je rovněž uveden v Deklaraci Konference OSN o životním prostředí a rozvoji z roku 1992 jako Zásada 15.[5]

Výše zmíněné principy (princip „znečišťovatel platí“, princip prevence, princip předběžné opatrnosti) jsou také uvedeny mezi základními principy politiky životního prostředí v dokumentu SPŽP ČR 2012-2020. Dále mezi základní principy patří ještě princip integrace politik, princip nákladové efektivnosti, princip mezinárodní odpovědnosti a zvyšování povědomí veřejnosti o otázkách životního prostředí.**Error! Bookmark not efined.** [10] Světová zdravotnická organizace („*World Health Organization*“) deklarovala už v roce 1996, že by měl být podporován výzkum kanalizačních systémů bez nutnosti používat vodu vzhledem k ochraně vzácných zdrojů vody, rostoucí populaci a zvyšující se urbanizaci. Organizace UNESCO na konferenci v Istanbulu v roce 1996 vyzývalo ke zvýšení rozvoje a používání inovativních přístupů v recyklaci a opětovném využití organických látek z domovních odpadů.

[5] Zásada 15 Deklarace Konference OSN o životním prostředí a rozvoji: „*Státy musejí za účelem ochrany životního prostředí přijímat podle svých schopností preventivní přístupy. Tam, kde hrozí vážná nebo nenapravitelná škoda, nesmí být nedostatek vědecké jistoty zneužit pro odklad účinných opatření, která by mohla zabránit poškození životního prostředí.“* [15]

2.2 Právní úprava oboru vodovodů a kanalizací

Základním právním předpisem v oblasti vodního hospodářství je vodní zákon, jenž představuje legislativní nástroj k ochraně podzemních a povrchových vod, ke zlepšení jejich stavu, k šetrnému nakládání s jejich zdroji, a to v souladu s příslušnými směrnicemi Evropské unie. Zákon dále stanovuje podmínky, které slouží k zajištění výše zmíněných činností a vedle toho napomáhají např. zmírnit negativní dopady povodní a sucha nebo zabezpečit vodní díla. [17]

Pro obor vodovodů a kanalizací je dalším zásadním právním předpisem zákon o VaK, který dle svého předmětu úpravy „*upravuje některé vztahy vznikající při rozvoji, výstavbě a provozu vodovodů a kanalizací sloužících veřejné potřebě, přípojek na ně, jakož i působnost orgánů územních samosprávných celků a správních úřadů na tomto úseku.“* [12] Prováděcím předpisem zákona o VaK je vyhláška č. 428/2001 Sb., která obsahuje např. požadavky na projektovou dokumentaci, výstavbu a provoz stokové sítě, čistíren odpadních vod a vodovodů, minimální rozsahy a četnost požadovaných rozborů, směrná čísla potřeby vody, obsah plánu financování obnovy vodovodů nebo kanalizací nebo výpočet cen pro vodné a stočné (kalkulace) včetně členění nákladových položek a jejich obsahu. [18]

Během procesů při nakládání s odpadními vodami často dochází ke vzniku odpadů, a tak je vhodné do relevantních právních předpisů zařadit i zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů (dále jen „**zákon o odpadech**“). Díl 4 Hlavy II zákona o odpadech specifikuje povinnosti při používání kalů z čistíren odpadních vod a dalších biologicky rozložitelných odpadů. [19]

České právní předpisy v oblasti vodního hospodářství prošly významnou změnou z důvodu nutnosti transponovat do české legislativy evropské směrnice. Hlavními právními předpisy Evropské unie v oblasti vodního hospodářství [20] jsou:

- Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2007/60/ES ze dne 23. října 2007 o vyhodnocování a zvládání povodňových rizik;
- Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2006/118/ES ze dne 12. prosince 2006 o ochraně podzemních vod před znečištěním a zhoršováním stavu;
- Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES ze dne 23. října 2000, kterou se stanoví rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky (dále také jako „**Vodní rámcová směrnice**“);

- Směrnice Rady 91/271/EHS ze dne 21. května 1991 o čištění městských odpadních vod;
- Směrnice Rady ze dne 17. prosince 1979 o ochraně podzemních vod před znečišťováním některými nebezpečnými látkami.

Jednou z priorit směrnice 2000/60/ES je dosáhnout dobrého stavu povrchových a podzemních vod a zabránit zhoršování jejich stavu. Definice příslušných pojmů lze nalézt v Článku 2 směrnice 2000/60/ES, kde se „*"stavem povrchových (resp. podzemních) vod" rozumí obecné vyjádření stavu útvaru povrchové (resp. podzemní) vody určené buď ekologickým, nebo chemickým stavem, podle toho, který je horší* a *"dobrým stavem povrchových (resp. podzemních) vod" rozumí takový stav útvaru povrchové (resp. podzemní) vody, kdy je jeho jak ekologický*[6]*, tak chemický*[7] *stav přinejmenším "dobrý"*". Tyto pojmy jsou také ve stejném znění vymezeny v § 2a vodního zákona. Podle 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, je dobrým stavem povrchových vod stav, který odpovídá ukazatelům uvedeným v Příloze č. 2 tohoto nařízení. [21]

Nařízení vlády č. 401/2015 Sb. stanovuje v Příloze č. 1 Emisní standardy ukazatelů přípustného znečištění odpadních vod. Toto nařízení je účinné od 1. ledna 2016 a bylo jím zrušeno Nařízení vlády č. 61/2003 Sb. Tabulka 1a Přílohy č. 1 zobrazuje Emisní standardy pro odpadní vody vypouštěné z komunálních čistíren odpadních vod vyjádřené jako přípustné hodnoty, maximální hodnoty, příp. hodnoty průměru koncentrace ukazatelů znečištění v mg/l. Přípustné hodnoty mohou být překročeny podle počtu vzorků za kalendářní rok a přípustný počet nevyhovujících vzorků je uveden v Příloze č. 5. Hodnoty maximální a hodnoty průměru nesmí být překročeny vůbec. Povolené znečištění je rozdělené podle kategorie ČOV vyjádřené v EO[8] nebo podle velikosti aglomerace. Pro malé obce jsou relevantní první dvě kategorie pro < 500 EO a 500 - 2000 EO a pro ně příslušné emisní

[6] Článek 2 směrnice 2000/60/ES: „*"dobrým ekologickým stavem" rozumí stav útvaru povrchové vody klasifikovaný v souladu s přílohou V.*" [3]
[7] Článek 2 směrnice 2000/60/ES: „*"dobrým chemickým stavem povrchových vod" rozumí chemický stav nezbytný ke splnění environmentálních cílů pro povrchové vody podle čl. 4 odst. 1 písm. a), tj. takový chemický stav útvaru povrchové vody, ve kterém koncentrace znečišťujících látek nepřesahují normy environmentální kvality stanovené v příloze IX, podle čl. 16 odst. 7 a podle dalších příslušných právních předpisů Společenství, které stanoví normy environmentální kvality na úrovni Společenství.*" [3]
[8] Ekvivalentní obyvatel (EO) je definovaný produkcí znečištění 60 g BSK5 za den. [21]

standardy vyjádřené v mg/l jako přípustné hodnoty (p), maximální hodnoty (m) a přípustné minimální účinnosti čištění vypouštěných odpadních vod zobrazuje Tabulka č. 2.1.

Tabulka č. 2.1: Emisní standardy (mg/l) a přípustné minimální účinnosti vypouštěných odpadních vod do vod povrchových [21]

Kategorie	$CHSK_{Cr}$			BSK_5			NL			$N\text{-}NH_4^+$		
	p	m	účinn.	p	m	účinn.	p	m	účinn.	prům.	m	účinn.
< 500 EO	150	220	70%	40	80	80%	50	80	-	-	-	-
500-2000 EO	125	180	70%	30	60	80%	40	70	-	20	40	50%

Emisní standardy maximálně přípustného znečištění odpadních vod vypouštěných do vod podzemních předepisuje Nařízení vlády č. 57/2016 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění odpadních vod a náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod podzemních. Odpadní vody vypouštěné ze staveb pro bydlení nebo rekreaci nemohou překročit maximální hodnoty (m) vyjádřené v mg/l v ukazatelích, které zobrazuje Tabulka č. 2.2

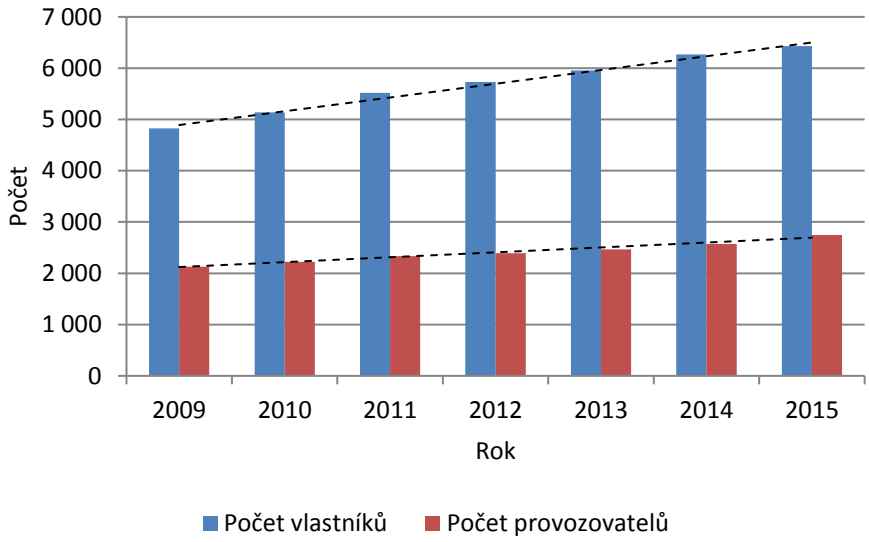
Tabulka č. 2.2: Emisní standardy (mg/l) vypouštěných odpadních vod do vod podzemních [22]

Kategorie	$CHSK_{Cr}$	BSK_5	$N\text{-}NH_4^+$	NL	N_{celk}
< 10 EO	150	40	20	30	-
10-50 EO	150	40	-	30	30
> 50 EO	130	30	-	30	20

2.3 Základní charakteristiky oboru vodovodů a kanalizací v ČR

Současná situace na českém trhu v oboru vodovodů a kanalizací se vyznačuje značnou fragmentací (nebo atomizací), kdy lze evidovat velké množství vlastníků a provozovatelů, kteří v praxi využívají různé provozní modely. V ročence Vodovody a kanalizace vydávané MZe bylo v roce 2015 evidováno z dat Vybraných údajů majetkové evidence a Vybraných údajů provozní evidence celkem 6 433 vlastníků a 2 745 provozovatelů vodárenské a čistírenské infrastruktury. Ve srovnání s rokem 2009 vzrostl počet vlastníků o 1 605 subjektů (nárůst o 33,2 %) a počet provozovatelů o 615 subjektů (nárůst o 28,9 %). Vývoj počtu vlastníků a provozovatelů mezi lety 2009 a 2015 včetně zobrazení lineárního trendu zobrazuje následující Graf č. 2.1. [23]

Graf č. 2.1: Vývoj počtu vlastníků a provozovatelů vodovodů a kanalizací [23]



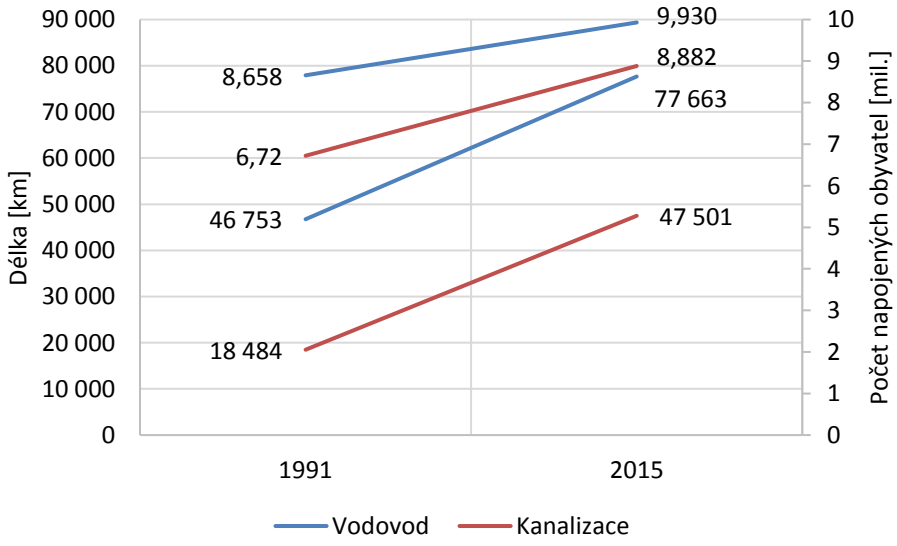
Rostoucí trend ve stejném období vykazují i počty evidovaných majetků, které se v evidenci MZe dělí do 4 skupin. Nejpočetnější skupinou majetku jsou Vodovodní řady, kterých bylo v roce 2015 evidováno celkem 15 274. Následuje skupina Stokové sítě s počtem 8 260, Stavby pro úpravu a zdroje bez úpravy s počtem 3 726 a Čistírny odpadních vod, kterých bylo v roce 2015 evidováno 2 956. Následující Tabulka č. 2.3 zobrazuje vývoj počtu a délek infrastrukturního majetku v období 2009 - 2015 a Tabulka č. 2.4 zobrazuje hodnoty jednotlivých skupin infrastrukturního majetku. [23]

Tabulka č. 2.3: Počet a délky infrastrukturního majetku [23]

Skupina	Ukazatel	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Vodovodní řady	Počet [ks]	13 203	13 691	14 101	14 402	14 648	14 954	15 274
	Délka [km]	72 797	73 929	74 566	75 052	75 979	76 846	77 663
Stavby pro úpravu a zdroje bez úpravy	Počet [ks]	3 561	3 596	3 600	3 556	3 581	3 671	3 726
Stokové sítě	Počet [ks]	6 498	6 865	7 180	7 385	7 643	7 885	8 260
	Délka [km]	38 259	40 710	41 783	42 683	44 271	45 958	47 501
Čistírny odpadních vod	Počet [ks]	2 366	2 480	2 557	2 614	2 674	2 778	2 956

K rozvoji infrastrukturního majetku vodovodů a kanalizací je třeba zmínit, že ve srovnání s rokem 1991 došlo v průběhu let až do roku 2015 k téměř dvojnásobnému nárůstu v délce vodovodních řadů (46 753 km v roce 1991; 77 663 km v roce 2015) a délka stokových sítí se zvýšila více než dvakrát (18 484 km v roce 1991; 47 501 km v roce 2015). Ovšem co se týče počtu napojených obyvatel, nárůst není vůbec tak vysoký, protože již v roce 1991 bylo na veřejné vodovody napojeno přibližně 8,66 mil. obyvatel (oproti 9,93 mil. obyv. v roce 2015) a na veřejnou kanalizaci přibližně 6,72 mil. obyvatel (oproti 8,88 mil. obyv. v roce 2015). Vývoj těchto charakteristik vodovodů a kanalizací zobrazuje Graf č. 2.2. Je tedy zřejmé, že v porevolučních letech byla pozornost věnována napojení odlehlých lokalit s menším počtem obyvatel a nižší hustotou zalidnění než ve velkých městech. Na jednoho připojeného obyvatele v roce 2015 připadá 7,8 m vodovodního řadu a 5,3 m kanalizace, zatímco v roce 1991 to bylo jenom 5,4 m vodovodu a 2,8 m stokových sítí. [23]

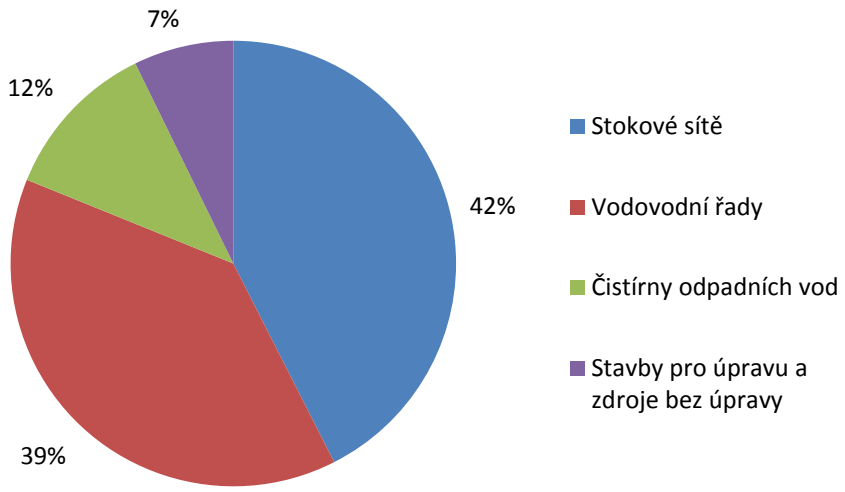
Graf č. 2.2: Vývoj délky veřejných vodovodů a kanalizací a počtu na ně napojených obyvatel mezi lety 1991 a 2015 [23]



Tabulka č. 2.4: Hodnota infrastrukturního majetku [23]

Skupina	Hodnota majetku v roce 2015 [mil. Kč]
Vodovodní řady	360 328
Stavby pro úpravu a zdroje bez úpravy	67 673
Stokové sítě	396 830
Čistírny odpadních vod	108 420

Graf č. 2.3: Poměr jednotlivých skupin na hodnotě infrastrukturního majetku [23]



Vzrůstající počet majetku a hodnoty vodárenské infrastruktury souvisí s porevolučním trendem investic do tohoto odvětví, jelikož infrastruktura byla v některých oblastech velice zanedbaná a nevyhovující v kvalitativních ukazatelích. Celková hodnota vodárenské infrastruktury v roce 2015 dosáhla výše 933,3 mld. Kč a v dnešní době je důležité důsledně investovat do stávající infrastruktury v rámci průběžné obnovy v souladu s Plány financování obnov vodovodů a kanalizací vytvářených konkrétními provozovateli. Částka, která by se měla ročně investovat do obnovy, se podle sdružení SOVAK ČR pohybuje v rozmezí 18 až 20 mld. Kč, ale reálně dosahují investice přibližně poloviny této částky. [24] Důležitou oblastí jsou rovněž investice do infrastruktury v lokalitách, ve kterých stále není vyřešeno odpovídající zásobování obyvatel pitnou vodou nebo odvádění odpadních vod spolu s jejich následným čištěním.

2.4 Cenotvorba

Cena vodného a stočného se stanovuje podle zákona č. 526/1990 Sb. o cenách [25] jako cena tzv. věcně usměrňovaná. Seznam zboží, u něhož se uplatňují ceny věcně usměrňované, je každoročně vydáván v cenovém rozhodnutí - Výměru Ministerstva financí, kterým se vydává seznam zboží s regulovanými cenami. Dle tohoto Výměru lze do věcně usměrňované ceny promítnout pouze ekonomické oprávněné náklady, přiměřený zisk a daň. Konkrétní postup výpočtu přiměřeného zisku, seznam nákladů, které není možné uznat za ekonomicky oprávněné, a pravidla při stanovení ceny jsou rovněž obsahem Výměru. [26]

Kalkulační vzorec pro stanovení cen vodného a stočného je uveden v příloze č. 19 vyhlášky č. 428/2001 Sb., kterou se provádí zákon o VaK. Kalkulační vzorec obsahuje devět kategorií (a příslušné „podkategorie“) pro zařazení nákladů, které zobrazuje Tabulka č. 2.5.

Tabulka č. 2.5: Nákladové položky kalkulace cen pro vodné a stočné [18]

1. Materiál	1.1 surová voda podzemní + povrchová
	1.2 pitná voda převzatá + odpadní voda předaná k čištění
	1.3 chemikálie
	1.4 ostatní materiál
2. Energie	2.1 elektrická energie
	2.2 ostatní energie (plyn, pevná a kapalná energie)
3. Mzdy	3.1 přímé mzdy
	3.2 ostatní osobní náklady
4. Ostatní přímé náklady	4.1 odpisy
	4.2 opravy infrastrukturního majetku
	4.3 nájem infrastrukturního majetku
	4.4 prostředky obnovy infrastrukturního majetku
5. Provozní náklady	5.1 poplatky za vypouštění odpadních vod
	5.2 ostatní provozní náklady externí
	5.3 ostatní provozní náklady ve vlastní režii
6. Finanční náklady	
7. Finanční výnosy	
8. Výrobní režie	
9. Správní režie	
10. Úplné vlastní náklady	

Součet všech kategorií nákladů (kategorie Finanční výnosy má záporné znaménko) tvoří Úplné vlastní náklady, které po vydělení příslušným objemem vod představují jednotkové náklady, které v součtu se ziskem a daní tvoří cenu vodného nebo stočného pro konečné odběratele (v případě uplatňované jednosložkové ceny).

2.5 Modely provozování vodovodů a kanalizací v ČR

Provozní modely se liší podle rozdělení kompetencí a povinností mezi vlastníka a provozovatele a v ČR se lze setkat nejčastěji se 4 typy modelů provozování v oboru vodovodů a kanalizací. Jedná se o:

- oddílný model provozování;
- smíšený model provozování;
- vlastnický model provozování;
- model samostatného provozování.

Nejčastěji používaným modelem na českém trhu je oddílný model provozování [27], ve kterém je vlastník infrastruktury odlišný od provozovatele a jejich vztah je upraven smlouvou o provozování vodovodů a kanalizací. Provozovatel hradí vlastníkovi nájemné, vybírá od odběratelů vodné a stočné a je zodpovědný za opravy infrastrukturního majetku. Obnovu infrastrukturního majetku má v gesci vlastník, přičemž zdroje na tuto činnost jsou generovány skrz nájemné od provozovatele.

Smíšený model je druhým nejčetněji užívaným provozním modelem a na rozdíl od oddílného modelu provozovatel infrastrukturu zároveň vlastní. Vedle oprav a údržby je tak zodpovědný i za obnovu infrastrukturního majetku.

Model, kdy za účelem provozování zřídí vlastník samostatnou společnost, se nazývá vlastnický. Jedná se o podobný model, jako je oddílný, ale provozovatel je v tomto případě zcela vlastněný subjektem, který je vlastníkem infrastruktury. Příkladem může být situace, kdy město jako vlastník založí společnost s ručením omezeným, která bude infrastrukturu provozovat nebo provozem pověří technické služby města.

Čtvrtým provozním modelem je tzv. model samostatného provozování, kdy si infrastrukturu provozuje obec sama včetně výběru vodného a stočného, zajišťování oprav a obnovy majetku. Obce pak mohou využít služeb externích subjektů, které poskytují např. odborný dozor, služby spojené s opravou infrastruktury, řešením vzniklých havárií nebo jiné služby.

Oddílný model a model samostatného provozování vodohospodářské infrastruktury malých obcí porovnali ve svém příspěvku Mgr. Toman a Ing. Plechatý na konferenci Provoz vodovodů a kanalizací pořádané Sdružením oboru vodovodů a kanalizací ČR v Ostravě v listopadu 2011. Zásadní kritérium při výběru provozního modelu pak autoři vidí v *„míře*

odpovědnosti a rizik souvisejících s plněním provozních povinností a dále organizační, odborné a finanční náročnosti na zabezpečování práv a povinností vlastníka a provozovatele.“ [28]

2.6 Možnosti centralizovaného a decentralizovaného řešení odvádění a čištění splaškových a srážkových vod

Klasický centralizovaný koncept odvodnění větších obcí a měst, v rámci kterého jsou splaškové a srážkové vody z jednotlivých domácností nebo průmyslových a zemědělských objektů hromadně odváděny jednotnou nebo oddílnou kanalizací a čištěny na centrální čistírně odpadních vod, naráží u malých obcí především na ekonomickou výhodnost a udržitelnost celého systému. Proto se u těchto obcí v řadě případů uplatní semi-centralizovaný nebo úplně decentralizovaný přístup, kdy jsou za nakládání s vyprodukovanými odpadními vodami zodpovědní sami původci.

2.6.1 Možnosti řešení odvádění a čištění splaškových vod

Mezi tradiční **decentralizované způsoby** používané v malých obcích především v minulosti lze zařadit bezodtoké jímky (žumpy) nebo septiky. Žumpy jsou nepropustné bezodtoké podzemní nádrže obdélníkového nebo kruhového půdorysu, ve kterých se akumulují splaškové vody z domácností, které je nutné pravidelně vyvážet na čistírny odpadních vod, které to umožňují nebo je jinak likvidovat v souladu se správními předpisy. Při jejich zodpovědném provozování (a tedy pravidelném vyvážení) jsou náklady na čištění odpadních vod výrazně vyšší než při způsobech, při kterých není nutné tyto vody vyvážet. Žumpy se vyrábí v typizovaných velikostech jako betonové prefabrikáty nebo z plastu (polypropylenu) s následným obetonováním nebo obsypáním zeminou. Při návrhu velikosti žumpy se podle ČSN 75 6081 přihlíží k počtu osob, jimž bude jímka sloužit, specifické spotřebě vody na osobu za den a intervalu, během kterého bude žumpa vyvážena. Dále je nutné věnovat zvýšenou pozornost umístění žumpy v dostatečné vzdálenosti od studny individuálního zásobování vodou. Podle vyhlášky č. 501/2006 Sb., o obecných požadavcích na využívání území, je nutné dodržet minimální vzdálenost studny od žumpy 12 m v málo propustném prostředí a 30 m v propustném prostředí. [29]

Septiky lze charakterizovat jako usazovací nádrže, v jejichž komorách (nejčastěji dvou nebo tříkomorové septiky) dochází k mechanickému předčištění odpadních vod usazováním nerozpuštěných látek a k částečnému snížení organického znečištění díky vyhnívacím procesům. Účinnost čištění pomocí samotného septiku ale není příliš vysoká,[9] a

[9] *„Účinnost čištění v septicích je možné orientačně stanovit v redukci BSK5 na 15 – 30 %, v redukci NL na 50 %.“* [30]

proto se v dnešní době doplňují dalším stupněm čištění, většinou zemním filtrem. Velikost septiku záleží na počtu obyvatel, orientačně lze na jednoho člověka uvažovat 0,6 m^3 prostoru, přičemž minimální velikostí septiku je 3 m^3. [31] Četnost vyvážení kalu je výrazně nižší než u žump, neboť kal ze septiku stačí vyvézt jednou nebo dvakrát ročně, aby se časem na dně nevytvořila nepropustná krusta, která by zabránila správnému fungování septiku.

Modernějším decentralizovaným řešením je čištění splaškových vod z jednotlivých nemovitostí na typizovaných domovních čistírnách odpadních vod a jejich následný vsak do podloží skrz zemní filtr (na základě odborného posouzení hydrogeologa v závislosti na geologických podmínkách lokality) nebo odvedení kanalizací do povrchových vod. Domovní čistírny odpadních vod se vyrábějí z plastu (polypropylenu) v různých velikostech podle toho, pro kolik EO budou sloužit. V první fázi dochází k mechanickému předčištění a zachycení hrubších nečistot a poté jsou odpadní vody čištěny biologicky pomocí aktivovaného kalu, který je většinou ve vznosu nebo připevněný na nosiči. Přívod vzduchu pro aktivovaný kal je zajištěn pomocí membránového dmychadla, které zajišťuje i funkci čerpadla. Příloha č. 1 k nařízení vlády č. 401/2015 stanovuje minimální účinnosti čištění pro jednotlivé ukazatele pro domovní ČOV certifikované 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 podle ČSN EN 12566-3. Při vypouštění odpadních vod do vod povrchových se rozlišují tři kategorie domovních ČOV[10] – pro první kategorii jsou předepsány minimální účinnosti pouze pro $CHSK_{Cr}$ (70 %) a BSK_5 (80 %), pro druhou kategorii jsou tyto limity přísnější - $CHSK_{Cr}$ (75 %) a BSK_5 (85 %) a navíc je předepsána minimální účinnost pro $N\text{-}NH_4^+$ (75 %). Třetí kategorie domovních ČOV musí splňovat

[10] *„ …Kategorie I - DČOV určené pro obvyklé vypouštění do vod povrchových. S DČOV kategorie I se uvažuje jako s obvyklým řešením 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.“ [21]

účinnost čištění v pěti ukazatelích, a to: $CHSK_{Cr}$ (75 %) a BSK_5 (85 %), $N\text{-}NH_4^+$ (80 %), N_{celk} (50 %) a P_{celk} (80 %). [21] Při vypouštění odpadních vod z certifikovaných domovních ČOV do vod podzemních je nutné, aby účinnost čištění pro jednotlivé ukazatele byla v souladu s limity uvedenými v Příloze č. 2 k nařízení vlády č. 57/2016 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění odpadních vod a náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod podzemních, ve znění pozdějších předpisů: $CHSK_{Cr}$ (90 %) a BSK_5 (95 %), N_{celk} (50 %) a P_{celk} (40 %). [22]

Centralizovaný způsob odvodnění obcí spočívá v hromadném odvádění odpadních vod kanalizací na centrální čistírnu odpadních vod, kde dochází k mechanickému a biologickému čištění odpadních vod, které jsou následně vypouštěny do vod povrchových. Vyčištěné odpadní vody vypouštěné do vod povrchových musí splňovat emisní limity, které zobrazuje Tabulka č. 2.1.

Přednostně se kvůli úspoře provozních nákladů navrhuje gravitační způsob odvodnění, eventualitou jsou tlakové a podtlakové kanalizace. Prostorovým uspořádáním rozlišujeme mezi větvenou, liniovou, radiální a okruhovou stokovou sítí, přičemž při návrhu záleží např. na terénu a výškových poměrech v dané lokalitě nebo na konkrétním uspořádání nemovitostí.

V zásadě lze rozlišovat mezi dvěma typy kanalizace – jednotnou, ve které jsou veškeré odpadní vody odváděny na čistírnu dohromady jedním potrubím; a oddílnou, která většinou odvádí splaškové vody na čistírnu a srážkové bez čistění do recipientu. Součástí jednotné kanalizace jsou často odlehčovací komory, které při dešťových událostech odklání část přítoku kanalizací do recipientu, čímž na čistírnu přitéká menší objem odpadních vod, jejichž znečištění je koncentrovanější. Výhodou oddílné kanalizace je to, že přítok na čistírnu je poměrně rovnoměrný v objemu a koncentraci znečištění a zbytečně se nečistí velký objem srážkových vod, naopak nevýhodu mohou při realizaci dvou kanalizačních systémů (splašková a dešťová kanalizace) představovat vyšší investiční náklady systému.

Odpadní vody jsou kanalizací odvedeny na centrální čistírnu odpadních vod, přičemž pro malé obce (cca do 300 EO) jsou jedním z možných řešení balené ČOV z plastu nebo kovu s osazenou technologií z výroby. U větších obcí do 500 EO pak dochází většinou k výstavbě čistíren z betonu a technologická část se osazuje dodatečně. Nejlepší dostupnou technologií biologického čištění u těchto malých ČOV (do 500 EO) jsou nízko až středně zatěžované aktivace nebo biofilmové reaktory [21]. V obcích o velikosti 500 – 2 000 EO

jsou čistírny už téměř vždy rozděleny na stavební a technologickou část a nejlepší dostupnou technologií jsou nízko zatěžované aktivace se stabilní nitrifikací. [21] Vhodnou technologií aktivace v těchto ČOV je systém SBR („*Sequencing Batch Reactor*“). [31] Systém spočívá v plnění nádrže odpadní vodou, která je potom provzdušněna, čímž jsou mikroorganismy zásobeny kyslíkem a dochází k jejich kontaktu s částicemi znečištění v odpadní vodě. V další fázi probíhá usazování aktivovaného kalu a na závěr dochází zvlášť k odtahu vyčištěné vody a odtahu přebytečného kalu. [32] Doc. Ing. Jaroslav Pollert ml., Ph.D. ve své přednášce o decentralizovaných systémech a domovních ČOV [33] uvádí podrobný přehled čistíren odpadních vod vhodných k použití pro malé obce do 500 EO. Jedná se o tyto typy:

- Aktivační čistírna bez primárního usazování;
- Balená čistírna s aeračním válcem s vodorovnou osou;
- Oxidační příkop;
- Čistírny kombiblokové;
- Malé aktivační čistírny s přerušovacím provozem;
- Čistírny se skrápěnými biologickými filtry;
- Čistírny s biodisky;
- Stabilizační nádrže a čistící rybníky;
- Vegetační (kořenové) čistírny;
- Drenážní podmok.

Semi-centralizovaný způsob je kombinací výše uvedených způsobů, kdy je výhodné, např. z terénních důvodů nebo kvůli netypickému charakteru zástavby, řešit odvodnění části obce decentralizovaně a část centralizovaně. O semi-centralizovaný způsob se jedná rovněž v případě, kdy je více objektů odvodněno a čištěno na skupinových ČOV nebo kdy je obec tvořena více místními částmi, jejichž odvodnění je řešeno zvlášť v rámci těchto částí.

O výše zmíněných způsobech lze hovořit jako o konvenčních způsobech nakládání se splaškovými vodami. Již pouhou úpravou těchto postupů lze dosáhnout vyšší efektivity systému, ovšem ve vztahu k trvale udržitelnému rozvoji by bylo v budoucnu vhodnější aplikovat způsoby zcela udržitelné. Úprava konvenčních způsobů nakládání se splaškovými vodami může spočívat v dočištění odtoku z domovních ČOV, využívání vyčištěných odpadních vod a kalu nebo v odpojení a využívání šedých vod. Udržitelnými způsoby

nakládání se splaškovými vodami jsou systémy s využíváním/recyklací živin, organické hmoty a šedých vod. [34]

Koncept představující udržitelné využívání jednotlivých druhů vod vznikajících v domácnostech má název DESAR („*Decentralized Sanitation and Reuse*“) a tento přístup nabádá k úpravě a využívání vody a živin z odpadů a odpadních vod. Myšlenkou je rozdělit a oddělit vznikající odpadní vody na vody černé (hnědé a žluté vody), šedé a srážkové; a poté tyto vody upravit k následnému využití, resp. návratu do přirozeného lokálního koloběhu. Černé vody se dělí na hnědé (fekálie) a žluté (moč), přičemž hnědé vody lze upravovat spolu s biologickým odpadem např. kompostováním na výrobu hnojiv nebo v bioplynových stanicích pro výrobu tepla. Ze žlutých vod je možné oddělit živiny a ty použít k výrobě hnojiva. Šedé vody jsou takové, které odtékají ze sprch, van, umyvadel a praček a po úpravě by mohly být využívány jako užitková voda ke splachování nebo praní, k závlaze, příp. zasakovány. Pokud nejsou srážkové vody akumulovány a využívány jako voda užitková k podobným účelům jako vody šedé, měly by být zasakovány nebo ponechány k výparu do ovzduší. Využití šedé/srážkové vody může nahradit až 50 % spotřebovávané vody pitné při konvenčním způsobu nakládání s vodami, vedle toho tento koncept napomáhá zmírňovat příčiny vzniku povodní a sucha a snižuje objem produkovaných odpadních vod. Tabulka č. 2.6 zobrazuje množství a složení jednotlivých druhů splaškových vod. [34]

Tabulka č. 2.6: Charakteristiky jednotlivých druhů splaškových vod [35]

+ hodně o středně - málo	Černé vody		Šedé vody
	Hnědé vody	Žluté vody	
Objem	-	-	+
Organické zatížení	+	-	o
Živiny	o	+	-
Patogenní mikroorganismy	+	-	o
Hormony, léky	o	+	-

Institut pro vodu, životní prostředí a zdraví spadající pod Univerzitu Organizace spojených národů odhadl ve své studii hodnotu lidských exkrementů využitých různými způsoby jako zdroj energie na 9,5 miliard USD. Jiné studie dospěly k závěrům, že 1 000 litrů lidské moči obsahuje 600 gramů fosforu a draslíku a 900 g síry, nebo že skrz žluté a hnědé vody vyloučí člověk v průměru asi 4,5 kg dusíku za rok. [36]

Řešení pro malé obce a míru centralizace se snaží navrhnout i Plány rozvoje VaK příslušných krajů. V praktické části této práce jsou navrženy řešení v obcích v Pardubickém

kraji a v kraji Vysočina. Průvodní zpráva Plánu rozvoje VaK Pardubického kraje navrhuje pro malé sídelní celky nakládání s odpadními vodami centralizovaně pomocí výstavby nové nebo dostavby/rekonstrukce stávající kanalizace a čistíren odpadních vod nebo decentralizovaně pomocí septiků, domovních čistíren odpadních vod nebo jímek na vyvážení v rámci jednotlivých nemovitostí. V Pardubickém kraji je doporučené centralizovaně řešit obce s více než 500 EO nebo i menší, pokud se prokáže efektivita tohoto řešení i přes vyšší investiční náklady (61 tis. Kč/EO). Individuální řešení pomocí septiků a domovních čistíren odpadních vod a následného vsaku do podmoku nebo odvedení vyčištěných vod kanalizací je navrženo pro obce o velikosti o 200 – 300 EO. Řešení pomocí jímek na vyvážení je v Pardubickém kraji doporučené pro obce do 200 EO, u kterých je k dispozici dostatečně kapacitní čistírna odpadních vod, na kterou by odpadní vody z jímek mohly být vyváženy, ve vzdálenosti do 10 km. V případě, že je v blízkosti malých obcí vybudován centralizovaný systém pro větší sídelní celky zakončený čistírnou odpadních vod, je možné uvažovat o výstavbě centrální stokové sítě i v těchto malých obcích s následným čištěním odpadních vod na již vybudované čistírně. [37]

Průvodní zpráva Plánu rozvoje VaK Kraje Vysočina vnímá jako prioritu v letech 2015 – 2030 odkanalizování obcí menších než 2 000 EO. V obcích s méně než 200 EO je centralizované řešení neekonomické a spíše se přistupuje k individuálnímu nakládání. Vyšší důraz je kladen na řešení lokalit ležících v povodí vodárenských nádržích nebo v jiných oblastech se zvláštní ochranou a před realizací opatření by měly být varianty posouzeny technicko - ekonomickou studií. [38]

2.6.2 Možnosti řešení odvádění srážkových vod

Srážkové vody jsou oproti splaškovým charakteristické nižší koncentrací znečištění, vyšší proměnlivostí výskytu a při dešťové události větším objemem. Je tedy žádoucí tyto vody akumulovat a využívat, zasakovat nebo odvádět přímo do recipientu a nezatěžovat jimi provoz ČOV. Pokud nedochází k jejich akumulaci, postupuje se podle již výše zmíněného § 20 odst. 5 vyhlášky č. 501/2006 Sb., tzn. přednostně srážkové vody vsakovat před jejich regulovaným odvedením oddílnou kanalizací do povrchových vod. Poslední možností je pak regulované odvádění srážkových vod jednotnou kanalizací. [14]

Detailně se problematikou vsakování srážkových vod zabývá ČSN 75 9010 s názvem Vsakovací zařízení srážkových vod. Norma zdůrazňuje nenahraditelný význam geologického průzkumu pro vsakování, který musí být v každé předmětné lokalitě proveden.

Dále norma definuje pojmy srážková povrchová voda přípustná[11] a srážková voda povrchová podmínečně přípustná,[12] kdy záleží na původu povrchového odtoku srážkových vod. Původ povrchového odtoku srážkových vod přípustných je např. ze zatravněných ploch, střech s redukovanou odvodňovanou plochou menší než 200 m^2, chodníků nebo vjezdů do garáží. Srážková voda povrchová podmínečně přípustná je naopak tvořena z povrchového odtoku např. ze střech s redukovanou odvodňovanou plochou rovnou nebo větší 200 m^2, silnic, parkovišť nebo komunikací v zemědělských a průmyslových areálech. Obecně se rozlišuje mezi povrchovými (povrchové vsakovací nádrže nebo příkopy) a podzemními vsakovacími zařízeními (podzemní prostor vyplněný štěrkem, podzemní prostor vyplněný bloky, vsakovací šachta), případně lze využít i jejich kombinaci. [39]

Rozsáhlejším dokumentem pokrývající oblast hospodaření se srážkovými vodami je pak odvětvová technická norma vodního hospodářství TNV 75 9011. Tato norma obsahuje podrobnější výčet a členění objektů sloužících pro hospodaření se srážkovými vodami. První možností je snaha o **snížení povrchového odtoku** srážkových vod v místě jejich dopadu pomocí vegetačních a štěrkových střech nebo propustných zpevněných povrchů. Chytrým nakládáním se srážkovými vodami je jejich **akumulace** a následné využití, čímž lze výrazně ušetřit náklady za pitnou vodu z veřejného vodovodu. Kromě objektů zmíněných v odstavci výše, jsou dalšími povrchovými prvky pro **vsakování** srážkových vod vsakovací průlehy a průlehy-rýhy a podzemními prvky např. vsakovací rýhy a vsakovací prvky s regulovaným odtokem. K **odvedení srážkových vod do vod povrchových** dochází, pokud nelze vody vsakovat a je vhodné zmínit, že odtok musí být regulovaný. Retenčními objekty pro zdržení odtoku jsou např. poldry, podzemní retenční nádrže nebo retenční dešťové nádrže se zásobním prostorem pro akumulaci vody pro další využití. Poslední zmíněnou možností je pak regulované **odvádění srážkových vod jednotnou kanalizací.** [40]

Decentralizované řešení znamená, že je se srážkovými vodami nakládáno v místě vzniku, často v rámci jednotlivých nemovitostí, tak, že dochází k zachycování vod na pozemcích a akumulaci v dešťových nádržích nebo sudech. Konvenční centralizovaný způsob představuje regulované odvádění srážkových vod ze zpevněných ploch oddílnou -

[11] *„Srážková voda, jejíž jakost nepředstavuje riziko z hlediska znečištění půd a ohrožení jakosti podzemních vod.“* [39]

[12] *„Srážková voda, jejíž jakost může být zhoršena obsahem specifického znečištění, riziko znečištění podzemních nebo povrchových vod je však možné snížit až eliminovat příslušnými opatřeními, např. předčištěním srážkových vod, odváděných z povrchu terénu nebo staveb.“* [39]

dešťovou kanalizací, systémem svodnic a příkopů nebo jednotnou kanalizací společně s ostatními odpadními vodami a následné vyústění do recipientu (se zdržením pomocí vhodného retenčního prvku). Zvýšená pozornost by měla u dešťové kanalizace být věnována možným černým napojením splaškových vod z nemovitostí. Při odvádění srážkových vod jednotnou kanalizací jsou častým prvkem stokových systémů odlehčovací komory, které část průtoku naředěných odpadních kanalizací při dešti odkloní přímo do recipientu.

Úprava konvenčních způsobů spočívá v retenci a následném využívání srážkových vod na pozemcích před jejich odvedením dešťovou kanalizací, případně úplné odpojení od kanalizace. To souvisí se zcela udržitelnými způsoby, které se vyznačují tím, že se srážkové vody vůbec neodvádí, ale akumulují a následné využívají jako voda užitková nebo vsakují do podloží nebo vypařují do ovzduší (např. ze zelených střech). [34]

2.7 Příklady dobré praxe v zahraničí

Agentura pro ochranu životního prostředí Spojených států amerických („*United States Environmental Protection Agency*“, zkráceně EPA) vydala v roce 2013 výroční zprávu o programu decentralizovaného nakládání s odpadními vodami. V této zprávě informuje o tom, že individuální čištění odpadních vod nebo skupinové v rámci komunit je v **USA** používané ve více než 20 % případů a ročně se decentralizovanými systémy vyčistí asi 4 miliardy galonů vody. [41] Tyto systémy představují dlouhodobé a spolehlivé řešení pro méně zabydlené oblasti. Míra použití tohoto systému se liší v jednotlivých státech USA. Zatímco na severovýchodě, ve státech Nové Anglie, je poměr využití decentralizovaných systémů vysoký (cca 55 % ve Vermontu, cca 50 % v Maine a New Hampshire), v Kalifornii tyto systémy řeší odpadní vody jen v 10 % případů. [42] Výhody řešení spočívají dle EPA v zajištění zdravotní nezávadnosti odpadních vod pro obyvatele, v ochraně povrchových a podzemních vod a v ekonomické výhodnosti oproti centralizovanému řešení.

Zatímco např. ve Spojených státech amerických nebo Japonsku může být za systém DESAR považováno i řešení sloužící několika stovkám obyvatel, ve **Finsku** DESAR představují ryze individuální řešení nebo řešení pro skupinu několika nemovitostí. V této severské zemi došlo k rapidnímu nárůstu městských čistíren odpadních vod mezi lety 1960-1980, ale decentralizovaným způsobům nebyla věnována dostatečná pozornost. Obyvatelé nepřipojeni na centrální ČOV čistili odpadní vody z domácností pomocí septiků, jejichž účinnost čištění nebyla dostatečná. V jezeře Pyhäjärvi na jihozápadě Finska byl v letních měsících nadbytek fosforu, což způsobovalo eutrofizaci. To bylo vyvoláváno četnou zemědělskou a lesnickou činností v povodí jezera a z 15 % splaškovými vodami z domácností a rekreačních objektů. Septiky některých domácností v lokalitě byly na počátku 90. let minulého století dovybaveny různými typy zemních filtrů, které obsahovaly i vrstvu pro zachycování fosforu. Filtry zabíraly prostor okolo 15 – 20 m^2 a byly navrženy na průtok 50 l na osobu za den. Tyto vzorové projekty prokázaly zvýšenou účinnost čištění odpadních vod a podnítily zájem obyvatel lokality o to, aby se sami zasadili o lepší nakládání s odpadními vodami. [43]

Bavorský zemský úřad pro životní prostředí vydal v roce 2005 publikaci Přírodě blízké odvodnění dopravních ploch v sídlech, ve které jsou uvedeny prvky používané v praxi pro nakládání se srážkovými vodami na dopravních plochách. Tyto objekty jsou v zásadě podobné jako zařízení uvedené v TNV 75 9011 (jejich stručný výčet uveden v podkapitole

2.6.2), ale jsou uzpůsobeny tomu, že jsou realizované na dopravních plochách. Výběr vhodných konstrukčních prvků v konkrétním místě závisí na řadě faktorů, zejména na srážkových poměrech a topografii lokality, geologických poměrech, vzdálenosti povrchových vod a místu pro osazení větších objektů. Konstrukčními prvky jsou: [44]

- Realizace propustných povrchů *(trávník, zatravněná štěrková vrstva, vegetační dílce, dlažba se spárami pro trávník, betonová dlažba s drenážními spárami, betonová dlažba z mezerovitého betonu)* – při použití těchto plošných prvků se srážkové vody především vsakují do podloží nebo vypařují do ovzduší, v malém množství dochází k jejich odtoku. Náklady na realizaci se pohybují od 15 do 50 euro/m^2.
- Odvádění srážkových vod *(plocha s příčným sklonem k okraji silnice, zatravněné koryto, příkop, dlážděné koryto, dlážděný žlab, rigol, odvodňovací žlab s mřížkou nebo štěrbinový, potrubí)* je realizováno pomocí uvedených liniových prvků, díky kterým dochází k vydatnému odtoku, ale k vsakování nebo výparu dochází pouze v malém měřítku nebo u některých prvků vůbec. Náklady závisí na velikosti a materiálu a pohybují se od 0 euro/m u ploch s příčným sklonem až po 350 euro/m za vybudování odvodňovacího žlabu se zakrytím. Náklady zbývajících prvků lze zařadit v rozmezí 30 až 100 euro/m.
- Zadržování srážkové vody *(příkop, mělké koryto, mělké filtrační koryto, vsakovací drenáž, trativod, drenáž)* zajišťují povrchové nebo podpovrchové liniové prvky, které díky retenci umožňují snížit objem srážky v její kulminaci a „dávkovat“ odtok. Povrchové prvky jsou levnější variantou (rozmezí 45 – 150 euro/m) než prvky podpovrchové (drenáž od 200 euro/m).
- Čištění srážkové vody *(okraj komunikace, mělké koryto, zatravněný příkop s horizontálním prouděním, sedimentační rybník, lapač mokrého kalu, sedimentační zařízení, filtrační pytel)* je realizováno kvůli tomu, že při kontaktu dešťové vody s povrchem dopravních ploch dochází k jejímu částečnému znečištění, které je čištěno skrz vrstvu půdního prostředí pomocí povrchových nebo podpovrchových konstrukčních prvků.
- Vsakování a odvádění srážkových vod *(krajnice, mělké koryto, vsakovací drenáže a rýhy, trativod, vsakovací jáma)*, které je realizované pomocí vybudování liniových, velkoplošných nebo bodových konstrukčních prvků. Před vsakem do horninového

prostředí jsou srážkové vody čištěny skrz zatravněnou svrchní vrstvu a následně dotují vody podzemní.

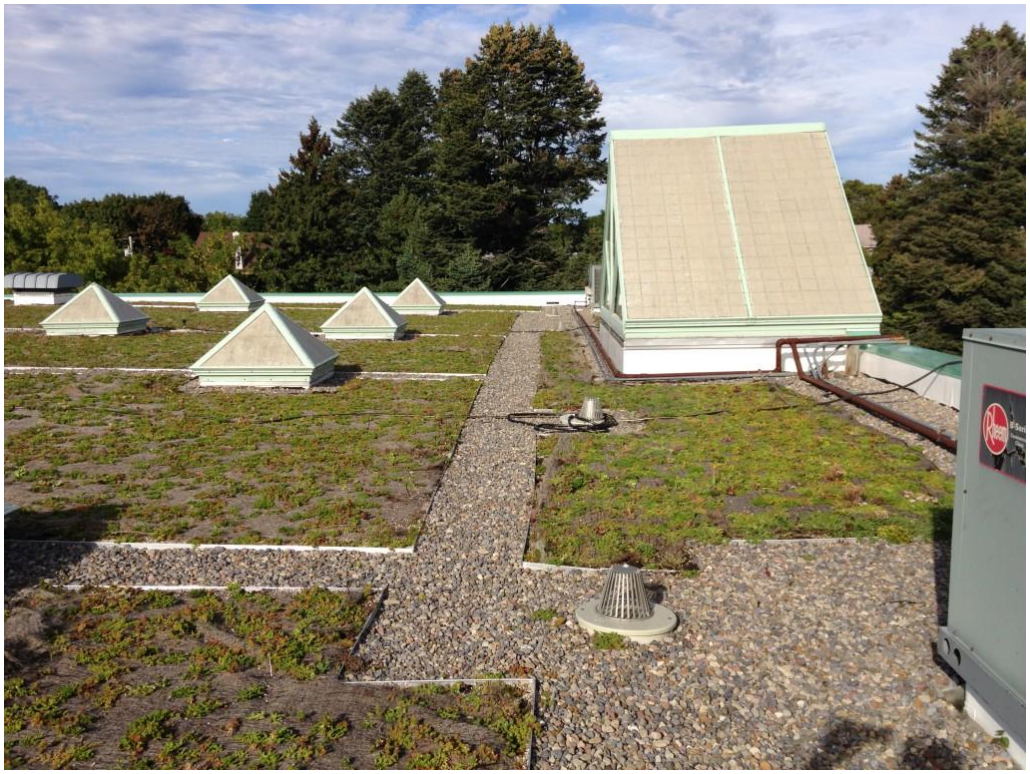
Příklady realizovaných projektů v **Německu** jsou např. rigoly na sídlišti v Aschaffenburgu, vsakování na parkovištích v Řezně, vsakování v obytné zóně v Ilmmünsteru nebo vsakování na silnicích v Neutrablingu. Komplexním projektem vsakování srážkových vod je řešení odvodnění prostranství u úředního centra v Kemptenu realizované v roce 2002. Systém sestává z dlážděných žlabů, rigolů a dvou nádrží a ročně se zasákne až 13 000 m^3 srážkové vody. Částečné vsakování a retence s postupným odtokem srážkové vody je k vidění v Scharnhauser Parku v Ostfildernu, kde síť žlabů a příkopů odvodňuje zpevněné plochy a dávkuje odtok srážkových vod do přilehlých mokřadů a potoků.

Další vzorové příklady nekonvenčního hospodaření se srážkovými vodami v zahraničních municipalitách uvádí publikace Hospodaření s dešťovou vodou v ČR. Díky finanční podpoře Ministerstva životního prostředí a Fondu pro výstavbu měst mohlo dojít v **německém Dortmundu** k revitalizaci sídliště Scharnhorst-Ost. Konkrétní opatření měla za cíl odpojit od jednotné kanalizace zpevněné plochy a tím kanalizaci výrazně odlehčit během dešťových událostí. Ve **švédském městě Malmö** došlo na přelomu tisíciletí k výrazné změně v hospodaření s dešťovou vodou ve čtvrti Augustenborg. Místo původního řešení jednotné kanalizace bylo realizováno odpojení srážkových vod a jejich odvedení pomocí povrchových žlabů a zatravněných příkopů do retenčních rybníků nebo mokřadů a navíc byly na některých budovách ve čtvrti vybudovány zelené střechy s celkovou plochou větší než 10 000 m^2. Toto řešení má za následek to, že přibližně 90 % srážkových vod ze zpevněných ploch je odvodněno pomocí vybudovaných přírodě blízkých opatření. Z celkového objemu srážkových vod se díky implementaci vhodných prvků navíc přibližně 20 % vypařuje do ovzduší. Ukázku projektu, kdy nelze kvůli ztíženým geologickým podmínkám srážkové vody vsakovat, představuje realizace projektu RainScape v roce 2013 v základní škole ve **městě Llanelli ve Walesu**. Princip opatření spočívá ve zpomalení odtoku srážkových vod díky kombinaci prvků sloužících k jejich retenci a výparu. Provozovatel kanalizace prokázal význam projektu výpočtem, podle kterého se při pětileté srážce sníží maximální průtok až dvacetkrát. [45]

Město **Melbourne v Austrálii** registrovalo mezi lety 2008 – 2013 přes 10 000 dešťových zahrad, které představují různé provozně nenáročné prvky využívající dešťové

vody. Mezi tyto prvky patří např. terénní úpravy s rostlinnou výsadbou, zelené střechy, velkoobjemové květináče a další. Dešťové zahrady snižují objem odtékající vody ze zpevněných ploch tím, že dochází k jejímu vsakování nebo výparu v lokalitě. [45] Tento typ opatření je poměrně široce rozšířen i ve **Spojených státech amerických** jako tzv. „*Rain Gardens*“. Realizace *Rain Gardens* a další projekty (viz Obrázek č. 2.1 a Obrázek č. 2.2) podporující udržitelné hospodaření s dešťovou vodou v USA mapuje web *Save the Rain*.

Obrázek č. 2.1: Delaware Rain Garden, 2012 [46]



Obrázek č. 2.2: Magnarelli Community Center Green Roof, 2013 [46]

2.8 Dotační podpora

První vlaštovkou dotačních podpor, jejichž úkolem bylo zvýšit efektivitu a udržitelnost hospodaření s vodou v malých obcích, byla v roce 2016 výzva č. 3/2016 v rámci Národního programu Životní prostředí. Tato výzva s průvodním heslem „Chytré obce - hospodaření s vodou“ byla určena pro malé obce do 500 obyvatel (případně i pro projekty, které by sloužily v části obce do 500 obyvatel bez ohledu na její celkový počet obyvatel) a celkově bylo prostřednictvím Státního fondu životního prostředí České republiky (dále jen „**SFŽP ČR**“) v rámci výzvy vyčleněno 50 mil. Kč. Z této částky bylo možné na jednotlivé projekty čerpat podporu v rozmezí 400 tis. až 5 mil. Kč a maximální podíl podpory mohl činit 80 % celkových způsobilých výdajů. Text výzvy č. 3/2016 uváděl jako podporovanou aktivitu zejména využití decentrálních a semi-centrálních přístupů, které by pozitivně přispěly k ochraně životního prostředí (např. systémy DESAR, udržitelné čištění odpadních vod (např. dočištění odtoku ČOV, využití kalu), využití srážkových a vyčištěných vod,…). [47]

Podle slov ministra životního prostředí Richarda Brabce mohly vybrané projekty výzvy mj. poskytnout návod pro ostatní malé obce, jak udržitelně nakládat s vodou (např. oddělený přístup k vodám různého původu vč. jejich následného čištění a využití). Ředitel SFŽP ČR Petr Valdman k výzvě uvedl, že *„Čištění odpadních vod v malých obcích je mnohdy problém, neboť centrální řešení není pro malé obce ekonomicky výhodné, podobně je na tom oblast nakládání se srážkovými vodami, na kterou malé obce často nemají prostředky, a není proto doposud uspokojivě řešena.“* [48]

Podporu decentrálního řešení (konkrétně výstavby domovních čistíren odpadních vod) představuje další výzva Národního programu Životní prostředí – výzva č. 11/2016, která svým charakterem navazuje na výzvu č. 03/2016 a pokračuje v projektu „Chytré obce - hospodaření s vodou“. Cílem je vybudovat domovní čistírny odpadních vod o kapacitě do 50 EO v oblastech, kde není centrální řešení odvádění a následného čištění splaškových vod technicky realizovatelné nebo ekonomicky výhodné. V rámci výzvy je alokováno celkem 100 mil. Kč, o které mohou žádat obce, dobrovolné svazky obcí, obchodní společnosti vlastněné z více než 50 % majetku obcemi nebo případně některé spolky podle příslušného právního předpisu. Podpora může dosáhnout nejvýše 80 % celkových způsobilých výdajů a maximální příspěvek se liší podle kapacity domovní ČOV (1-5 EO: maximálně 100 tis. Kč, 6-15 EO: maximálně 170 tis. Kč, 16-50 EO: maximálně 240 tis. Kč). Podpora výstavby

domovních ČOV je směřována pro budovy pro bydlení a budovy vlastněné obcí, které nejsou využívány pro dosažení zisku. Podmínkami pro přidělení dotace je dále také např. nutnost vyřešit v rámci podpory alespoň 30 % z celkového počtu EO v konkrétním území, zajistit udržitelnost projektu deset let po jeho realizaci a další. Po tuto dobu musí být také provozován vzdálený monitoring domovních ČOV s hlášením možných defektů nebo neoprávněných zásahů. [49]

„Chceme podpořit nakládání s odpadními vodami tam, kde není možné efektivní řešení na centrální čistírně odpadních vod. Jde nám o takzvané decentralizované čištění, které je za určitých podmínek efektivnější než nákladná výstavba rozlehlých stokových systémů,“ uvedl k výzvě č. 11/2016 ministr Brabec. [50] *„Moderní čistírny se dají pořídit už za 50 tisíc korun. V první vlně chceme investovat desítky milionů korun, takže předpokládáme, že zpočátku by se mohly zapojit desítky obcí,”* odhadl přibližný rozsah výzvy Brabec. [51]

Příkladem obce, jejíž vedení se rozhodlo pro decentralizované řešení, jsou středočeské Chorušice. Podle starší studie by stála výstavba kanalizace a čistírny odpadních vod více než 50 mil. Kč. Naopak výstavba objektů pro čištění odpadních vod z domácností pro celkem 36 domů bude znamenat výdaje ve výši asi 6,4 mil. Kč. *„Podle prvotních odhadů se pohybujeme desetkrát laciněji, než kdybychom stavěli centrální čističku,”* uvedl k projektu starosta obce Martin Bauer. Objekty pro čištění odpadních vod budou doplněny i nádrží na akumulaci vyčištěné vody např. pro zálivku, kdy pro tento účel často poslouží stará jímka na zachycení odpadních vod z domácností. Údržbu tohoto decentralizovaného systému bude mít na starost speciální osoba s umožněným přístupem na veškeré potřebné pozemky. [51] Kvůli hospodárnějšímu a efektivnějšímu provozu jsou domovní ČOV upřednostňovány před centrálními čistírnami odpadních vod např. v malých obcích v Rakousku. [52]

Další finanční podporu prostřednictvím tří výzev Operačního programu Životní prostředí 2014-2020 přislíbilo v září 2016 Ministerstvo životního prostředí v kooperaci se SFŽP ČR. Celková alokace těchto výzev by měla dosáhnout výše téměř 5 miliard Kč a dotační podpora může tvořit nejvýše až 63,75 % z celkových způsobilých výdajů projektu. Nejvíce prostředků z těchto tří výzev má přiřazena výzva s číslem 42 – Nová či modernizovaná kanalizace a čistírny odpadních vod, která má na projekty celkem alokováno 3,6 miliardy Kč. Zbývajícími dvěma výzvami jsou 38. výzva OPŽP – Čistší vodárenské nádrže i koupaliště a 43. výzva OPŽP – Zvýšení kvality pitné vody. [53]

Oprávněnými žadateli 42. výzvy jsou města a obce, dobrovolné svazky obcí, městské části hlavního města Prahy, příspěvkové organizace nebo i obchodní společnosti, jejichž vlastníkem jsou z více než poloviny města, obce nebo jiné veřejnoprávní subjekty. 42. výzva je vyhlášena v rámci Prioritní osy 1: Zlepšování kvality vod a snižování rizika povodní, Specifický cíl: 1.1 - Snížit množství vypouštěného znečištění do povrchových i podzemních vod z komunálních zdrojů a vnos znečišťujících látek do povrchových a podzemních vod a podporuje konkrétně tyto aktivity:

- 1.1.1: výstavba kanalizace za předpokladu existence vyhovující čistírny odpadních vod v aglomeraci, výstavba kanalizace za předpokladu související výstavby, modernizace a intenzifikace čistírny odpadních vod včetně decentralizovaných řešení likvidace odpadních vod (domovní čistírny odpadních vod nebudou podporovány),
- 1.1.2: výstavba, modernizace a intenzifikace čistíren odpadních vod. [54]

Minimální výše způsobilých nákladů je 4 mil. Kč pro aktivitu 1.1.1 a 1 mil. Kč pro aktivitu 1.1.2 bez DPH. V kontextu podporovaných aktivit se vyjádřil ředitel SFŽP ČR Petr Valdman v tom smyslu, že: *„…podporovány budou pouze oddílné kanalizace, tedy ty, které nezatěžují ČOV dešťovou vodou. Výstavbu jednotné kanalizace lze podpořit jen ve výjimečných a odůvodněných případech, a to dojde-li její výstavbou k odvedení odpadních vod ze stávající jednotné kanalizace na ČOV, např. podchycením volných výustí. Z pohledu efektivity řešení je tento přístup jediný možný a poslední výzva jednoznačně prokázala, že to pro investory není překážkou.“* Podporu decentralizovaného řešení likvidace odpadních vod komentoval ministr životního prostředí Brabec slovy: *„Chceme podpořit i ty žadatele, pro které není efektivním řešením výstavba klasické mechanicko-biologické ČOV, ale např. čistírna kořenová nebo decentralizované čištění na více menších čistírnách. Cesta nastoupená v minulých letech, kdy se kladl až příliš velký důraz na budování rozsáhlých kanalizačních sítí napojených na jednu centrální čistírnu odpadních vod, se neukázala jako jediná správná. V některých případech může být pro žadatele technicko-ekonomicky výhodnějším řešením likvidace odpadních vod např. na několika menších čistírnách, které budou sloužit pro dílčí části obce.“* [53]

Dle vyjádření ministra Brabce jsou investice do vodohospodářské infrastruktury důležité, mj. i kvůli sužujícímu suchu, které mělo v posledních dvou letech výrazný negativní vliv na vodní hospodářství a další související oblasti v České republice. Ministr Brabec také uvedl, že: *„Nově vypsané výzvy tak vnímám jako potřebnou pomoc pro obce a*

města, kterým evropské prostředky pomohou financovat nákladné vodohospodářské projekty a zároveň splnit požadavky na kvalitu a čištění vod, které po nás požaduje Evropská komise.“ [53]

Do září 2016 bylo v rámci OPŽP 2014-2022 dotačně podpořeno během předešlých čtyř výzev v oblasti zlepšování kvality vod celkem 157 projektů s podporou přesahující částku 4,6 miliardy Kč. Tato podpora přispěje např. k vybudování více než 700 km kanalizace nebo 88 čistíren odpadních vod. Tato podpora tak úspěšně navazuje na předešlý OPŽP 2007-2013, ve kterém byla podpořena výstavba 382 čistíren odpadních vod, přibližně 4 300 km kanalizace a další projekty související např. s úpravou a dodávkou pitné vody. [53]

Dotační podporu lze čerpat i na projekty spojené s efektivním využíváním srážkové vody. Konkrétně 45. výzva Operačního programu Životního prostředí přispěje částkou až 1,1 mld. Kč na ochranu proti povodním a zlepšení odtokových či retenčních poměrů. Jednou z podporovaných aktivit výzvy je aktivita 1.3.2: Hospodaření se srážkovými vodami v intravilánu a jejich další využití namísto jejich urychleného odvádění kanalizací do toků. Technickými opatřeními, která budou dotací podpořeny, pak můžou být dle předmětu podpory výzvy např. plošná povrchová vsakovací a retenční zařízení doplněná zelení (průleh, nádrž), podzemní vsakovací a retenční prostory vyplněné štěrkem nebo prefabrikáty, vsakovací šachty nebo podzemní retenční nádrže s regulací odtoku do povrchových vod nebo kanalizace. [55] Ministr Brabec v reakci na tuto výzvu vedle protipovodňových opatřeních kladl důraz právě i na nakládání se srážkovou vodou: *„Neméně důležitá je také podpora efektivního hospodaření se srážkovými vodami v intravilánu obcí a jejich další využití. Obě oblasti se vzájemně doplňují a jsou jedním z nejúčinnějších způsobů jak protipovodňové ochrany, tak i prevencí proti suchu v budoucích letech.“* [56]

Výzva č. 10/2016 v rámci Národního programu Životní prostředí slibuje podporu pro zakládání a obnovu ploch zeleně a vodních prvků ve městech a obcích, což pozitivně přispěje ke srážko-odtokovým procesům dané lokality. Celkem je v rámci výzvy alokováno 40 mil. Kč, přičemž obce do 500 obyvatel můžou být podpořeny až 2 mil. Kč a obce nad 500 obyvatel 250 tis. Kč, a to až do 80 % z celkových způsobilých výdajů. [57] Ministr Brabec komentoval význam těchto prvků v kontextu udržení vody v krajině a budování opatření proti suchu: *„Novinkou v této výzvě je podpora opatření, která pomáhají k udržení vody v krajině, a tak i k boji se suchem. Dotaci tudíž dostanou i projekty, které ze zpevněných či*

betonových ploch vytvoří nezpevněné plochy, které umožní zasakování srážkových vod např. založením trávníků na místě původně zpevněné plochy, nebo vytvořením vodních a mokřadních biotopů – tůní/jezírek, mokřadů, průlehů a jiných terénních sníženin, částí vodních toků anebo drobných retenčních nádrží na srážkovou vodu.“ [58]

3 Stanovení cílů práce

Cílem následující praktické části práce je schematicky navrhnout decentralizované a centralizované systémy odvádění a čištění odpadních vod v konkrétních lokalitách, případně jejich kombinaci (semi-centralizované řešení) a pak tyto způsoby porovnat a identifikovat ekonomicky nejvhodnější variantu. Dílčími cíli je výběr konkrétních lokalit pro návrh takových systémů, návrh způsobů nakládání se splaškovými a srážkovými vodami v různé míře centralizace a následně jejich porovnání pomocí ekonomických ukazatelů.

Jako konkrétní lokality budou vybrány tři malé obce o přibližné velikosti kolem 200 obyvatel tak, aby se lišily ve faktorech, jako je např. rozmístění a tvar zastavěné části obce, svažitost terénu, hydrologie obce a další.

Centralizované a decentralizované způsoby nakládání se splaškovými a srážkovými vodami budou navrženy v souladu s dobrou praxí, udržitelností systému a tak, aby splňovaly limity určené příslušnými právními předpisy.

Pro navržená řešení budou vypočítány investiční a provozní náklady a bude vyhodnocena nejvhodnější varianta na základě porovnání těchto, příp. prosté doby návratnosti.

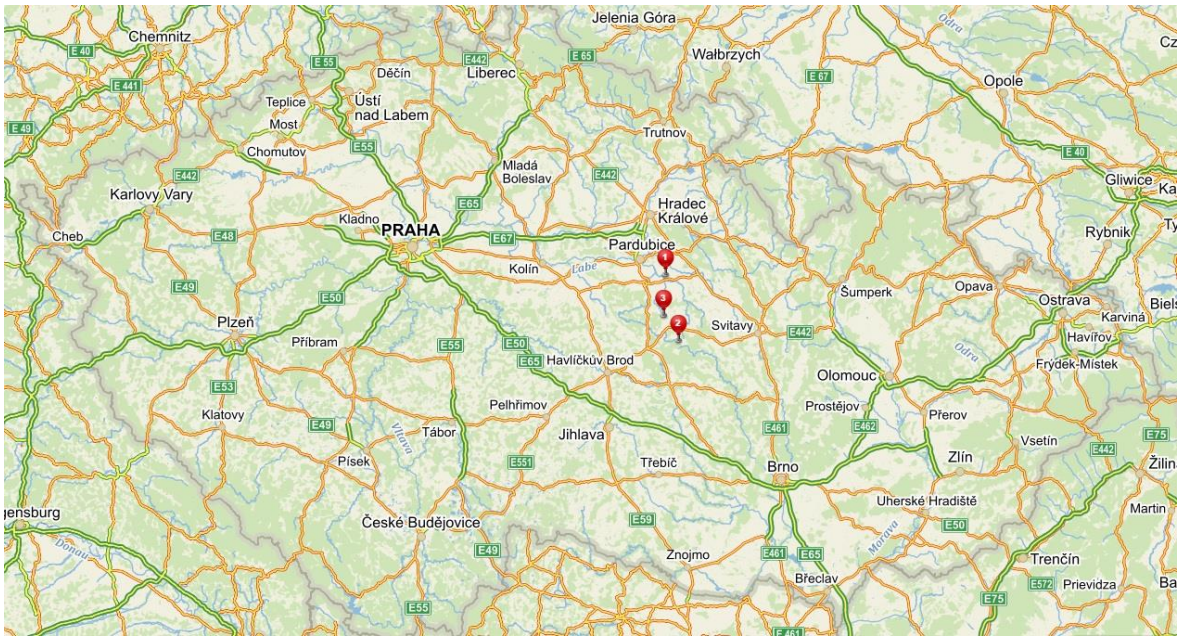
Výsledky práce mohou sloužit jako podklad pro identifikaci faktorů, které mají největší vliv na vhodnost řešení, resp. míru optimalizace pro nakládání se splaškovými a srážkovými vodami v malých obcích.

4 Metodika

4.1 Výběr konkrétních obcí

Pro potřeby této práce byly vybrány tři malé obce o velikosti okolo 200 obyvatel, pro které byly schematicky navrženy způsoby odvádění a následného čištění odpadních vod s různou mírou centralizace, přičemž řešení bylo navrženo pro splaškové a srážkové vody. Vybrány byly následující obce:

- obec Bořice (okres Chrudim, kraj Pardubický, na obr. č. 1);
- obec Chlumětín (okres Žďár nad Sázavou, kraj Vysočina, na obr. č. 2);
- obec Tisovec (okres Chrudim, kraj Pardubický, na obr. č. 3).



Obrázek č. 4.1: Situace se zobrazením polohy vybraných obcí[13]

Obce byly vybrány tak, aby se lišily ve svých charakteristikách, které mají vliv na nakládání se splaškovými a srážkovými vodami. Níže jsou právě tyto charakteristiky vybraných obcí stručně popsány.

Obec Bořice

- Terén: Rovinatý terén a minimální sklony nepředstavují nejvhodnější podmínky pro gravitační odvodnění.

[13] Zdroj: „Mapy.cz“

- Počet místních částí a obyvatel: Obec je tvořena 2 místními částmi (Bořice, Podbor). Počet obyvatel je dle posledních dat ČSÚ 161. [59]
- Tvar a charakter zastavěné části: Tvar zastavěné části Bořic není podlouhlý, spíše připomíná kruh. Podbor je zastavěný podél silnice třetí třídy, která touto místní částí prochází.
- Vodoteč: Obcí ani v její blízkosti neprotéká řeka nebo potok. Na okraji obce začíná meliorační svodnice, která se před obcí Dvakačovice vlévá do řeky Novohradky.
- Geologie: Podloží obce Bořice tvoří převážně písek a štěrk, část obce na jihu písčito-hlinitý sediment. Podloží místní části Podbor se skládá z vápnitého jílovce a slínovce. [60] Podle mapy potenciálního vsaku je potenciál vsaku dešťových vod v Podboru střední a v části Bořic vysoký nebo podloží tvoří spraše. [61]

Obec Chlumětín

- Terén: Reliéf je svažitý od severu na jihovýchod a představuje vhodné podmínky pro gravitační odvodnění obce.
- Počet místních částí a obyvatel: Obec je tvořena jednou místní částí, ke které patří dvě osady – Krejcar ležící u stejnojmenného rybníka přibližně 2 km od Chlumětína a Paseky ležící přibližně 1 km severně od Chlumětína. V obci dle ČSÚ trvale bydlí 203 obyvatel. [59]
- Tvar a charakter zástavby: Tvar obce je podlouhlý a zástavba lemuje komunikaci (silnici třetí třídy) procházející obcí.
- Vodoteč: Poblíž obce pramení řeka Chrudimka a Chlumětínský potok, na kterém leží rybník Krejcar.
- Geologie: Podloží v okolí vodních toků tvoří písčito-hlinité sedimenty, v zastavěné oblasti se vyskytují přeměněné horniny svor v jižní části a migmatit s ortorulou v severní části obce. [60]**Error! Bookmark not defined.** Podle mapy potenciálního saku je v severní části střední a v jižní části obce nízký až velmi nízký potenciál pro vsak dešťových vod. [61]

Obec Tisovec

- Terén: Svažitost terénu představují dobré podmínky pro gravitační odvodnění místních částí, protože není potřeba příliš zahlubovat výkopy kanalizace.

- Počet místních částí a obyvatel: Obec je tvořena 5 místními částmi (Dřeveš, Kvasín, Otáňka, Tisovec, Vrbětice) vzdálenými mezi sebou cca 1 km. Počet obyvatel je dle posledních dat ČSÚ 333. [59]
- Tvar a charakter zastavěné části: Otáňka a Tisovec jsou svým charakterem zástavby více shluklé, zástavba v Dřeveši, Vrběticích a Kvasíně je podélná kolem páteřní komunikace.
- Vodoteč: Poblíž místních částí Tisovec (Ležák), Dřeveš (Dřevešský potok) a Kvasín (Havlovický potok) protékají drobné vodní toky, Vrběticemi a Otáňkou žádné.
- Geologie: Skalní podloží v lokalitě představuje ztížené podmínky pro zemní práce a pro vsakování vyčištěných odpadních vod. [60]**Error! Bookmark not defined.** odle mapy potenciálního vsaku jsou místní části obce hodnoceny středním potenciálem pro vsak dešťových vod. [61]

4.2 Navrhované varianty decentralizovaného a centralizovaného nakládání se splaškovými a srážkovými vodami ve vybraných obcích

Současný stav odkanalizování v předmětných lokalitách je většinou kombinací nepropustných bezodtokých jímek u části nemovitostí a tříkomorových septiků bez dodatečného zemního filtru nebo jiného stupně dočištění (samotné septiky by dnes kvůli malé účinnosti čištění už nemohly být povoleny). Jako výchozí stav pro potřeby práce byl uvažován současný stav popsaný v Kartách obcí PRVK příslušného kraje (Pardubický kraj, kraj Vysočina). Některé obce mají údaje v PRVK dlouhou dobu neaktualizované, přičemž by bylo vhodné některé informace (např. návrhový stav v sekci Kanalizace a ČOV) aktualizovat např. podle studií, které si v řadě případů nechaly obce vypracovat od odborných subjektů.

První variantou decentralizovaného způsobu (dále jako „**Varianta I**“) je vybudování domovních čistíren odpadních vod s následnou akumulací vyčištěných vod v nádržích pro jejich využití jako vody užitkové. Jako nádrž na vodu může být využita původní jímka, příp. i septik po řádné stavební úpravě k tomuto účelu. V nádrži se oddělí dvě části, přičemž druhá část bude sloužit pro akumulaci srážkových vod svedených ze zpevněných ploch a střech. Nedojde tedy ke směšování vyčištěných splaškových vod s vodami srážkovými.

V případě naplnění nádrží na vyčištěnou odpadní a akumulovanou vodu budou v rámci decentralizovaných systémů přebytečné vody regulovaně odváděny kanalizací do vodoteče nebo vsakovány do podloží. K vsakování odpadních vod do vod podzemních se přistupuje, pokud není technicky možné je odvádět do vod povrchových nebo do kanalizace, a navíc je nutné, aby bylo vsakování posouzeno osobou s odbornou způsobilostí. [17] Srážkové a vyčištěné odpadní vody budou vsakovány, pokud k tomu budou dle odborného posouzení hydrogeologa vhodné místní poměry a bude vydáno souhlasné povolení příslušného vodoprávního úřadu. Další možností odvádění vyčištěných a srážkových vod, které nebudou akumulovány, je jejich regulované odvedení kanalizací do vodoteče. Často mají obce ve svém majetku kanalizaci, která by po kamerové prohlídce a případné rekonstrukci mohla sloužit právě k tomuto účelu. Kvůli regulaci odtoku vod z kanalizace do vodoteče je součástí kanalizačního systému i retenční objekt – např. podzemní retenční dešťová nádrž. Její velikost lze navrhnout podle TNV 75 9011 na základě hydrologické bilance mezi přítokem do retenčního objektu a odtokem z něj. V této práci nebyla výstavba retenčních nádrží na kanalizaci navrhována, neboť v současné době nemají konkrétní obce s jejich odváděním problémy a navíc lze očekávat snížení průtoku vod v kanalizaci při dešti díky akumulaci části objemu srážkových vod v navržených nádržích.

Druhou variantou decentralizovaného způsobu (dále jako „**Varianta II**“) je dodatečně osadit stávající septiky zemními filtry a doplnit tuto sestavu o nádrž na vody srážkové. Srážkové vody je s ohledem na udržitelnost systému vhodné zadržovat v akumulačních nádržích a následně je využívat jako užitkovou vodu nebo vodu na zálivku. Sběrné okapy a žlábky by odváděly srážkovou vodu ze zpevněných ploch do podzemní nádrže o velikosti 3 m^3. Stávající jímky budou stejně jako v první variantě nahrazeny domovními čistírnami odpadních vod a budou sloužit jako nádrže na srážkové vody. Odvedení vyčištěných splaškových vod a přebytečných srážkových vod je navrženo stejně jako ve Variantě I, tzn. do vodoteče pomocí k tomu určené kanalizace nebo vsakem do vod podzemních.

Navržené **centralizované řešení** spočívá v odvedení splaškových vod oddílnou (splaškovou) kanalizací a jejich následné čištění na centrální čistírně odpadních vod. Tzv. semi-centralizované řešení je kombinací decentralizovaného a centralizovaného způsobu, kdy jsou odlišným přístupem řešena větší seskupení nemovitostí.

Pro návrh kanalizace byla uvažována denní spotřeba vody ve výši 100 l na obyvatele. Potrubí bylo dimenzováno na průtok Q_{dim}, který se rovná dvojnásobku Q_{max} tak, aby rychlost v potrubí nebyla menší než 0,7 m/s a větší než 5 m/s. Průtok Q_{max} je vypočtený jako Q_{24} vynásobený součinitelem hodinové nerovnoměrnosti podle počtu obyvatel daného úseku. [62] Průměrná délka přípojek byla pro výpočet stanovena jako 15 m. V případě potřeby jsou na stokové síti navrženy čerpací stanice a výtlačné řady o průměru DN 100 (pro potřeby práce a schématického stanovení investičních nákladů převzata infrastruktura, která je oceněna v dokumentu Průměrné ceny dopravní a technické infrastruktury).

Navrhovaným typem ČOV pro centralizované řešení v této práci jsou kořenové čistírny odpadních vod s kombinací vertikálního a horizontálního průtoku. Kořenová ČOV se skládá z předčištění (kombinace česlí a štěrbinové usazovací nádrže) a z filtračního pole, které tvoří distribuční zóna z kameniva, na dně nepropustná fólie se sběrnou drenáží, prostor s kačírkem nebo štěrkem frakce 4/8 nebo 8/16 sloužící jako filtrační vrstva, nad kterou je vzrostlá vegetace a na konci odtoková zóna s odtokovou šachtou. Používanou vegetací jsou většinou rákos obecný v kombinaci s chrasticí rákosovitou. Vztah dle Kickutha pro výpočet plochy filtračních polí závisí na průtoku odpadní vody, koncentraci BSK_5 na přítoku a požadované na odtoku a na rychlostní konstantě. [63] Orientační velikostí při požadované účinnosti 80 % čištění BSK5 je 7,1 m^2 na připojeného EO. Pro 85% účinnost čištění stejného ukazatele je pak potřeba plocha 9,6 m^2 na připojeného obyvatele. [33] Mezi výhody tohoto typu čistíren patří bezesporu nezávislost na elektrické energii, jejich přirozený vzhled v krajině a výrazně nižší provozní náklady [64] v porovnání s klasickými mechanicko-biologickými čistírnami. Nevýhodami je potřeba velké plochy a nižší účinnosti čištění fosforu a dusíku. [63]

Centralizovaná metoda odvádí srážkové vody z nemovitostí pomocí vhodných technických prvků, jako jsou např. vsakovací příkopy, průlehy nebo oddílná (dešťová) kanalizace. Nakládání se srážkovými vodami je v malých obcích často řešeno právě centralizovaně pomocí dešťové kanalizace nebo odvodňovacích příkopů a v navrhované variantě centralizovaného řešení bude uvažováno s ponecháním současného stavu.

4.3 Stanovení nákladů navržených variant decentralizovaného a centralizovaného nakládání se splaškovými a srážkovými vodami

Provozní náklady současného stavu jsou vypočteny podle ceny za vývoz a likvidace obsahu jímky na nejbližší ČOV (Hlinsko, Hrochův Týnec), která tuto službu nabízí. Náklady tvoří cena práce obsluhy fekálního vozu (250,- Kč za 15 minut práce), dopravy (34,- Kč/km) a likvidace obsahu cisterny na ČOV (100,- Kč/m^3) [65]. Uvedené ceny investičních i provozních nákladů jsou v této práci uvedené bez DPH a výsledné ceny jsou zaokrouhlovány na celé stovky. Předpokladem výpočtu provozních nákladů je řádná a zodpovědná péče o odpadní vody, tedy pravidelný vývoz jímky (o velikosti 10 m^3) při jejím naplnění. U septiku je předpokládán vývoz jedenkrát ročně. Roční produkce odpadních vod byla uvažována ve výši 35 m^3 na obyvatele.

4.3.1 Investiční a provozní náklady navržených variant decentralizovaného způsobu

Celkové investiční náklady domovních čistíren odpadních vod, které se objevují v obou navržených variantách, záleží na více faktorech (např. typ a výrobce DČOV, vsakování vyčištěných vod do vod podzemních nebo odvedení do vod povrchových, geologické poměry lokality, míra prací provedených svépomocí, atd.) a jednorázový náklad při instalaci DČOV je tak obtížně exaktně stanovit. Pro potřeby této práce postačí orientační hodnota tohoto nákladu získaná přibližným výpočtem nebo odhadem jednotlivých položek investice. Cena samotné domovní ČOV pro jednu nemovitost (přibližně pro 4 – 5 EO) je vypočtena v průměrné výši **31 300,- Kč bez DPH** jako aritmetický průměr vybraných srovnatelných domovních ČOV (viz Tabulka č. 4.1) nabízených různými výrobci nebo dodavateli, přičemž ze vzorku sedmi DČOV byly vyřazeny nejlevnější a nejdražší DČOV.

Tabulka č. 4.1: Stanovení průměrné ceny DČOV[14]

Zdroj	Typ	Cena bez DPH
~~SINEKO Engineering s.r.o.~~	~~Bio Cleaner Basic BC 4 (2-5 EO)~~	~~27 970 Kč~~
AQUATECH spol. s r.o.	MICRO JA 0,75 (4 EO)	29 300 Kč
ASIO, spol. s r.o.	AS-VARIOCOMP 5K (3-7 EO)	29 500 Kč
EKOPLAST Telč s.r.o.	BIOFLOW 6A (2-6 EO)	30 500 Kč
ABPLAST s.r.o.	AT6 (6 EO)	33 400 Kč
HYDROCLAR s.r.o.	SBR 3 (2-4 EO)	33 700 Kč
~~TopolWater, s.r.o.~~	~~Topas S 5 PF - 1,2~~	~~48 000 Kč~~
Průměrná cena		**31 300 Kč**

[14] Údaje o cenách DČOV byly převzaty z webových stránek výrobců/dodavatelů k prosinci roku 2016.

Dalšími náklady při výstavbě domovní čistírny odpadních vod jsou náklady na zemní a stavební práce, zřízení elektrické přípojky včetně revize, GSM modul pro vzdálený monitoring provozu DČOV, dopravu a montáž čistírny, přídavné komponenty k samotnému objektu DČOV (víko, objekt pro dmychadlo, případný nástavec), projektovou dokumentaci pro územní řízení nebo územní souhlas a stavební povolení nebo ohlášení včetně správních poplatků, případné zřízení nádrže na vyčištěnou vodu, potrubí odvádějící vodu do vodoteče nebo objekt sloužící ke vsakování včetně potřebného posudku hydrogeologa. Součástí nákladů v této práci jsou i náklady na stavební úpravu původních jímek nebo septiků včetně osazení těchto nových nádrží na vodu čerpadlem a filtrem pro zachycení nečistot. Odhady kompetentních subjektů (tj. výrobců, příp. dodavatelů) nákladů těchto položek zobrazuje Tabulka č. 4.2. V malých obcích se předpokládá částečná míra provádění zemních a stavebních prací svépomocí, a proto nejsou v této práci některé náklady uvažovány v plné výši. Tento předpoklad se objevuje i v odhadech ceny dodavatelů, kteří do celkové ceny většinou nepromítají cenu výkopových prací a drobných stavebních úprav. Dodatečné náklady k samotnému objektu DČOV byly pro potřebu této práce s přihlédnutím k údajům výrobců a po konzultaci s odbornou osobou uvažovány ve výši **65 000,- Kč bez DPH.**

Tabulka č. 4.2: Další náklady k samotnému objektu DČOV dle různých výrobců/dodavatelů[15]

Zdroj	Položka	Cena bez DPH	Cena celkem bez DPH
TopolWater, s.r.o.	Projekt	3 800 Kč	13 800 - 20 800 Kč
	Doprava a montáž (do 100 km)	4 000 Kč	
	Odtokové a přítokové potrubí cca 30m (200 Kč/1m)	6 000 Kč	
	Posudek hydrogeologa	5 000 Kč	
	Zasakovací drenáž 40 m x 200 Kč/1m	8 000 Kč	
SINEKO Engineering s.r.o.	Příplatek k dodávce "na klíč" (obsahuje konzultaci, dodávku, zabudování a uvedení do provozu)	21 686 Kč	21 686 Kč
Hellstein spol. s r.o.	Projektová dokumentace	5 000 Kč	13 900 - 23 400 Kč (bez akumulační nádrže)
	Doprava, montáž a zaškolení	6 900 Kč	
	Propojovací potrubí	2 000 Kč	
	Hydrogeologický posudek	4 500 Kč	
	Vsakovací drén - 20 m^2	5 000 Kč	
	Akumulační nádrž - 5m^3 + čerpadlo	25 000 Kč	
HYDROCLAR s.r.o.	Stavební osazení	30 000 Kč	40 000 Kč
	Stavební povolení nebo ohlášení + Projekt	10 000 Kč	

[15] Údaje o dalších nákladech k DČOV byly převzaty z webových stránek výrobců/dodavatelů k prosinci roku 2016.

Provozní náklady samostatného objektu domovní ČOV sestávají ze spotřeby elektrické energie (příkon dmychadla většinou 50 - 60 W, denní spotřeba přibližně 1 kWh), drobné údržby (např. výměna některých komponentů dmychadla), nakládání s kalem (vývoz nebo kompostování) a případných rozborů vody na odtoku z DČOV nebo technické revize provedené odborně způsobilou osobou. Pro představu složení provozních nákladů DČOV a jejich výše zobrazuje Tabulka č. 4.3 náklady na roční provoz dle různých zdrojů. Pro potřebu této práce budou s přihlédnutím k těmto zdrojům a konzultaci s odbornou osobou provozní náklady uvažovány ve výši **5 000,- Kč/rok.**

Tabulka č. 4.3: Provozní náklady DČOV[16]

Zdroj	Uvažované položky	Roční náklady
HYDROCLAR s.r.o.	elektřina + 2x rozbory + údržba dmychadla	2 343 Kč
Hellstein spol. s r.o.	elektřina + 2x rozbory	2 800 Kč
TopolWater, s.r.o.	elektřina + 1x rozbor	3 830 Kč
Dokument „Možnosti a strategie odkanalizování obcí Zlínského kraje do 2000 EO do roku 2010“	elektřina + 2x rozbory + údržba dmychadla + vývoz kalu	6 400 Kč

Pokud nejsou vyčištěné vody z DČOV vsakovány do podloží, ale jsou spolu s přebytečnými srážkovými vodami odváděny jednotnou kanalizací do vodoteče, je nutné uvažovat rovněž provozní náklady této kanalizace. Mezi ně patří náklady na dispečink, provoz telemetrie, plat pracovníka, který se bude na část pracovního úvazku provozu kanalizace věnovat, opravy, měření a rozbory odpadních vod, dále náklady na hlášení a odpovědnou osobu, fakturaci stočného nebo prohlídky a čištění kanalizace. Na základě kvalifikovaného odhadu externího poradce v oblasti provozování vodovodů a kanalizací se dají roční provozní náklady takové kanalizace v malých obcích vyčíslit ve výši okolo **170 000,- Kč**.

V případě regulovaného odvádění srážkových a vyčištěných splaškových vod pomocí stávající kanalizace je třeba odhadnout potřebnou míru rekonstrukce, v praxi ideálně pomocí kamerové prohlídky potrubí. Náklady na rekonstrukci kanalizace (konkrétně bezvýkopovou technologií pomocí polyesterepoxidové vystýlky do stávajícího nevyhovujícího potrubí) se liší podle průměru potrubí a jejich rozmezí činí 6 400,- až 7 350,- Kč/m pro potrubí DN 250 a 17 300,- až 26 500,- Kč/m pro potrubí DN 800. [66] Tyto ceny

[16] Údaje o provozních nákladech k DČOV byly převzaty z webových stránek výrobců/dodavatelů k prosinci roku 2016.

jsou převzaty z dokumentu Průměrné ceny dopravní a technické infrastruktury (Aktualizace 2015) vydané Ministerstvem pro místní rozvoj a Ústavem územního rozvoje v březnu 2016 a jejich podkladem byly údaje poskytnuté společností AQUATIS, a.s. Pro potřeby práce byla míra potřeby rekonstrukce a její náklady odhadnuty na základě odborného odhadu.

Investiční náklady doplnění septiku o zemní filtr byly uvažovány ve výši **32 800,- Kč bez DPH**. Tato částka sestává z průměrné ceny zemního filtru od různých výrobců/ dodavatelů (viz Tabulka č. 4.4), z částky určené na dopravu (přibližně 2 000,- Kč), zemní a drobné stavební práce (uvažováno částečně svépomocí, průměrná výše přibližně 5 000,- Kč), z ceny výplně filtru (štěrkové vrstvy kolem drenážního potrubí, písková výplň filtru) v přibližné výši 6 000,- Kč [67] a z nákladů na projektovou dokumentaci pro vydání územního rozhodnutí nebo souhlasu a stavebního povolení včetně správních poplatků ve výši 5 000,- Kč. Výrobce ASIO nabízí dva typy zemních filtrů a pro srovnání byla vybrána levnější varianta v provedení z fólie (nádrž z plastových desek stejné velikosti je přibližně dvakrát dražší než v provedení nádrže z fólie). Provozní náklady septiku s filtrem byly uvažovány ve výši **4 500,- Kč**, což odpovídá nákladům na jeden vývoz septiku ročně, dva rozbory vody na odtoku a občasné výměně filtračního materiálu (každých 10 let).

Tabulka č. 4.4: Stanovení průměrné ceny dodatečného zemního filtru k septiku[17]

Zdroj	Položka	Cena bez DPH
EKONA, spol. s r.o.	Zemní pískový filtr PF-E2	12 900 Kč
EKOPLAST Telč s.r.o.	Pískový filtr pro 4-5 EO	14 700 Kč
HYDROCLAR s.r.o.	Plastový zemní filtr ZF4	15 000 Kč
ASIO, spol. s r.o.	AS-zemní filtr, nádrž z fólie, pískový filtr 3	15 400 Kč
AQUATECH spol. s r.o.	Zemní pískový filtr AQF2	15 800 Kč
Průměrná cena		**14 800 Kč**

Investiční náklady nádrže na srážkovou vodu (3 m^3), která bude ve Variantě II osazena k systému septik + zemní filtr, jsou v průměru 18 700,- Kč bez DPH. Tato průměrná cena byla získána ze vzorku různých výrobců a dodavatelů (viz Tabulka č. 4.5). Dešťové nádrže se osazují průtokovým filtrem pro čištění vody od mechanických nečistot a čerpadlem (umístěným mimo nádrž nebo ponorným umístěným v nádrži). Cena vybraných typů je přibližně 13 300,- Kč bez DPH.[18] Doprava a zemní práce jsou uvažovány stejně jako u zemního filtru k septiku ve výši 2 000,- Kč, resp. 5 000,- Kč. Celková cena na pořízení

[17] Údaje o cenách zemního filtru byly převzaty z webových stránek výrobců/dodavatelů k prosinci roku 2016.
[18] Cena filtru (6 300,- Kč) a čerpadla (7 000,- Kč) uvažována ve výši 13 300,- Kč. Typy uvažovány podle [68].

dešťové nádrže tak vychází ve výši **39 000,- Kč bez DPH**. Provozní náklady objektu spočívají ve spotřebě elektrické energie při čerpání užitkové vody, ale na druhou stranu dochází k úspoře, než kdyby byla používána voda z veřejného vodovodu. Tyto provozní náklady přímo nesouvisí s odváděním a čištěním odpadních vod, a nejsou proto dále v této práci uvažovány.

Tabulka č. 4.5: Stanovení průměrné ceny nádrže na vodu[19]

Zdroj	Typ	Cena bez DPH
ASIO, spol. s r.o.	AS-MONA 3000 VERTICAL	14 800 Kč
ABPLAST s.r.o.	Nízkoprofilová podzemní nádrž ABD 3,2	17 700 Kč
SINEKO Engineering s.r.o.	Nádrž na vodu NAUTILUS 3 m^3	18 565 Kč
IRRIGA s.r.o.	Nádrž 3000 l	20 400 Kč
EKOPLAST Telč s.r.o.	Nádrž na vodu 3 m^3	21 800 Kč
Průměrná cena		**18 700 Kč**

Vyčištěné splaškové a přebytečné srážkové vody budou vsakovány nebo odvedeny jednotnou kanalizací. Stanovení jejich investičních a provozních nákladů je stejné jako u Varianty I.

4.3.2 Investiční a provozní náklady navrženého centralizovaného způsobu

Ceny kanalizace byly převzaty z dokumentu Průměrné ceny dopravní a technické infrastruktury. Použité cenové údaje převzaté z kapitoly 3 (Odvádění a čištění odpadních vod) přehledně zobrazuje Tabulka č. 4.6. Ceny potrubí obsahují náklady na zemní práce i na vybudování kanalizačních šachet (v nezpevněném terénu ve vzdálenosti 50 m, ve zpevněném terénu ve vzdálenosti 30 m). [66]

Tabulka č. 4.6: Průměrné ceny kanalizace [66]

Položka	Cena bez DPH
Trubní vedení kanalizace – potrubí uložené v nezpevněné ploše nebo v poli, plastové, DN 250	6 700 Kč/bm
Potrubí uložené v asfaltové vozovce, plastové, DN 250	10 900 Kč/bm
Domovní přípojky splaškové a dešťové, plastové, DN 150	4 100 Kč/bm
Čerpací stanice (stavební + technologická a elektro část) – spodní hranice	950 000 Kč
Výtlačné potrubí, plastové, DN 100	2 750 Kč/bm

Průměrné investiční náklady kořenové ČOV odhadl ve svém článku J. Vymazal na **16 000,- Kč/EO**. Cena kompletní výstavby kořenové ČOV je tvořena z 25 % náklady na vybudování předčištění (kombinace česlí a štěrbinové usazovací nádrže), z 60 % náklady

[19] Údaje o cenách nádrže na vodu byly převzaty z webových stránek výrobců/dodavatelů k prosinci roku 2016.

filtračního pole a zbývajících 15 % tvoří ostatní náklady (např. šachty, rozvody, oplocení). [69]

Provozní náklady splaškové kanalizace platí majitelé nemovitostí provozovateli skrz cenu stočného. Způsob kalkulace ceny stočného je uveden v podkapitole 0, ze kterého je zřejmá závislost ceny na mnoha parametrech. Zásadním je pak také skutečnost, zda obec provozuje stokovou síť sama nebo svěří její provoz jinému subjektu (provozovatelský model). Hodnota stočného vč. DPH uvedená v Ročence Vodovodů a kanalizací České republiky pro rok 2015 pro skupinu obcí, které si infrastrukturu provozují sami, činí 26,11 Kč/m^3. Jednotkové náklady na odvedení a čištění odpadních vod pro tuto skupinu činí 34,19 Kč/m^3, z čehož vyplývá, že některé obce částečně dotují provoz infrastruktury. [23]

Na základě konzultace se zástupcem společnosti poskytující služby v oblasti kalkulace cen a externího poradenství v provozování infrastruktury vodovodů a kanalizací a jeho kvalifikovaného odhadu bude činit cena stočného ve vybraných lokalitách okolo 30,- Kč/m^3. Taková cena však většinou v malých obcích nepokryje veškeré náklady a s ohledem na sociální únosnost ceny budou muset obce část provozních nákladů dotovat.

4.4 Porovnání výsledků v jednotlivých obcích

Na závěr budou v každé obci přehledně porovnány navržené metody a identifikována ta nejvhodnější z nich. Vyhodnocení navržených metod bude provedeno porovnáním investičních nákladů vyjádřených v Kč a Kč/EO, ročních provozních nákladů vyjádřených v Kč a v Kč/EO a porovnáním nákladů na generování prostředků na obnovu infrastruktury, které budou vypočítány jako investiční náklady vydělené životností příslušné infrastruktury.

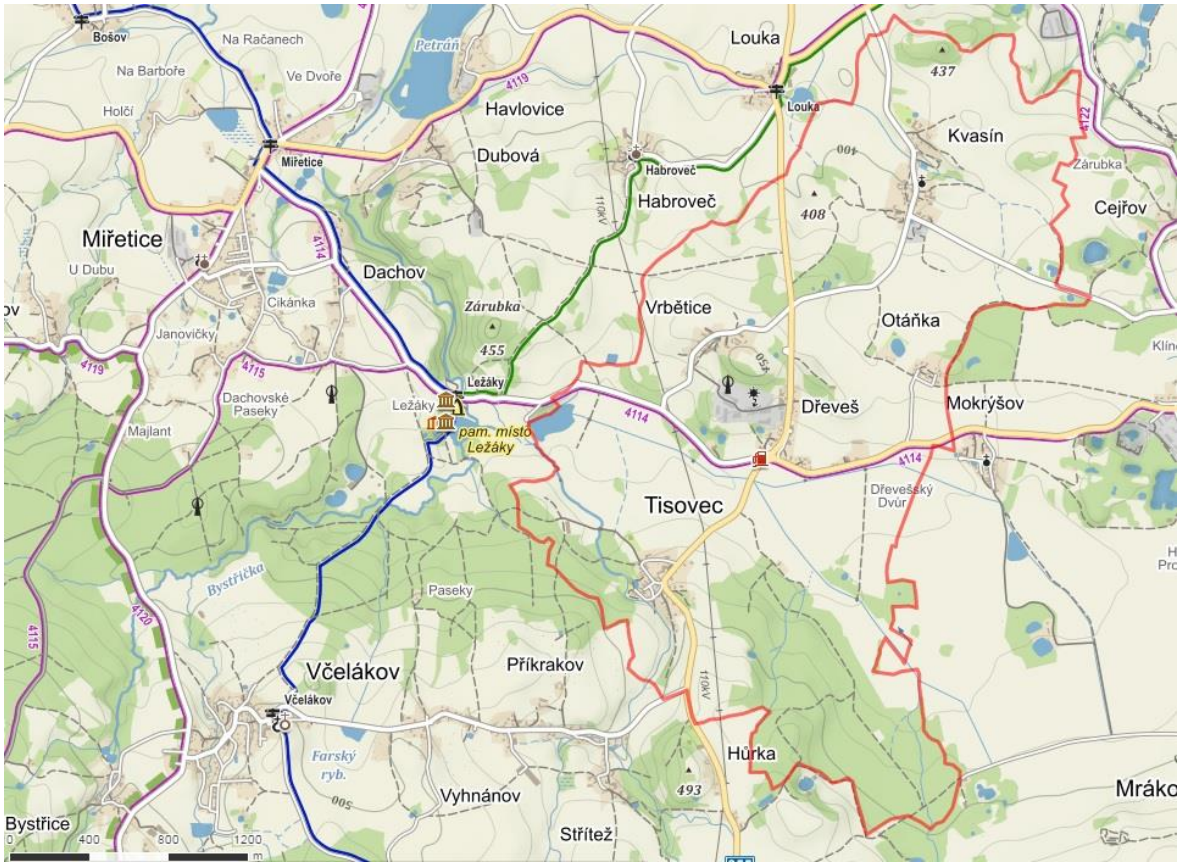
Životnost infrastruktury centralizovaného řešení je uvažována dle Přílohy č. 18 k vyhlášce č. 428/2001 Sb., jejímž předmětem je Plán financování obnovy vodovodů nebo kanalizací. Životnost kanalizační sítě je uvažována ve výši 90 let a životnost centrální ČOV ve výši 40 let. [18] Životnost objektů použitých v rámci decentralizovaných řešení je uvažována dle dokumentu Průměrné ceny dopravní a technické infrastruktury (DČOV stavební část 50-70 let, technologická část 20-30 let; septiky 80-100 let). [66] Pokud se varianta skládá z více objektů s odlišnou životností, je vypočten vážený průměr životností.

5 Analýza jednotlivých obcí

5.1 Obec Tisovec, okres Chrudim

5.1.1 Popis lokality, její hydrologie a geologie

Obec Tisovec leží v Pardubickém kraji a je vzdálená přibližně 21 km jihovýchodně od města Chrudim a 8 km severně od města Hlinsko. Podle dat Českého statistického úřadu žilo v obci k 1. 1. 2016 celkem 333 obyvatel. [59] Celková katastrální rozloha obce, kterou tvoří pět místních částí – Tisovec, Dřeveš, Kvasín, Otáňka a Vrbětice, činí 5,96 km^2. Nadmořská výška obce se pohybuje v rozmezí od 400 m n. m. v místní části Kvasín až po 448 m n.m. v místní části Tisovec. Zástavbu tvoří objekty pro bydlení, v menší míře pak také objekty pro rekreaci (zejména v místní části Tisovec) a v Dřeveši je objekt sloužící jako farma živočišné výroby. Obcí prochází silnice II. třídy č. II/306 Dřeveš – Skuteč a č. II/355 Pardubice – Úhřetická Lhota – Hrochův Týnec – Chrast – Hlinsko.



Obrázek č. 5.1: Situace obce Tisovec[20]

[20] Zdroj: „Mapy.cz“

Obec neleží v národním parku, ale leží v blízkosti dvou chráněných krajinných oblastí – Železných hor a Žďárských vrchů. Na jejím území se nevyskytuje chráněná oblast přirozené akumulace vod [70], ani Ptačí oblast nebo Evropsky významná lokalita ze soustavy celoevropsky chráněných území Natura 2000. [71] Ve vzdálenosti přibližně 2 km po toku říčky Ležák se nachází Národní kulturní památka – Pietní území Ležáky.

Místní částí Tisovec protéká říčka Ležák (ID toku dle CEVT: 10100169 [72]), která se za Hrochovým Týncem vlévá jako levostranný přítok do řeky Novohradky. Dílčí povodí části toku Ležák (ČHP 1-03-03-084), který protéká Tisovcem, má plochu 0,861 km^2. [73] Do Ležáku se vlévá v ř. km 24,1 [74] jako pravostranný přítok Dřevešský potok (ID toku dle CEVT: 10174010), který protéká místní částí Dřeveš a v ř. km 21,5 jako pravostranný přítok Havlovický potok (ID toku dle CEVT: 10174051), který protéká místní částí Kvasín. Pro představu průtokových poměrů je průměrný roční průtok Ležáku v přibližně 15 km vzdáleném hlásném profilu Bítovany 0,555 m^3/s, jednoletý průtok Q_1 se v tomto profilu rovná 6,48 m^3/s a stoletý průtok Q_{100} se rovná 39,3 m^3/s. [75] Plocha dílčího povodí Dřevešského potoka (ČHP 1-03-03-085) je 8,391 km^2 a plocha dílčího povodí Havlovického potoka (ČHP 1-03-03-089) činí 7,904 km^2. Správcem Dřevešského a Havlovického potoka je Povodí Labe, s.p. a správcem vodního toku Ležák je Lesy ČR, s.p. Místními částmi Vrbětice a Otáňka neprotéká žádná vodoteč.

Obec se nachází v klimatickém regionu MT10 (dle Evžena Quitta), což značí mírně teplou oblast. Počet dnů se srážkami většími nebo rovnými 1 mm je dle tabulky 100 až 120 a srážkový úhrn ve vegetačním období činí 400 – 450 mm a v zimním období 200 – 250 mm. Celkový roční srážkový úhrn se tedy průměrně pohybuje od 600 do 700 mm, [76] což potvrzuje i dlouhodobý srážkový normál z let 1961 – 1990, který v Pardubickém kraji dosahuje hodnoty 711 mm a ve vedlejším kraji Vysočina 644 mm. [77]

Podloží v okolí vodních toků v obci tvoří nivní sedimenty, zbytek podloží je tvořen zejména granodioritem a biotitickým migmatitem až hybridním granodioritem. [60] Skalní podloží je v této oblasti charakteristické a oblast Skutečska patří mezi významné lokality v oblasti těžby žuly.

5.1.2 Současný a návrhový stav odkanalizování obce a zásobování pitnou vodou

Současná podoba Karet obce Tisovec a jeho místních částí v Plánu rozvoje vodovodů a kanalizací Pardubického kraje aktualizovaných k červnu 2004 navrhuje v místních částech

Kvasín, Otáňka, Tisovec a Vrbětice zachovat decentralizovaný způsob, tj. se splaškovými vodami nakládat individuálně v rámci jednotlivých nemovitostí. Pouze v místní části Dřeveš by se mělo podle dokumentu zřídit centralizované řešení, konkrétně jednotná kanalizace s čištěním na vegetační čistírně odpadních vod. Tabulka č. 5.1 přehledně zobrazuje stávající a návrhový stav odkanalizování všech místních částí obce Tisovec podle informací obsažených v Kartách obce Tisovec a jeho místních částí v PRVK Pardubického kraje. Zásobování pitnou vodou v obci je dle PRVK Pardubického kraje zajištěno pomocí veřejného vodovodu, který je součástí skupinového vodovodu Hlinsko. Voda je dodávána z vodojemu v Čertovině o objemu 1 150 m^3 na kótě 615,12 m n. m. [78]

Koncepce odkanalizování obce podle územního plánu z roku 2009 na rozdíl od PRVK Pardubického kraje spočívá v centralizovaném odvádění splaškových vod ze všech místních částí pomocí oddílné kanalizace. [79] V územním plánu bylo uvažováno odvedení odpadních vod kanalizací na ČOV v blízkém městysu Včelákov, ale ta má v současnosti po vybudování a uvedení do provozu na konci roku 2014 kapacitu pro 600 EO, což odpovídá potřebám aktuálně připojeného městysu Včelákov včetně jeho místních částí (Příkrakov, Vyhnánov, Střítež, Bystřice, Hůrka a Dolní Babákov). V případě čištění odpadních vod z obce Tisovec by musela být tato ČOV ještě rozšířena a intenzifikována.

Srážkové vody jsou v současnosti odváděny dešťovou kanalizací DN 500 v místní části Dřeveš do Dřevešského potoka a nesoustavné odvodnění pomocí dešťových kanalizací lze registrovat i v místních částech Tisovec a Kvasín. Místní část Vrbětice odvádí srážkové vody pomocí zatravněného příkopu, přičemž částečně dochází k vsakování vod a částečně k jejich povrchovému odtoku mimo zastavěné území. V Otáňce centralizované srážkové odvodnění není, částečně dochází k nakládání se srážkovými vodami v rámci jednotlivých nemovitostí. [78]

Tabulka č. 5.1: Stávající a návrhový stav odkanalizování obce dle PRVK Pardubického kraje [78]

Místní část	Počet obyv.	Počet nemo-vitostí	Stávající stav dle PRVK Pardubického kraje	Návrhový stav dle PRVK Pardubického kraje
Dřeveš	109 + 20 EO (farma živoč. výroby)	20	**Srážkové vody:** - dešťová kanalizace DN 500 podél průjezdné komunikace s výustí do Dřevešského potoka **Splaškové vody:** - septiky s přepady do dešťové kanalizace (77 %) - bezodtokové jímky na vyvážení (23 %)	- stávající dešťová kanalizace -> kanalizace jednotná zakončená po odlehčení ČOV (kapacita 120 EO resp. 15 m^3/den) - zřízení stabilizační nádrže nebo vegetační ČOV (600 m^2) před výustí do Dřevešského potoka

Kvasín	73	26	**Srážkové vody:** - nesoustavné dešťové odvodnění s výustí do Havlovického potoka **Splaškové vody:** - septiky s přepady do dešťového odvodnění (34 %) - nepropustné jímky na vyvážení (66 %)	- zachování individuálního způsobu likvidace splaškových vod
Otáňka	25	7	**Splaškové vody:** - bezodtokové jímky na vyvážení (100 %)	- zachování individuálního způsobu likvidace splaškových vod
Tisovec	74 + 10 EO (rekr. objekty)	27	**Srážkové vody:** - nesoustavné dešťové odvodnění vyústěné více výustěmi do potoka Ležák **Splaškové vody:** - septiky s přepady do dešťové kanalizace (33 %) - bezodtokové jímky na vyvážení (67 %)	- zachování individuálního způsobu likvidace splaškových vod
Vrbětice	52	13	**Srážkové vody:** - povrchové odvodnění podél komunikace **Splaškové vody:** - septiky s přepady do dešťového odvodnění (39 %) - nepropustné jímky na vyvážení (61 %)	- zachování individuálního způsobu likvidace splaškových vod

5.1.3 Návrh řešení odvádění a čištění splaškových a srážkových vod v lokalitě

Současný stav

Současné náklady čištění odpadních vod v obci byly vypočítány na základě údajů ohledně poměru septiků a jímek uvedených v Kartách obce Tisovec a jeho místních částí v PRVK Pardubického kraje. U septiků je předpokládán vývoz jedenkrát ročně a u žump pravidelný vývoz na ČOV Hlinsko vzdálenou přibližně 10 km. Provozní náklady za jeden vývoz jímky nebo septiku o velikosti 10 m^3 činí 2 680,- Kč bez DPH. Výpočet byl proveden na základě ceníku Vodárenské společnosti Chrudim, a.s., která čistírnu v Hlinsku provozuje, jednotkové ceny za výkony a výpočet zobrazuje Tabulka č. 5.2. V místní části Dřeveš bylo uvažováno oproti počtu obyvatel navíc 20 EO pro farmu živočišné výroby a v Tisovci navíc 10 EO pro rekreační objekty.

Tabulka č. 5.2: Výpočet nákladů za vývoz jímky z obce Tisovec na ČOV Hlinsko [65]

ČOV Hlinsko	Cena bez DPH	Počet m.j.	Cena celkem bez DPH
Práce fekálního vozu (1 hodina)	250 Kč/15 min	4	1 000 Kč
Doprava tam a zpět (20 km)	34 Kč/km	20	680 Kč
Likvidace obsahu cisterny na ČOV Hlinsko (10 m^3)	100 Kč/m^3	10	1 000 Kč
Celkem	-	-	**2 680 Kč**

Tabulka č. 5.3: Tisovec - Výpočet provozních nákladů současného stavu

Místní část	Poměr (%)		Počet obyvatel		Počet nemovitostí		IN	PN	
	Jímka	Septik	Jímka	Septik	Jímka	Septik		Jímka	Septik
Dřeveš	23	77	30	99	5	15	0 Kč	281 400 Kč	40 200 Kč
Kvasín	66	34	48	25	17	9	0 Kč	450 200 Kč	24 100 Kč
Otáňka	100	0	25	0	7	0	0 Kč	234 500 Kč	0 Kč
Tisovec	67	33	56	28	18	9	0 Kč	525 300 Kč	24 100 Kč
Vrbětice	61	39	32	20	8	5	0 Kč	300 200 Kč	13 400 Kč
Celkem	-	-	363		93		**0 Kč**	**1 893 400 Kč/rok**	

Průměrné provozní náklady na obyvatele vychází v přibližné výši 5 200,- Kč/rok. Majitelé jímek za pravidelné vývozy ročně zaplatí přibližně 9 400,- Kč za obyvatele, zatímco majitelé septiků přibližně 600,- Kč za obyvatele. Investiční náklady současného stavu jsou nulové, provozní náklady zobrazuje Tabulka č. 5.3.

Návrhový stav – decentralizovaný systém

Varianta I (DČOV do všech nemovitostí)

Všechny nemovitosti budou nově osazeny domovní čistírnou odpadních vod. Vyčištěná voda z DČOV a srážkové vody budou zvlášť akumulovány ve stavebně rozdělených částech nádrží, které původně sloužily jako jímky nebo septiky.

Investiční náklady DČOV	96 300 Kč
Provozní náklady DČOV za rok	5 000 Kč

Tabulka č. 5.4: Tisovec - Výpočet investičních a provozních nákladů návrhového stavu – Varianta I

Místní část	Počet nemovitostí		IN DČOV		PN DČOV	
	původně Jímka	původně Septik	původně Jímka	původně Septik	původně Jímka	původně Septik
Dřeveš	5	15	481 500 Kč	1 444 500 Kč	25 000 Kč	75 000 Kč
Kvasín	17	9	1 637 100 Kč	866 700 Kč	85 000 Kč	45 000 Kč
Otáňka	7	0	674 100 Kč	0 Kč	35 000 Kč	0 Kč
Tisovec	18	9	1 733 400 Kč	866 700 Kč	90 000 Kč	45 000 Kč
Vrbětice	8	5	770 400 Kč	481 500 Kč	40 000 Kč	25 000 Kč
Celkem	55	38	**8 955 900 Kč**		**465 000 Kč/rok**	

Přebytečné vyčištěné a srážkové vody z nádrží budou centralizovaně odváděny pomocí stávajících kanalizací do vodoteče (Dřeveš a Tisovec) nebo budou ponechány na individuálním řešení (vsakování vyčištěných a srážkových vod nebo odvádění srážkových vod příkopy podél komunikace) v místních částech Kvasín, Otáňka a Vrbětice. Orientační náklady rekonstrukce kanalizace byly uvažovány ve výši 2 000,- Kč/m na základě odborného odhadu. Potřebná délka rekonstrukce stávající kanalizace v místní části Dřeveš je přibližně 800 m, v místní části Tisovec přibližně 700 m. Celkové náklady na rekonstrukci kanalizace tedy činí přibližně 3 000 000,- Kč. Jedná se pouze o odhad nákladů na rekonstrukci, jeho případné upřesnění by bylo provedeno na základě vyhodnocení výsledků kamerových zkoušek. Provozní náklady tohoto centralizovaného systému odvádění vyčištěných a srážkových vod jsou uvažovány ve výši 240 000,- Kč ročně (navýšení o 70 000,- Kč oproti ceně dle odborného odhadu zmíněné v metodice), protože bude provozován ve dvou místních částech a některé náklady tak budou zdvojeny (např. měření a rozbory vypouštěných odpadních vod, fakturace stočného atd.).

Průměrné provozní náklady celého systému (jednotlivé DČOV v celkové výši 465 000,- Kč/rok + jednotná kanalizace v celkové výši 240 000,- Kč/rok) na obyvatele vychází v přibližné výši 1 900,- Kč/rok.

Varianta II (DČOV do nemovitostí s jímkou a dodatečný zemní filtr + podzemní nádrž do nemovitostí se samotným septikem)

U nemovitostí původně osazenými jímkami budou vybudovány domovní čistírny odpadních vod a jímky budou sloužit jako nádrže zvlášť na vyčištěnou a srážkovou vodu. Nemovitosti se septiky budou doplněny objektem zemního filtru, který přispěje k výraznému zvýšení účinnosti čištění odpadních vod. Zároveň bude systém septik + zemní filtr doplněn podzemní nádrží na akumulaci srážkové vody.

	DČOV	Zemní filtr k septiku	Podzemní nádrž na vodu k septiku
Investiční náklady	96 300 Kč	32 800 Kč	39 000 Kč
Provozní náklady za rok	5 000 Kč	4 500 Kč	0 Kč

Tabulka č. 5.5: Tisovec - Výpočet investičních a provozních nákladů návrhového stavu – Varianta II

Místní část	Počet nemovitostí		IN		PN	
	původně Jímka	původně Septik	DČOV	Septik se zemním filtrem a dešťovou nádrží	DČOV	Septik se zemním filtrem a dešťovou nádrží
Dřeveš	5	15	481 500 Kč	1 077 000 Kč	25 000 Kč	67 500 Kč
Kvasín	17	9	1 637 100 Kč	646 200 Kč	85 000 Kč	40 500 Kč
Otáňka	7	0	674 100 Kč	0 Kč	35 000 Kč	0 Kč
Tisovec	18	9	1 733 400 Kč	646 200 Kč	90 000 Kč	40 500 Kč
Vrbětice	8	5	770 400 Kč	359 000 Kč	40 000 Kč	22 500 Kč
Celkem	55	38	**8 024 900 Kč**		**446 000 Kč/rok**	

Investiční a provozní náklady centralizovaného systému odvádění vyčištěných a srážkových vod jsou uvažovány ve stejné výši jako ve Variantě I, tzn. celkové investiční náklady ve výši 3 000 000,- Kč a provozní náklady ve výši 240 000,- Kč ročně.

Průměrné provozní náklady celého systému (jednotlivé DČOV v celkové výši 446 000,- Kč/rok + jednotná kanalizace v celkové výši 240 000,- Kč/rok) na obyvatele vychází v přibližné výši 1 900,- Kč/rok.

Návrhový stav – centralizovaný systém

Centralizovaný systém představuje odvodnění všech místních částí na centrální čistírnu odpadních vod vybudovanou díky vhodnému umístění poblíž místní části Dřeveš na břehu Dřevešského potoka. Na tuto navrženou kořenovou ČOV jsou gravitačně svedeny kanalizací DN 250 odpadní vody z místních částí Dřeveš a Otáňka. Splaškové vody z Kvasína jsou kanalizací DN 250 gravitačně svedeny do čerpací stanice a poté výtlačným

řadem přivedeny nad místní část Vrbětice. Společně se splaškovými vodami z této místní části jsou pak gravitačně svedeny kanalizací DN 250 do čerpací stanice, odkud jsou výtlačným řadem přivedeny na ČOV. Splaškové vody z Tisovce jsou gravitačně svedeny do čerpací stanice pod zastavěnou částí a následně výtlačným řadem přivedeny na ČOV.

Během terénní pochůzky obcí byla odhadnuta míra zpevněných a nezpevněných ploch v trase kanalizace pro výpočet investičních nákladů kanalizace takto: Dřeveš: 80 % nezp. - 20 % zp.; Kvasín 80 % nezp. - 20 % zp.; Otáňka 95 % nezp. - 5 % zp.; Tisovec: 70 % nezp. – 30 % zp., Vrbětice 90 % nezp. – 10 % zp. Pro návrh kanalizace byla uvažována denní spotřeba vody ve výši 100 l na obyvatele.

Tabulka č. 5.6: Tisovec - Návrh splaškové kanalizace ve všech místních částech

Místní část	č. ú.	Počet obyvatel		k	Průtok splašků (l/s)			i (‰)	DN (mm)	Q_{kap} (l/s)	v_{kap} (m/s)	h (cm)
		úsek	větev		Q_{24}	Q_{max}	Q_{dim}					
Dřeveš	1	50		6,700	0,0579	0,3877	0,7755	43,48	250	126,0	2,57	0,94
	2	30	80	6,167	0,0926	0,5710	1,1420	33,33	250	109,9	2,24	1,25
	3	40		6,900	0,0463	0,3194	0,6389	13,64	250	70,2	1,43	1,25
	4	9	154	5,495	0,1782	0,9794	1,9589	25,00	250	95,6	1,95	1,75
Vrbětice	1	40	123	5,728	0,1424	0,8154	1,6307	35,09	250	113,2	2,31	1,46
	2	12	135	5,638	0,1563	0,8809	1,7617	57,14	250	144,1	2,95	1,35
Otáňka	1	10		7,200	0,0116	0,0833	0,1667	36,36	250	114,8	2,34	0,63
	2	15	25	7,200	0,0289	0,2083	0,4167	31,25	250	106,5	2,17	0,78
Kvasín	1	25		7,200	0,0289	0,2083	0,4167	41,38	250	123,2	2,52	0,78
	2	5		7,200	0,0058	0,0417	0,0833	33,33	250	109,9	2,24	0,63
	3	8	38	6,960	0,0440	0,3061	0,6122	36,36	250	114,8	2,34	0,94
	4	20		7,200	0,0231	0,1667	0,3333	47,37	250	131,2	2,65	0,63
	5	5	63	6,440	0,0729	0,4696	0,9392	20,00	250	85,5	1,74	1,25
	6	20		7,200	0,0231	0,1667	0,3333	37,93	250	118,0	2,40	0,63
	7	0	83	6,127	0,0961	0,5886	1,1771	28,57	250	102,0	2,08	1,35
Tisovec	1	25		7,200	0,0289	0,2083	0,4167	57,14	250	144,1	2,95	0,63
	2	20	45	6,800	0,0521	0,3542	0,7083	25,81	250	97,5	1,99	1,09
	3	15		6,960	0,0174	0,1208	0,2417	47,06	250	131,2	2,65	0,63
	4	17		7,200	0,0197	0,1417	0,2833	30,00	250	104,8	2,13	0,63
	5	10	42	6,440	0,0486	0,3131	0,6261	35,29	250	113,2	2,31	0,94
	6	0	87	7,200	0,1007	0,7250	1,4500	30,00	250	104,8	2,13	1,46

Tabulka č. 5.7: Tisovec - Výpočet investičních nákladů na vybudování splaškové kanalizace ve všech místních částech

Položka		Cena za m.j.	Počet m.j.	Cena celkem
Náklady na kanalizaci DN 250 v místních částech	Dřeveš	7 540	1 150	8 671 000
	Kvasín	7 540	1 110	8 369 400
	Otáňka	6 700	215	1 440 500
	Tisovec	7 960	1 025	8 159 000
	Vrbětice	7 120	425	3 026 000
Kanalizace DN 250 mezi místními částmi		6 700	770	5 159 000
Domovní přípojky		4 100	1395	5 719 500
Čerpací stanice		850 000	4	3 400 000
Výtlačné potrubí DN 100		2 750	2 800	7 700 000
Kořenová ČOV, 363 EO		16 000	363	5 808 000
Cena celkem				**57 452 400 Kč**

Investiční náklady centralizovaného řešení vychází ve výši téměř 158 300,- Kč/EO a výrazně tak překračují tento ukazatel u decentralizovaných řešení. Provozní náklady systému jsou uvažovány ve výši 550 000,- Kč za rok. Tato cena je uvedená na základě odborného odhadu subjektu, který působí jako odpovědná osoba kanalizací v některých malých obcích a sestává mj. z nákladů na revizi a údržbu čerpacích stanic a jejích komponent, elektrickou energii, nakládání s kaly, opravy a údržbu kanalizace a ČOV, prohlídky kanalizace, telemetrii, rozbory vypouštěných odpadních vod, hlášení a odpovědnou osobu, obsluhu systému nebo fakturaci stočného.

Návrhový stav – semi-centralizovaný systém

Kombinované řešení je v této práci navrženo ve stejném duchu jako je návrhový stav uvedený v Kartě obce PRVK Pardubického kraje. Místní část Dřeveš bude centralizovaně odkanalizovaná splaškovou kanalizací na nově vybudovanou kořenovou ČOV, zatímco ostatní místní části budou řešeny decentralizovaně podle Varianty II.

Tabulka č. 5.8: Semi-centralizovaný systém: Návrh splaškové kanalizace v Dřeveši

Místní část	č. ú.	Počet obyvatel		k	Průtok splašků (l/s)			i (‰)	DN (mm)	Q_{kap} (l/s)	v_{kap} (m/s)	h (cm)
		úsek	větev		Q_{24}	Q_{max}	Q_{dim}					
Dřeveš	1	50		6,700	0,0579	0,3877	0,7755	43,48	250	126,0	2,57	0,94
	2	30	80	6,167	0,0926	0,5710	1,1420	33,33	250	109,9	2,24	1,25
	3	40		6,900	0,0463	0,3194	0,6389	13,64	250	70,2	1,43	1,25
	4	9	129	5,683	0,1493	0,8484	1,6969	25,00	250	95,6	1,95	1,75

Tabulka č. 5.9: Semi-centralizovaný systém: Výpočet investičních nákladů na vybudování splaškové kanalizace v Dřeveši

Položka	Cena za m.j.	Počet m.j.	Cena celkem
Splašková kanalizace DN 250	7 540	1 150	8 671 000
Domovní přípojky	4 100	300	1 230 000
Kořenová ČOV, 129 EO	16 000	129	2 064 000
Cena celkem			**11 965 000 Kč**

Provozní náklady centralizovaného systému pro Dřeveš jsou uvažovány ve výši 200 000,- Kč za rok. Tato cena je uvedená na základě odborného odhadu subjektu, který působí jako odpovědná osoba kanalizací v některých malých obcích a sestává mj. z nákladů na elektrickou energii, nakládání s kaly, opravy a údržbu kanalizace a ČOV, prohlídky kanalizace, telemetrii, rozbory vypouštěných odpadních vod, hlášení a odpovědnou osobu, obsluhu systému nebo fakturaci stočného. S dešťovými vodami bude v Dřeveši nakládáno jako v současném stavu.

Decentralizované řešení pro ostatní místní části je navržené ve Variantě II. U nemovitostí původně osazenými jímkami budou vybudovány domovní čistírny odpadních vod a jímky budou sloužit jako nádrže zvlášť na vyčištěnou a srážkovou vodu. Nemovitosti se septiky budou doplněny objektem zemního filtru a podzemní nádrží na akumulaci srážkové vody.

Tabulka č. 5.10: Semi-centralizovaný systém: Výpočet investičních a provozních nákladů ostatních místních částí

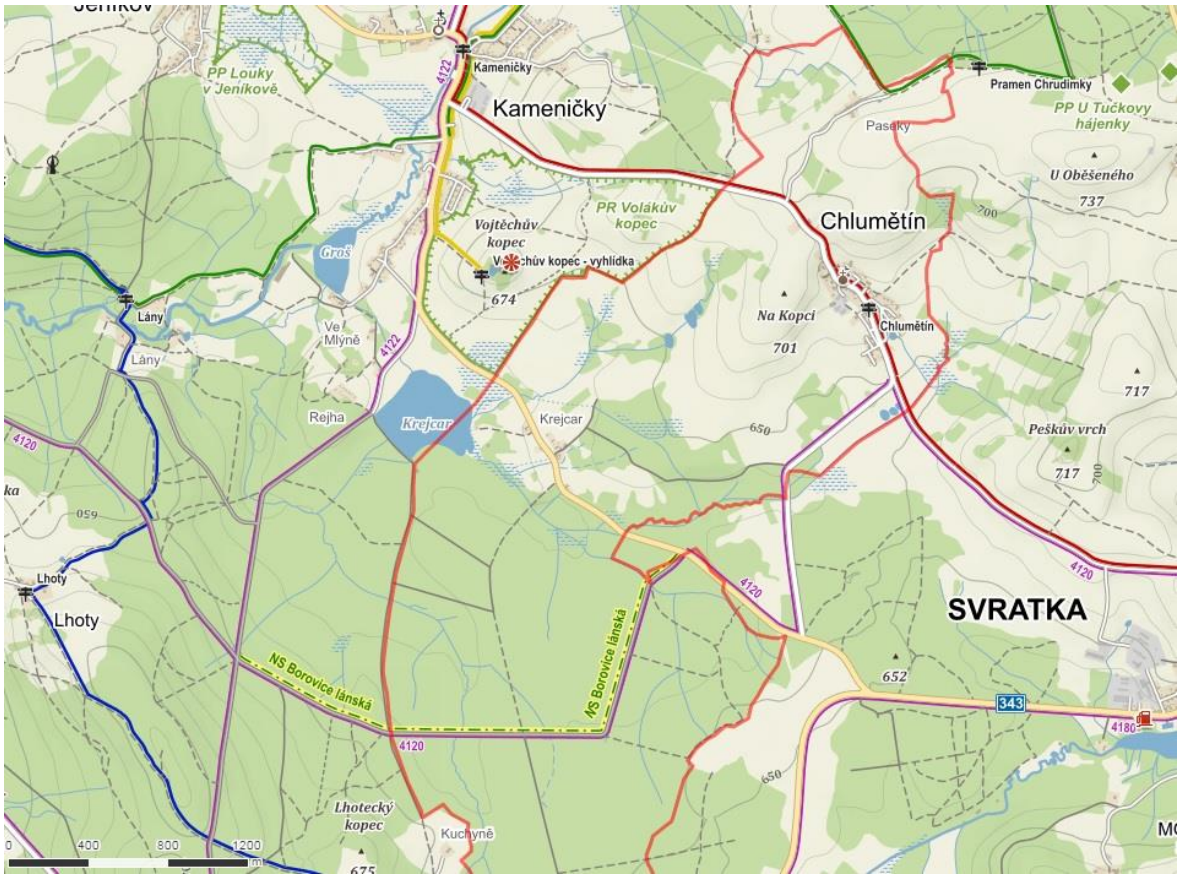
Místní část	Počet nemovitostí		IN		PN	
	původně Jímka	původně Septik	DČOV	Septik se zemním filtrem a dešťovou nádrží	DČOV	Septik se zemním filtrem a dešťovou nádrží
Kvasín	17	9	1 637 100	646 200	85 000	40 500
Otáňka	7	0	674 100	0	35 000	0
Tisovec	18	9	1 733 400	646 200	90 000	40 500
Vrbětice	8	5	770 400	359 000	40 000	22 500
Celkem	50	23	**6 466 400 Kč**		**353 500 Kč/rok**	

Investiční a provozní náklady centralizovaného systému odvádění vyčištěných a srážkových vod jsou uvažovány pouze pro Tisovec ve stejné výši jako ve Variantě II, tzn. celkové investiční náklady ve výši 1 400 000,- Kč a provozní náklady ve výši 170 000,- Kč ročně.

5.2 Obec Chlumětín, okres Žďár nad Sázavou

5.2.1 Popis lokality, její hydrologie a geologie

Obec Chlumětín leží v okrese Žďár nad Sázavou v severní části kraje Vysočina u hranic s Pardubickým krajem. Nejbližším městem je Svratka nacházející se 3 km jihovýchodně od obce Chlumětín, město Hlinsko je vzdáleno přibližně 10 km směrem na severozápad. Podle dat Českého statistického úřadu žilo v obci k 1. 1. 2016 celkem 203 obyvatel. [59] Celková katastrální výměra obce činí 6,64 km^2. Chlumětín leží ve svahu v nadmořské výšce od 655 do 695 m n. m. Obec je tvořena jednou místní částí, ke které patří dvě osady – Krejcar ležící u stejnojmenného rybníka přibližně 2 km od Chlumětína a Paseky ležící přibližně 1 km severně od Chlumětína.



Obrázek č. 5.2: Situace obce Chlumětín[21]

Zastavěné území je tvořeno převážně objekty k bydlení. Na území obce se nenachází plochy ani koridory dopravní infrastruktury. Přímo obcí prochází silnice III. třídy č.

[21] Zdroj: „Mapy.cz“

III/34311 Kameničky – Chlumětín - Svratka, katastrálním územím obce dále vede silnice II. třídy č. II/343 Seč – Horní Bradlo – Trhová Kamenice – Hlinsko – Svratka.

Správní území obce Chlumětín se nachází v jádrové části CHKO Železné hory na pozemcích vysoké ekologické a krajinářské hodnoty, kdy jeho velká část patří do ploch II. zóny odstupňované ochrany přírody. Obec se nachází na území chráněné oblasti přirozené akumulace vod Ždárské vrchy [70] a nedaleko zastavěné části obce se nachází Evropsky významná lokalita v rámci soustavy celoevropsky chráněných území Natura 2000. [71] Ve vzdálenosti přibližně 1 km od obce se nachází nad obcí Kameničky přírodní rezervace Volákův kopec.

Obec Chlumětín se nachází v povodí vodárenského toku Chrudimka, jakož i v povodí vodárenské nádrže Hamry. Ve svazích nedaleko obce pramení Chlumětínský potok (ID toku dle CEVT: 10101997 [72]), který spolu se svými přítoky odvodňuje území obce. Dílčí povodí Chlumětínského potoka (ČHP 1-03-03-002) má rozlohu 8,578 km^2. [73] Přibližně 2 km od obce leží rybník Krejcar, za kterým Chlumětínský potok přibírá jako levostranný přítok Krejcarský potok (ID toku dle CEVT: 10105093 [72]) a následně se vlévá jako levostranný přítok v ř. km 100,2 do řeky Chrudimky (ID toku dle CEVT: 10100018 [72]). V blízkosti obce se nachází i několik pramenů této regionálně významné řeky.

Obec se nachází v klimatickém regionu CH7 (dle Evžena Quitta), což znamená chladnou oblast. Počet dnů se srážkami většími nebo rovnými 1 mm je v této oblasti 120 až 130 a srážkový úhrn ve vegetačním období činí 500 – 600 mm a v zimním období 350 – 400 mm. Celkový roční srážkový úhrn se tedy průměrně pohybuje od 850 do 1000 mm [76], přičemž dlouhodobý srážkový normál z let 1961 – 1990 v kraji Vysočina dosahuje hodnoty 644 mm a v sousedním Pardubickém kraji činí 711 mm. [77]

Podloží v okolí vodních toků (Chlumětínský potok a jeho přítoky) tvoří písčito-hlinité sedimenty, v oblasti zástavby obce pak převažují přeměněné horniny: svor a v severní části obce migmatit a ortorula. [60]

5.2.2 Současný a návrhový stav odkanalizování obce a zásobování pitnou vodou

Většina obyvatel obce Chlumětín je v současnosti odkanalizována pomocí jednotné kanalizace z roku 1974 z betonových trub DN 300 – 400 mm. Odpadní vody jsou převáděny přes tři biologické rybníčky vypouštěny do Chlumětínského potoka. Návrhový stav počítá s rekonstrukcí a dostavbou stávající kanalizace a vybudováním ČOV. Pokud nebude ČOV

realizována, bude nakládání s odpadními vodami ponecháno individuálně na majitelích nemovitostí. [80]

Obec Chlumětín je zásobována pitnou vodou pomocí veřejného vodovodu. Zdrojem pitné vody jsou 3 studny a nový vrt. Pro zajištění tlakových poměrů a zásobní funkce slouží VDJ Chlumětín 100 m^3. [80]

Územní plán obce Chlumětín z roku 2009 respektuje v oblasti zásobování pitnou vodou a nakládání se splaškovými vodami údaje obsažené v příslušné Kartě obce PRVK Kraje Vysočina. Územní plán vymezuje plochu pro obecní ČOV a nabádá k zachování hranice negativního vlivu čistírny ve vzdálenosti 75 m od jejího okraje. Srážkové vody by měly být v rámci jednotlivých nemovitostí přednostně vsakovány, případně jinak zadrženy. Vsakování srážkových vod působí i jako ochrana před erozí nebo povodněmi. [81]

Tabulka č. 5.11: Stávající a návrhový stav odkanalizování obce dle PRVK Kraje Vysočina [80]

Místní část	Počet obyvatel	Počet nemo-vitostí	Stávající stav dle PRVK Kraje Vysočina	Návrhový stav dle PRVK Kraje Vysočina
Chlumětín	203	87	**Splaškové a srážkové vody:** - jednotná kanalizace z betonových trub DN 300, 400, délka 2 120 m, rok 1974 - vyústění do Chlumětínského potoka přes tři stabilizační rybníčky	- dostavba a rekonstrukce jednotné kanalizace + výstavba ČOV s vyústěním do Chlumětínského potoka; do roku 2030 - v případě, že nebude vybudována ČOV, budou se odpadní vody z nemovitostí čistit individuálně

5.2.3 Návrh řešení odvádění a čištění splaškových a srážkových vod v lokalitě

Současný stav

Současné náklady čištění byly vypočítány na základě údajů ohledně počtu septiků napojených na jednotnou kanalizaci (75 %) a nepropustných jímek na vyvážení (25 %) odhadnutých odpovědnou osobou provozovatele stávající kanalizace Chlumětín. U septiků je předpokládán vývoz jedenkrát ročně a u žump pravidelný vývoz na ČOV Hlinsko vzdálenou přibližně 10 km. Provozní náklady za jeden vývoz jímky nebo septiku o velikosti 10 m^3 činí 2 680,- Kč bez DPH. Výpočet byl proveden na základě ceníku Vodárenské společnosti Chrudim, a.s., která čistírnu v Hlinsku provozuje, jednotkové ceny za výkony a výpočet zobrazuje Tabulka č. 5.12.

Tabulka č. 5.12: Výpočet nákladů za vývoz jímky z obce Chlumětín na ČOV Hlinsko [65]

ČOV Hlinsko	Cena bez DPH	Počet m.j.	Cena celkem bez DPH
Práce fekálního vozu (1 hodina)	250 Kč/15 min	4	1 000 Kč
Doprava tam a zpět (20 km)	34 Kč/km	20	680 Kč
Likvidace obsahu cisterny na ČOV Hlinsko (10 m^3)	100 Kč/m^3	10	1 000 Kč
Cena celkem	-	-	**2 680 Kč**

Tabulka č. 5.13: Chlumětín - Výpočet provozních nákladů současného stavu

Místní část	Poměr (%)		Počet obyvatel		Počet nemovitostí		IN	PN	
	Jímka	Septik	Jímka	Septik	Jímka	Septik		Jímka	Septik
Chlumětín	25	75	51	152	22	65	0 Kč	478 400 Kč	174 200 Kč
Celkem	**-**	-	203		87		**0 Kč**	**652 600 Kč/rok**	

Průměrné provozní náklady na obyvatele vychází v přibližné výši 3 200,- Kč/rok. Majitelé jímek za pravidelné vývozy ročně zaplatí přibližně 9 400,- Kč za obyvatele, zatímco majitelé septiků přibližně 1 100,- Kč za obyvatele. Investiční náklady současného stavu jsou nulové, celkové provozní náklady majitelů nemovitostí zobrazuje Tabulka č. 5.13.

Pro Obec Chlumětín byly navrženy dvě varianty decentralizovaného nakládání a jedno centralizované řešení. Existence pouze jedné místní části a vhodné sklonové poměry a charakter zástavby nenaznačují vysoký přínos kombinace decentralizovaného a centralizovaného řešení.

Návrhový stav – decentralizovaný systém

Varianta I (DČOV do všech nemovitostí)

Všechny nemovitosti budou nově osazeny domovní čistírnou odpadních vod. Vyčištěná voda z DČOV a srážkové vody budou zvlášť akumulovány ve stavebně rozdělených částech nádrží, které původně sloužily jako jímky nebo septiky.

Investiční náklady	96 300 Kč
Provozní náklady za rok	5 000 Kč

Tabulka č. 5.14: Chlumětín - Výpočet investičních a provozních nákladů návrhového stavu – Var. I

Místní část	Počet nemovitostí		IN DČOV		PN DČOV	
	původně Jímka	původně Septik	původně Jímka	původně Septik	původně Jímka	původně Septik
Chlumětín	22	65	2 118 600 Kč	6 259 500 Kč	110 000 Kč	325 000 Kč
Celkem	87		**8 378 100 Kč**		**435 000 Kč/rok**	

Přebytečné vyčištěné a srážkové vody z nádrží budou centralizovaně odváděny pomocí stávající kanalizace do vodoteče. Orientační náklady rekonstrukce kanalizace byly uvažovány ve výši 2 500,- Kč/m na základě odborného odhadu (stáří kanalizace, větší množství balastních vod). Potřebná rekonstrukce stávající kanalizace je v celé délce, tzn. přibližně 2 000 m. Celkové náklady na rekonstrukci kanalizace tedy činí přibližně 5 000 000,- Kč. Jedná se pouze o odhad nákladů na rekonstrukci, jeho případné upřesnění by bylo provedeno na základě vyhodnocení výsledků kamerových zkoušek. Provozní náklady tohoto centralizovaného systému jsou uvažovány dle metodiky ve výši 170 000,- Kč ročně.

Průměrné provozní náklady celého systému (jednotlivé DČOV v celkové výši 435 000,- Kč ročně + jednotná kanalizace v celkové výši 170 000,- Kč ročně) na obyvatele vychází v přibližné výši 3 000,- Kč/rok.

Varianta II (DČOV do nemovitostí s jímkou a dodatečný zemní filtr + podzemní nádrž do nemovitostí se samotným septikem)

U nemovitostí původně osazenými jímkami budou vybudovány domovní čistírny odpadních vod a jímky budou sloužit jako nádrže zvlášť na vyčištěnou a srážkovou vodu. Nemovitosti se septiky budou doplněny objektem zemního filtru, který přispěje k výraznému zvýšení účinnosti čištění odpadních vod. Zároveň bude systém septik + zemní filtr doplněn podzemní nádrží na akumulaci srážkové vody.

	DČOV	Zemní filtr k septiku	Podzemní nádrž na vodu k septiku
Investiční náklady	96 300 Kč	32 800 Kč	39 000 Kč
Provozní náklady za rok	5 000 Kč	4 500 Kč	0 Kč

Tabulka č. 5.15: Chlumětín - Výpočet investičních a provozních nákladů návrhového stavu – Var. II

Místní část	Počet nemovitostí		IN		PN	
	původně Jímka	původně Septik	DČOV	Septik se zemním filtrem a dešťovou nádrží	DČOV	Septik se zemním filtrem a dešťovou nádrží
Chlumětín	22	65	2 118 600 Kč	4 667 000 Kč	110 000 Kč	292 500 Kč
Celkem	87		**6 785 600 Kč**		**402 500 Kč/rok**	

Investiční a provozní náklady centralizovaného systému odvádění vyčištěných a srážkových vod jsou uvažovány ve stejné výši jako ve Variantě I, tzn. celkové investiční náklady ve výši 5 000 000,- Kč a provozní náklady ve výši 170 000,- Kč ročně.

Průměrné provozní náklady celého systému (jednotlivé DČOV v celkové výši 402 500,- Kč ročně + jednotná kanalizace v celkové výši 170 000,- Kč ročně) na obyvatele vychází v přibližné výši 2 800,- Kč/rok.

Návrhový stav – centralizovaný systém

Centralizovaný systém v obci Chlumětín představuje gravitační odvodnění všech nemovitostí pomocí nově vybudované splaškové kanalizace DN 250 na nově vybudovanou centrální kořenovou čistírnu odpadních vod umístěnou na pravém břehu Chlumětínského potoka pod obcí. Během terénní pochůzky obcí byla odhadnuta míra zpevněných a nezpevněných ploch v trase kanalizace pro výpočet investičních nákladů kanalizace v poměru 70 % nezp. – 30 % zp. Pro návrh kanalizace byla uvažována denní spotřeba vody ve výši 100 l na obyvatele.

Tabulka č. 5.16: Chlumětín - Návrh splaškové kanalizace

č. ú.	Počet obyvatel		k	Průtok splašků (l/s)			i (‰)	DN (mm)	Q_{kap} (l/s)	v_{kap} (m/s)	h (cm)
	úsek	větev		Q_{24}	Q_{max}	Q_{dim}					
1	16		7,200	0,0185	0,1333	0,2667	60,00	250	148,3	3,02	0,63
2	30	46	6,780	0,0532	0,3610	0,7219	57,14	250	144,4	2,95	0,78
3	20		7,200	0,0231	0,1667	0,3333	33,33	250	109,9	2,24	0,78
4	57	123	5,728	0,1424	0,8154	1,6307	28,57	250	102,0	2,08	1,56
5	25		7,200	0,0289	0,2083	0,4167	26,67	250	99,4	2,02	0,78
6	50		5,698	0,0579	0,3297	0,6594	25,93	250	97,5	1,99	0,94
7	5	203	5,698	0,2350	1,3386	2,6773	26,67	250	99,4	2,02	2,01

Tabulka č. 5.17: Chlumětín - Výpočet investičních nákladů na vybudování splaškové kanalizace

Položka	Cena za m.j.	Počet m.j.	Cena celkem
Kanalizace DN 250	7 960	1 780	14 168 800
Domovní přípojky	4 100	1 305	5 350 500
Kořenová ČOV, 203 EO	16 000	203	3 248 000
Cena celkem			**22 767 300 Kč**

Provozní náklady systému jsou uvažovány ve výši 420 000,- Kč za rok. Tato cena je uvedená na základě odborného odhadu subjektu, který působí jako odpovědná osoba kanalizací v některých malých obcích a sestává mj. z nákladů na elektrickou energii, nakládání s kaly, opravy a údržbu kanalizace a ČOV, prohlídky kanalizace, telemetrii, rozbory vypouštěných odpadních vod, hlášení a odpovědnou osobu, obsluhu systému nebo fakturaci stočného.

5.3 Obec Bořice, okres Chrudim

5.3.1 Popis lokality, její hydrologie a geologie

Obec Bořice se nachází v Pardubickém kraji v severní části okresu Chrudim přibližně 2 km severně od Hrochova Týnce. Okresní město Chrudim je vzdáleno přibližně 10 km západním směrem. Obec je součástí Mikroregionu Chrudimsko. Obec Bořice leží v nadmořské výšce přibližně od 240 do 260 m n. m. Součástí obce Bořice je místní část Podbor. Katastrální území Bořice u Hrochova Týnce má výměru 320,18 ha. Podle dat Českého statistického úřadu žilo v obci k 1. 1. 2016 celkem 161 obyvatel. [59]

Obrázek č. 5.3: Situace obce Bořice[22]

Obcí prochází silnice č. III/322 46 Kostěnice – Podbor – Hrochův Týnec ve směru sever-jih a dále z ní odbočující silnice č. III/322 49 Podbor – Bořice – křižovatka se silnicí č. III/322 56, na které jsou napojeny účelové a místní komunikace. Dále územím obce

[22] Zdroj: „Mapy.cz“

prochází železniční trať regionálního významu č. 016 Chrudim - Moravany, která se napojuje na trať celostátního významu č. 010. V obci je železniční zastávka.

Obec Bořice se nenachází na území chráněné oblasti přirozené akumulace vod [70] ani v oblasti chráněného území či Evropsky významné lokality nebo ptačí oblasti v rámci soustavy celoevropsky chráněných území Natura 2000. [71] Nejsou zde vyhlášeny žádné památné stromy, ani významné krajinné prvky. V obci je evidována nemovitá kulturní památka – tvrziště v Bořicích. [82]

Katastrálním územím Bořic neprotéká žádná řeka nebo potok, rovněž se zde nenachází ani jiný vodní útvar, pouze dvě požární nádrže menšího rozsahu. Na jižním okraji obce začíná meliorační svodnice zaústěná do nedaleko tekoucí řeky Novohradky. [83] Podle územního plánu obce Bořice z roku 2009 z hlediska hydrologických poměrů náleží severní část katastrálního území obce do povodí Loučné (ČHP 1-03-02) a Labe a jižní část do povodí Chrudimky (ČHP 1-03-03). Hydrogeologicky se jedná o rajony 653 (Kutnohorské krystalinikum a Železné hory), 431 (Chrudimská křída), jehož součástí je vodárensky velmi významná tzv. markovická struktura, která vykazuje přirozené zásoby podzemní vody kolem 50 m^3/s a je zdrojem chrudimského vodovodu pro městskou část v Markovicích. [82]

Celé správní území obce je územím s archeologickými nálezy s prokázaným výskytem archeologického dědictví. Na území s archeologickými nálezy mají stavebníci uloženou dle zákona o státní památkové péči, v platném znění, oznamovací povinnost k záměru stavební činnosti a to Archeologickému ústavu Akademii věd ČR. [82]

Obec se nachází v klimatickém regionu M2 (dle Evžena Quitta), což značí teplou oblast. Počet dnů se srážkami většími nebo rovnými 1 mm je v této oblasti 90 až 100 a srážkový úhrn ve vegetačním období činí 350 – 400 mm a v zimním období 200 – 300 mm. Celkový roční srážkový úhrn se tedy průměrně pohybuje od 550 do 700 mm [76], což potvrzuje i dlouhodobý srážkový normál z let 1961 – 1990, který v Pardubickém kraji dosahuje hodnoty 711 mm. [77]

Podloží obce Bořice tvoří převážně písek a štěrk, část obce na jihu písčito-hlinitý sediment. Podloží místní části Podbor se skládá z vápnitého jílovce a slínovce. [60]

5.3.2 Současný a návrhový stav odkanalizování obce a zásobování pitnou vodou

Obec v současné době nemá vybudován vodovod. Obyvatelé v obci jsou zásobováni z vlastních studní, jejichž kapacita je v současné době sice dostatečná, nicméně kvalitativně nevyhovuje v některých ukazatelích. Do budoucna se počítá se zřízením veřejného vodovodu připojeného na skupinový vodovod Hrochův Týnec z lokality Stíčany. [83]

V obci odvádí srážkové vody funkční dešťová kanalizace zaústěná do meliorační svodnice, přičemž je kanalizace funkční a obec neregistruje s odváděním dešťových vod problémy. Všechny větve jsou zaústěny do melioračního odpadu. Splaškové vody jsou především vypouštěny do bezodtokových jímek, menší část obyvatel obce využívá septiky. [83]

Územní plán z roku 2009 s ohledem na absenci dostatečné průtočné vodoteče navrhuje vybudování splaškové kanalizace zakončené v čerpací stanici v lokalitě Podbor, kterou budou splašky dopravovány do ČOV Hrochův Týnec. [82] Toto řešení bude s největší pravděpodobností v blízké době realizováno. [84]

Tabulka č. 5.18: Stávající a návrhový stav odkanalizování obce dle PRVK Pardubického kraje [84]

Místní část	Počet obyvatel	Počet nemo-vitostí	Stávající stav dle PRVK Pardubického kraje	Návrhový stav dle PRVK Pardubického kraje
Bořice	111	58	**Splaškové a srážkové vody:** - mělká, původně dešťovou kanalizací (zatrubněné příkopy), která je využívána částečně i k zaústění přepadů ze septiků - septiky (21 %) a jímky (79 %)	- vybudování splaškové kanalizace zakončené v čerpací stanici v lokalitě Podbor, kterou budou splašky dopravovány do ČOV Hrochův Týnec
Podbor	50	30		

5.3.3 Návrh řešení odvádění a čištění splaškových a srážkových vod v lokalitě

Současný stav

Současné náklady na čištění byly vypočítány na základě údajů ohledně poměru počtu septiků a jímek uvedených v Kartě obce Bořice v PRVK Pardubického kraje. U septiků je předpokládán vývoz jedenkrát ročně a u žump pravidelný vývoz na ČOV Hrochův Týnec vzdálenou přibližně 4 km. Provozní náklady za jeden vývoz jímky nebo septiku o velikosti 10 m^3 činí 2 272,- Kč bez DPH. Výpočet byl proveden na základě ceníku Vodárenské společnosti Chrudim, a.s., která čistírnu v Hrochově Týnci provozuje, jednotkové ceny za výkony a výpočet zobrazuje Tabulka č. 5.19.

Tabulka č. 5.19: Výpočet nákladů za vývoz jímky z obce Bořice na ČOV Hrochův Týnec [65]

ČOV Hrochův Týnec	Cena bez DPH	Počet m.j.	Cena celkem bez DPH
Práce fekálního vozu (1 hodina)	250 Kč/15 min	4	1 000 Kč
Doprava tam a zpět (8 km)	34 Kč/km	8	272 Kč
Likvidace obsahu cisterny na ČOV Hrochův Týnec (10 m^3)	100 Kč/m^3	10	1 000 Kč
Cena celkem	-	-	**2 272 Kč**

Tabulka č. 5.20: Bořice - Výpočet provozních nákladů současného stavu

Místní část	Poměr (%)		Počet obyvatel		Počet nemovitostí		IN	PN	
	Jímka	Septik	Jímka	Septik	Jímka	Septik		Jímka	Septik
Bořice	79	21	88	23	46	12	0 Kč	699 800 Kč	27 300 Kč
Podbor			40	10	24	6	0 Kč	318 100 Kč	13 600 Kč
Celkem	-	-	161		88		**0 Kč**	**1 058 800 Kč/rok**	

Průměrné provozní náklady na obyvatele vychází v přibližné výši 6 600,- Kč/rok. Majitelé jímek za pravidelné vývozy ročně zaplatí přibližně 8 000,- Kč za obyvatele, zatímco majitelé septiků přibližně 1 200,- Kč za obyvatele. Investiční náklady současného stavu jsou nulové, celkové provozní náklady majitelů nemovitostí zobrazuje Tabulka č. 5.20.

Pro obec Bořice a její místní část Podbor jsou v práci navrženy dvě varianty decentralizovaného řešení a jedno centralizované řešení. V případě decentralizovaného řešení v místní části Podbor a centralizovaného odvedení vod z Bořic na stávající ČOV by nebyla úspora nákladů příliš znatelná.

Návrhový stav – decentralizovaný systém

Varianta I (DČOV do všech nemovitostí)

Všechny nemovitosti budou nově osazeny domovní čistírnou odpadních vod. Vyčištěná voda z DČOV a srážkové vody budou zvlášť akumulovány ve stavebně rozdělených částech nádrží, které původně sloužily jako jímky nebo septiky.

Investiční náklady	96 300 Kč
Provozní náklady za rok	5 000 Kč

Tabulka č. 5.21: Bořice - Výpočet investičních a provozních nákladů návrhového stavu – Varianta I

Místní část	Počet nemovitostí		IN DČOV		PN DČOV	
	původně Jímka	původně Septik	původně Jímka	původně Septik	původně Jímka	původně Septik
Bořice	46	12	4 429 800 Kč	1 155 600 Kč	230 000 Kč	60 000 Kč
Podbor	24	6	2 311 200 Kč	577 800 Kč	120 000 Kč	30 000 Kč
Celkem	88		**8 474 400 Kč**		**440 000 Kč/rok**	

Přebytečné vyčištěné a srážkové vody z nádrží budou v části Bořice centralizovaně odváděny pomocí stávající kanalizace do vodoteče. V místní části Podbor se předpokládá vsakování těchto vod nebo odvádění srážkových vod pomocí zatravněných příkopů. Orientační náklady rekonstrukce kanalizace byly uvažovány ve výši 2 000,- Kč/m na základě odborného odhadu. Potřebná rekonstrukce stávající kanalizace je v délce přibližně 500 m. Celkové náklady na rekonstrukci kanalizace tedy činí přibližně 1 000 000,- Kč. Jedná se pouze o odhad nákladů na rekonstrukci, jeho případné upřesnění by bylo provedeno na základě vyhodnocení výsledků kamerových zkoušek. Provozní náklady tohoto centralizovaného systému odvádění vyčištěných a srážkových vod jsou uvažovány ve výši dle metodiky 170 000,- Kč ročně.

Průměrné provozní náklady celého systému (jednotlivé DČOV v celkové výši 440 000,- Kč ročně + jednotná kanalizace v celkové výši 170 000,- Kč ročně) na obyvatele vychází v přibližné výši 3 800,- Kč/rok.

Varianta II (DČOV do nemovitostí s jímkou a dodatečný zemní filtr + podzemní nádrž do nemovitostí se samotným septikem)

U nemovitostí původně osazenými jímkami budou vybudovány domovní čistírny odpadních vod a jímky budou sloužit jako nádrže zvlášť na vyčištěnou a srážkovou vodu. Nemovitosti se septiky budou doplněny objektem zemního filtru, který přispěje k výraznému zvýšení účinnosti čištění odpadních vod. Zároveň bude systém septik + zemní filtr doplněn podzemní nádrží na akumulaci srážkové vody.

	DČOV	Zemní filtr k septiku	Podzemní nádrž na vodu k septiku
Investiční náklady	96 300 Kč	32 800 Kč	39 000 Kč
Provozní náklady za rok	5 000 Kč	4 500 Kč	0 Kč

Tabulka č. 5.22: Bořice - Výpočet investičních a provozních nákladů návrhového stavu – Varianta II

Místní část	Počet nemovitostí		IN		PN	
	původně Jímka	původně Septik	DČOV	Septik se zemním filtrem a dešťovou nádrží	DČOV	Septik se zemním filtrem a dešťovou nádrží
Bořice	46	12	4 429 800 Kč	861 600 Kč	230 000 Kč	54 000 Kč
Podbor	24	6	2 311 200 Kč	430 800 Kč	120 000 Kč	27 000 Kč
Celkem	88		**8 033 400 Kč**		**431 000 Kč/rok**	

Investiční a provozní náklady centralizovaného systému odvádění vyčištěných a srážkových vod jsou uvažovány ve stejné výši jako ve Variantě I, tzn. celkové investiční náklady ve výši 1 000 000,- Kč a provozní náklady ve výši 170 000,- Kč ročně.

Průměrné provozní náklady celého systému (jednotlivé DČOV v celkové výši 431 000,- Kč ročně + jednotná kanalizace v celkové výši 170 000,- Kč ročně) na obyvatele vychází v přibližné výši 3 700,- Kč/rok.

Návrhový stav – centralizovaný systém

Centralizovaný systém v obci Bořice představuje odvodnění všech nemovitostí pomocí nově vybudované splaškové kanalizace DN 250 na stávající ČOV na břehu řeky Novohradky, která slouží k čištění odpadních vod města Hrochův Týnec. Kanalizace v místních částech je většinou gravitační, ale vzhledem k terénním podmínkám je nutné vybudovat i dvě čerpací stanice a výtlačné řady – jeden mezi Bořicemi a Podborem a druhý z území pod místní částí Podbor na ČOV. Během terénní pochůzky obcí byla odhadnuta míra zpevněných a nezpevněných ploch v trase kanalizace pro výpočet investičních nákladů kanalizace v poměru 70 % nezp. – 30 % zp. pro Bořice a 80 % nezp. – 20 % zp. pro Podbor. Pro návrh kanalizace byla uvažována denní spotřeba vody ve výši 100 l na obyvatele.

Tabulka č. 5.23: Bořice - Návrh splaškové kanalizace

Místní část	č. ú.	Počet obyvatel		k	Průtok splašků (l/s)			i (‰)	DN (mm)	Q_{kap} (l/s)	v_{kap} (m/s)	h (cm)
		úsek	větev		Q_{24}	Q_{max}	Q_{dim}					
Bořice	1	25		7,200	0,0289	0,2083	0,4167	12,73	250	68,2	1,39	0,94
	2	20		7,200	0,0231	0,1667	0,3333	13,64	250	70,2	1,43	0,78
	3	10	55	6,600	0,0637	0,4201	0,8403	12,50	250	67,5	1,38	1,35
	4	20		7,200	0,0231	0,1667	0,3333	13,33	250	70,2	1,43	0,78
	5	8	83	6,127	0,0961	0,5886	1,1771	11,76	250	65,5	1,33	1,68
	6	8		7,200	0,0093	0,0667	0,1333	11,54	250	64,8	1,32	0,63
	7	20		7,200	0,0231	0,1667	0,3333	18,18	250	81,1	1,65	0,78
Podbor	1	20		7,200	0,0231	0,1667	0,3333	53,13	250	139,2	2,84	0,63
	2	15	126	5,705	0,1458	0,8320	1,6640	47,37	250	132,6	2,70	1,35
	3	15	161	5,443	0,1863	1,0142	2,0283	26,92	250	99,4	2,02	1,75

Tabulka č. 5.24: Bořice - Výpočet investičních nákladů na vybudování splaškové kanalizace

Položka		Cena za m.j.	Počet m.j.	Cena celkem
Splašková kanalizace DN 250	Bořice	7 960	1 475	11 741 000
	Podbor	7 540	770	5 805 800
Domovní přípojky		4 100	1 320	5 412 000
Čerpací stanice		850 000	2	1 700 000
Výtlačné potrubí		2 750	1 400	3 850 000
Cena celkem				**28 508 800 Kč**

Provozní náklady systému jsou uvažovány ve výši 300 000,- Kč za rok. Tato cena je uvedená na základě odborného odhadu subjektu, který působí jako odpovědná osoba kanalizací v některých malých obcích a sestává mj. z nákladů na revizi a údržbu čerpacích stanic a jejich komponent, elektrickou energii, nakládání s kaly, opravy a údržbu kanalizace a ČOV, prohlídky kanalizace, telemetrii, rozbory vypouštěných odpadních vod, hlášení a odpovědnou osobu, obsluhu systému nebo fakturaci stočného.

5.4 Porovnání případových studií

Doba návratnosti v následujících porovnáních je vypočtená jako prostá doba návratnosti, tzn. investiční náklady vydělené úsporou, která vznikne (úspora pouze provozních nákladů). Tento ukazatel je v některých případech třeba brát s rezervou, protože ne vždy dojde k vysoké úspoře provozních nákladů. Pozitivní vliv mají navržená opatření především na ekologii a udržitelné využívání zdrojů.

Obec Tisovec

Obec Tisovec má svým charakterem poměrně rozseté zástavby na velkém území a vysokým množstvím místních částí řadu možností, jak odvádět a čistit odpadní vody. Je tedy velkou výzvou v podobném typu obcí z řady variant zvolit tu, která by byla ekonomicky nejvhodnější a zároveň šetrná k životnímu prostředí.

Tabulka č. 5.25: Tisovec - Porovnání jednotlivých variant

Metoda	Současný stav	Decentralizované metody		Centralizovaná metoda	Semi-centralizovaná metoda
		Varianta I	Varianta II		
IN	**0 Kč**	**11 955 900 Kč**	**11 024 900 Kč**	**57 452 400 Kč**	**19 831 400 Kč**
IN/EO	0 Kč	32 900 Kč	30 400 Kč	158 300 Kč	54 600 Kč
PN (Kč/rok)	1 893 400 Kč	705 000 Kč	686 000 Kč	550 000 Kč	723 500 Kč
PN/EO	5 200 Kč	1 900 Kč	1 900 Kč	1 500 Kč	2 000 Kč
Životnost (roky)	-	43,2	53,9	84,9	65,2
Fond obnovy (Kč/rok)	-	276 900 Kč	204 600 Kč	676 300 Kč	304 100 Kč
PN + FO (Kč/rok)	**-**	**981 900 Kč**	**890 600 Kč**	**1 226 300 Kč**	**1 027 600 Kč**
Úspora PN oproti současnému stavu (Kč/rok)	-	1 188 400 Kč	1 207 400 Kč	1 343 400 Kč	1 169 900 Kč
Doba návratnosti (roky)	-	10,06	9,13	42,77	16,95

Z Tabulky č. 5.25 je zřejmé, že ideální variantou je v případě obce Tisovec decentralizované řešení, konkrétně Varianta II, kdy se nemovitosti s jímkami nově osadí domovními čistírnami a septiky dodatečně osadí zemními filtry. Investiční i provozní náklady jsou podobné jako u Varianty I decentralizovaného čištění, ale výhodou je vyšší životnost septiků oproti technologické části DČOV, a tedy u nemovitostí se septiky menší náklady na fond obnovy infrastruktury. Výše nákladů decentralizovaných metod je částečně zkreslena, protože v těchto variantách je hospodaření s dešťovými vodami mnohem udržitelnější (ale za vyšší náklady) než u centralizovaných řešení, kde se v nakládání se srážkovými vodami předpokládá ponechat současný stav.

Centralizované a semi-centralizované řešení není vhodné zejména z důvodu vysokých počátečních investic a nutnému tvoření vysokých prostředků na obnovu infrastruktury i přes její poměrně dlouhou životnost.

Obec Chlumětín

Obec Chlumětín se svým charakterem odlišuje od obcí Bořice a Tisovec, protože neeviduje žádné další místní části (pouze osady s malým počtem nemovitostí a obyvatel), takže není nutné budovat dlouhé sítě mezi místními částmi.

Tabulka č. 5.26: Chlumětín - Porovnání jednotlivých variant

Metoda	Současný stav	Decentralizované metody		Centralizovaná metoda
		Varianta I	Varianta II	
IN	**0 Kč**	**13 378 100 Kč**	**11 785 600 Kč**	**22 767 300 Kč**
IN/EO	0 Kč	65 900 Kč	58 100 Kč	112 200 Kč
PN (Kč/rok)	652 600 Kč	605 000 Kč	572 500 Kč	420 000 Kč
PN/EO	3 200 Kč	3 000 Kč	2 800 Kč	2 100 Kč
Životnost (roky)	-	50,9	73,5	82,9
Fond obnovy (Kč/rok)	-	263 000 Kč	160 400 Kč	274 700 Kč
PN + FO (Kč/rok)	**-**	**868 000 Kč**	**732 900 Kč**	**694 700 Kč**
Úspora PN oproti současnému stavu (Kč/rok)	-	47 600 Kč	80 100 Kč	232 600 Kč
Doba návratnosti (roky)	-	281,05	147,14	97,88

Decentralizované řešení je zde zdánlivě méně výhodné, ale je znovu si třeba uvědomit přidanou hodnotu nakládání se srážkovými vodami prostřednictvím jejich akumulace v rámci jednotlivých nemovitostí. Investiční a provozní náklady decentralizovaných řešení dále zvyšuje i potřeba osazení velkého počtu nemovitostí (88) na relativně málo obyvatel (203).

Úspora a z ní vyplývající doba návratnosti investic navržených opatření není tak značná, protože současné náklady na čištění odpadních vod nejsou vysoké z důvodu velkého podílu septiků a velmi nízkých nákladů na provoz stávající kanalizace. Obrovský posun k lepšímu by ovšem díky navrženým řešením nastal v účinnosti čištění odpadních vod a stavu životního prostředí v okolí obce, což je důležité zejména vzhledem k faktu, že se obec nachází v oblasti povodí vodárenské nádrže.

Obec Bořice

Obec Bořice je specifická existencí dostatečně kapacitní ČOV Hrochův Týnec v blízkém okolí, kdy se navíc při její výstavbě počítalo s napojením kanalizace obce Bořice. Nevýhodou pak je absence vodoteče v těsné blízkosti obce.

Tabulka č. 5.27: Bořice - Porovnání jednotlivých variant

Metoda	Současný stav	Decentralizované metody		Centralizovaná metoda
		Varianta I	Varianta II	
IN	**0 Kč**	**9 474 400 Kč**	**9 033 400 Kč**	**28 508 800 Kč**
IN/EO	0 Kč	58 800 Kč	56 100 Kč	177 100 Kč
PN (Kč/rok)	1 058 800 Kč	610 000 Kč	601 000 Kč	300 000 Kč
PN/EO	6 600 Kč	3 800 Kč	3 700 Kč	1 900 Kč
Životnost (roky)	-	34,1	43,8	90,0
Fond obnovy (Kč/rok)	-	277 900 Kč	206 300 Kč	316 800 Kč
PN + FO (Kč/rok)	**-**	**887 900 Kč**	**807 300 Kč**	**616 800 Kč**
Úspora PN oproti současnému stavu (Kč/rok)	-	448 800 Kč	457 800 Kč	758 800 Kč
Doba návratnosti (roky)	-	21,11	19,73	37,57

Centralizovaná metoda vychází v této obci poměrně příznivě, zejména z důvodu, že není potřeba výstavba nové ČOV. Toto řešení je rovněž v souladu s myšlenkou uvedenou v PRVK Pardubického kraje a to takovou, že realizace centralizovaného řešení může být efektivní i pro malé obce, pokud je v jejich blízkosti kapacitní ČOV, na kterou je možné splaškové vody odvádět.

V této obci vychází náklady decentralizovaných variant poměrně vysoké, protože na malý počet obyvatel v obci (161) připadá velký počet nemovitostí (88) a tedy i samotných objektů pro čištění odpadních vod. Otázkou je, zda nejsou některé nemovitosti opuštěné nebo zda v obci ve skutečnosti nežije více obyvatel, než uvádí data ČSÚ. Rovněž je v rámci decentralizovaných řešení navržené udržitelnější hospodaření se srážkovými vodami, které zvyšuje jak investiční, tak provozní náklady (asi o 1 100,- Kč/EO za rok).

6 Diskuze a závěry

Důležitou motivací zodpovědně a v souladu s povolenými limity nakládat se splaškovými vodami by měla být pro obce a jejich obyvatele nejen zákonná povinnost, ale především myšlenka trvale udržitelného rozvoje a dobrého stavu životního prostředí, konkrétně útvarů povrchových a podzemních vod. Dobrý stav povrchových a podzemních vod a jejich dostatečné množství ve zdrojích pitné vody jsou životně důležité předpoklady pro celý obor vodárenství a celé společnosti. Proto je na místě investovat do inovativních řešení, která přispějí k úpravě konvenčních způsobů nakládání s odpadními vodami a výrazně zlepší jejich účinnosti čištění. Navíc je v rámci posunu k udržitelnosti systému vhodné vyčištěné vody akumulovat a následně využívat jako vodu užitkovou.

Nové metody hospodaření s vodami mohou být přínosné i jinak než např. jen ušetřením ročních nákladů ve srovnání s jímkou na vyvážení nebo zlepšenou účinností čištění oproti jednoduchému septiku. Chytré hospodaření se srážkovými vodami má vedle toho rovněž velký potenciál ušetřit prostředky při spotřebě vody a jejich navrácení vsakem do přirozeného koloběhu může být jedním z mnoha faktorů, který přispěje k řešení problémů aktuálně velmi diskutovaného sucha v krajině.

Malé obce s počtem obyvatel okolo dvou až tří set nebyly v minulosti často v problematice nakládání s odpadními vodami velkou prioritou z důvodu přednějšího splnění podmínek evropských směrnic v oblasti vodního hospodářství ve větších sídelních celcích (nad 2 000 EO). Nyní se ovšem, poté co byla implementována opatření ke splnění daných podmínek ve větších obcích, dostávají do středu pozornosti právě malé obce a je důležité zamyslet se nad způsobem jejich odvodnění a čištění odpadních vod včetně stanovení optimální míry centralizace pro konkrétní lokalitu.

Tato práce se vedle konkrétního posouzení tří vybraných lokalit soustředila i na identifikaci faktorů, které mají na míru centralizace zásadní vliv. Zejména se jedná o způsob rozmístění zástavby a vzájemné vzdálenosti objektů v obci, terénní a sklonité poměry, hydrologické (vzdálenost nejbližší vodoteče, její průměrný průtok) a geologické (vsakovací poměry, hladina podzemní vody) charakteristiky daného území, vzdálenost kapacitní ČOV pro vyvážení obsahu jímek a septiků nebo zda je obec v některém z území se zvláštní ochranou (např. v povodí vodárenské nádrže). Důležitým podkladem pro rozhodnutí se pro konkrétní variantu je také možnost čerpat na daný projekt dotace či nikoliv. Z takového

výčtu je zřejmá závislost na mnoha různých faktorech, které je důležité posoudit a na jejich základě identifikovat optimální varianty.

Navržené systémy v malých obcích lze porovnat pomocí investičních nákladů konkrétního řešení a roční výše provozních nákladů. Nesmí se ovšem zapomenout na prostředky obnovy navrženého řešení, bez jejichž uvážení by srovnání bylo velmi zkreslené. Generování těchto prostředků je zvlášť v malých obcích často s ohledem na zachování sociálně únosné ceny problémem a nelze je v rámci udržitelného provozování uplatňovat v plné výši.

Výsledky praktické části práce naznačují, že v malých obcích s více místními částmi a roztroušenou zástavbou je lepší nakládat s odpadními vodami decentralizovaně. Investiční náklady navržených decentralizovaných řešení (30 – 33 tis. Kč/EO) jsou v obci Tisovec přibližně 6x nižší v porovnání s centralizovaným řešením (158 tis. Kč/EO) a rovněž provozní náklady a prostředky na obnovu infrastruktury vychází příznivěji pro decentralizovaná řešení. Současné vysoké provozní náklady čištění odpadních vod v obci navíc znamenají s přihlédnutím k nižším provozním nákladům navržených řešení velkou úsporu a tedy i krátké doby návratnosti investic (přibližně 10 let u decentralizovaných metod, přibližně 40 let u centralizované metody).

Nad centralizovaným řešením má smysl uvažovat v případě existence dostatečně kapacitní ČOV v blízkosti, jako je tomu např. u obce Bořice. V této obci vychází investiční náklady centralizovaného řešení (177 tis. Kč/EO) asi 3x vyšší než decentralizovaných návrhů (56 – 59 tis. Kč/EO) a roční provozní náklady spolu s prostředky na obnovu jsou mírně nižší pro centralizované řešení.

Navržené decentralizovaná řešení v obcích Chlumětín jsou na první pohled méně výhodná, ale oproti centralizovaným řešením přináší velkou přidanou hodnotu v možnosti akumulace a dalšího využívání srážkových a vyčištěných vod. Investiční náklady kanalizace a ČOV (112 tis. Kč/EO) jsou téměř dvakrát vyšší než decentralizovaných metod (58 – 66 tis. Kč/EO). Vyšší investiční náklady decentralizovaných metod v Chlumětíně (i v Bořicích) jsou způsobené malými počty obyvatel, na které připadá velký počet nemovitostí a tyto vstupní údaje výpočtu je nutné při návrhu řešení pro malé obce vždy pečlivě ověřit na základě místních šetření a konzultací se zástupci obce. V obci Chlumětín je pak nízká úspora provozních nákladů (z důvodu nízkých provozních nákladů současného způsobu nakládání

s odpadními vodami) podkladem pro výpočet dob návratnosti, které vychází nereálně vysoké.

Tato práce se snažila posoudit na rozdílných malých obcích vhodnou míru centralizace odvádění a čištění odpadních vod. Nelze stanovit obecný faktor pro všechny malé obce, ale je nutné si uvědomit při návrhu faktory lokality, které budou mít na návrh největší vliv. Tyto faktory jsou v této práci částečně identifikovány. Je třeba zmínit, že u podobných projektů by neměla být jediným faktorem vyhodnocení jejich efektivnosti ekonomická stránka, ale rovněž přidaná hodnota zlepšení stavu životního prostředí.

7 Seznam literatury a podkladů

[1] Základní pojetí konceptu udržitelného rozvoje. Ministerstvo pro místní rozvoj ČR. [online]. © 2012-2016 [cit. 2016-11-10]. Dostupné z: http://www.mmr.cz/cs/Microsites/PSUR/Uvodni-informace-o-udrzitelnem-rozvoji/Zakladni-pojeti-konceptu-udrzitelneho-rozvoje

[2] Zákon č. 17/1992 Sb., o životním prostředí, ve znění pozdějších předpisů

[3] Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES ze dne 23. října 2000, kterou se stanoví rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky. EUR-Lex. [online]. 23. 10. 2000 [cit. 2016-11-10]. Dostupné z: http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/ALL/?uri=CELEX:32000L0060

[4] Vládou schválená koncepce pro zmírnění dopadů sucha a nedostatku vody. VÝZKUMNÝ ÚSTAV VODOHOSPODÁŘSKÝ T. G. MASARYKA, veřejná výzkumná instituce. [online]. 2015 [cit. 2016-11-10]. Dostupné z: http://www.vuv.cz/files/pdf/problematika_sucha/koncepce_pro_zmirneni_dopadu_sucha_a_nedostatku_vody.pdf

[5] Summary – Sustainable Wastewater Management in Uganda. United Nations University – Institute for Water, Environment and Health. [online]. [cit. 2016-12-10]. Dostupné z: http://inweh.unu.edu/portfolio/waste-to-wealth/

[6] Státní politika životního prostředí České republiky 2004 – 2010. Ministerstvo životního prostředí. [online]. © 2008-2015 [cit. 2016-09-30]. Dostupné z: http://www.mzp.cz/cz/statni_politika_zivotniho_prostredi

[7] Vyhodnocení plnění Státní politiky životního prostředí České republiky (za období 2004 - 2010). Ministerstvo životního prostředí. [online]. © 2008-2015 [cit. 2016-09-30]. Dostupné z: http://www.mzp.cz/cz/statni_politika_zivotniho_prostredi

[8] Směrnice Rady 91/271/EHS ze dne 21. května 1991 o čištění městských odpadních vod. EUR-Lex. [online]. [cit. 2016-11-03]. Dostupné z: http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/ALL/?uri=CELEX:31991L0271

[9] Směrnice rady o čištění městských odpadních vod. Ministerstvo zemědělství. [online]. © 2009 – 2016 [cit. 2016-11-10]. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/mze/voda/vodovody-a-kanalizace/smernice-rady-o-cisteni-mestskych/

[10] Státní politika životního prostředí České republiky 2012 – 2020. Ministerstvo životního prostředí. [online]. © 2008 – 2015 [cit. 2016-09-30]. Dostupné z: http://www.mzp.cz/cz/statni_politika_zivotniho_prostredi

[11] Plánování v oblasti vod. Ministerstvo zemědělství. [online]. © 2009 – 2016 [cit. 2016-12-10]. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/mze/voda/planovani-v-oblasti-vod/

[12] Zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů

[13] Střednědobé vyhodnocení Státní politiky životního prostředí ČR (za období 2012-2015). Ministerstvo životního prostředí. [online]. © 2008 – 2015 [cit. 2016-11-03]. Dostupné z: http://www.mzp.cz/cz/statni_politika_zivotniho_prostredi

[14] Vyhláška č. 501/2006 Sb., o obecných požadavcích na využívání území, ve znění pozdějších předpisů

[15] RIO DECLARATION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT. United Nations. [online]. 1992 [cit. 2016-10-24]. Dostupné z: http://www.un.org/documents/ga/conf151/aconf15126-1annex1.htm

[16] SDĚLENÍ KOMISE EVROPSKÉMU PARLAMENTU A RADĚ o řešení problému nedostatku vody a sucha v Evropské unii. EUR-Lex. [online]. 18. 7. 2007 [cit. 2016-10-24]. Dostupné z: http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=CELEX%3A52007DC0414

[17] Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů

[18] Vyhláška č. 428/2001 Sb., kterou se provádí zákon o vodovodech a kanalizacích, ve znění pozdějších předpisů

[19] Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů

[20] Právní předpisy ES/EU – Vodní hospodářství. Ministerstvo zemědělství. [online]. © 2009-2016 [cit. 2016-09-30]. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/predpisy-es-eu/?topic=water

[21] 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, ve znění pozdějších předpisů

[22] Nařízení vlády č. 57/2016 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění odpadních vod a náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod podzemních, ve znění pozdějších předpisů

[23] Ministerstvo zemědělství. VODOVODY KANALIZACE ČR 2015 [online]. 2016. [cit. 2017-12-02]. ISBN 978-80-7434-326-1. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/file/504990/Vodovody_a_kanalizace_Ceske_republiky_2015.pdf

[24] SOVAK ČR opětovně nabádá ke zvýšení investic na obnovu vodohospodářských sítí. Sdružení oboru vodovodů a kanalizací ČR, z.s. [online]. 4. 6. 2015 [cit. 2016-11-04]. Dostupné z: http://www.sovak.cz/clanky/sovak-cr-opetovne-nabada-ke-zvyseni-investic-na-obnovu-vodohospodarskych-siti

[25] Zákon č. 526/1990 Sb., o cenách, ve znění pozdějších předpisů

[26] Výměr MF č. 01/2017 ze dne 25. listopadu 2016, kterým se vydává seznam zboží s regulovanými cenami. Ministerstvo financí. [online]. 29. 11. 2016 [cit. 2016-12-07]. Dostupné z: http://www.mfcr.cz/cs/legislativa/cenovy-vestnik/2016/cenovy-vestnik-12-2016-26734

[27] Modely provozování vodohospodářské infrastruktury. Vodovod.info. [online]. 30. 1. 2014 [cit. 2016-11-06]. Dostupné z: http://www.vodovod.info/index.php/tema/237-modely-provozovani-vodohospodarske-infrastruktury#.WB8E4S3hCM8

[28] TOMAN, Jan a Jan PLECHATÝ. Samostatné provozování vodohospodářské infrastruktury malých obcí. SOVAK Časopis oboru vodovodů a kanalizací. 2012, 2012(1), 22-24.

[29] Vyhláška č. 501/2006 Sb., o obecných požadavcích na využívání území, ve znění pozdějších předpisů

[30] Septiky – obecně. AQUATECH s.r.o. – ČOV, čističky odpadních vod. [online]. [cit. 2016-11-21]. Dostupné z: http://www.aquatech.cz/septiky-obecne-1404041722.html

[31] Zneškodňování odpadních vod v obcích do 2 000 ekvivalentních obyvatel – Metodická příručka. Ministerstvo životního prostředí. [online]. 2009 [cit. 2016-10-07]. Dostupné z:

http://www.mzp.cz/web/edice.nsf/0989B086A5D140A7C1257589003ACE96/$file/Metodicka%20prirucka_zneskodnovani%20odpadnich%20vod.pdf

[32] Proces čištění na ČOV s technologií SBR. ASIO, spol. s r.o. [online]. 12. 6. 2014 [cit. 2016-12-02]. Dostupné z: http://www.asio.cz/cz/279.proces-cisteni-na-cov-s-technologii-sbr

[33] Čistírny odpadních vod – přednášky, doc. Ing. Jaroslav Pollert, Ph.D. České vysoké učení technické, Fakulta stavební, Katedra zdravotního a ekologického inženýrství. [online]. 2016 [cit. 2016-11-15]. Dostupné z: http://kzei.fsv.cvut.cz/cs/vyuka/predmety/magisterske/cov

[34] Možnosti finanční podpory hospodaření s vodami v malých obcích z prostředků SFŽP. Státní fond životního prostředí. [online]. 2016 [cit. 2016-10-30]. Dostupné z: https://www.sfzp.cz/soubor-ke-stazeni/56/16872-moznosti_podpory_obce_voda_v1.pdf

[35] Odvodnění urbanizovaných povodí – přednášky, doc. Ing. David Stránský, Ph.D. České vysoké učení technické, Fakulta stavební, Katedra zdravotního a ekologického inženýrství. [online]. 2016 [cit. 2016-12-01]. Dostupné z: http://kzei.fsv.cvut.cz/cs/vyuka /predmety/magisterske/oup

[36] How Poop Can Be Worth $9.5 Billion. Time. [online]. 3. 11. 2015 [cit. 2016-12-10]. Dostupné z: http://time.com/4098127/human-waste-energy-recycling/

[37] Plán rozvoje vodovodů a kanalizací Pardubického kraje – Průvodní zpráva. Pardubický kraj. [online]. 2004 [cit. 2016-11-10]. Dostupné z: http://prvk.pardubickykraj.cz/pruvodni-zprava

[38] Plán rozvoje vodovodů a kanalizací Kraje Vysočina – Průvodní zpráva. Kraj Vysočina. [online]. 2015 [cit. 2016-11-10]. Dostupné z: http://prvk.kr-vysocina.cz/pruvodni-zprava

[39] ČSN 75 9010. Vsakovací zařízení srážkových vod. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.

[40] TNV 75 9011. Hospodaření se srážkovými vodami. Praha: Sweco Hydroprojekt a.s., 2013.

[41] Decentralized Wastewater Program Annual Report 2013. EPA Home. [online]. 1. 8. 2014 [cit. 2016-12-04]. Dostupné z: https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-06/documents/scb_decent_ar_2013_final-508compliant.pdf

[42] Septic Systems Overview. EPA Home. [online]. 23. 9. 2016 [cit. 2016-12-04]. Dostupné z: https://www.epa.gov/septic/septic-systems-overview

[43] Decentralized Sanitation and Reuse, Concepts, systems and implementation. London: IWA Publishing, 2001. ISBN 1 900222 47 7.

[44] Bavorský zemský úřad pro životní prostředí. Přírodě blízké odvodnění dopravních ploch v sídlech. Mnichov, Německo: Vodohospodářský úřad Deggendorf, 2005. ISBN 80-903244-8-7.

[45] VÍTEK, Jiří, David STRÁNSKÝ, Ivana KABELKOVÁ, Vojtěch BAREŠ a Radim VÍTEK. Hospodaření s dešťovou vodou v ČR. 1. Praha, 2015. ISBN 978-80-260-7815-9.

[46] 2010 – 2015 Green Projects (Public). Save the Rain. [online]. 2015 [cit. 2016-10-18]. Dostupné z: http://savetherain.us/2010-green-projects/

[47] Text výzvy č. 3/2016. Státní fond životního prostředí. [online]. 1. 3. 2016 [cit. 2016-10-18]. Dostupné z: https://www.sfzp.cz/soubor-ke-stazeni/56/16871-vyzva_c_3_2016.pdf

[48] MŽP nabízí obcím 50 milionů korun na chytré hospodaření s vodou. Ministerstvo životního prostředí. [online]. 1. 3. 2016 [cit. 2016-10-18]. Dostupné z: http://www.mzp.cz/cz/news_160301_NPZP_chytre_hospodareni_voda

[49] Text výzvy č. 11/2016. Státní fond životního prostředí. [online]. 6. 10. 2016 [cit. 2016-10-18]. Dostupné z: https://www.sfzp.cz/soubor-ke-stazeni/57/17300-text_vyzvy_c_11.pdf

[50] Novinka MŽP: 100 milionů putuje do obcí na výstavbu domovních čistíren odpadních vod. Ministerstvo životního prostředí. [online]. 6. 10. 2016 [cit. 2016-10-18]. Dostupné z: http://www.mzp.cz/cz/news_161006_domaci_COV

[51] Čističku do každé chalupy. Stát zadotuje malé vesnice, které nemají na kanalizaci. Seznam.cz, a.s.. [online]. 6. 10. 2016 [cit. 2016-11-01]. Dostupné z: https://www.seznam.cz/zpravy/clanek/cisticku-do-kazde-chalupy-stat-zadotuje-male-vesnice-ktere-nemaji-na-kanalizaci-2937

[52] Stát dá lidem peníze na čističky: Na domácí čističku odpadních vod přispěje 80 %. MF DNES. 2016, XXVII(234), 1-3.

[53] Dalších 5 miliard z OPŽP do vodohospodářské infrastruktury a na zajištění pitné vody v období sucha. Ministerstvo životního prostředí. [online]. 16. 9. 2016 [cit. 2016-11-01]. Dostupné z: http://www.mzp.cz/cz/news_160916_OPZP_5_mld_kanalizace_cisteni_vody

[54] Text 42. výzvy. Státní fond životního prostředí. [online]. 16. 9. 2016 [cit. 2016-11-01]. Dostupné z: http://www.opzp.cz/vyzvy/42-vyzva/dokumenty

[55] Text výzvy č. 45/2016. Státní fond životního prostředí. [online]. 31. 10. 2016 [cit. 2016-11-02]. Dostupné z: http://www.opzp.cz/vyzvy/45-vyzva/dokumenty

[56] Jedna a čtvrt miliardy korun z OPŽP na prevenci proti povodním i suchu. Příjem žádostí startuje 1. listopadu. Ministerstvo životního prostředí. [online]. 31. 10. 2016 [cit. 2016-11-02]. Dostupné z: http://www.mzp.cz/cz/news_161031_vyzvy_voda

[57] Text výzvy č. 10/2016. Státní fond životního prostředí. [online]. 5. 10. 2016 [cit. 2016-11-02]. Dostupné z: https://www.sfzp.cz/sekce/850/k-vyzve-10-2016/

[58] Zeleň do měst a obcí – i tak vypadá boj se suchem a klimatickou změnou. Na obnovu zeleně ve městech a obcích MŽP právě posílá 40 milionů korun. Ministerstvo životního prostředí. [online]. 5. 10. 2016 [cit. 2016-11-02]. Dostupné z: http://www.mzp.cz/cz/news_161005_zelen_do_mest

[59] Počet obyvatel v obcích – k 1. 1. 2016. Český statistický úřad. [online]. 29. 4. 2016 [cit. 2016-12-10]. Dostupné z: https://www.czso.cz/csu/czso/pocet-obyvatel-v-obcich

[60] Geologická mapa 1 : 50 000. Česká geologická služba. [online]. 2014 [cit. 2016-12-13]. Dostupné z: http://mapy.geology.cz/geocr_50/

[61] Vsak dešťových vod – Mapa potenciálního vsaku. Povodňový plán České republiky. [online]. 12. 7. 2016 [cit. 2017-01-05]. Dostupné z: http://webmap.dppcr.cz/dpp_cr/povis.dll?GEN=MAP&map=vsak_vod

[62] Vodní hospodářství obcí 3 – přednášky, Ing. Marcela Synáčková, CSc. České vysoké učení technické, Fakulta stavební, Katedra zdravotního a ekologického inženýrství. [online]. 2014 [cit. 2016-01-07]. Dostupné z: http://kzei.fsv.cvut.cz/cs/vyuka/predmety/?load=cs/vyuka/predmety

[63] Jan Vymazal. Kořenové čistírny odpadních vod. 2004. [cit. 2016-11-30].

[64] KRŠŇÁK, Jaroslav a Michal ŠPERLING. Kořenové čistírny odpadních vod – ekonomika výstavby a provozu. TZB Haustechnik. 2010, (3), 36-38.

[65] Ceník prací a služeb pro zákazníky. Vodárenská společnost Chrudim, a.s.. [online]. 1. 7. 2016 [cit. 2016-12-14]. Dostupné z: https://www.vschrudim.cz/file/edee/2016/06/160701_vsch_cenik-pro-zakazniky-upraveny.pdf

[66] Průměrné ceny dopravní a technické infrastruktury (Aktualizace 2015) [online]. 2016. [cit. 2016-12-02]. ISBN 978-80-7538-070-8. Dostupné z: http://www.uur.cz/images/5-publikacni-cinnost-a-knihovna/internetove-prezentace/prumerne-ceny-TI/celek-ceny-ti-21032015x.pdf

[67] FAQ. HYDROCLAR s.r.o. [online]. [cit. 2016-12-10]. Dostupné z: http://www.hydroclar.cz/faq/

[68] Jak vybrat akumulační nádrž na dešťovou vodu? AZ shop. [online]. [cit. 2016-11-3]. Dostupné z: https://www.az-shop.cz/plastove-nadrze/jak-vybrat-nadrz

[69] VYMAZAL, Jan. Kořenové čistírny odpadních vod: Dvacet let zkušeností v České republice. *Vodní hospodářství*. 2009, **59**(4), 113-115.

[70] Souhrnná mapa evidencí ISVS-VODA v gesci MŽP spravovaných VÚV TGM, v.v.i.. HYDROEKOLOGICKÝ INFORMAČNÍ SYSTÉM VÚV TGM. [online]. 6. 11. 2015 [cit. 2016-12-13]. Dostupné z: http://heis.vuv.cz/data/webmap/isapi.dll?map=mp_isvs&

[71] MapoMat – Ochrana přírody. Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky. [online]. 2012 [cit. 2016-12-13]. Dostupné z: http://mapy.nature.cz/

[72] Centrální evidence vodních toků. Ministerstvo zemědělství. [online]. 2014 [cit. 2016-12-10]. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/mze/voda/aplikace/cevt.html

[73] Hydrologický seznam podrobného členění povodí vodních toků ČR. Český hydrometeorologický ústav Praha. [online]. [cit. 2016-12-10]. Dostupné z: http://voda.chmi.cz/hr05/seznamy/hsp.pdf

[74] Vodní toky, vodní plochy, hydrologická povodí. HYDROEKOLOGICKÝ INFORMAČNÍ SYSTÉM VÚV TGM. [online]. [cit. 2016-12-10]. Dostupné z: http://heis.vuv.cz/data/webmap/isapi.dll?map=vtu&

[75] Evidenční list hlásného profilu č.40. Český hydrometeorologický ústav. [online]. 29. 12. 2016 [cit. 2016-12-29]. Dostupné z: http://hydro.chmi.cz/hpps/hpps_prfbk_detail.php?seq=307153

[76] Klimatické regiony ČR (dle Quitt, 1971). Svaz pro integrované systémy pěstování ovoce. [online]. 2004-2016 [cit. 2016-12-14]. Dostupné z: http://www.ovocnarska-unie.cz/sispo/?str=klima-mapa

[77] Územní srážky. Český hydrometeorologický ústav. [online]. 2015 [cit. 2016-12-14]. Dostupné z: http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/uzemni-srazky

[78] Plán rozvoje vodovodů a kanalizací Pardubického kraje, Karta obce Tisovec a jeho místních částí (Dřeveš, Kvasín, Tisovec, Vrbětice). Pardubický kraj. [online]. 2004 [cit. 2016-12-10]. Dostupné z: http://prvk.pardubickykraj.cz/

[79] Územní plán Tisovec. Oficiální internetové stránky města Hlinska. [online]. 18. 11. 2009 [cit. 2016-12-10]. Dostupné z: http://www.hlinsko.cz/mestsky-urad/uzemni-planovani/platne-dokumenty-up/obec-tisovec

[80] Plán rozvoje vodovodů a kanalizací Kraje Vysočina, karta obce Chlumětín. Kraj Vysočina. [online]. 2015 [cit. 2016-12-10]. Dostupné z: http://prvk.kr-vysocina.cz/

[81] Územní plán Chlumětín – návrh + odůvodnění, textová část. Město Žďár nad Sázavou. [online]. listopad 2009 [cit. 2016-12-5]. Dostupné z: http://old.zdarns.cz/Obce/up/00000133.pdf

[82] Územní plán obce Bořice - návrh + odůvodnění, textová část. Město Chrudim. [online]. září 2009 [cit. 2016-12-5]. Dostupné z: http://www.chrudim.eu/uzemne-planovaci-dokumentace/borice.html

[83] Plán rozvoje vodovodů a kanalizací Pardubického Kraje, karta obce Bořice. Pardubický Kraj. [online]. 2004 [cit. 2016-12-20]. Dostupné z: http://prvk.pardubickykraj.cz/

[84] Veřejná vyhláška – Oznámení o zahájení řízení -Bořice – splašková kanalizace. Oficiální stránky Města Hrochův Týnec. [online]. 20. 12. 2016 [cit. 2016-12-25]. Dostupné z: http://www.hrochuvtynec.cz/uredni-deska/verejna-vyhlaska-oznameni-o-zahajeni-rizeni-borice-splaskova-kanalizace-763.html?ftresult=bo%C5%99ice

8 Seznam obrázků

Obrázek č. 2.1: Delaware Rain Garden, 2012 [46] 38

Obrázek č. 2.2: Magnarelli Community Center Green Roof, 2013 [46] 38

Obrázek č. 4.1: Situace se zobrazením polohy vybraných obcí 45

Obrázek č. 5.1: Situace obce Tisovec 56

Obrázek č. 5.2: Situace obce Chlumětín 66

Obrázek č. 5.3: Situace obce Bořice 73

9 Seznam grafů

Graf č. 2.1: Vývoj počtu vlastníků a provozovatelů vodovodů a kanalizací [23] 21

Graf č. 2.2: Vývoj délky veřejných vodovodů a kanalizací a počtu na ně napojených obyvatel mezi lety 1991 a 2015 [23] 22

Graf č. 2.3: Poměr jednotlivých skupin na hodnotě infrastrukturního majetku [23] 23

10 Seznam tabulek

Tabulka č. 2.1: Emisní standardy (mg/l) a přípustné minimální účinnosti vypouštěných odpadních vod do vod povrchových [21] 20

Tabulka č. 2.2: Emisní standardy (mg/l) vypouštěných odpadních vod do vod podzemních [22] 20

Tabulka č. 2.3: Počet a délky infrastrukturního majetku [23] 22

Tabulka č. 2.4: Hodnota infrastrukturního majetku [23] 23

Tabulka č. 2.5: Nákladové položky kalkulace cen pro vodné a stočné [18] 24

Tabulka č. 2.6: Charakteristiky jednotlivých druhů splaškových vod [35] 31

Tabulka č. 4.1: Stanovení průměrné ceny DČOV 50

Tabulka č. 4.2: Další náklady k samotnému objektu DČOV dle různých výrobců/dodavatelů 51

Tabulka č. 4.3: Provozní náklady DČOV 52

Tabulka č. 4.4: Stanovení průměrné ceny dodatečného zemního filtru k septiku 53

Tabulka č. 4.5: Stanovení průměrné ceny nádrže na vodu 54

Tabulka č. 4.6: Průměrné ceny kanalizace [66] 54

Tabulka č. 5.1: Stávající a návrhový stav odkanalizování obce dle PRVK Pardubického kraje [78] 58

Tabulka č. 5.2: Výpočet nákladů za vývoz jímky z obce Tisovec na ČOV Hlinsko [65] ... 60

Tabulka č. 5.3: Tisovec - Výpočet provozních nákladů současného stavu 60

Tabulka č. 5.4: Tisovec - Výpočet investičních a provozních nákladů návrhového stavu – Varianta I 61

Tabulka č. 5.5: Tisovec - Výpočet investičních a provozních nákladů návrhového stavu – Varianta II 62

Tabulka č. 5.6: Tisovec - Návrh splaškové kanalizace ve všech místních částech 63

Tabulka č. 5.7: Tisovec - Výpočet investičních nákladů na vybudování splaškové kanalizace ve všech místních částech 64

Tabulka č. 5.8: Semi-centralizovaný systém: Návrh splaškové kanalizace v Dřeveši 64

Tabulka č. 5.9: Semi-centralizovaný systém: Výpočet investičních nákladů na vybudování splaškové kanalizace v Dřeveši 65

Tabulka č. 5.10: Semi-centralizovaný systém: Výpočet investičních a provozních nákladů ostatních místních částí 65

Tabulka č. 5.11: Stávající a návrhový stav odkanalizování obce dle PRVK Kraje Vysočina [80] 68

Tabulka č. 5.12: Výpočet nákladů za vývoz jímky z obce Chlumětín na ČOV Hlinsko [65] 69

Tabulka č. 5.13: Chlumětín - Výpočet provozních nákladů současného stavu 69

Tabulka č. 5.14: Chlumětín - Výpočet investičních a provozních nákladů návrhového stavu – Var. I 70

Tabulka č. 5.15: Chlumětín - Výpočet investičních a provozních nákladů návrhového stavu – Var. II 71

Tabulka č. 5.16: Chlumětín - Návrh splaškové kanalizace 71

Tabulka č. 5.17: Chlumětín - Výpočet investičních nákladů na vybudování splaškové kanalizace 72

Tabulka č. 5.18: Stávající a návrhový stav odkanalizování obce dle PRVK Pardubického kraje [84] 75

Tabulka č. 5.19: Výpočet nákladů za vývoz jímky z obce Bořice na ČOV Hrochův Týnec [65] 76

Tabulka č. 5.20: Bořice - Výpočet provozních nákladů současného stavu 76

Tabulka č. 5.21: Bořice - Výpočet investičních a provozních nákladů návrhového stavu – Varianta I 77

Tabulka č. 5.22: Bořice - Výpočet investičních a provozních nákladů návrhového stavu – Varianta II 78

Tabulka č. 5.23: Bořice - Návrh splaškové kanalizace 79

Tabulka č. 5.24: Bořice - Výpočet investičních nákladů na vybudování splaškové kanalizace 79

Tabulka č. 5.25: Tisovec - Porovnání jednotlivých variant 80

Tabulka č. 5.26: Chlumětín - Porovnání jednotlivých variant 81

Tabulka č. 5.27: Bořice - Porovnání jednotlivých variant 82