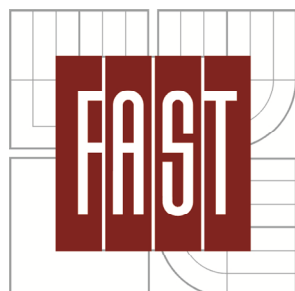




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ OBCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF MUNICIPAL WATER MANAGEMENT

VYUŽITÍ MALO-PROFILOVÉ KANALIZACE PRO ODVÁDĚNÍ ODPADNÍCH VOD Z OBCÍ DO 500 EO

USE OF SMALL DIMENSIONS SEWERAGE FOR TRANSPORT OF WASTEWATER FROM
SETTLEMENTS UP TO 500 PE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

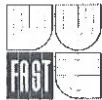
AUTOR PRÁCE
AUTHOR

JAN ŽÁČEK

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

prof. Ing. PETR HLAVÍNEK, CSc., MBA

BRNO 2015



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

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

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student Jan Žáček

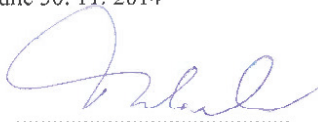
Název Využití malo-profilové kanalizace pro odvádění odpadních vod z obcí do 500 EO.


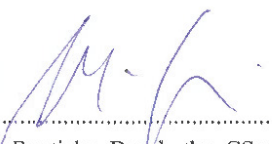
Vedoucí bakalářské práce prof. Ing. Petr Hlavínek, CSc., MBA

Datum zadání bakalářské práce 30. 11. 2014

Datum odevzdání bakalářské práce 29. 5. 2015

V Brně dne 30. 11. 2014


.....
doc. Ing. Ladislav Tuhovčák, CSc.
Vedoucí ústavu



.....
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatura

- [1] Mays L.W. Stormwater Collection Systems Design Handbook. McGraw-Hill, New York. 2004. ISBN 007-135471-9.
- [2] WEF manual of practice: Wastewater collection systems management, ISBN: 978-0-07-166663-3.
- [3] Kabelková I a kol. : Posuzování dešťových oddělovačů jednotných stokových systémů v urbanizovaných územích, SFŽP 2010.
- [4] Grady, C.P.Leslie ; Daigger, Glen T. ; Love, Nancy G. ; Filipe, Carlos D.M. Biological Wastewater Treatment, Third Edition, IWA Publishing, 2011. 991 s. ISBN 9780849396793
- [5] Hlavínek P., Mičín J., Prax P.: Příručka stokování a čištění, ISBN 80-86020-30-4, NOEL 2000, Brno 2001
- [6] Krejčí a kol.: Odvodnění urbanizovaných území - koncepční přístup, ISBN 80-86020-39-8, NOEL 2000, Brno 2002
- [7] Sborníky Water Science and Technology, IWA Publishing

Zásady pro vypracování (zadání, cíle práce, požadované výstupy)

Bakalářská práce bude zaměřena na problematiku využití maloprofilové kanalizace pro odvádění odpadních vod z obcí do 500 EO. V první části práce bude zpracován přehled problematiky maloprofilové kanalizace. V druhé části práce bude zpracován návrh odvádění odpadních vod maloprofilovou kanalizací na konkrétní lokalitě. Problematika bude zpracovávána ve spolupráci s fy AQUA PROCON. Podklady si diplomant zajistí po dohodě s vedoucím práce v rámci diplomového semináře u fy AQUA PROCON. Při zpracování textů, výpočtů a výkresové části dokumentace bude v maximální míře využita výpočetní technika.

Struktura bakalářské/diplomové práce

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

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



prof. Ing. Petr Hlavínek, CSc., MBA
Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKT

Bakalářská práce předkládá varianty dopravy odpadních vod v České republice. Zaměřuje se jak na tradiční způsoby odvádění odpadní vody, tak i na alternativní. Hlavní cíl práce je popis fungování jednotlivých částí, zásady návrhu, konstrukce, provoz a údržba kanalizace maloprofilové, která by mohla přinést nové variantní řešení odkanalizování především pro obce do 500 EO. Návrh je demonstrován v místní části města Zlína - Chlum. Součástí práce je také orientační finanční srovnání dvou kanalizačních systémů – gravitačního a maloprofilového.

KLÍČOVÁ SLOVA

Maloprofilová kanalizace, gravitační kanalizace, alternativní odvádění odpadní vody, septik

ABSTRACT

Bachelor thesis presents methods of conveying wastewater in Czech Republic. Focusing both on traditional ways of removing wastewater, as well as alternative. The main goal is description of functioning of individual parts, design principles, construction, operation and maintenance of small diameter gravity sewerage system, which would provide new solution of draining sewage for municipalities up to 500 PT. The design is demonstrated in local part of city Zlín – Chlum. The thesis also contains indicative financial comparison of two sewerage systems – conventional and small diameter gravity sewerage system.

KEY WORDS

Small diameter gravity sewerage, conventional sewerage, alternative methods of drain sewage, septic tank

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

ŽÁČEK, Jan. *Využití malo-profilové kanalizace pro odvádění odpadních vod z obcí do 500 EO*. Brno, 2015. 66 s., 4 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství obcí. Vedoucí práce prof. Ing. Petr Hlavínek, CSc., MBA

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne

.....

podpis autora

Jan Žáček

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval vedoucímu bakalářské práce prof. Ing. Petru Hlavínkovi, CSc., MBA za odborné vedení, za pomoc a rady při zpracování této práce. Tato bakalářská práce byla zpracována s využitím infrastruktury Centra AdMaS.

OBSAH

1	ÚVOD.....	9
2	DOPRAVA ODPADNÍ VODY.....	11
2.1	ODPADNÍ VODY	11
2.1.1	Druhy odpadních vod.....	11
2.1.2	Ukazatele odpadních vod.....	12
2.2	STOKOVÉ SOUSTAVY	13
2.2.1	Soustava jednotná	13
2.2.2	Soustava oddílná.....	14
2.2.3	Soustava modifikovaná.....	15
2.3	TRADIČNÍ ODVÁDĚNÍ ODPADNÍ VODY	16
2.3.1	Návrh gravitační stokové sítě.....	16
2.3.2	Objekty gravitační stokové sítě.....	16
2.4	ALTERNATIVNÍ ODVÁDĚNÍ ODPADNÍ VODY.....	19
2.4.1	Tlakové kanalizační systémy	20
2.4.2	Podtlakové kanalizační systémy	22
2.4.3	Pneumatické kanalizační systémy.....	26
2.5	DRUHY USPOŘÁDÁNÍ STOKOVÝCH SOUSTAV	26
3	MALOPROFILOVÁ KANALIZACE.....	28
3.1	POPIS MALOPROFILOVÉ KANALIZACE.....	28
3.2	ČÁSTI MALOPROFILOVÉ KANALIZACE	30
3.2.1	Přípojka.....	30
3.2.2	Septik	30
3.2.3	Stoka	30
3.2.4	Šachtičky	31
3.2.5	Větrací otvory	31
3.2.6	Čerpací stanice.....	31
3.3	HISTORIE A VYUŽITÍ MALOPROFILOVÉ KANALIZACE.....	31
3.3.1	Historie maloprofilové kanalizací v jižní Austrálii	31
3.4	VYUŽITÍ MALOPROFILOVÉ KANALIZACE V ČR.....	32
3.5	NÁVRH MALOPROFILOVÉ KANALIZACE.....	33
3.5.1	Septik	33
3.5.2	Šachtička.....	39
3.5.3	Větrací otvory	40
3.5.4	Čerpací stanice.....	40
3.6	MATERIÁLY MALOPROFILOVÉ KANALIZACE.....	42
3.6.1	Septik	42
3.6.2	Stoky a přípojky.....	42
3.6.3	Šachtičky	42

3.7	KONSTRUKCE MALOPROFILOVÉ KANALIZACE	43
3.7.1	Septik	43
3.7.2	Stoka	43
3.8	ÚDRŽBA A PROVOZ MALOPROFILOVÉ KANALIZACE	44
3.8.1	Septik	44
3.8.2	Stoka a přípojky	44
4	NÁVRH MALOPROFILOVÉ KANALIZACE V MÍSTNÍ ČÁSTI CHLUM	45
4.1	ÚDAJE O OBCI	45
4.2	VÝCHOZÍ PODKLADY	46
4.2.1	Mapové podklady	46
4.2.2	Geologické a hydrologické podklady	46
4.2.3	Klimatické poměry	46
4.3	NÁVRH STOKOVÉ SÍTĚ	46
5	POUŽITÁ LITERATURA	56
	SEZNAM TABULEK	60
	SEZNAM OBRÁZKŮ	61
	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	62
	SEZNAM PŘÍLOH	64
	SUMMARY	65

1 ÚVOD

Dle ČSÚ bylo v České republice v roce 2013 8 704 544 lidí napojeno na kanalizaci, což je 82,8% z celé naší země. Celková délka kanalizační sítě činí 43 618 km. [1] Ač se tyto čísla mohou zdát poměrně vysoká a v celkovém měřítku si Česká republika oproti jiným státům vede velmi dobře, stále nám několik tisíc kilometrů kanalizace zbývá postavit, abychom zajistili, že veškerá odpadní voda, která je z domácností vypouštěná nekončí ve vodních tocích, ale v čistírnách odpadních vod nebo jiných objektech, které odpadní vody dostatečně vyčistí.

Za počátek kanalizace v českých zemích lze považovat tzv. převét, jež sloužil hradním pánům nejen jako suchý záchod, ale také jako obrana proti nájezdníkům. Zcela normálním jevem ve středověku byly otevřené příkopy uprostřed ulic odvádějící splašky do řek. Velkou nevýhodou byl zápach, výskyt hlodavců a vážných nemocí, a tak se začali navrhovat stoky nejprve částečně pod povrchem, částečně na povrchu a později se objevili první zděné podpovrchové stoky. Zlomovým bodem pro kanalizace byly třicáté léta, kdy se začali odvádět odpadní vody ve všech větších sídlech. Rozvoj kanalizačních sítí na chvíli pozastavila hospodářská krize a s odkanalizováním se opět začalo naplno zabývat až po druhé světové válce. Od té doby se kanalizační sítě především rozrůstají, rekonstruují a obnovují. [2]

V našich končinách se uplatňují především kanalizační systémy gravitační. Na většině území nám morfologie území umožňuje využití tohoto systému, který se bezpochyby osvědčil a pokud to situace dovoluje, tak se zřídka od toho systému ustupuje. V ojedinělých případech se v naší vlasti můžeme setkat s kanalizací tlakovou a podtlakovou. Ty využíváme právě na místech, kde gravitační systémy nelze navrhovat.

Jako možná alternativa bude v této práci popsána kanalizace maloprofilová. Tento systém již v několika zemích světa s úspěchem našel své uplatnění. Dokáže skloubit vlastnosti systému gravitačního, někdy i tlakového a úspěch slaví především díky finanční výhodnosti, a také možnosti využití násoskového efektu při vedení stoky v protispádu. U nás ho bohužel v současnosti nelze postavit, a to kvůli ČSN 756 101, která zakazuje použití kameninových, plastových či sklolaminátových stok menších než DN 250, u ostatních materiálů nelze postavit stoky menší než DN 300.

První část práce je věnována kanalizačním systémům, které se v ČR využívají. Práce poté pokračuje popisem alternativy v podobě maloprofilové kanalizace, která bude demonstrována

v poslední části práce, a to na konkrétním návrhu maloprofilové kanalizace v místní části města Zlín – Chlum.

2 DOPRAVA ODPADNÍ VODY

První část práce bude zaměřena na systémy odkanalizování území u nás v ČR, zásady jejich návrhu a jejich hlavní výhody a nevýhody.

2.1 ODPADNÍ VODY

Vodní zákon – 254/2001, § 38 odstavec 1 definuje odpadní vody následovně: „Odpadní vody jsou vody použité v obytných, průmyslových, zemědělských, zdravotnických a jiných stavbách, zařízeních nebo dopravních prostředcích, pokud mají po použití změněnou jakost (složení nebo teplotu), jakož i jiné vody z těchto staveb, zařízení nebo dopravních prostředků odtékající, pokud mohou ohrozit jakost povrchových nebo podzemních vod. Odpadní vody jsou i průsakové vody z odkališť, s výjimkou vod, které jsou zpětně využívány pro vlastní potřebu organizace, a vod, které odtékají do vod důlních, a dále jsou odpadními vodami průsakové vody ze skládek odpadu.“ [3]

2.1.1 Druhy odpadních vod

Podle místa vzniku a druhu znečištění můžeme rozdělit odpadní vody na:

- splaškové;
- průmyslové;
- infekční;
- ze zemědělství a zemědělské výroby;
- dešťové;
- ostatní. [4]

Blíže budou popsány především vody splaškové, průmyslové, dešťové a balastní (dešťové vody, které se infiltrují do stok), které nás v rámci stokování zajímají nejvíce.

Vody splaškové

Za splaškové vody je možné označit veškeré vody, které vypouští obyvatelstvo ze svých domovů. K tomu je také zapotřebí připočítat odpadní vody z městské či obecní vybavenosti, které se svým charakterem splaškové vodě od obyvatelstva podobají. [5]

Vody průmyslové

Průmyslové vody pocházejí z průmyslových závodů či zemědělství. Mnohdy mají speciální požadavky na čištění a musejí být před nátok do stokového systému čištěny. Jejich nerovnoměrný odtok záleží na směnách v závodech, pracovních cyklech ad. [6]

Vody dešťové

Veškerá voda dopadající na zemský povrch z atmosféry je voda dešťová. Za dešťovou vodu můžeme tedy považovat i roztátý sníh, led či kroupy. Pro návrh stokové sítě je především důležité jak rychle a v jakém množství dorazí do stokového systému. Voda dešťová bývá jak anorganicky tak organicky znečištěna. Zisk znečištění je dosažen průchodem atmosférou nebo oplachem terénu. Často jsou hodnoty znečištění u dešťových vod, a to především na začátku dešťů, větší než u splaškových vod. V zásadě lze rozdělit dešťové vody na znečištěné a neznečištěné. U znečištěných vod mluvíme především o vodách ze silnic nebo jinak znečištěných povrchů. Takové vody musí být odváděny stokovými systémy do čistíren odpadních vod a čištěny. Za neznečištěné lze považovat vody ze střech, trvale travnatých ploch, pěších zón ad. Pokud je to možné, snažíme se neznečištěné vody zasakovat nebo odvádět pomocí dešťových stok do recipientu. [6]

Vody balastní

Balastní vody mohou znamenat značný problém pro stokovou síť. Jedná se o vody, které infiltrují do stoky z vnějšího prostředí. Hovoříme především o vodách podzemních, ale někdy i o zatrubněných potocích, které jsou bezdůvodně do stok zaústěny. Vody balastní odpadní vodu ochlazují a naředují, což může mít negativní vliv na procesy na čistírně. [5]

2.1.2 Ukazatele odpadních vod

Splaškové vody mají několik ukazatelů, které je charakterizují:

Nerozpuštěné látky, které se mohou být anorganického či organického původu. Nejdůležitější vlastností těchto látek je usaditelnost, proto rozlišujeme látky usaditelné a neusaditelné. K odstranění velké části nerozpuštěných látek zpravidla stačí mechanický stupeň.

BSK₅, neboli biologická spotřeba kyslíku, určuje množství kyslíku, které spotřebují mikroorganismy v odpadní vodě za 5 dní bez dalšího přidávání kyslíku.

CHSK_{Cr}, neboli chemická spotřeba kyslíku stanovená dichromanem, určuje množství kyslíku, které spotřebují chemické reakce způsobené rozpuštěnými nebo nerozpuštěnými látkami.

N_{celk} a **P_{celk}**, známé též jako nutrienti podporují biologický růst a rozmnožování mikroorganismů, tím pádem způsobují i větší spotřebu kyslíku.

Dalšími ukazateli jsou například amoniakální dusík (N-NH₄⁺), rozpuštěný kyslík a nebezpečné látky. V tabulce 1 lze vidět průměrné hodnoty znečištění v ČR.[7]

NL	BSK ₅	CHSK	N _{celk}	P _{celk}
55	60	120	11	2,5

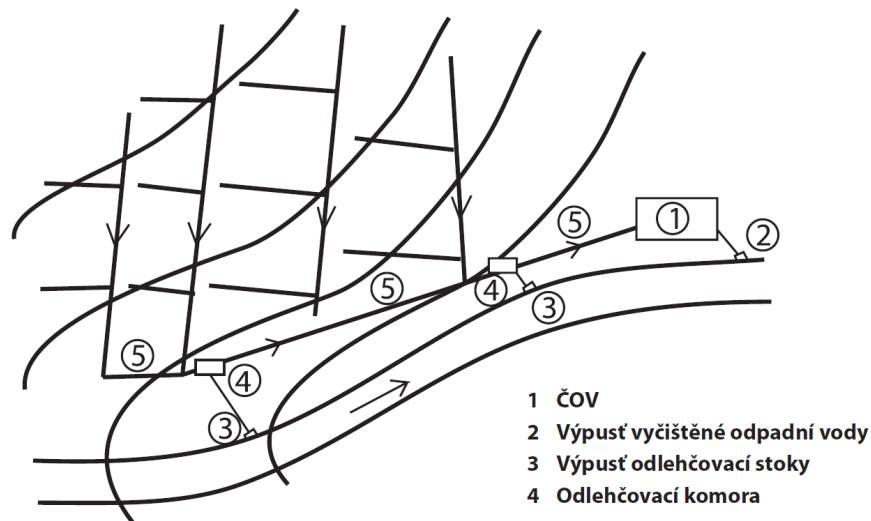
Tab.1-Tabulka průměrných hodnot znečištění na 1 obyvatele [7]

2.2 STOKOVÉ SOUSTAVY

V dnešní době existují tři stokové soustavy, které dělíme podle způsobu odvádění dešťových vod. Jedná se o stokovou síť jednotnou, oddílnou a modifikovanou.

2.2.1 Soustava jednotná

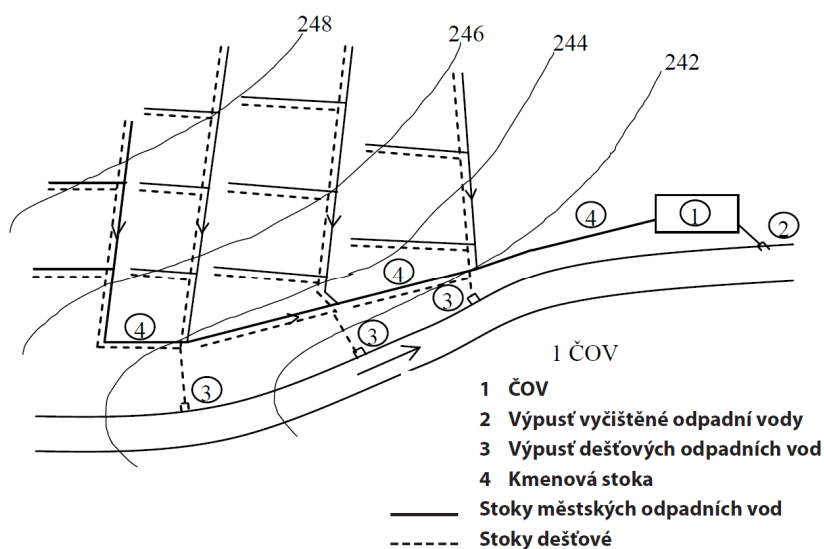
Jednotná soustava odvádí veškeré odpadní vody (splaškové, průmyslové a dešťové). Aby nedocházelo k plnění stok během extrémních dešťů, jsou na jednotných stokách navrhovány odlehčovací komory, které odpadní vody odlehčí o průtok daný poměrem naředění přímo do recipientu. Odlehčovací komory dokážou ušetřit i značné náklady na stokovou síť, protože bez nich by stoky museli být nadimenzovány na okamžitý extrémní průtok. I proto se jedná o nejkritičtější místo jednotné stokové soustavy. Mezi hlavní nevýhody tohoto systému patří hygienické hledisko a především přítomnost odlehčovacích komor, které převádějí odpadní vody s fekálním znečištěním, ač naředěné, přímo do recipientu. Tam mohou zahnívat, tvořit lavice usazeného kalu a zákal. Pevné části z odpadní vody ulpívají na březích či vegetaci, což ničí estetický dojem toku. Odlehčovací komory lze nahradit vhodnějšími variantami jako např. dešťové nádrže záchytné, průtočné nebo retenční. Schéma jednotné kanalizace je vyobrazené na obrázku 1. [6]



Obr.1-Jednotná kanalizace [7]

2.2.2 Soustava oddílná

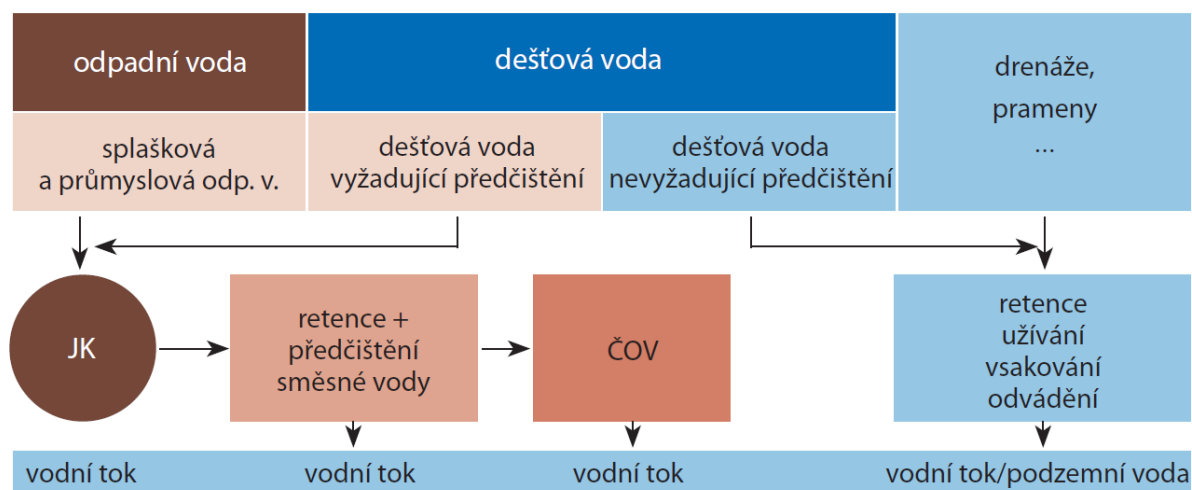
V případě oddílné soustavy jsou vybudovány dvě nezávislé fungující stokové systémy, čímž je zajištěno, že se odpadní vody nemísí. Dešťové stoka, která je zpravidla mělčeji uložena, odvádí odpadní vody buď do dešťových nádrží, nebo přímo do recipientu. Splašková stoka bezpečně odvádí odpadní vody od obyvatelstva, průmyslu a ostatních producentů. Výhodou tohoto systému je, že se splašky nedostávají do kontaktu s životním prostředím. Nevýhodou vysoké prostorové a finanční nároky. U oddílných stok se také často setkáváme s problémy zanášení a usazování u splaškových stok. Oddílná stoka je využita především u menších obcí či obcí s málo vodnými toky. Schéma oddílné kanalizace je vyobrazené na obrázku 2. [11]



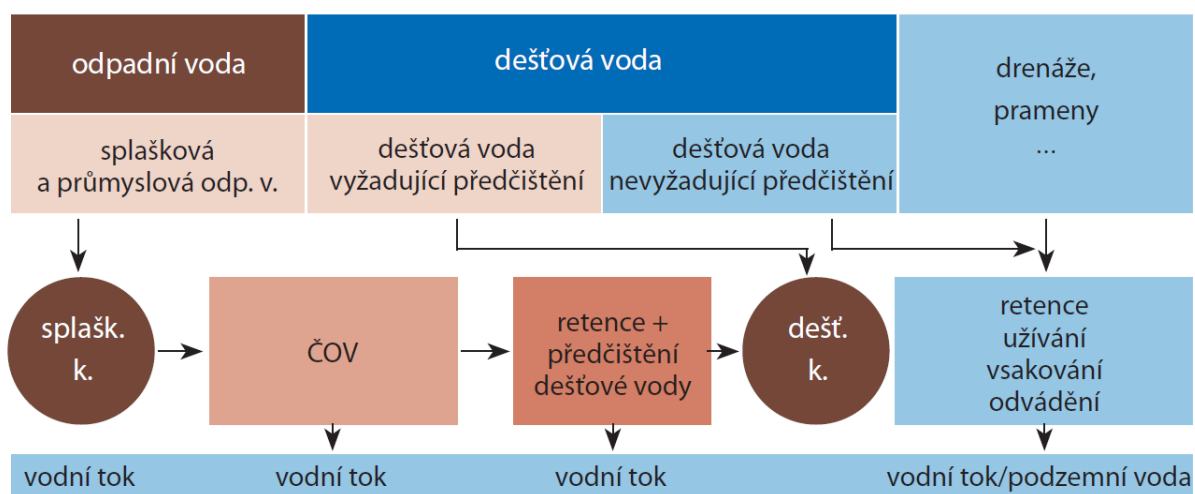
Obr.2-Oddílná kanalizace [7]

2.2.3 Soustava modifikovaná

Vzhledem k tomu, že soustavy jednotné a oddílné stále vykazují velké množství nedostatků, začíná se v poslední době přiklánět k soustavám modifikovaným. Ty kombinují soustavy jednotné a oddílné nebo modifikují oddílné soustavy. V případě kombinace jednotné a oddílné je většina území odkanalizována pomocí jednotné soustavy a jen některé části soustavou oddílnou viz. obrázek 3. V případě modifikace oddílné mluvíme o tzv. polooddílné soustavě. Ta rozlišuje znečištěné a neznečištěné srážkové vody a jinak s nimi zachází. Zatímco neznečištěné jsou odváděny přímo do recipientu, znečištěné tečou společně se splaškovými vodami na ČOV, což lze vidět na obrázku 4. Návrh modifikované soustavy je podmíněn několika faktory, a sice morfologické, hydrologické, urbanistické, provozní a technicko-ekonomické, které ovlivňují tvorbu ekonomicko-technického rozboru. [11]



Obr.3-Kombinovaná jednotná kanalizace [7]



Obr.4-Kombinovaná oddílná kanalizace [7]

2.3 TRADIČNÍ ODVÁDĚNÍ ODPADNÍ VODY

Gravitační odvádění odpadní vody je bezesporu nejpoužívanější způsob odkanalizování u nás. Za pomoci jednoduchých gravitačních zákonů dochází k transportu odpadní vody pomocí jednotných či oddílných stokových soustav. V maximální míře je využíváno proudění o volné hladině, pokud je to nezbytné (např. shybky, čerpací stanice), přechází se na proudění tlakové. Tradičním způsobem odvádíme odpadní vody splaškové, průmyslové i dešťové. [8]

Pro návrh používáme jako základní dokument ČSN 75 6101 Stokové sítě a kanalizační přípojky.

2.3.1 Návrh gravitační stokové sítě

Zřídka kdy se naskytne při návrhu možnost neumíst'ovat stokovou síť do komunikace. Většinou s tím ale musíme při návrhu počítat. Jednotnou stoku umíst'ujeme do osy komunikace, u oddílné splaškovou mimo osu a dešť'ovou do osy. Minimální hloubka krytí, do které stoky umíst'ujeme je 1 m (1,8 m pod vozovkou). Maximální hloubka není stanovena, doporučuje se hodnota 6 m, kterou leckdy nelze dodržet, chceme-li odkanalizovat veškeré podzemní prostory. Návrh stokové sítě by měl obsahovat výpočet unášecích sil, které, jsou-li dodrženy, zabraňují zanášení stok (3 Pa, resp. 4 Pa pro plasty). Zároveň však sklon stok nesmí napomáhat vzniku velkých průtočných rychlostí. Maximální průtočná rychlost může být 5 m/s. Některé materiály však nám umožňují navrhnout síť i na rychlosti vyšší. V objektech a stokách z kameniny, litiny, sklolaminátu, čediče, PVC, stoky zděné je povolená rychlost až 10 m/s. Naopak betonové a železobetonové stoky umožňují rychlost 3 m/s. Minimální povolená světlost potrubí je DN 300 u stok železobetonových a betonových, u stok plastových stačí DN 250. Nejčastěji využívaným materiálem pro stavbu gravitačních stokových systémů jsou beton, železobeton, kamenina, sklolaminát, plasty, čedič, litina aj. Doporučuje se používat základní tvary, tedy kruhový, vejčitý nebo tlamový. Před uvedením do provozu je nutné provést zkoušky vodotěsnosti. [4]

2.3.2 Objekty gravitační stokové sítě

Na gravitační stokové sítě se vyskytuje celá řada objektů, které zajišťují bezpečné odvedení odpadní vody. Vyrábějí se z různých materiálů (např. beton, železobeton, plast, ocel). Jako dostatečný průměr se považuje u kruhových vstupů 600 mm, výjimečně se v praxi setkáváme i se vstupy čtvercovými s rozměry 600x600 mm. Vstupy by měli být navrženy v komunikaci

5mm pod vozovkou a nesmí vyčnívat. Naopak v intravilánu vyčnívají 100 mm a v extravilánu 300-500 mm nad terénem. [4]

Vstupní šachty

Vstupní šachty se navrhují po maximálně 60 m u neprůlezných a průlezných stok, u průchozích po 100 m a více. Umísťují se tam, kde stoka mění směr, sklon, dimenzi, dále na koncích stok a pro spojení dvou a více stok. [4]

Spojné šachty a komory

Pokud se v návrhu řeší soutok dvou a více stok, počítá se s umístěním spojných šachet v případě spojování do DN 400 nebo spojných komor u stok od průměru DN 500. Opačnou funkci splňují rozdělovací komory. [4]

Spadiště

V případě, že je zapotřebí překonat příliš velké sklony terénu, navrhuje se ve stokové síti spadiště, které pomocí výškového stupně zajistí nepřekračování maximální rychlosti ve stokách. Při návrhu navrhujeme takový sklon mezi spadišti, aby docházelo k mezní rychlosti pro daný materiál. Všechny části spadiště, které jsou vystaveny účinkům proudu vody, musí být opatřeny odolným a pevným materiálem (např. čedič). Maximální povolená výška spadiště DN 250-400 je 4 m, pro DN 450-600 3 m. [6]

Skluz

Další variantou pro řešení stok s velkými sklony je skluz. Ve skluzu se obvykle pohybuje průtočná rychlost mezi 5-10 m/s. Na konci skluzu je vybudován objekt, který utlumí kinetickou energii odpadní vody a odstraní z vody přebytečný vzduch. Skluz musí také být opatřen odolným a pevným materiálem (např. čedič). [6]

Dešťové vpusti a lapáky splavenin

Dešťové vpusti umístíme do komunikací, chodníků nebo jiných zpevněných. Pomáhají nám svádět dešťovou vodu do kanalizačních systémů. Dělí se na vpusti uliční, chodníkové a horské. Lapáky splavenin osazujeme v místech, kde dešťová voda z extravilánu natéká přes otevřené příkopy do stokového systému. Zachytí veškeré velké nečistoty, které by v případě vniknutí do systému, mohli způsobovat problémy. [4]

Vyústí

Objekt sloužící k vypouštění odpadních vod. Správné umístění vyústí napomáhá správnému promíchání odpadních vod s vodotečí. Důležitá je vybudování ochrany proti zpětnému vzduť. [6]

Proplachovací objekty

Nedostatečné sklony mohou způsobit zanášení stok. K odstranění sedimentů a jiných zachycených látek slouží proplachovací šachty a komory. Součástí šachty je stavítko, které se při čištění stoky zastaví, dojde k nastoupaní odpadní vody, která spláchne splaveniny. V případě nedostatečných průtoků odpadní vody dochází k návrhu proplachovacích komor, které se umisťují v horních částech stok. Jako proplachovací médium slouží voda z vodovodu nebo recipientu. [4]

Shybka

Díky shybce dochází k transportu odpadní vody pod překážkami (vodoteč, metro, kolektor ad.). Z hlediska hydrauliky dělíme shybky na úplné a neúplné, podle počtu ramen na jednoramenné a víceramenné. [6]

Odlehčovací komory

Kritickým místem jednotné soustavy jsou odlehčovací komory. Dochází zde k rozdělení průtoku, část pokračuje na ČOV a část je odlehčena do recipientu. Průtok na ČOV se počítá pomocí ředícího poměru. Čím nižší číslo, tím vyšší se kladou hygienické požadavky na daný objekt. [4]

Odlehčovací komory dělíme na:

- odlehčovací komory s přepadem bez regulace odtoku s přepadem přímým, jednostranným bočním nebo oboustranným bočním;
- odlehčovací komory se škrťací tratí s přepadem;
- odlehčovací komory s přepadajícím paprskem (štěrbinové);
- odlehčovací komory s horizontální dělicí stěnou (etážové);
- ostatní. [4]

Kanalizační přípojky

Každá nemovitost by měla mít jednu kanalizační přípojku. Kanalizační přípojka je navrhována v nejmenší jmenovité světlosti DN 150, při níž musíme dodržet sklon 2 %, při využití kanalizační přípojky s DN 200 stačí sklon 1 %. Na stoky se přípojky napojují pod úhlem 45 ° až 90 °.[4]

Další objekty

- regulátory průtoku (plovákové, štítové oddělovače, zpětné klapky);
- akumulární objekty (retenční objekty, dešťové nádrže);
- separační objekty (vířivé, vírové, obloukové);
- čerpací stanice. [4]

2.4 ALTERNATIVNÍ ODVÁDĚNÍ ODPADNÍ VODY

V některých lokalitách naší země je téměř nerealizovatelné postavit gravitační systémy. Proto se u nás začalo využívat alternativních systémů, které problémy spjaté především s morfologií terénu řeší. Jedná se ve většině případů o odkanalizování menších obcí s rozptýlenou zástavbou. Alternativní způsob odvádění vod přináší hospodárné a především proveditelné řešení. Musí se ovšem vzít v úvahu jeho vliv na následné čištění odpadních vod na ČOV. [9]

Dělíme je na kanalizační systémy:

- tlakové;
- podtlakové;
- pneumatické;
- maloprofilové – viz. třetí část bakalářské práce. [9]

Při posuzování, zda použít alternativní způsoby odkanalizování, je třeba zvážit i nevýhody těchto systémů, kterými jsou zejména:

- energetická i technická náročnost;
- dlouhodobé provozní náklady;
- kvalifikovaná obsluha;

- neodvádí dešťové vody;
- u podtlakových systémů neukázněnost producentů;
- poruchovost a malá životnost;
- malé využití alternativních systémů v ČR.

Za určitých okolností je nevyhnutelné použití alternativních systémů. Mezi takové okolnosti patří např.:

- morfologie terénu;
- rozptýlená zástavba, terasovitá zástavba, široké ulice;
- prostorová koordinace inženýrských sítí;
- geologie a hydrogeologie území;
- možnosti využití bezvýkopových technologií;
- několik povodí s jedinou ČOV. [7]

2.4.1 Tlakové kanalizační systémy

Gravitační systémy s úseky přečerpávanými pomocí čerpacích stanic či čerpané gravitační přípojky jsou používány ve stokování dlouhodobě. Avšak první celoplošné tlakové odkanalizování bylo navrženo v Německu až v 60. letech. Nyní se s tlakovými kanalizacemi můžeme setkat např. v Maďarsku, USA, Německu (ukázka tlakového systému na obrázku 5) Kanadě, na Slovenku a samozřejmě i u nás. [8]

Tlakové kanalizační systémy se u nás s úspěchem několik let využívají a staly se nejčastější alternativou k systémům gravitačním. Investiční náklady jsou nízké, provozní naopak vysoké. Velkou výhodou je možnost využít protlačení. Tlakově jsou odkanalizovány ploché či mírně zvlněná území do maximálně 15 000 obyvatel. Tlaková kanalizace byla např. v Austrálii použita v kombinaci s maloprofilovou kanalizací a spolehlivě funguje. [7]

Tlakové kanalizační systémy fungují díky přetlaku, který se pohybuje v hodnotách 20-50 m.v.sl. Přetlak je vytvářen pomocí domovních čerpacích jímek, do kterých je odpadní voda přiváděna gravitačně. DČJ jsou zpravidla umístovány na pozemek vlastníka. Blíže popsána je DČJ v kapitole 3.2.6 a 3.5.5 pod názvem čerpací stanice. [8]

Navrhuje se podle ČSN EN 1671 Venkovní tlakové systémy stokových sítí.



Obr.5-Ukázka tlakového systému – LKT-VARIO (Německo) [24]

Systémy tlakové kanalizace

SMP (systém mechanického předčištění)

Systém mechanického předčištění je závislý na spolupráci s producentem, u něhož dochází k eliminaci pevných částic, které by čerpadlem nebo potrubím neprošly. Tuhé částice jsou zachytávány v septiku nebo na česlích takovým způsobem, aby nezpůsobily jiné komplikace v síti. Jako čerpací technika jsou využívány čerpadla kalová odstředivá nebo odstředivá. Systém je ekonomicky výhodný, pokud použijeme septiky jako mechanické předčištění. Se septiky souvisí však i hlavní nevýhoda, kterou je nárůst amoniakálního dusíku v septicích. Další komplikace, se kterými se můžeme u SMP setkat, je zápach splašků nebo náročné zneškodňování primárního kalu a tuhých látek z DČJ. [7]

Mělnicí systém

V mělnicím systému jsou rozemílány tuhé částice odpadní vody pomocí řezacího zařízení, které je umístěné před nebo v hrdle čerpadla a je poháněno hřídelí z rotoru čerpadla. Oproti SMP je značná prostorová úspora v DČJ a menší rozsah anaerobních procesů ve splaškách. V případě použití mělnicích systémů musíme počítat s většími hodnotami BSK na ČOV. [9]

Objekty tlakové kanalizace

Tlaková kanalizace se skládá z těchto objektů:

- vnitřní kanalizace a gravitační přípojka;
- DČJ-domovní čerpací jímka;
- výtlak do sběrného tlakového potrubí;
- sběrný kanalizační řad. [8]

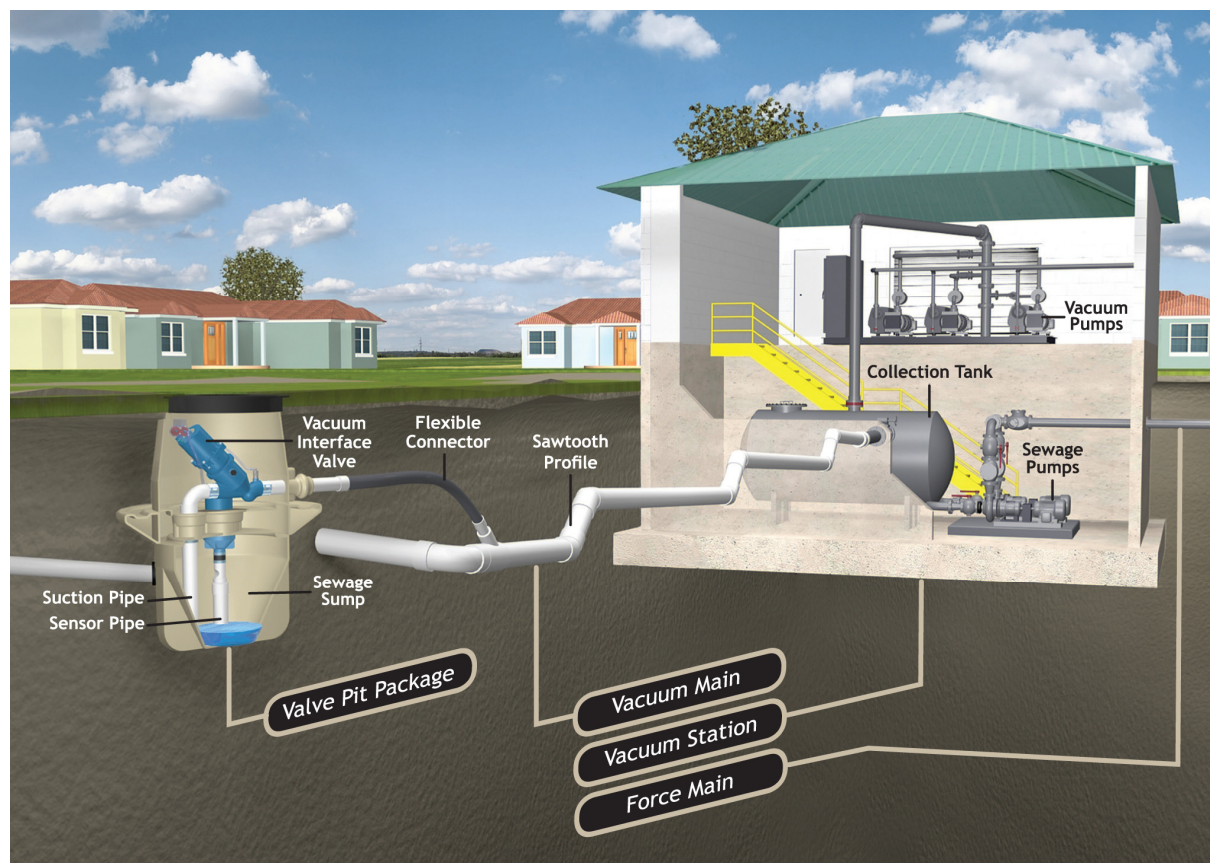
V případě potřeby využíváme i tyto objekty:

- zvyšovací čerpací stanice;
- vzdušníky, kalníky, čistící kusy ad.;
- stanice tlakového vzduchu. [8]

Topologie tlakových sítí je především okružové nebo větvené. Využívá se celé řady materiálů, PVC, HDPE, ocel, sklolaminát i litina, avšak se speciálním požadavky na odolnost proti agresivitě odpadní vody. Minimální dimenze užívaná v praxi je DN 80, u mělnících systémů ale i DN 50. Ukládá se do nezamrzé hloubky, tedy přibližně 1,2 m, a pokud je to možné, tak umísťujeme stoky do travnatých pásů nebo chodníků. Tlakové potrubí je navrženo tak, aby kopírovalo terén. Při navrhování se snažíme o co nejmenší počet výškových a směrových lomů. Minimální rychlost, která by měla být v tlakových systémech dosažena 0,7 m/s. Aby tlakové systémy spolehlivě fungovaly, umísťujeme zhruba 300 m od sebe vzdušníky, kalníky nebo proplachovací objekty. [6]

2.4.2 Podtlakové kanalizační systémy

První zmínky o podtlakové kanalizaci vedou do Nizozemska v 19 stol., a sice k kap. Liurnerovi. Po prvotních úspěšných i neúspěšných experimentech se postupně začaly objevovat podtlakové systémy ve Švédsku, Německu a na konci 20 století i u nás. V současné době funguje na mezinárodním trhu několik firem, které podtlakové systémy nabízejí (např. Schluff, Evac, Iseki, Roediger-Roovac, Airvac). Obrázek 6 vyobrazuje podtlakový kanalizační systém firmy Airvac. [10]



Obr.6-Ukázka podtlakového systému – AIRVAC (USA); (Valve Pit Package – sběrná šachta se sacím ventilem, Vacuum Main – podtlaková stoka, Vacuum Station – podtlaková stanice, Force Main – stoka vedoucí k ČOV) [25]

Trubní rychlost v podtlakových systémech se pohybuje okolo 6-8 m/s. Odpadní vody je odváděna jako směs kapek ve směru většího podtlaku. Základním prvkem těchto systémů je podtlaková stanice, kde dochází k vytváření podtlaku ve sběrné tlakové nádobě pomocí vakuových čerpadel. Hodnoty podtlaku se pohybují od 60 do 70 kPa, který je udržován v tlakové nádobě. Ta slouží jako zásobník, do kterého jsou nasávány splašky při otevření sacího ventilu ve sběrné šachtě. [7]

Základním dokumentem k návrhu podtlakové kanalizace je ČSN EN 1091 Venkovní podtlakové systémy stokových sítí.

Objekty podtlakové kanalizace

Podtlaková kanalizace se skládá z těchto objektů:

- A. domovní přípojka - skládá ze tří částí (gravitační část přípojky, sběrná šachta se sacím ventilem, podtlaková kanalizační přípojka). Nejprve přes vnitřní kanalizaci a gravitační část přípojky nateče odpadní voda do sběrné šachty se sacím ventilem. Z té je odpadní voda odváděna podtlakovou kanalizační přípojkou dále do kanalizačního systému;
- B. podtlaková stoka;
- C. podtlaková stanice.

Z podtlakové stanice se odpadní voda čerpá dále na ČOV. [10]

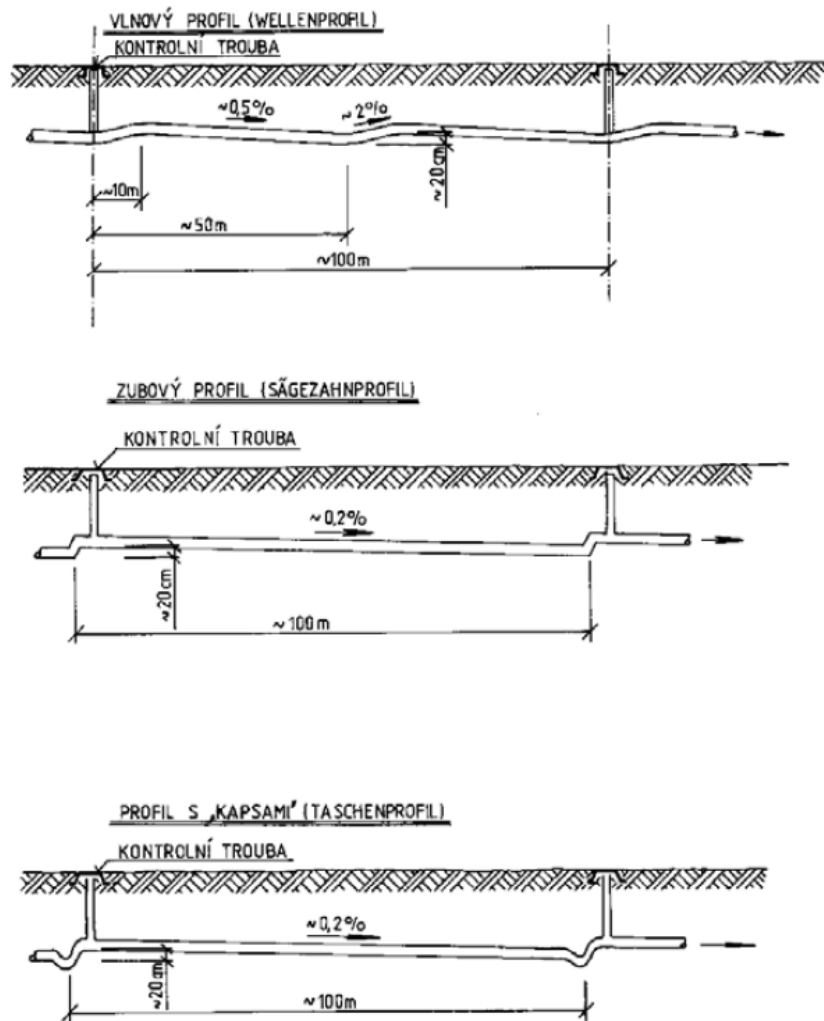
Domovní přípojka

Odpadní voda gravitačně nateče do sběrné šachty. Takto je možné odkanalizovat až čtyři rodinné domy dohromady nebo zařízení občanské vybavenosti. Celkově je takhle možné odkanalizovat až 100 obyvatel. U takových přípojek a přípojek napojených na větší počet obyvatel je nutné nainstalovat výkonnější ventilové šachty s přídatnou nárazníkovou akumulací nádrží. Pokud není dosaženo dostatečného zásobního objemu, je nutné osadit na trase akumulací šachtici. Ve sběrné šachtě je akumulována odpadní voda. Skládá se ze dvou základních částí: sběrné jímky a sacího ventilu ve ventilové šachtě, které jsou většinou od sebe konstrukčně odděleny s ohledem na dostupnost pro údržbu. Jako materiál se nejčastěji využívá plast. Ze sběrné šachty dále odpadní voda pokračuje podtlakovou částí kanalizační přípojky do podtlakové stoky. Podtlaková část kanalizační přípojky nesmí přesáhnout 15 m, jako ideální sklon se jeví 0,2 % v DN 65 až DN 80. [7] [9]

Podtlaková stoka

Topologie podtlakových potrubí je nejčastěji větvená. Trubní systémy se pohybují v průměrech od DN 65 do DN 180, s minimálním jmenovitým tlakem PN 10. Nejčastěji využívaným materiálem je PVC a PE. [7] Stoky se ukládají do nezámrazné hloubky ve třech profilech (viz. obrázek 7) podle *DWA-A116-1*:

- vlnový - potrubí je ohýbáno;
- zubový - využití 45° tvarovek (od DN 100);
- s kapsami - U tvarovka+45° stoupání (do DN 100). [10]



Obr.7-Podélný profil podtlakové kanalizace (odshora vlnový, zubový, s kapsami) [7]

Podtlaková stanice

Jedna centralizovaná podtlaková stanice dokáže odkanalizovat až 600 domovních přípojek. Ve stanici jsou umístěny vývěvy, které vytváří podtlak v síti. Odpadní voda je akumulována v podtlakových nádobách a dále přečerpávána pomocí kalových čerpadel na ČOV. Na stanici nesmí chybět záložní zdroj elektrické energie, protože bez elektrické energie není schopna síť fungovat. [9]

Základní požadavky

Vodotěsnost systému je zajištěna pomocí těsnostních zkoušek provedených před uvedením do provozu. Zkouška se provádí v oddělených 200 m úsecích, kde nesmí klesnout podtlak o víc jak 10 % za hodinu. Výskyt plynu v systému je detekován na výdechu z vývěv. U celého systému je třeba klást důraz na údržbu a kontrolu systému. Strašákem pro podtlakové systémy jsou výpadky elektrické energie, kdy má systém setrvačnost 2-6 hodin, a pak je případně připojen na náhradní zdroj energie. [7]

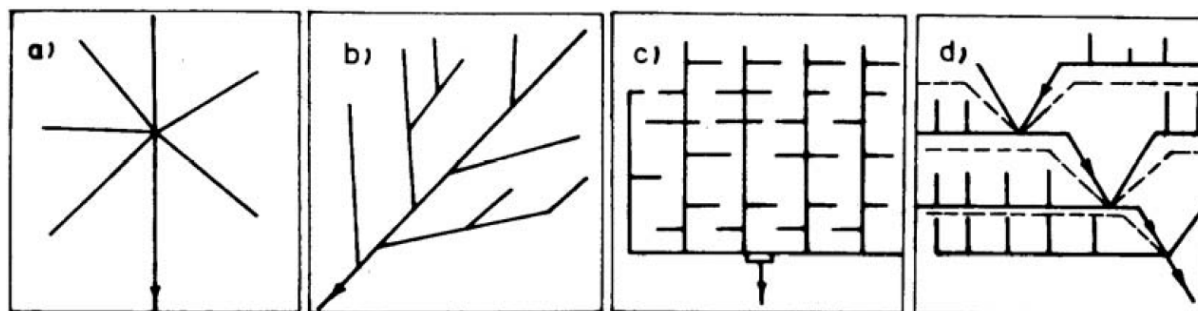
2.4.3 Pneumatické kanalizační systémy

Výhoda toho systému je transport splašků do velkých vzdáleností pomocí tlakového vzduchu. Hodí se pro malá sídla se společnou ČOV. Vhodný je i pro velmi znečištěnou odpadní vodu. Hlavní výhodou pneumatických systémů je, že odpadní voda se nedostává do kontaktu s technikou. Na potrubí se nemusí osazovat vzdušníky a kalníky. Potrubí je uloženo v nezámrazné hloubce a kopíruje terén. Vzduch v potrubí nejen tlumí rázy, ale zabraňuje vzniku nežádoucích anaerobních procesů ve splaškách. [6]

2.5 DRUHY USPOŘÁDÁNÍ STOKOVÝCH SOUSTAV

Snahou uspořádání je bezpečně a za co nejmenších nákladů odvést odpadní vody do nejnižšího místa území, kde se většinou nachází ČOV. Druh uspořádání pak záleží především na morfologii území, na druhu zástavby a umístění vodoteče. Při návrhu se nesmí zapomenout na dodržení dostatečných sklonů, aby nedocházelo k zanášení, nebo naopak překračování povolených sklonů a s tím spojené překračování maximálních rychlostí ve stokách. [11]

V praxi využíváme 4 druhy uspořádání stokových soustav vyobrazené na obrázku 8, nebo jejich kombinace:



Obr.8-Druhy uspořádání stokových soustav [4]

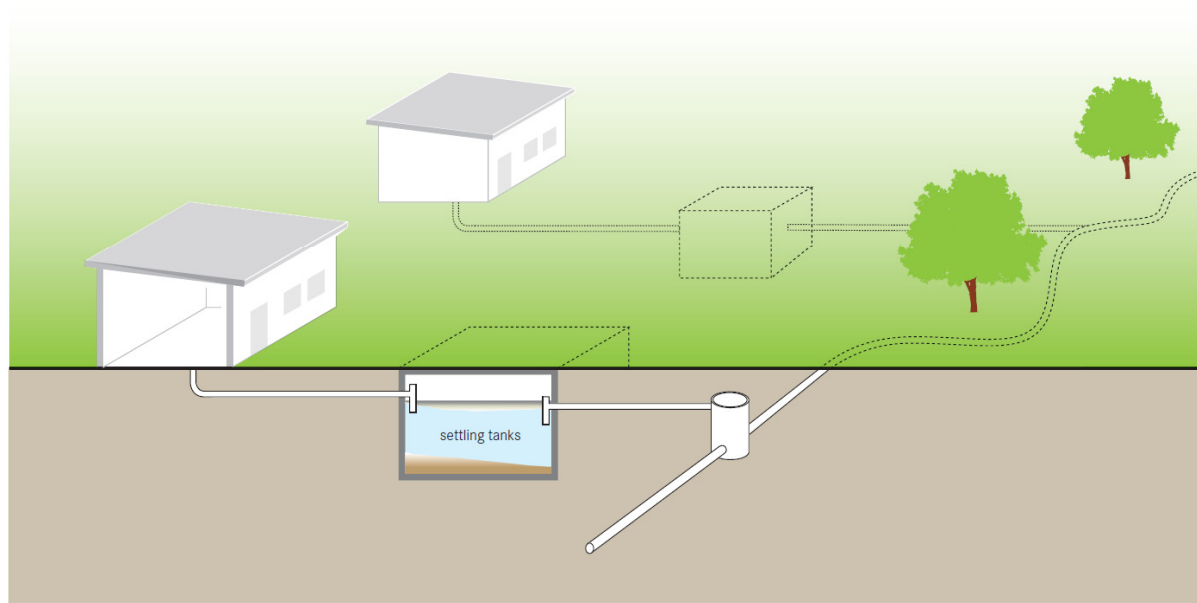
- a) radiální - používá se především v kotlinách, kde jsou všechny stoky gravitačně nebo čerpáním paprskovitě odvedeny do nejnižšího místa kotliny;
- b) větvený- tento druh systému se hodí především do členitých území, stoky jsou trasovány v co nejkratší délce a nejvýhodnějším sklonu k ČOV;
- c) úchytný - pokud se na území nachází dlouhá táhlá území, využijeme systémy úchytné. Úchytná stoka je zpravidla umístěna v blízkosti vodoteče a kopíruje jeho sklon. Sběrače s uličními stokami ústí do úchytných stok. U takových systému se často využívá odlehčovacích komor, kterou snížíme náklady, které bychom jinak vynaložili na zvětšení dimenzí úchytných stok;
- d) pásmový - tam, kde jsou stokové soustavy rozděleny do několika výškových pásem, uplatňujeme pásmové systémy. Jednotlivá pásma mohou být systémy radiální, větvené nebo úchytné. Nejčastěji se setkáváme s rozdělením do tří pásem, kde nejvyšší pásmo je odvodňováno gravitačně, střední střídavě gravitačně a přečerpáváním a nejnižší pásmo neustálým přečerpáváním. [11]

3 MALOPROFILOVÁ KANALIZACE

Ve druhé části práce bude popsán samotný systém maloprofilové kanalizace, jakým způsobem se navrhuje, konstruuje, provozuje a udržuje.

3.1 POPIS MALOPROFILOVÉ KANALIZACE

Jedná se o systém, který zachytí většinu tuhých nečistot (štěrk, tuky ad.) v septiku, což je názorně vidět na obrázku 9. Do samotného řadu se poté z přípojek dostane pouze kapalná část odpadní vody. Tuhé částice zachycené v septiku musí být pravidelně čištěny, neboť můžou způsobit problémy v systému. Maloprofilová kanalizace je levná varianta, která je vhodná především pro oblasti, kde ostatní systémy nelze stavět nebo vycházejí velmi draze. [13]



Obr.9-Maloprofilová kanalizace [19]

V angličtině se pro maloprofilovou kanalizaci používá několik výrazů (Small-bore gravity sewer, Small-diameter gravity sewer, Settled sewerage, Solids-free sewerage ad.). V souvislosti s maloprofilovou kanalizací můžeme narazit i na výraz Simplified sewerage. Jedná se o systém, který je velmi podobný, avšak s jedním důležitým rozdílem. Dochází totiž k transportu tuhých částic.

V Austrálii vzniklo několik modifikací maloprofilové kanalizace, pro které se využívá jednotný výraz Settled sewerage. V praxi se užívají především tyto tři modifikace:

- STEDS(Septic Tank Effluent Disposal Scheme)
 - konstantní spád, využívá gravitace;
- SDGS (Small Diameter Gravity Sewer)
 - nekonstantní spád, využívá gravitace;
- STEPS(Septic Tank Effluent Pump Scheme)
 - systém odvozený z SDGS a STEDS. Využívá čerpadla k pohánění kapalin. [15]

Mara ve své práci zmiňuje 4 základní výhody maloprofilové kanalizace:

- snížené nároky na vodu
 - v septiku jsou odstraněny tuhé částice, není tedy potřeba velkého množství vody k jejich transportu. Díky tomu, na rozdíl od gravitačního systému, nedochází k ucpávání potrubí a to především v oblastech se sníženou spotřebou vody;
- menší výkopové práce
 - díky tomu, že jsou odstraněny tuhé částice, nemusíme dimenzovat řad na minimální unášecí rychlost. Řady se neukládají do velkých hloubek, nýbrž takřka kopírují terén;
- menší výdaje za materiál
 - maximální hodinové potřeby jsou u maloprofilové kanalizace mnohem menší, protože septiky fungují částečně jako vyrovnávací nádrže. Proto se používají mnohem menší profily a čerpadla jsou jednodušší a levnější. Velké betonové šachty jsou nahrazené menšími šachtíčkami sloužícími k proplachu stoky. Mechanické čištění není žádoucí;
- menší nároky na čištění vody
 - na ČOV není zapotřebí 1. stupeň čištění, ke kterému dochází již v septiku. [12]

Hlavní nevýhody maloprofilové kanalizace:

- přípojka=septik
 - každý vlastník musí mít svůj vlastní septik, což značně navyšuje náklady na systém. Ač má septik poměrně malé rozměry, ne každý vlastník si může dovolit jeho umístění na pozemku;
- pravidelná údržba a provoz septiku
 - septik je potřeba pravidelně čistit. Pokud tak není učiněno, může docházet k transportu tuhých částic do systému a jeho ucpání;
- není vhodná pro oblasti s velkou hustotou obyvatel
 - s rostoucí hustotou obyvatel klesá výhodnost užití. [12]

3.2 ČÁSTI MALOPROFILOVÉ KANALIZACE

Každá maloprofilová kanalizace se skládá z přípojky, na kterou navazuje septik, ze septiku pokračuje přípojka do stoky a dále na ČOV. Systém může a nemusí obsahovat čerpadlo, a to v případě, že je potřeba překonat velké výškové rozdíly. Mára zavádí několik základních částí maloprofilové kanalizace. [12]

3.2.1 Přípojka

Přivádí a odvádí vodu ze septiku. Minimální dimenze přípojky se uvádí DN 100. V praxi již však byly úspěšně používány i DN 50. Za údržbu každé přípojky si ručí vlastník sám. [12]

3.2.2 Septik

Septik je postaven na pozemku vlastníka přípojky. Každý vlastník se stará o septik sám, tedy musí být pravidelně odkalován a majitel také musí odstranit plovoucí nečistoty z hladiny. Hlavní funkcí septiku je oddělení separovatelných látek z odpadní vody a jejich usazení. Odpadní voda se zde zdrží 12-24 hod., a pak pokračuje dále přípojkou do stoky. [12]

3.2.3 Stoka

Stejně jako u přípojek platí minimální dimenze DN 100, ovšem jsou již v praxi užívány DN 50. Stoka je zahloubena tak, aby bylo možné gravitačně podchytit všechny přípojky. Na rozdíl od gravitačních stok nejsou omezeny jednotným sklonem mezi šachtami. Pomocí

horizontálních kolínek se můžou vyhýbat snadno překážkám. U stoky se snažíme využít maximální energie, která pramení z rozdílu nadmořských výšek počátku a konce stoky, proto je možné využít negativní sklon, což není u gravitačních stok možné. [12]

3.2.4 Šachtičky

V případě maloprofilové kanalizace není žádoucí užívání šachet. Náklady na jejich zavedení do systému jsou vysoké a nejsou v případě maloprofilové kanalizace zapotřebí. Proto zpravidla jako jediný vstupní a kontrolní prvek v systému funguje šachtička. Ta také slouží jako proplachovací objekt. [12]

3.2.5 Větrací otvory

Je nutné zamezit vzniku plynových kapes v potrubí. Proto v nejvyšších částech potrubí budujeme přípojku či šachtičku s odvětráváním, a to především v případech negativního sklonu. [12]

3.2.6 Čerpací stanice

Pokud není možné gravitačně odvést odpadní vodu, je nutné použít čerpacích stanic, a to buď na přípojce za septikem, nebo na stoce. [12]

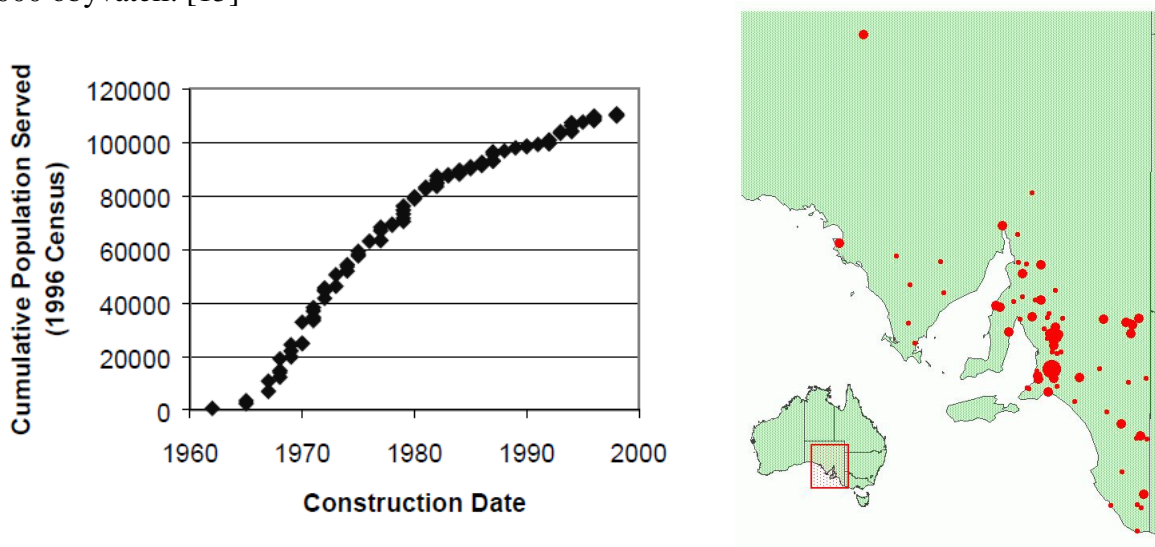
3.3 HISTORIE A VYUŽITÍ MALOPROFILOVÉ KANALIZACE

Maloprofilová kanalizace byla použita úspěšně již v několika zemích světa. Své kořeny má v 60. letech 20. století v afrických zemích, především pak v Zambii a Nigérii. První systémy trpěly nedostatky, docházelo k ucpávání potrubí, septiky byly poddimenzované a vlastníci je neodkalovali. Projektanti se poučili a systém se začal rozšiřovat do vyspělejších zemí, především pak do USA a Austrálie. Zatímco v USA do dnešního dne není systém příliš oblíbený, v Jižní Austrálii je odkanalizováno maloprofilově přes 10 % obyvatelstva. Do budoucna se počítá s rozšířením systému do Asie, především pak do Indie. [12]

3.3.1 Historie maloprofilové kanalizaci v jižní Austrálii

První systémy byly zavedeny v roce 1962. Předtím většina obyvatel pouštěla odpadní vodu přes septik na vsak. Tato metoda nebyla hygienicky ani esteticky vhodná, a tak byly navrženy maloprofilové stoky do oxidačních lagun, s čímž se počítalo jako s dočasným řešením, po

kterém bude následovat kompletní odkanalizování a vyčištění odpadní vody. Maloprofilové systémy se ale natolik osvědčily, že byly zachovány a rozvíjeny pro většinu obyvatel Jižní Austrálie. Oxidační laguny byly později nahrazeny ČOV. K roku 2000 bylo maloprofilově odkanalizováno přes 110 000 obyvatel jižní Austrálie, což je vidět na obrázcích 10 a 11. Největší město, které je takovým způsobem odkanalizováno, je Mount Barker s více než 10 000 obyvateli. [15]



Obr.10,11-Graf nárůstu počtu obyvatel využívajících maloprofilovou kanalizaci a mapa Jižní Austrálie s přehledem míst s fungující maloprofilovou kanalizací [18]

3.4 VYUŽITÍ MALOPROFILOVÉ KANALIZACE V ČR

Maloprofilová kanalizace je řešení, které v České republice nikdy nebylo použito ani navrženo. Proto nelze s určitostí říct, jestli by takový systém v našich podmínkách úspěšně fungoval či ne.

Lze však odvodit, pro které oblasti by byla maloprofilová kanalizace nejvhodnější:

- oblasti s nízkou hustotou zalidnění a rozptýlenou zástavbou;
- kde je příliš nákladné stavět gravitační stoky;
- oblasti s vysokou hladinou podzemní vody nebo vysoko položeným nepropustným podložím;
- kde výkopové práce jsou příliš drahé;
- oblasti, kde většina obyvatelstva již vlastní septik;
- hlavní investice (septik) je již vyřešena;

- rovinaté oblasti;
- kde u gravitačních stok dochází k provádění až několikametrových výkopů, což v případě maloprofilové kanalizace není potřeba.

Kombinace několika těchto faktorů může v budoucnu hovořit pro vybudování maloprofilové kanalizace. Musíme vzít v úvahu i to, že maloprofilovou kanalizaci můžeme vybudovat v kombinaci s jinými systémy.

3.5 NÁVRH MALOPROFILOVÉ KANALIZACE

Návrh maloprofilové kanalizace byl proveden již v několika zemích. V této práci bude zpracován návrh maloprofilové kanalizace podle austrálského systému STEDS v kombinaci se systémem SDGS, které jsou s úspěšností používány.

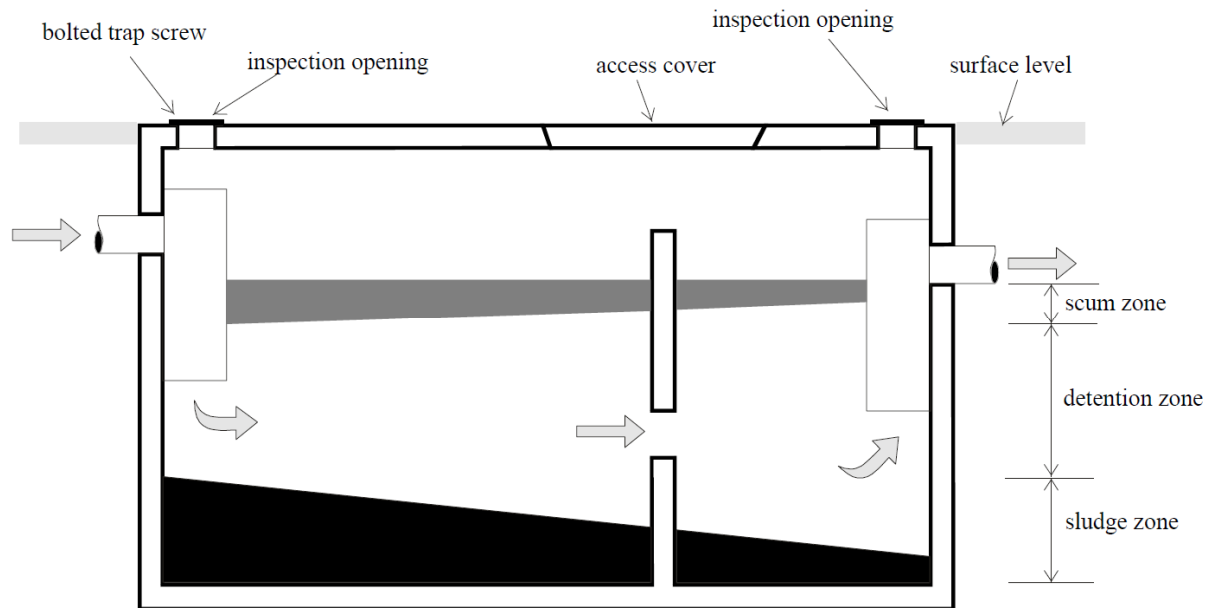
3.5.1 Septik

Septik má plnit 4 základní funkce, které probíhají ve 3 zónách (kalové, detenční a zóně plovoucích nečistot), jak je ukázáno na obrázku 12:

- sedimentace
 - vlivem gravitace tuhé látky v septiku klesají ke dnu. Septik musí být navržen tak, aby se usaditelné látky stihly v návrhovém čase usadit na dně a vytvořily kal a naopak látky jako tuky či ropné látky vystoupaly na hladinu a vytvořily povlak. Přepážky zabraňují vzniku zkratových proudů a rozvíření kalu či povlaku na hladině;
- akumulace
 - septik musí být navrhnout tak, aby nemuselo docházet k příliš častému odstranění akumulovaných látek. Musí být zajištěna bezpečná funkce po dobu minimálně 1 roku (ideálně 4 let);
- rozklad
 - díky anaerobním biologickým procesům, ke kterým dochází v důsledku delšího zdržení pevných látek v septiku, se rozkládá kal. Bakterie v nádrži spotřebují veškerý kyslík, který je rozpuštěn v odpadní vodě, zatímco se krmí organickými látkami.

Anaerobní bakterie zaútočí na komplexní organické sloučeniny, což má za důsledek vznik plynů (H_2 , CO_2 , CH_4 , H_2S nebo NH_3). Rozklad takovým způsobem může zapříčinit:

1. menší objem kalu
 - objem kalu může být zmenšen o 50-80 %, což vyžaduje menší potřebu vyvážení kalu;
 2. mixování
 - stoupající plynové bubliny z vločkového mraku jsou nosiči organismů, které se rozšíří v kapalném prostředí, ve kterém dojde k anaerobnímu rozkladu zbývajících koloidních a rozpustných pevných látek v kapalině;
 3. turbulence
 - stoupající bubliny však mohou také způsobovat turbulence, díky kterým se rozvíří kal a dojde k jeho integraci do stoky;
 4. nebezpečné plyny
 - toxické, anoxické či výbušné plyny vznikají v septiku;
- útlum průtoku
 - septik dokáže tlumit maximální průtoky a fungovat ve špičkách jako vyrovnávací nádrž. [12]



Obr.12-Zóny septiku (Austrálie), odspoda sludge zone-kalová zóna, detention zone-zdržovací zóna, scum zone-zóna plovoucích nečistot [16]

Kritéria návrhu septiku:

1. Australské vodoprávní úřady uvádějí minimální množství odpadní vody 150 l/os/den, což je v našich podmínkách a především v rozvojových zemích nemožné. Mara tedy uvádí spotřebu 80-120 l/os/den;
2. zpravidla by každý dům měl mít vlastní septik, ale v rozvojových v zemích či v některých případech je možno navrhnout i septik pro více domů zároveň;
3. upřednostňujeme obdelníkový tvar v poměru 2:1;
4. odkalování minimálně 1x za 4 roky; [16]
5. ideální doba zdržení odpadní vody v septiku je 12-24 hod., klidně však více. Tak zaručíme, že min. 60 až 70 % nerozpuštěných látek bude odstraněno a spolu s ním i 30 % BSK₅;[16]
6. septik musí být kvalitně ventilován a zároveň musí být zajištěný volný přístup;
7. vstup a výstup potrubí do šachty musí být vodotěsný, osazen přepážkami, které v případě vstupu zabrání vzniku zkratových proudů, utlumí kinetickou energii odpadní

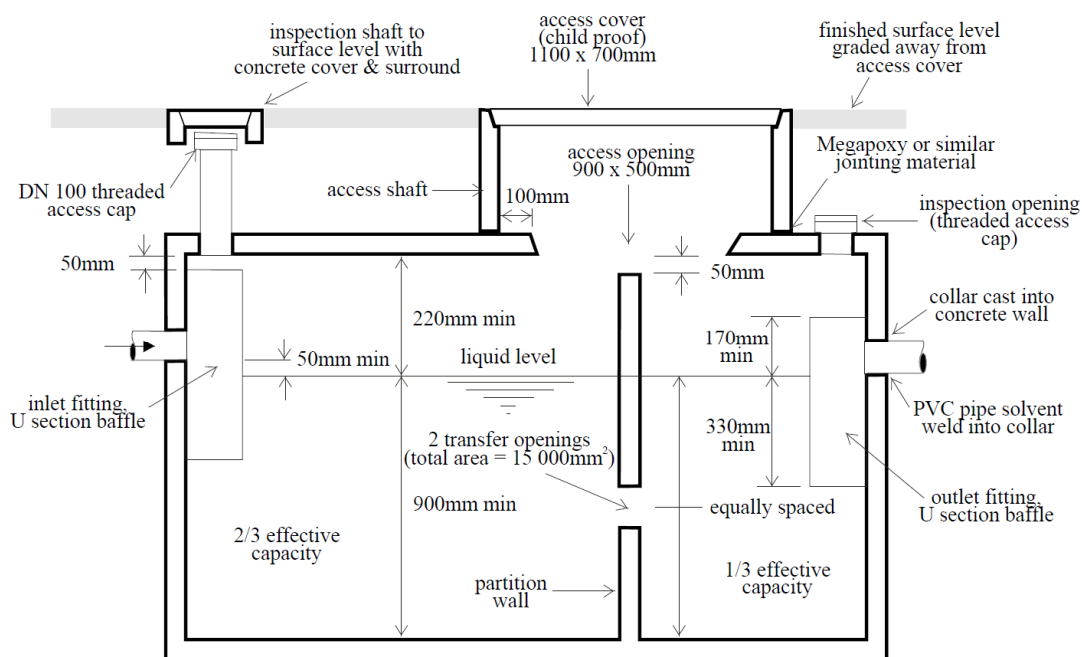
vody a smísí odpadní vodu s již biologicky aktivní kapalinou a kalem v nádrži. Výstupní přepážka musí být navržena tak, aby byla zachována vrstva plovoucích nečistot;

8. při návrhu nesmí být opomenuto zatížení od vody, půdy či automobilové dopravy. [13]

Látky, které se nesmí dostat do septiku:

- dešťová voda;
- zpětné proudy vody z bazénů, vířivek či změkčovačů vody;
- smíšený odpad;
- vložky, plasty, kusy oblečení;
- benzín nebo jiné hořlavé látky;
- deodoranty, dezinfekční, germicidní a antiseptický prostředky. [16]

V Austrálii se v praxi osvědčili septiky dvoukomorové viz. obrázek 13, lepší variantou jsou pak septiky tříkomorové.



Obr.13-Schéma dvoukomorového septiku [16]

3.5.2 Stoka

Všechny části gravitační stoky musí být navrženy tak, aby minimální rychlostí v ní při polovičním plnění byla 0,45 m/s. Stoka by měla být navrhována podle počtu obyvatel v odkanalizovaném území. V případě maloprofilové kanalizace musíme při návrhu zohlednit především rozdíly nadmořských výšek, na kterých celý systém závisí. Musí být dostatečně hluboká, mít dostatečný gradient i diametr, aby mohla přijmout odpadní vodu od každé přípojky. Návrh umístění, hloubky, materiálu aj. musí být proveden v takové míře, aby hydraulické ztráty v systému příliš neovlivňovali celkovou energii. Pokud nedokážeme dosáhnout potřebné energie jen s pomocí gravitací, využijeme čerpací stanice, s jejichž pomocí dokáže vytlačit odpadní vodu do potřebných energetických výšek. [17]

Dimenze

Je pravidlem, že minimální průměr trouby navrhujeme 100 mm. Pokud při průměru 100 mm proudí ve stoce více jak 60 % kapacity, měli bychom zvážit použití trouby větší, tedy 150 mm. Toto pravidlo užíváme i u stok větších. Co se týče návrhu dimenze, musí být stoka navržena tak, aby je byla schopna převést špičkové průtoky. Špičkový průtok na 1 obyvatele uvažujeme 0,00306 l/s. Při návrhu ovšem musíme počítat s balastními vodami (10 až 20m³/ha/den). [14]

Sklony

Minimální sklony jsou následující:

průměr 100 mm = 0,4 %

průměr 150 mm = 0,25 %

průměr 225 mm = 0,15 %

Takové spády nebereme jako standartní, ale jako extrémní, proto je využíváme pouze ve výjimečných případech. Posledních 30 metrů konců všech gravitačních stok musí mít minimální sklon 1 %.[17]

Hydraulický návrh

Na rozdíl od gravitačních stok, které jsou navrhovány pouze pro proudění o volné hladině, stoky maloprofilové mohou fungovat jak při proudění o volné hladině, tak v tlakovém režimu. Jedná se o situace, při nichž jsou úseky kanalizace zahlceny. Takové části stoky musí být precizně spočítány a postaveny. Jedná se totiž o jedny z kritických úseků stoky. Dalšími jsou

body, kde přechází tlakové proudění do proudění o volné hladině a konce dlouhých rovinatých úseků. Návrh musí zajistit, že v systému jako celku existuje spád, a že hydraulická niveleta nikdy nenastoupá do nadmořské výšky odtoku z nádrže. Manningův součinitel drsnosti se pro návrh pohybuje mezi hodnotami 0,008 a 0,013. [14]

Směrové vedení

Při trasování je třeba vzít v úvahu následující:

- místo septiku a jeho nadmořskou výšku;
- právní požadavky na cestách a věcná břemena;
- vertikální a horizontální vyrovnání;
- čerpací stanice;
- územní plánování;
- obnova území;
- zatížení provozem. [12]

V případě, že navrhujeme minimální sklony a stoka mění směr o více jak 45° , je třeba počítat s určitou kompenzací za ztráty třením v zatáčce. Pokud měníme směr mezi 45° a 135° , navrhujeme navýšení před kolenem o 0,015 m. V případě, že je úhel větší jak 135° je třeba uvažovat navýšení 0,030 m. Při gradientu větším jak 2 % není zapotřebí navýšení uvažovat. Změna směru o více jak 90° musí být provedena za pomoci více lomů. [17]

Krytí

Minimální krytí sítě v zahraničí se pohybuje v hodnotách nad 300 mm. Takové hodnoty jsou u nás kvůli nezámrzné hloubce nemožné, a proto můžeme počítat s minimální hodnotou 1000 mm ve volném terénu a 1200 mm pod komunikacemi. [14]

Ochranné pásmo

Minimální vzdálenost, které při návrhu maloprofilové kanalizace musíme zohlednit podle australských norem:

- 2,5m – od septiku, čerpacích stanic, vsakování;
- 3m – od budov, bazénů směrem dolů po svahu;
- 6m – od budov, bazénů směrem nahoru po svahu;

- 50m – od studní, přehrad, vrtů a vodních zdrojů. [16]

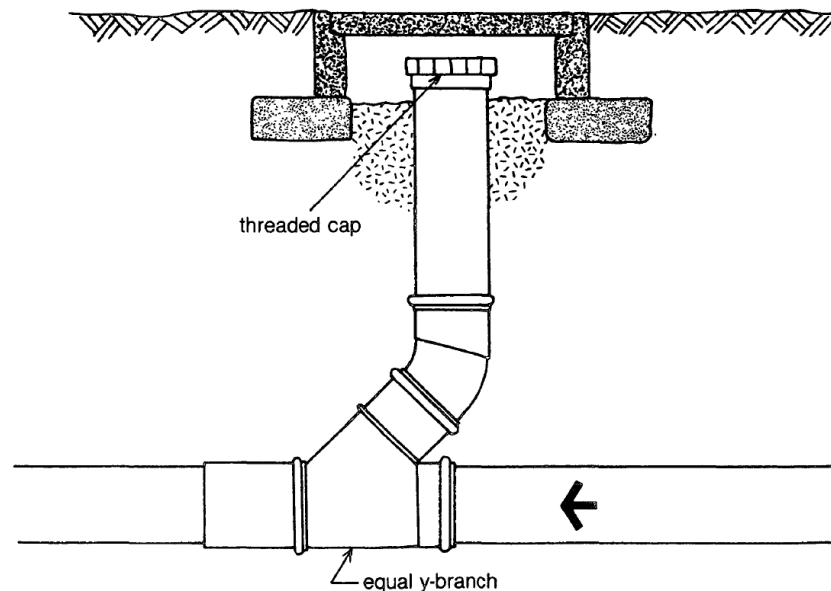
3.5.3 Šachtička

Šachtička neboli čistící kus (viz. obrázek 14) je hlavním prvkem, který nám zajišťuje čištění a údržbu systému. Propláchnutí zajišťuje, aby se v systému nepohybovalo velké množství akumulovaných organických tuhých látek. Zároveň je to jediný prvek, pomocí kterého můžeme zkontrolovat chod systému. Šachtička se v maloprofilových systémech používá na podobných místech jako šachta v gravitačním systému. [17]

Šachtičku umísťujeme:

- každých 120m (povoluje se však až 200m při dlouhých rovných úsecích);
- při změně profilu;
- při styku dvou a více stok;
- při změně směru o 15 ° a více;
- v místě napojení na gravitační stoku.

Šachtu jak ji známe z gravitačních stok, používáme pouze v případě, že slouží jako čerpací stanice nebo při styku dvou a více hlavních stok. [17]



Obr.14-Šachtička (čistící kus) [12]

3.5.4 Větrací otvory

Doporučuje se umisťovat větrací šachtičku na nejvyšší místo maloprofilové stoky. V případě, že dochází k úplnému zaplnění úseků, což zapříčiňuje tvorbu vzduchových kapes v úsecích s vyšší nadmořskou výškou. Takový problém nám může výrazně kapacitně omezit stoku. Proto i v takových místech navrhujeme větrací šachtičku či servisní přípojku. [12]

3.5.5 Čerpací stanice

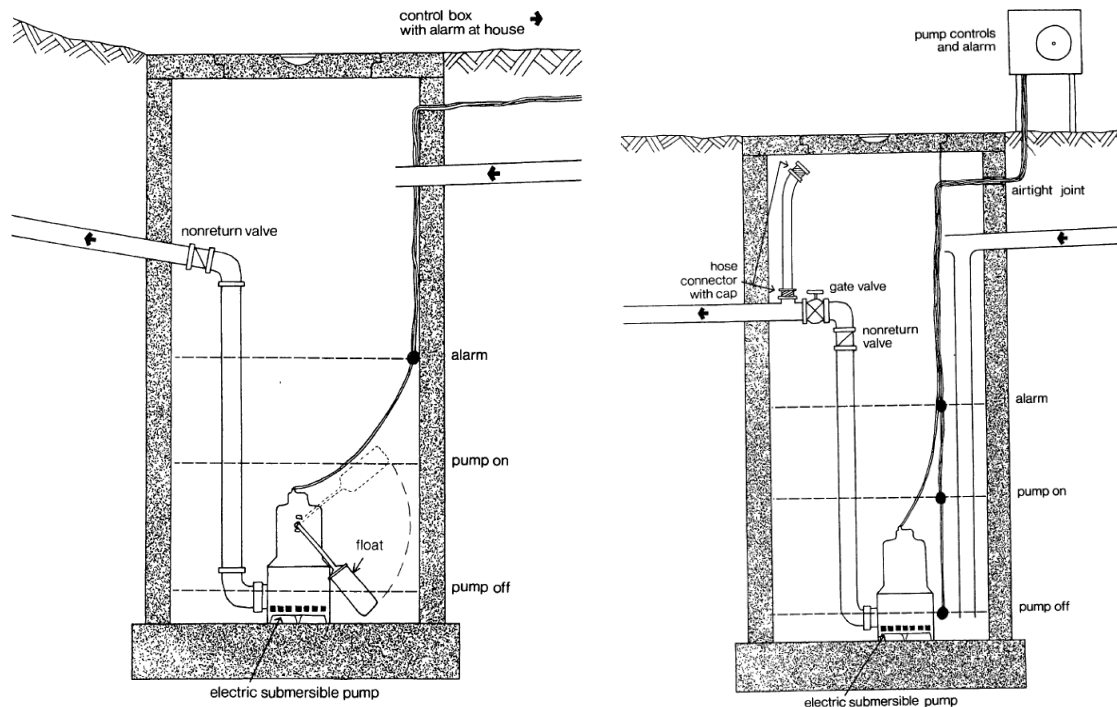
Čerpací stanice umisťujeme tam, kde nám nadmořská výška nepovoluje gravitační vedení stok. Jsou velmi podobné jako čerpací stanice u gravitačních stok, hlavním rozdílem je menší objem čerpaných odpadních vod. [14]

Každá čerpací stanice musí obsahovat minimálně dvě čerpadla. Jedno pracuje jako provozní, druhé jako rezervní. V žádném případě se nesmí stát, že budou pracovat dvě čerpadla zároveň. S úspěchem bývají v Austrálii používána čerpadla odstředivá a objemová dávkovací. [17]

Čerpací stanice na přípojkách musí často překonávat jen malou výtlačnou výšku a malé objemy odpadních vod. Proto se zde navrhuje protikorozi čerpadla, mnohdy pouze obyčejné čerpadla na vodu, protože odpadní voda v maloprofilové kanalizace neobsahuje žádné pevné částice. [12]

Čerpací stanice na stokách mohou být také navrhnuty jako čerpadla na vodu. Největším problémem čerpacích stanic na stokách bývá zápach a koroze. Jako protikorozi opatření se používá beton odolný proti agresivnímu prostředí a čerpadlo neobsahující prvky železa. Prevencí proti zápalu je dostatečné větrání. Při výpadku proudu či při haváriích lze využít násoskové čerpadlo, které můžeme vidět na obrázku 16, které přečerpá přes hadici veškeré odpadní vody. [12]

Na obrázku 15 lze vidět sice starší design, ale stále fungující model čerpací stanice na přípojce, napravo model čerpací stanice na stoce. Každá čerpací stanice musí fungovat v systému o třech hladinách. Dolní provozní (pump off), horní provozní (pump on) a maximální hladina (alarm) nám zajišťují bezpečný chod čerpací stanice. Maximální hladina se zpravidla nachází 15 až 20 cm nad hladinou horní provozní, v případě že je dosaženo této hladiny, sepne se alarmní spínač, který upozorní majitele přípojky případně provozovatele stokové sítě na poruchu. Spínání čerpadel musí být navrhnuto tak, aby čerpací stanice automaticky fungovala mezi dolní a horní provozní hladinou. [12]



Obr.15,16,-Čerpací stanice na přípojce vlevo, čerpací na stoce vpravo [12]

Kromě spínače na maximální hladinu by čerpací stanice měla dále obsahovat kontrolní systém, který bude hlídat:

- teplotu čerpadel
 - jestliže je výkon čerpadel větší než 4 kW, je nutné osadit motor 1000 ohmovým termistorem, který v případě přehřátí ochrání motor před zničením;
- příliš vysoký tlak
 - v případě využití objemových dávkovacích čerpadel je doporučeno použít tlakové spínače, které vypnou čerpadlo v případě, že překročí tlak stanovený výrobcem;
- vlhkost
 - všechny ponorné čerpadla musí obsahovat těsnící sondy, které v případě překročení doporučené vlhkosti vypnou čerpadlo;
- nedostatečný průtok
 - při návrhu objemových dávkovacích čerpadel s výtlakem s dimenzí větší než 80mm musí čerpadlo obsahovat čidlo, které se aktivuje v případě nedostatečných průtoků pomocí zpětného ventilu. Pokud je to však možné, je nejlepší, když čerpadlo pracuje

jen v případě, že regulátor průtoků zajistí, že hladina v čerpací jímce neklesne pod úroveň sací schopnosti čerpadla;

- chod čerpadel
 - pokud je to možné, je ekonomicky výhodné navrhnout na čerpadle frekvenční měnič či soft starter, které zajistí plynulejší chod čerpadla. [17]

Čerpadla by neměla být spouštěna víckrát jak 15x za hodinu. Čerpací jímka proto musí být navržena na adekvátní objem, který zajistí nepřekročení počtu sepnutí. Zároveň musí být splněna podmínka dostatečné kapacity jímky, aby došlo k pokrytí 50 % denního průtoku v případě výpadků proudu nebo jiných poruch sítě. Dále musí maximální hladina ležet pod nejnižším přítokem, aby nedošlo k jeho zahlcení. Co se týče návrhu stokové sítě u systému využívajících čerpání, počítáme s hodnotou $c=125$ podle Hazen-Williamse nebo počítáme s nárůstem ztrát o 20 % v důsledku biologického růstu, inkrustace ad. [17]

3.6 MATERIÁLY MALOPROFILOVÉ KANALIZACE

V případě maloprofilové kanalizace mluvíme především o plastech, které díky dobré ceně, rezistenci vůči korozi, flexibilitě, delších pokládacích úsecích najdou uplatnění v téměř veškerém vybavení sítě.

3.6.1 Septik

U septiků můžeme použít jak korozivzdorný beton, tak i cihly a plast. Plastové septiky se v praxi zvláště osvědčili, proto je jejich užívání doporučeno. Na českém trhu se nachází několik firem, které plastové septiky nabízejí a oproti jiným materiálům pro ně hovoří i cena. [12]

3.6.2 Stoky a přípojky

U stok a přípojek se jeví jako nejvhodnější PVC a HDPE. Svařování na tupo či elastomerní kroužky zajišťují dostatečné těsnění trub. V případě využití betonu musíme počítat s dostatečnou ochranou proti síranové korozi. [12]

3.6.3 Šachtičky

Šachtičky (čistící kusy) se dají snadno vyrobiť z PVC trub viz. obrázek 17. Šachty se navrhují zpravidla z betonu odolného proti síranové korozi. Jak šachty, tak i šachtičky musí mít zajištění poklop proti vniknutí jakékoliv vody do stoky. [12]



Obr.17 – Sestavená šachtička (zdroj: Kanapipeline)

3.7 KONSTRUKCE MALOPROFILOVÉ KANALIZACE

3.7.1 Septik

Septik umístujeme co nejdále od vodních zdrojů a minimálně 2,5m od budov. Většina septiků není stavěna na dynamické zatížení, proto by septik měl být umístěn do zelených pásů, přesto však blízko komunikace kvůli jednoduchému přístupu k odkalení nebo kontrole. Po umístění a stavbě septiku je potřeba provést zkoušku vodotěsnosti. Nátokové i odtokové potrubí bude zajištěno těsníci kroužky, které zajistí dokonalé utěsnění otvorů. [6] Již existující septiky nám výrazně mohou ušetřit náklady maloprofilové kanalizace. Nejdříve však musí projít kontrolou, která určí, jestli je septik vhodný pro systém. [12]

3.7.2 Stoka

Pokládka potrubí probíhá podobně jako u gravitačních systému. Zvláštní pozornost věnujeme především kritickým bodům uvedeným v kapitole 3.5.2. Stoky a přípojky se ukládají na 100 mm zhutněného písku nebo šterkopísku. Obsyp i násyp bude proveden ze stejného materiálu a výška násypu nad potrubím by neměla být menší než 150 mm. [17]

3.8 ÚDRŽBA A PROVOZ MALOPROFILOVÉ KANALIZACE

Správná údržba je klíčem k bezpečnému fungování maloprofilového kanalizačního systému. Nezáleží ani tak na údržbě stok či přípojek, ale septiku, který musí být pravidelně odkalen. V Austrálii se dlouho starali o septik sami vlastníci, ale poté se přešlo na systém pravidelného odkalování fekálními vozy vlastněnými provozovateli sítě. Díky tomu se stal systém spolehlivější a bezpečnější. [18]

3.8.1 Septik

Doba odkalení se liší podle velikosti septiku, velikosti přítoku odpadních vod ad., a pohybuje se mezi 1 až 4 lety. 4 roky je zároveň doporučená a maximální hodnota odkalení. Efektivní údržbu zajistí také vizuální prohlídky min. 1 x ročně. Při této kontrole je potřeba zjistit, jestli efektivní hloubka nedosahuje víc jak 2/3 výšky celého septiku. Pokud kal nebo plovoucí nečistoty zmenšily kapacitu septiku, musí být odkalen. V septiku by měla být část kalu ponechána, aby s jeho pomocí nadále docházelo k sedání nového kalu. Nikdy by do septiku neměl nikdo vstoupit a to hlavně kvůli toxickým plynům. Kal bude ze septiku odvezen do fekální jímky ČOV. [16] V případě, že septik nebude pravidelně odkalen, může dojít k zahlcení přítoku a odtoku v septiku. V horším případě může dokonce odpadní voda ze septiku odtéct na povrch, kterou doprovodí nejen velký zápach, ale i zdraví nebezpečné látky. Obecně se dá konstatovat, že jakákoliv jiná voda než splašková septiku neprospívá. Proto se do něj nesmí dostat vody dešťové ze střech, vody průsakové atd. Hrozbou pro septik se mohou stát pesticidy, barviva a silné chemikálie, které mohou narušit biologické procesy. Pokud se septik nachází v oblasti, kde se nachází komáři, musíme na větrací komínek nasadit ochrannou síťku, která zabráni komárům klást vajíčka uvnitř septiku. Septik by měl být snadno přístupný, proto už při návrhu umístíme septik do travnatých ploch. [20]

3.8.2 Stoka a přípojky

Občas je nutné stoky propláchnout kvůli možné akumulaci tuhých látek ve stoce. Proplach začne v nejvyšší šachtičce stoky a proplachuje se šachtičku po šachtičce až po její konec. Jako proplachovací zařízení slouží speciální vozy, které zajistí minimální 0,5 m/s rychlost ve stoce. Kvůli proplachování by měla být na každé přípojce osazena zpětná klapka, která zastaví případný zpětný tok odpadních vod do septiku. Pokud nastane situace, že bude stoka zablokována, přijede buď fekální vůz, který akumulované látky odčerpá, nebo se použije bezvýkopová technologie, která profil uvolní. [12]

4 NÁVRH MALOPROFILOVÉ KANALIZACE V MÍSTNÍ ČÁSTI CHLUM

Tato část práce bude zaměřena na konkrétní návrh maloprofilové stokové sítě. Jako ukázková obec byla vybrána místní část města Zlína – Chlum, a to především kvůli rozmístění zástavby a počtu obyvatel.

4.1 ÚDAJE O OBCI

Obec Chlum je lokalita ležící v katastrálním území obce Lhotka u Zlína (satelitní snímek oblasti na obrázku 18). Leží přibližně 4 km severozápadně od centra krajského města Zlína. Lokalita proslula výstavbou ekologických nízkoenergetických domů, většinou zapaštěných do svahu. Na Chlumu žije 113 obyvatel (60 žen a 53 mužů). Na území Chlumu se nachází 47 čísel popisných (k 22. 1. 2013). Východně od Chlumu protéká Chlumský potok a vedle něj leží soustava 4 chovných rybníků. V obci se nachází kaplička a hospoda. [21]



Obr.18-Letecký snímek místní části města Zlín-Chlum (zdroj:Google maps)

4.2 VÝCHOZÍ PODKLADY

4.2.1 Mapové podklady

Katastrální mapa	1:1000
Výškopisná mapa	1:1000
Ortografická mapa	www.maps.google.cz

4.2.2 Geologické a hydrologické podklady

Oblast Chlum leží v soustavě Karpaty (vnější západní Karpaty) a nachází se zde především flyšové a sprašové pásmo. Území okresu Zlín náleží k úmoří Černého moře. Popisované území patří k povodí Dřevnice. [23]

4.2.3 Klimatické poměry

Základní rysy podnebí Zlínského regionu určuje jeho poloha v mírně vlhkém podnebném pásu, v oblasti na přechodu mezi přímořským a pevninským podnebím s převládajícím západním prouděním vzduchu v teplém pololetí a východním prouděním v chladném pololetí. Významnými klimatickými činiteli jsou nadmořská výška území (srážky a teplota vzduchu), relativní členitost georeliéfu a orientace horských hřbetů (severovýchod - jihozápad, tedy napříč převládajícímu větrnému proudění). Intenzita patnáctiminutového deště dle Truplových tabulek je 138 l/s/ha. [22]

4.3 NÁVRH STOKOVÉ SÍTĚ

4.3.1 Návrh řešení

V obci Chlum bude vystavěna nová maloprofilová kanalizace z PVC trub DN 100, která bude odvádět veškeré splaškové vody ze zájmového území. V rámci řešení není řešeno odvádění dešťových vod. Splaškové vody budou odváděny do ČOV na jihovýchodě obce Chlum. Jelikož se obec nachází na kopci, bylo využito topografie a stoky kopírují terén. Jedná se o větvenou stokovou síť s celkovým počtem 46 kanalizačních přípojek se septiky s kapacitou 4 EO. V obci se nachází hospoda, jež bude odkanalizována třemi septiky s maximální kapacitou 20 EO. Na směrových a výškových lomech bylo navrženo celkem 39 šachtiček neboli čistících kusů (maximálně však 120 m vzdálené) sloužících jak k inspekci, tak čištění stokového systému. Vrcholové šachtičky na stokách budou opatřeny větracími otvory. Na

15 ° směrových lomech byly navrženy PVC kolena. Pro výpočet množství odpadních vod byla použita prostá součtová metoda viz. tabulka 3 (celkový výpočet maloprofilové kanalizace v příloze 4). Posuzována byla kapacita a maximální rychlost (pro PVC 10 m/s), které vyhověli. Pro vzdušný proud kvůli malému průtočnému množství nebyl posuzován. U maloprofilové kanalizace se nemusí provádět posouzení zanášení kvůli zachycení většiny tuhých látek v septiku. Přesto však kvůli malým průtočným rychlostem dojde k pravidelným čištěním přes šachtičky, aby nedocházelo k ucpání systému. Minimální sklon 0,4 % byl ve všech úsecích dodržen. Závěrečných 30 m kanalizace splňuje podmínku minimálního 1 % spádu. U výpočtů bylo uvažováno se specifickou hodnotou 90 l/os/den, ke které bylo přepočteny 5 l/os/den jako kompenzace za občanskou vybavenost. Drsnostní součinitel dle Manninga pro PVC trouby byl zvolen 0,008. Počet obyvatel na jednu bytovou jednotku se pohyboval mezi hodnotami 2 a 3. Další informace z výpočtů níže nebo v příloze 4.

4.3.2 Seznam použitých vzorců pro výpočet průtoků

Průměrný denní průtok

$$Q_{240} = PO \cdot q_{sp} \text{ [m}^3\text{/d]}$$

PO.....počet obyvatel

q_{sp}specifické množství odpadní vody [l/os/den]

Maximální denní průtok

$$Q_{DO} = Q_{240} \cdot k_d \text{ [m}^3\text{/d]}$$

Q_{240}průměrný denní průtok [m³/d]

k_dmaximální denní koeficient nerovnoměrnosti [-]

Maximální hodinový průtok

$$Q_{HO} = Q_{240} \cdot k_h \text{ [m}^3\text{/h]}$$

Q_{240}průměrný denní průtok [m³/d]

k_hmaximální hodinový koeficient nerovnoměrnosti [-]

Minimální průtok

$$Q_{MINO} = Q_{240} \cdot k_{min} \text{ [m}^3\text{/h]}$$

Q_{240}průměrný denní průtok [m³/d]

k_{min}minimální hodinový koeficient nerovnoměrnosti [-]

Balastní vody

$$Q_B = 5\% \cdot Q_{240} [\text{m}^3/\text{h}]$$

$$Q_{240} \dots \dots \dots \text{průměrný denní průtok} [\text{m}^3/\text{d}]$$

4.3.3 Vstupní údaje, výpočet průtoků a ekvivalentních obyvatel

Jako vstupní údaje pro výpočet průtoků byly použity počet obyvatel v místní části Chlum, specifický průtok navýšený o občanskou vybavenost a koeficienty nerovnoměrnosti odvozené z ČSN 75 6101. V tabulce 2 lze vidět výpočet ekvivalentních obyvatel.

Vstupní údaje

PO	113
q _{sp}	95 l/os/den
k _d	1,5
k _h	5,8
k _{min}	0

Průtok od obyvatelstva

Q ₂₄₀	10,74 m ³ /den	
Q _{DO}	16,10 m ³ /den	0,67 m ³ /h
Q _{HO}	93,39 m ³ /den	3,89 m ³ /h
Q _{MINO}	0 m ³ /den	0 m ³ /h

Balastní vody

Q _B	0,81 m ³ /den	0,03 m ³ /h
----------------	--------------------------	------------------------

Vybavenost obce	Počet obyvatel, počet míst	EO
obyvatelé	113	113
hospoda	50	50

ΣEO **163**

Tab.2-Výpočet EO

4.3.4 Dimenzování a posouzení maloprofilové kanalizace

úsek číslo	řad číslo	Li (m)	DN (mm)	J (‰)	Q _{kap} (l/s)	t _i (min)	Q _{max} (l/s)	POSOUZENÍ		v [m/s]	Fr [-]	proudění
								Kapacita	Rychlost			
1	A	87,8	100	36,0	15,93	0,72	0,12	VYHOVÍ	VYHOVÍ	0,07	2,75	bystřinné
2	A	99,8	100	36,8	16,10	0,81	0,30	VYHOVÍ	VYHOVÍ	0,14	3,79	bystřinné
3	A	99,4	100	14,8	10,21	1,27	0,38	VYHOVÍ	VYHOVÍ	0,14	1,91	bystřinné
4	A	115,1	100	21,8	12,39	1,22	0,45	VYHOVÍ	VYHOVÍ	0,16	2,80	bystřinné
5	A	119,9	100	67,1	21,74	0,72	0,52	VYHOVÍ	VYHOVÍ	0,22	7,53	bystřinné
6	A	94,1	100	140,4	31,45	0,39	0,56	VYHOVÍ	VYHOVÍ	0,26	14,25	bystřinné
7	A	38,7	100	196,6	37,22	0,14	0,56	VYHOVÍ	VYHOVÍ	0,27	18,88	bystřinné
8	A	99,9	100	64,1	21,25	0,62	0,57	VYHOVÍ	VYHOVÍ	0,23	7,44	bystřinné
9	A	71,0	100	69,3	22,10	0,42	0,57	VYHOVÍ	VYHOVÍ	0,23	7,94	bystřinné
10	A	27,8	100	138,1	31,19	0,12	0,58	VYHOVÍ	VYHOVÍ	0,26	14,23	bystřinné
11	A	14,3	100	117,5	28,77	0,07	0,58	VYHOVÍ	VYHOVÍ	0,26	12,43	bystřinné
12	A	49,9	100	76,4	23,20	0,28	0,58	VYHOVÍ	VYHOVÍ	0,24	8,67	bystřinné
13	A	75,4	100	148,1	32,30	0,31	0,58	VYHOVÍ	VYHOVÍ	0,27	15,08	bystřinné
14	A	66,6	100	74,2	22,86	0,38	0,58	VYHOVÍ	VYHOVÍ	0,24	8,46	bystřinné
15	A	69,0	100	14,6	10,14	0,89	0,58	VYHOVÍ	VYHOVÍ	0,18	2,16	bystřinné
16	A	75,7	100	6,6	6,82	1,45	0,58	VYHOVÍ	VYHOVÍ	0,16	1,10	bystřinné
17	A	105,6	100	11,9	9,16	1,51	0,58	VYHOVÍ	VYHOVÍ	0,17	1,82	bystřinné
18	A1	55,9	100	5,7	6,34	1,15	0,03	VYHOVÍ	VYHOVÍ	0,02	0,38	řiční
19	A1	54,1	100	4,6	5,69	1,24	0,03	VYHOVÍ	VYHOVÍ	0,02	0,32	řiční
20	A1	120	100	75,2	23,02	0,68	0,03	VYHOVÍ	VYHOVÍ	0,03	3,28	bystřinné
21	A1	111	100	111,5	28,03	0,52	0,05	VYHOVÍ	VYHOVÍ	0,05	5,21	bystřinné
22	A1	73,4	100	108,3	27,62	0,35	0,08	VYHOVÍ	VYHOVÍ	0,07	6,03	bystřinné
23	A1	90,9	100	61,8	20,87	0,57	0,10	VYHOVÍ	VYHOVÍ	0,07	4,01	bystřinné
24	A1-1	95,2	100	58,4	20,28	0,61	0,05	VYHOVÍ	VYHOVÍ	0,04	3,04	bystřinné
25	A1-1	3,5	100	31,4	14,87	0,03	0,05	VYHOVÍ	VYHOVÍ	0,04	1,81	bystřinné
26	A1	57,4	100	75,4	23,05	0,33	0,18	VYHOVÍ	VYHOVÍ	0,11	5,79	bystřinné
27	A1-2	35,4	100	26,0	13,53	0,34	0,03	VYHOVÍ	VYHOVÍ	0,03	1,35	bystřinné
28	A1-2	22,4	100	18,3	11,35	0,26	0,03	VYHOVÍ	VYHOVÍ	0,03	1,01	bystřinné
29	A1-2	79,4	100	4,4	5,57	1,87	0,03	VYHOVÍ	VYHOVÍ	0,02	0,31	řiční
30	A1-2	32,8	100	81,4	23,95	0,18	0,03	VYHOVÍ	VYHOVÍ	0,03	3,50	bystřinné
31	A1-2	48,4	100	142,1	31,64	0,20	0,03	VYHOVÍ	VYHOVÍ	0,04	5,58	bystřinné
32	A1	22,1	100	85,5	24,54	0,12	0,21	VYHOVÍ	VYHOVÍ	0,12	6,80	bystřinné
33	A1	84,5	100	96,1	26,02	0,43	0,21	VYHOVÍ	VYHOVÍ	0,13	7,49	bystřinné
34	A1	48,6	100	79,4	23,65	0,27	0,21	VYHOVÍ	VYHOVÍ	0,12	6,39	bystřinné
35	A1	46,4	100	92,0	25,46	0,24	0,21	VYHOVÍ	VYHOVÍ	0,12	7,23	bystřinné
36	A1	67,9	100	12,5	9,38	0,95	0,21	VYHOVÍ	VYHOVÍ	0,09	1,36	bystřinné
37	A1	13,1	100	275,6	44,07	0,04	0,21	VYHOVÍ	VYHOVÍ	0,15	18,05	bystřinné
38	A1	43,7	100	129,7	30,23	0,19	0,22	VYHOVÍ	VYHOVÍ	0,14	9,86	bystřinné
39	A	31	100	10,6	8,64	0,47	0,73	VYHOVÍ	VYHOVÍ	0,20	1,77	bystřinné

Tab.3-Přehledná tabulka výpočtů maloprofilové kanalizace

Maloprofilová kanalizace byla navržena dle ČSN 75 6101. Přehlednou tabulku návrhu lze vidět v tabulce 3. Pro výpočet Froudova kritéria bylo využito tabulky 4 a obrázku 19.

popis	označení	výpočet	jednotka
středový úhel - pro $h < r$ - pro $h > r$	φ	$\varphi = 2 \arccos \frac{r-h}{r}$ $\varphi = 2\pi - 2 \arccos \frac{h-r}{r}$	rad
průtočný průřez	A	$A = \frac{r^2}{2} (\varphi - \sin \varphi)$	m^2
omočený obvod	O	$O = \varphi r$	m
hydraulický poloměr	R	$R = \frac{A}{O}$	m
rychlostní součinitel - dle Manninga - dle Pavlovského	C	$C = \frac{1}{n} R^{1/6}$ $C = \frac{1}{n} R^y \quad y = 2,5\sqrt{n} - 0,13 - 0,75\sqrt{R} (\sqrt{n} - 0,1)$	$m^{0,5}/s$
průřezová rychlost	v	$v = C\sqrt{Ri}$	m/s
průtok	Q	$Q = vA$	m^3/s
ztráta třením v korytě	h_t	$h_t = iL$	m

Tab.4-Tabulka pro výpočet průtoku v potrubí

$$Fr = \frac{\alpha v^2}{g h_s} = \frac{\alpha v^2 B}{g A} = \frac{\alpha Q^2 B}{g A^3}$$

- * kritický $Fr = 1$
- * říční $Fr < 1$
- * bystřinný $Fr > 1$

Obr.19-Výpočet Froudova kritéria

Délky jednotlivých stok

Délka stoky A	1341,0 m
Délka stoky A1	889,0 m
Délka stoky A1-1	98,7 m
Délka stoky A1-2	218,4 m
Celková délka	2547,1 m

DN(mm)	délka(m)	materiál
100	2547,1	PVC

Tab.5-Dimenze, délky a materiál potrubí maloprofilové kanalizace

Jak lze z tabulky 5 odvodit celá stoková síť je ze stejného a materiálu a stejné dimenze. Celková délka činí 2547,1 m s maximálním bezdeštným průtokem 0,73 l/s.

4.4 PROVOZ STOKOVÉ SÍTĚ

Ke správnému provozu stokové sítě napomáhají dvě hlavní činnosti:

- vyvážení septiku – každý septik bude vyvážen 1x za 4 roky. Vyvážení bude zajištěno pomocí fekálního vozu, který fekálie načerpá a odveze na místní ČOV, kde se umístí do fekální jímky;
- čištění stokové sítě skrz šachtičky – bude probíhat 1x za 2 roky, a to především kvůli malým průtočným rychlostem. Čistící vůz začne s čištěním u nejvyšší šachtičky dané stoky a bude pokračovat směrem dolů po stoce. Čistícím médiem bude voda z vodovodu nebo z místního recipientu. Důvodem častého čištění je zajištění správné funkčnosti a dlouhé životnosti stokové sítě.

4.5 VÝSTAVBA STOKOVÉ SÍTĚ

4.5.1 Technické řešení

Stavba začne odstraněním místních asfaltových komunikací, případně sejmutím ornice. Všechna potrubí budou uložena do pažené rýhy se zátažným pažením. Zemní práce se předpokládají ve třídě těžitelnosti 3-50 % a 4-50 %. Šířka výkopu ve dně 1000 mm. Potrubí bude uloženo na vrstvě 150 mm štěrkopísku. Doporučuje se vytvoření jamek pod hrdly k zabránění průhybů při ukládání potrubí. Obsyp bude štěrkodrtí 0,3 m nad vrchol potrubí. Zásyp bude proveden v komunikaci štěrkopískem, který bude hutněn ve vrstvách po maximálně 200 mm. Kanalizační přípojky budou napojeny pomocí jednoduchých odboček s úhlem $87^\circ 30'$. Na kanalizačních přípojkách budou osazeny septiky, jejichž stavba podléhá manuálům konkrétních výrobců. Čistící kusy budou podle úhlu napojení poskládány z jednotlivých tvarovek PVC a zakryty kruhovými litinovými přejezdnými poklopy o průměru 200 mm. Přebytečný materiál ze zemních prací bude odvezen na určenou skládku. Před zahájením zemních prací je nutné přizvat správce všech podzemních vedení k jejich přesnému vytyčení.

4.5.2 Zkoušky potrubí

Těsnost potrubí a čistících kusů bude ověřena zkouškou těsnosti vzduchem nebo vodou provedenou podle ČSN EN 1610.

4.6 FINANČNÍ ANALÝZA MALOPROFILOVÉ A GRAVITAČNÍ KANALIZACE

V rámci návrhu maloprofilové kanalizace v obci Chlum byla provedena hrubá finanční analýza srovnávající provozní a investiční náklady návrhu gravitační a maloprofilové kanalizace, jak ukazuje tabulka 4 a 5. U obou variant leží převážná část stoky v komunikaci (trasování je téměř stejné), což stavbu sítě prodraží. Zatímco maloprofilová kanalizace leží v průměrné hloubce 1,4 m, u gravitační kanalizace je to 2,2 m. U gravitační stokové sítě rovněž využíváme větší dimenze potrubí, což má za následek širší výkopy, tedy větší investice. Investiční náklady na zemní práce vycházejí o téměř 4 miliony víc u kanalizace gravitační. Při návrhu stokové sítě maloprofilové kanalizace musíme počítat s většími investičními náklady především u septiku, u gravitační jsou to pak kanalizační šachty. Investiční náklady na stokovou síť u gravitační kanalizaci jsou více než trojnásobné. Celkově musíme u gravitační kanalizace počítat s o 50 % většími investičními náklady. Naopak provozní náklady na maloprofilovou kanalizaci jsou více než dvojnásobné, což způsobuje především časté čištění kanalizace a odkalování septiku.

Pro potřeby analýzy byl vytvořen návrh gravitační kanalizace v místní části Chlum. V síti bylo dohromady navrženo 66 kanalizačních šachet. Počet kanalizačních přípojek je stejný jako u kanalizace maloprofilové, avšak na každé je osazena revizní šachtice. Interval čištění gravitační kanalizace byl zvolen 5 let. Jednotlivé délky, dimenze a materiál gravitační kanalizace lze vidět v tabulce 4.

DN(mm)	délka(m)	materiál
150	1013,1	PVC
250	2287,9	PVC
300	115,7	PVC
400	130,4	PVC
500	34,3	PVC

Tab.6-Dimenze, délky a materiál potrubí gravitační kanalizace

Název položky	MJ	množství	cena/MJ	celkem (Kč)
<u>Zemní práce</u>				
odstranění povrchu - asfalt	m2	2600	154	400400
obnovení povrchu - asfalt	m2	2600	2115	5499000
sejmutí ornice-přesunutí do 50 m	m2	451	47	21206
rozprostření orníční vrstvy-150 mm	m2	451	10	4512
výkopy pro liniové stavby a septik-třída těžitelnosti 3	m3	2178	215	468206
výkopy pro liniové stavby a septik-třída těžitelnosti 4	m3	2178	471	1025697
zátažné pažení	m2	4355	236	1027874
zásyp	m3	2669	61	162796
obsyp 0,3 m nad vrchol potrubí	m3	1220	819	999152
lože pod potrubí ze šterkodrtě 0-63 mm	m3	467	726	338788
Celková cena zemních prací				9947631
<u>Stoková síť</u>				
PVC DN 100	5m kus	622	481	299278
PVC jednoduchá odbočka 87°30	kus	47	103	4841
PVC jednoduchá odbočka 45°	kus	27	103	2781
PVC koleno 15°	kus	15	43	645
PVC koleno 30°	kus	7	45	315
PVC koleno 45°	kus	5	45	225
PVC koleno 67°	kus	2	52	104
PVC koleno 87°	kus	39	52	2028
kompozitový poklop - 280 mm + nosná kce	kus	39	1200	46800
septik BS 4EO	kus	46	16300	749800
septik BS 20EO	kus	3	38500	115500
Celková cena stokové sítě				1222317
<u>INVESTIČNÍ NÁKLADY CELKOVĚ</u>				<u>11169948</u>
<u>Provozní náklady životnost 60 let</u>				
vývoz fekálu každého septiku 1x za 4 roky	kus	705	600	423000
čištění maloprofilové kanalizace 1x za 2 roky	m	76500	70	5355000
Celková cena provozních nákladů				5778000
<u>PROVOZNÍ NÁKLADY CELKOVĚ</u>				<u>5778000</u>

Tab.7-Investiční a provozní náklady maloprofilové kanalizace

Název položky	MJ	množství	cena/MJ	celkem (Kč)
<u>Zemní práce</u>				
odstranění povrchu - asfalt	m2	2900	154	446600
obnovení povrchu - asfalt	m2	2900	2115	6133500
sejmutí ornice-přesunutí do 50 m	m2	705	47	33135
rozprostření orníční vrstvy-150 mm	m2	705	10	7050
výkopy pro liniové stavby, třída těžitelnosti 3	m3	4258	215	915532
výkopy pro liniové stavby, třída těžitelnosti 4	m3	4258	471	2005653
zátažné pažení včetně jeho odstranění	m2	7154	236	1688438
zásyp	m3	5723	61	349074
obsyp 0,3 m nad vrchol potrubí	m3	2213	819	1812747
lože pod potrubí ze štěrku 0-63 mm	m3	581	726	421570
Celková cena zemních prací				13813300
<u>Stoková síť</u>				
PVC jednoduchá odbočka 87°30	kus	47	103	4841
PVC DN 150	5m kus	203	875	177293
PVC DN 250	5m kus	458	2067	945818
PVC DN 300	5m kus	23	3172	73400
PVC DN 400	5m kus	26	5255	137050
PVC DN 500	6m kus	6	4581	26188
šachta na přípojce - kce betonová, ocelový poklop	kus	47	9900	465300
kanalizační šachta se spodní částí z prefa betonu	kus	66	39000	2574000
Celková cena stokové sítě				4403889,9
<u>INVESTIČNÍ NÁKLADY CELKOVĚ</u>				<u>18217190</u>
<u>Provozní náklady životnost 60 let</u>				
čištění gravitační kanalizace 1x za 5 let	m	39024	70	2731680
Celková cena provozních nákladů				2731680
<u>PROVOZNÍ NÁKLADY CELKOVĚ</u>				<u>2731680</u>

Tab.8-Investiční a provozní náklady gravitační kanalizace

Ceny zemních prací a šachet byly převzaty z průměrných cen dopravní a technické infrastruktury, které vydalo Ministerstvo pro místní rozvoj v roce 2012. [26] Ceny PVC potrubí byly odečteny z ceníku firmy PIPELIFE. [27] Ceny septiku poskytl ceník firmy AQUA-CONTACT. [28] Orientační ceník pro provozní náklady byl využit ze stránek firmy Ströer-čištění kanalizace. [29]

5 ZÁVĚR

Bakalářská práce shrnuje všechny dostupné způsoby odvádění odpadních vod a zaměřuje se především na maloprofilovou kanalizaci. Jako první popisuje systémy gravitační, v České republice nejčastější způsob odkanalizování, zásady jejich návrhu a jejich nejdůležitější objekty na síti. Dále navazuje popisem alternativních kanalizačních systémů, které v posledních desetiletích našly uplatnění v několika obcích v ČR a pomohly tak odkanalizovat území, kde by to gravitačními systémy nešlo.

Novou alternativou do budoucnosti by se mohly stát maloprofilové kanalizace, pokud by to bylo normativně povoleno. V obcích s nízkou hustotou zalidnění a rozptýlenou zástavbou (ve velké většině případů se jedná o obce do 500 EO) není často zapotřebí řešit odvádění dešťových vod, a tak se odvádějí pouze vody splaškové. V návrhu odkanalizování místní části Chlum lze vidět, že DN 100 je pro odvádění splaškových vod více než dostatečný a použití DN 250, což je minimální dimenze pro gravitační odvádění odpadních vod, by bylo zcela zbytečné. Důležitou součástí maloprofilových systémů jsou septiky, na nichž v podstatě záleží funkce celého systému. Esenciální pro správnou funkci septiku je ukázněnost obyvatelstva, kteří nevypouští zakázané látky do septiku a jeho pravidelné odkalování. Z hrubé finanční analýzy můžeme vyčíst několik důležitých poznatků. Investiční náklady maloprofilové kanalizace jsou podstatně nižší oproti kanalizaci gravitační, ale kvůli zajištění životnosti systému rostou provozní náklady. V celkovém měřítku 60 let však stále vychází maloprofilová kanalizace finančně výhodněji, a to jsou srovnávány pouze náklady stokové sítě. Levněji by vyšla i technologie ČOV, u maloprofilové kanalizace je také možnost využití vegetačního čištění.

Lze odvodit, že v České republice by maloprofilová kanalizace našla své uplatnění, zprvu je však nutné tento systém povolit. Způsobem, jak ukázat jeho funkčnost, by mohl být např. pilotní projekt. Pak už jen záleží na investorech, provozovatelích sítí a projektantech, zda se maloprofilové kanalizační systémy budou navrhovat.

6 POUŽITÁ LITERATURA

- [1] ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD. Údaje o vodovodech a kanalizacích za rok 2013 podle krajů (NUTS 3); 1.2 Kanalizace; 1.2.1 Kanalizace – obyvatelé napojení na kanalizaci a ČOV, Český statistický úřad [online]. <https://www.czso.cz/documents/10180/20543723/2800211406.pdf/40be6d6e-5939-4988-a1da-18fa56bff98a?version=1.0>
- [2] *Historie kanalizací: dějiny odvádění a čištění odpadních vod v Českých zemích*. Vyd. 1. Editor Dagmar Broncová. Praha: Milpo media, 2002, 259 s. Z historie průmyslu. ISBN 80-860-9825-7.
- [3] Zákon o vodách (vodní zákon) a související předpisy. In: č. 254/2001 Sb. 2001.
- [4] HLAVÍNEK Petr, Jan MIČÍN, Petr PRAX, Petr HLUŠTÍK a Radim MIFEK. *Stokování a čištění odpadních vod*. Brno: Noel 2000, 2006.
- [5] KOLEKTIV AUTORŮ. *Čištění odpadních vod jako nástroj k ochraně životního prostředí v zemědělské praxi a na venkově*. Brno, 2007. Metodika. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně.
- [6] NYPL, Vladimír. *Zdravotně inženýrské stavby 30: stokování*. 1. vyd. Praha: Vydavatelství ČVUT, 1998, 149 s. ISBN 80-010-1729-X.
- [7] MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ ČESKÉ REPUBLIKY. *Zneškodňování odpadních vod v obcích do 2 000 ekvivalentních obyvatel: Metodická příručka*. Praha, 2009. Dostupné z: http://www.opzp.cz/soubor-ke-stazeni/18/5691-04102009_zneskodnovani_odpadnich_vod_do_2000eo.pdf
- [8] BERÁNEK, Josef. *Navrhování tlakové kanalizace*. 1. vyd. Brno: Noel 2000, 1998, vi, 110 s. ISBN 80-860-2008-8.
- [9] HLAVÍNEK, Petr. *Příručka stokování a čištění*. Vyd. 1. Brno: NOEL 2000 s.r.o., 2001, vi, 251 s. ISBN 80-860-2030-4.
- [10] RACLAVSKÝ, Jaroslav. *Problematika navrhování venkovních podtlakových systémů stokových sítí: Problems of design of vacuum sewerage systems outside buildings : teze habilitační práce*. Brno: VUTIUM, 2011, 35 s. ISBN 978-80-214-4270-2.

- [11] NOVÁK, Josef. *Příručka provozovatele stokové sítě*. Vyd. 1. Líbeznice u Prahy: Vydalo Medim pro SOVAK ČR, c2003, x, 156 s. ISBN 80-238-9947-3.
- [12] MARA, Duncan a Richard J. OTIS. *The Design of Small Bore Sewer Systems* [online]. Washington, U.S.A., 1985 [cit. 2015-02-28]. Dostupné z: http://www.pseau.org/outils/ouvrages/world_bank_the_design_of_small_bore_sewer_systems_1981.pdf
- [13] JAIN, Amita. *DESIGN OF SEWERAGE SYSTEM FOR RURAL HUMAN SETTLEMENT: A CASE STUDY* [online]. Patiala, 2010 [cit. 2015-02-28]. Dostupné z: <http://dspace.thapar.edu:8080/dspace/bitstream/10266/1290/3/1290.pdf>.
Magisterská. Thapar university.
- [14] LITTLE, CJ. *ISSN 0378-4738 = Water SA Vol. 30 No. 5 (Special edition) 137 Available on website http://www.wrc.org.za A comparison of sewer reticulation system design standards gravity, vacuum and small bore sewers* [online]. Cape Town, South Africa, 2004 [cit. 2015-02-28]. Dostupné z: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd27/little.pdf>
- [15] LIGHTBODY, Paul. *Review of the Septic Tank Effluent Disposal Scheme* [online]. South Australia, 2002 [cit. 2015-02-28]. Dostupné z: http://www.lga.sa.gov.au/webdata/resources/files/STEDS_Review_Report_Vol_2_Appendix_B_LGA_2002_pdf1.pdf
- [16] *Waste control systems: standard for the construction, installation and operation of septic tank systems in South Australia*. [Rev. ed.]. Adelaide: Environmental Health Branch, Public and Environmental Health Service, South Australian Health Commission, 1995. ISBN 07-308-4810-8.
- [17] SEPTIC TANK EFFLUENT DRAINAGE SCHEME DESIGN CRITERIA. [online]. [cit. 2015-03-01]. Dostupné z: <http://www.health.sa.gov.au/pehs/branches/wastewater/steds-criteria.pdf>
- [18] PALMER, Neil, Paul LIGHTBODY, Howard FALLOWFIELD a Brian HARVEY. *AUSTRALIA'S MOST SUCCESSFUL ALTERNATIVE TO SEWERAGE: SOUTH AUSTRALIA'S SEPTIC TANK EFFLUENT DISPOSAL SCHEMES*.

- [online]. 2010 [cit. 2015-04-30]. Dostupné z: <http://www.efm.leeds.ac.uk/CIVE/Sewerage/articles/australia.pdf>
- [19] AL], Elizabeth Tilley ... [et]. *Compendium of sanitation systems and technologies* [online]. Dübendorf, Switzerland: Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology, 2008 [cit. 2015-04-30]. ISBN 978-390-6484-440. Dostupné z: http://www.eawag.ch/forschung/sandec/publikationen/sesp/dl/compendium_high.pdf
- [20] Maintenance of septic tank systems. [online]. 2013 [cit. 2015-04-30]. Dostupné z: <http://www.health.sa.gov.au/pehs/branches/wastewater/2013ph-factsheet-septic-tank-systems.pdf>
- [21] Lhotka a Chlum. 2013. *OFICIÁLNÍ STRÁNKY MĚSTA ZLÍNA* [online]. [cit. 2015-05-10]. Dostupné z: <http://www.zlin.eu/lhotka-a-chlum-cl-1146.html>
- [22] INTEGROVANÝ KRAJSKÝ PROGRAM KE ZLEPŠENÍ KVALITY OVZDUŠÍ ZLÍNSKÉHO KRAJE. 2002. *ÚZEMNÍ ENERGETICKÁ KONCEPCE ZLÍNSKÉHO KRAJE* [online]. [cit. 2015-05-10]. Dostupné z: http://www.eazk.cz/ksei/pdf/ksei_zko_kap02.pdf
- [23] Datové zdroje ČGS. 2012. *Česká geologická služba* [online]. [cit. 2015-05-10]. Dostupné z: <http://www.geology.cz/extranet/vav/informacni-systemy/data/datove-zdroje>
- [24] Series: LKT-VARIO. *LKT-LUCKAU* [online]. [cit. 2015-05-14]. Dostupné z: <http://www.lkt-luckau.de/en/products-service/sewage-pumping-station/series-lkt-vario.html>
- [25] GIBBS, Steve. 2015. Sewage Pollution a Culprit in Indian River Lagoon. *Informed Infrastructure* [online]. [cit. 2015-05-14]. Dostupné z: <https://informedinfrastructure.com/13117/sewage-pollution-a-culprit-in-indian-river-lagoon/>
- [26] POLEŠÁKOVÁ A KOLEKTIV, Marie. *PRŮMĚRNÉ CENY DOPRAVNÍ A TECHNICKÉ INFRASTRUKTURY. Ústav územního rozvoje* [online]. [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: <http://www.uur.cz/default.asp?id=899>

- [27] VENKOVNÍ NETLAKOVÉ SYSTÉMY 05/2015. *PIPELIFE* [online]. 2015 [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: <http://www.pipelife.cz/cz/downloads/ke-stazeni-ceniky.php>
- [28] Septiky ceny. *AQUA-CONTACT* [online]. 2015 [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: <http://www.aquacontact.cz/septiky/septik-ceny>
- [29] Orientační ceník. *Ströer-čištění kanalizace* [online]. 2015 [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: <http://www.stroer-kanalizace.cz/orientacni-cenik/>

SEZNAM TABULEK

<i>Tab.1-Tabulka průměrných hodnot znečištění na 1 obyvatele</i>	13
<i>Tab.2-Výpočet EO</i>	48
<i>Tab.3-Přehledná tabulka výpočtů maloprofilové kanalizace</i>	49
<i>Tab.4-Tabulka pro výpočet průtoku v potrubí</i>	50
<i>Tab.5-Dimenze, délky a materiál potrubí maloprofilové kanalizace</i>	50
<i>Tab.6-Dimenze, délky a materiál potrubí gravitační kanalizace</i>	52
<i>Tab.7-Investiční a provozní náklady maloprofilové kanalizace</i>	53
<i>Tab.8-Investiční a provozní náklady gravitační kanalizace</i>	54

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr.1-Jednotná kanalizace</i>	14
<i>Obr.2-Oddílná kanalizace</i>	14
<i>Obr.3-Kombinovaná jednotná kanalizace</i>	15
<i>Obr.4-Kombinovaná oddílná kanalizace</i>	15
<i>Obr.5-Ukázka tlakového systému – LKT-VARIO (Německo)</i>	21
<i>Obr.6-Ukázka podtlakového systému – AIRVAC (USA)</i>	23
<i>Obr.7-Podélný profil podtlakové kanalizace</i>	25
<i>Obr.8-Druhy uspořádání stokových soustav</i>	26
<i>Obr.9-Maloprofilová kanalizace</i>	28
<i>Obr.10-Graf nárůstu počtu obyvatel využívajících maloprofilovou kanalizaci</i>	32
<i>Obr.11-Mapa Jižní Austrálie s přehledem míst s fungující maloprofilovou kanalizací</i>	32
<i>Obr.12-Zóny septiku (Austrálie)</i>	35
<i>Obr.13-Schéma dvoukomorového septiku</i>	36
<i>Obr.14-Šachtička (čistící kus)</i>	39
<i>Obr.15-Čerpací stanice na přípojce, čerpací na stoce vpravo</i>	41
<i>Obr.16-Čerpací na stoce vpravo</i>	41
<i>Obr.17 Sestavená šachtička</i>	43
<i>Obr.18-Letecký snímek místní části města Zlín-Chlum</i>	49
<i>Obr.19-Výpoče Froudova kritéria</i>	50

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

BSK_5 = biochemická spotřeba kyslíku za pět dní [mg/l]

CHSK = chemická spotřeba kyslíku [mg/l]

N_{celk} = celkové množství dusíku [mg/l]

$N\text{-NH}_4$ = amoniakální dusík [mg/l]

P_{celk} = celkové množství fosforu [mg/l]

NL= nerozpuštěné látky [mg/l]

PO = počet obyvatel [-]

q_{sp} = specifické množství odpadní vody [l/os/den]

k_h = součinitel hodinové nerovnoměrnosti [-]

k_d = koeficient denní nerovnoměrnosti [-]

k_{min} = součinitel minimální hodinové nerovnoměrnosti [-]

Q_B = množství balastních vod [m^3/h]

Q_{max} = maximální průtok odpadních vod [l/s]

Q_{kap} = kapacitní průtok odpadních vod [l/s]

$Q_{24,0}$ = průměrný denní průtok od obyvatelstva [m^3/d]

$Q_{\text{d},0}$ = maximální denní průtok od obyvatelstva [m^3/d]

$Q_{\text{h},0}$ = maximální hodinový průtok od obyvatelstva [m^3/h]

$Q_{\text{min},0}$ = minimální průtok od obyvatelstva [m^3/h]

DN = jmenovitá světlost potrubí [mm]

L_i = délka [mm]

J = sklon [%o]

T_i = čas dotoku [min]

V = průtoková rychlost [m/s]

Fr = Froudovo kritérium [-]

PE = polyethylen

HDPE = vysokohustotní polyethylen

PVC = polyvinylchlorid

ČOV = čistírna odpadních vod

EO = ekvivalentní obyvatel

H₂ = vodík

CO₂ = oxid uhličitý

CH₄ = methan

H₂S = sulfan

NH₃ = amoniak

STEDS = Septic Tank Effluent Disposal Scheme

SDGS = Small Diameter Gravity Sewer

STEPS = Septic Tank Effluent Pump Scheme

DČJ = domovní čerpací jímka

ČR = Česká republika

ČSÚ = český statistický úřad

SMP = systém mechanického předčištění

SEZNAM PŘÍLOH

1. Podrobná situace místní části Chlum část 1 ; 1:1000
2. Podrobná situace místní části Chlum část 2 ; 1:1000
3. Podélný profil stoky A ; 1:1000/100
4. Hydrotechnické výpočty

SUMMARY

Bachelor thesis summarizes all available ways of conveying wastewater and focuses primarily on small diameter gravity sewerage system. Firstly, the conventional sewerage system is described, the most common way of draining sewage in Czech Republic, principles of their design and their most important objects in system. Followed by a description of alternative sewer systems, which in recent decades have found application in several municipalities in the country and thus helped to convey wastewater from territory where it was not gravitationally possible.

A new alternative in the future could become small diameter sewers if it were normatively allowed. In communities with low population density and sparse housing development (in the vast majority of cases these are represented by municipalities up to 500 PT) is often not needed to solve the drainage of rain water, and thus divert sewage water only. It is obvious that in the design of the local sewerage Chlum that DN 100 is for discharging sewage more than adequate and the use of DN 250, which is the minimum dimension for gravitational sewage disposal, would be completely useless. An important part of small-diameter systems, septic tanks, on which depends the function of whole system. Essential for the proper function of a septic tank is a discipline of the population who does not discharge prohibited substances into the septic tank and regular desludging. We can see several important findings in the gross financial analysis. Investment costs of small diameter drains are significantly lower compared to the gravity sewer system, but in order to ensure the service life of small diameter gravity sewerage system there is a rise of operating costs. However the small diameter gravity sewers are still financially profitable after sixty years of service life and there is only comparison between the costs of the sewer network. The costs technology of wastewater treatment plant would also be smaller and there is also possibility of use of vegetable wastewater plant.

It is evident that small diameter gravity sewerage system could find its place in the Czech Republic, but at first it is necessary to enable this system. Way to show its functionality could be eg. a pilot project. Then it just depends on investors, operators and network designers, if small diameter gravity sewerage systems will be designed.