

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra zdravotního a ekologického inženýrství



Studie odkanalizování zástavby

Markvartice

Bakalářská práce

Šárka Folbrechtová

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Marcela Synáčková, CSc.

Květen 2017



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Thákurova 7, 166 29 Praha 6

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Folbrechtová Jméno: Šárka Osobní číslo: 381035

Zadávací katedra: K144 - Katedra zdravotního a ekologického inženýrství

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Vodní hospodářství a vodní stavby

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Studie odkanalizování nové zástavby v lokalitě Markvartice

Název bakalářské práce anglicky: The study sewerage new development in Markvartice

Pokyny pro vypracování:

Práce v rozsahu 40 stran s grafickými přílohami. Rešerše literatury k problematice odvádění splaškových vod a hospodaření s vodami srážkovými. Variantní návrh řešení odvádění splaškových a dešťových vod a hospodaření s dešťovými vodami na pozemku rodinného domu. Vyčíslení investičních nákladů. Závěr.

Seznam doporučené literatury:

Hlavínek P., Mičín J., Prax P.: Příručka stokování a čištění. NOEL 2000, s.r.o., Brno, 2001, ISBN 80-86020-30-4
Nypl V., Synáčková M.: Zdravotně inženýrské stavby 30 - Stokování. ČVUT, 2002, ISBN 80-01-01729-X

Jméno vedoucího bakalářské práce: Ing. Marcela Synáčková, CSc

Datum zadání bakalářské práce: 20.02.2017 Termín odevzdání bakalářské práce: 21.05.2017

Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracovala samostatně a že jsem uvedla veškeré použité informační zdroje v souladu s metodickým pokynem o etické přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

V Praze dne 21.05.2017

Poděkování

Děkuji Ing. Marcele Synáčkové, CSc. za cenné rady a vedení při zpracování této bakalářské práce. Velké poděkování také patří mým rodičům, kteří mě během studia podporovali a pomáhali.

V Praze dne 21.05.2017

Anotace

Tato bakalářská práce zpracovává studii odkanalizování nové zástavby rodinných domů v lokalitě Markvartice v obci Jablonné v Podještědí. Hlavním úkolem je koncepční navržení odvádění splaškových a dešťových vod.

Návrh odkanalizování lokality osmnácti rodinných domů je řešen ve třech variantách. Jednotlivé varianty jsou podrobně popsány včetně potřebných výpočtů a výkresů přiložených v přílohách.

Součástí práce je rešerše na vybrané způsoby řešení odvádění splaškových a dešťových vod v městských obytných lokalitách. Jednotlivá řešení specifikují postup správného návrhu odkanalizování.

Annotation

This Bachelor thesis is dealing with a study of sewerage at new locality of family houses in Markvartice, Jablonné v Podještědí. The main task is to conceptually design how to take away sewage water and rainfall water.

Sewerage design of locality with eighteen family houses is made in three versions. Each version is described closely including calculation and mechanical drawing.

Thesis includes recherche of various possibilities of how to take away sewage water and rainfall water in town. Each possibility specifies the right method.

Klíčová slova – Key words

Kanalizace	sewerage
Splaškové vody	sewage water
Dešťové vody	rainfall water

Obsah

Prohlášení	3
Poděkování	4
Anotace	5
1. Cíle práce	7
2. Rešerše	8
2.1. Návrh kanalizace.....	8
2.2. Soustavy stokových sítí	8
2.3. Tvary stok	11
2.4. Dispozice stok.....	12
2.5. Sklony stok	14
2.6. Materiály stok	15
2.7. Dimenze stok	16
2.8. Objekty na stokových sítích.....	18
3. Lokalita rodinných domů Markvartice	27
3.1. Popis lokality	27
3.2. Výpočtové hodnoty.....	28
4. Návrh jednotné kanalizace.....	29
5. Návrh oddílné kanalizace	31
6. Návrh jednotné kanalizace se vsakováním	33
7. Investiční náklady	35
8. Závěr	36
Citovaná literatura	37
Přílohy.....	40

1. Cíle práce

Cílem této bakalářské práce je popis a porovnání jednotlivých systémů odkanalizování nově navržené zástavby do stávajícího jednotného kanalizačního systému. Na vybrané lokalitě rodinných domů v Markvarticích si návrhem několika variant posoudíme možná řešení. Tato řešení budou doplněna hydraulickými výpočty a výkresovou částí. Na závěr porovnáme jednotlivé varianty z hlediska potřebné kapacity, realizační pracnosti, provozní jednoduchosti a investičních nákladů. Po vyhodnocení jednotlivých kritérií určíme nejvhodnější řešení. Součástí vyhodnocení jsou tři variantní řešení.

První varianta je návrh jednotné kanalizace. Jednotná kanalizace odvádí společně splaškové i dešťové vody z rodinných domů, pozemků a okolních komunikací do jediného potrubí. Veškerá odpadní voda je vedena jednotnou kanalizací na čistírnu odpadních vod v Jablonném v Podještědí.

Druhá varianta je návrh oddílné kanalizace. To znamená, že jsou souběžně navržena dvě gravitační kanalizační potrubí. První z nich je navrženo výhradně pro splaškové vody. Druhé slouží k odvedení dešťové vody ze střech objektů, z přilehlých zpevněných ploch a komunikací. Splaškové potrubí odvádí splaškovou vodu na čistírnu odpadních vod. Dešťové potrubí odvádí dešťové vody z řešené lokality a vypouští je do přilehlé vodoteče Panenský potok, a tím začleňuje tyto dešťové vody do přirozeného koloběhu.

Třetí varianta navrhuje také jednotnou kanalizaci, ale do odpadního potrubí vedoucí na čistírnu odpadních vod je svedena vedle vody splaškové pouze znečištěná dešťová voda z komunikací a chodníků. Dešťová voda zachycená na střechách je vsakována na pozemcích jednotlivých domů pomocí vsakovacích objektů. Dále je možné dešťovou vodu zachytávat v akumulacích nádržích a používat jako zdroj užitkové vody pro potřeby objektů a jejich pozemků.

2. Rešerše

2.1. Návrh kanalizace

Kanalizace je soubor zařízení, které odvádí dešťové, splaškové a jinak znečištěné odpadní vody z obytných území a míst, kde nejsou tyto vody akceptovány. Zároveň sem patří i všechny stavby, které slouží k čištění odpadních vod, ať už před vstupem do kanalizační sítě nebo až na jejím konci. Odvod znečištěných vod je důležitý pro obyvatelstvo, aby se zamezilo vzniku a šíření nemocí.

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 (1).

Například sem patří všechny vody odváděné stokovou sítí, všechny znečištěné vody, vody z drenážních systémů pozemních staveb a tekuté odpady. Odpadní vody rozdělujeme na splaškové, průmyslové, srážkové, vody infekční, podzemní vody, odpadní vody ze zemědělské výroby a ostatní odpadní vody. Jednotlivé druhy vod mají své specifické vlastnosti, a proto jim musí být návrh přizpůsoben.

Pro každou odvodňovanou oblast bývá vytvořen kanalizační řád, který udává podmínky pro plynulé a bezpečné odvádění odpadních vod. Udává maximální možné znečištění odpadních vod vypouštěných do kanalizace a nejvyšší přípustné množství těchto vod. Jednotliví producenti odpadních vod uzavírají s provozovatelem kanalizace pro veřejnou potřebu písemnou odběratelskou smlouvu o odvádění odpadních vod, která je vázána na kanalizační řád příslušné kanalizace pro veřejnou potřebu (2).

2.2. Soustavy stokových sítí

Podle způsobu odvádění odpadních vod ze zájmového území existují tři soustavy stokových sítí (3).

- Jednotná soustava – všechny druhy odpadních vod jsou svedeny do jednoho potrubí a odváděny společně jednou stokovou sítí. Dochází k směšování různých druhů vod například splaškové i dešťové. Výhodou této soustavy je, že potřebujeme pouze jedno potrubí, a tím je návrh ekonomičtější oproti jiným

variantám. Nevýhodou je nutnost navrhnout na stoce dešťové oddělovače (dále odlehčovací komory), které slouží při dešťových průtocích k částečnému odvodu naředěné vody do recipientu. Odlehčovací komory se navrhují z důvodů zmenšení profilů hlavně kmenových stok a ochrany čistíren odpadních vod, které by mohly velké přítoky poškodit.

- Oddílná soustava – každý druh odpadní vody má svou samostatnou síť. Jednotlivé druhy vod nejsou v kontaktu a nesměšují se. Výhodou je, že se na čistírnu odpadních vod odvádí pouze vody znečištěné. Dešťové vody, které jsou relativně čisté, se nemusí odvádět na čistírny a mohou se odvádět do vodních toků apod. Tím to způsobem se ušetří velké množství vody nutné na čištění, a tedy i náklady na toto čištění. Nevýhodou je, že musíme navrhovat dva druhy potrubí, a to včetně všech potřebných objektů. Tím se nám stavba prodraží oproti jednotné soustavě. Také dešťové vody jsou znečištěné, a hlavně u malých toků způsobují značné zvýšení průtoků i přínos znečištění.
- Kombinovaná soustava – navrhuje se buď jako prostá kombinace jednotné a oddílné soustavy pro dané zájmové území nebo jako modifikované verze oddílné soustavy (3). Mezi modifikované soustavy patří typ, kdy dešťové vody ze střech a z málo znečištěných ploch odvádíme do dešťové stoky. Znečištěné dešťové vody z komunikací a jiných znečištěných povrchů jsou odváděny do oddílné splaškové stoky. Vlastnosti soustavy záleží na typu vybrané soustavy. Při návrhu je nutné provést podrobný technicko-ekonomický rozbor, se zvážením všech aspektů řešení.

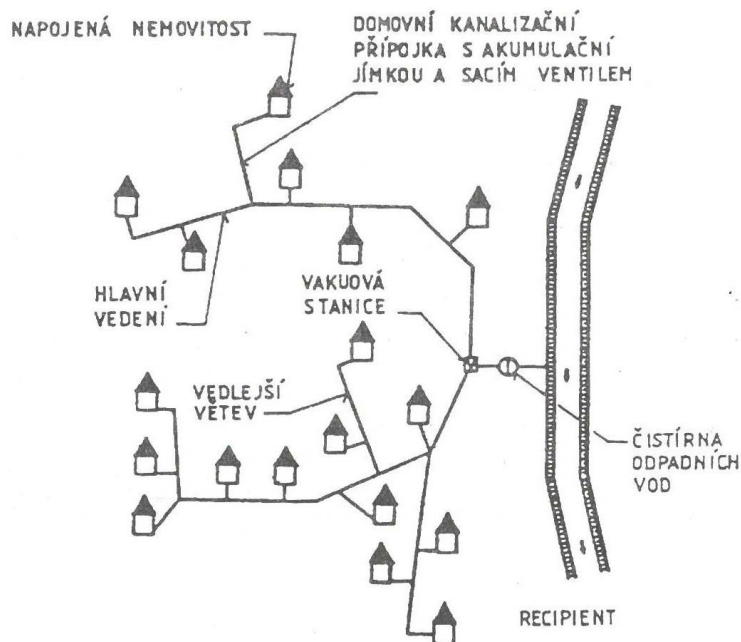
Dále se stokové sítě dělí podle systému uspořádání stokových sítí. Vedení stok záleží na tvaru terénu a charakteru zájmového území. Při návrhu se dbá na přímé vedení s gravitačním odvodem odpadních vod. Technická koncepce stokových sítí se řídí především hledisky hydraulickými, územně technickými, geomorfologickými (4). Čistírny odpadních vod (ČOV) se umísťují pod odvodňovaná území, aby se nemusel řešit přítok vod na čistírnu a vše fungovalo na základě gravitace. Takové to řešení je nejjednodušší z hlediska návrhu a zároveň nejekonomičtější.

- Radiální systém – používá se pro území ve tvaru kotlin. Stoky se paprskovitě sbíhají v nejnižším místě, odkud jsou gravitačně odváděny nebo přečerpávány na ČOV.

- Větvený systém – používá se v členitém území. Jednotlivé stoky jsou vedeny nejkratším směrem a nejvýhodnějším sklonem do sběračů a ty ústí do hlavní stoky.
- Úchytný systém – používá se v dlouhých táhlých údolích. Hlavní stoka je vedena podél vodního toku a do ní jsou zaústěny jednotlivé sběrače.
- Pásmový systém – používá se v územích, kde je nutné odvodňované území rozdělit na výšková pásma. V jednotlivých pásmech se může měnit způsob odvádění vody od gravitačního k přečerpávání a jejich kombinaci.

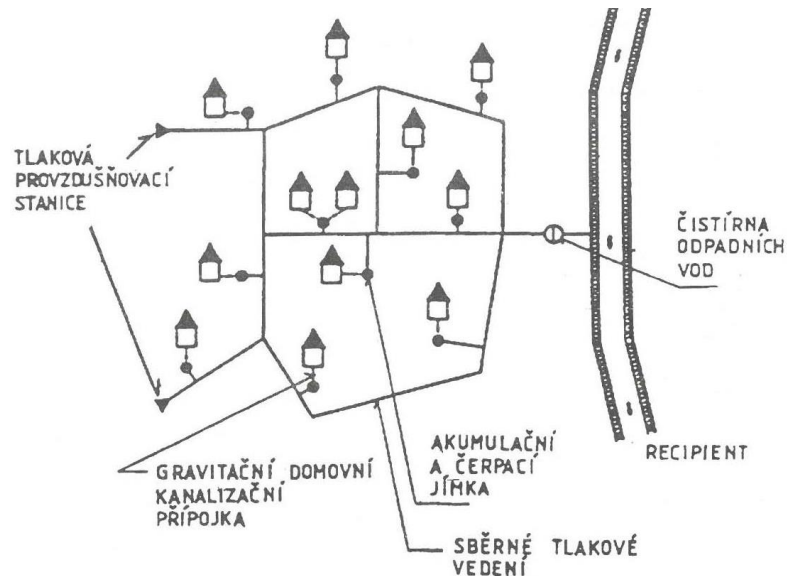
Stoky se většinou navrhují na proudění vody s volnou hladinou. Ne vždy je možné tento způsob použít, a proto existují další varianty systémů stok rozdělených na základě proudění vody v síti.

- Podtlaková (vakuová) kanalizace – na základě podtlaku ve stokové síti pomocí vakuových čerpadel se do sítě nasávají odpadní vody. Každá přípojka má sací ventil, který se automaticky otevírá a umožňuje nasátí splašků z přípojky do stokové sítě.



Obr. 2.1 - Podtlaková kanalizace (zdroj: (5))

- Tlaková kanalizace – splašky jsou svedeny z jednotlivých nebo i z více přípojek gravitačně svedeny do akumulční jímky. V jímkách jsou osazena ponorná čerpadla, která přečerpávají odpadní vody do hlavních uličních stok.



Obr. 2.2 - Tlaková kanalizace (zdroj: (5))

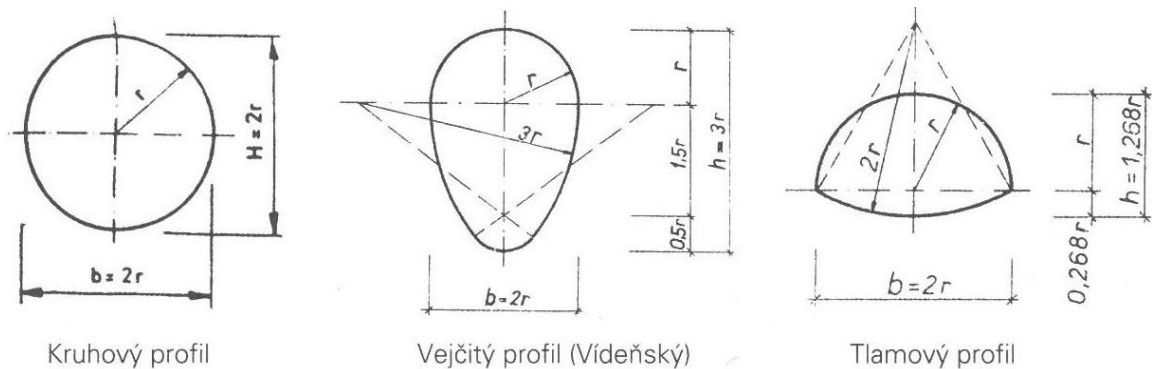
- Pneumatická doprava splašků – podobně jako tlaková kanalizace gravitačně vede splašky do jímky, dále do pracovní nádrže. Po naplnění nádrže se automaticky sepne kompresor a do nádrže se přivede tlakový vzduch, který vytlačí odpadní vodu do potrubí jdoucí na ČOV.

2.3. Tvary stok

Pro návrh stok můžeme volit z několika možných tvarů. Základním tvarem stok je kruh. Kruhový profil se navrhuje od těch nejmenších stok velikosti DN 250 mm až do DN 2 400 mm. Je to nejpoužívanější profil, zejména z důvodu jeho konstrukce a jednoduchosti provedení.

Vejčitý profil je hydraulicky a staticky nejvýhodnějším profilem. Používá se pro střední až velké profily stok. Nejmenší rozměry pro, které se používá b/h jsou 600/900 mm. Z hlediska je vlastností je vhodný pro použití ve městech na rozsáhlých stokových sítích. Jedinou nevýhodou je, že dosahuje poměrně velké výšky, a proto musíme mít dostatečnou hloubku pro jeho uložení.

Tlamový profil je hydraulicky a staticky nejméně vhodným profilem. Používá se v místech, kde nemáme dostatečné výškové poměry. Dále v místech, kde jsou dostatečně velké trvalé průtoky, aby nedocházelo k usazování nečistot na dně stoky, které je poměrně široké.



Obr. 2.3 - Základní tvary příčných profilů stok (zdroj: (3))

Podle velikosti a významnosti stok se navrhnou rozměry profilů tak, aby odpovídaly požadavkům na průlezné a průchozí profily. Má-li být profil průlezný, musí být jeho minimální šířka 600 mm a minimální výška 800 mm. Kruhový profil je průlezný, má-li průměr 800 mm. Nejmenší průchozí profil je s minimální šířkou 600 mm a minimální výškou 1 500 mm.

2.4. Dispozice stok

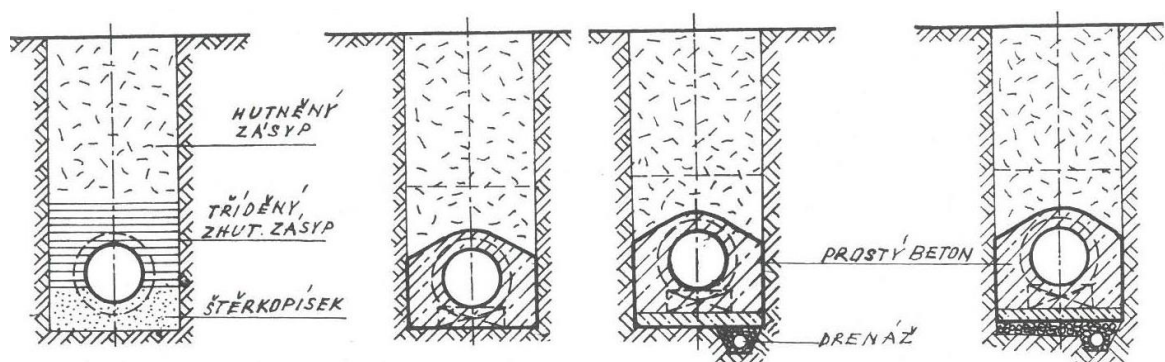
Základní podmínky dispozice stok udává ČSN 75 6110. Stoky veřejných kanalizací se situují do veřejných ploch a pozemních komunikací v souladu s ČSN 73 6005 a dalšími předpisy (5).

Stoky se nejčastěji umísťují pod osu do veřejných komunikací. Ukládáme-li oddílné stoky pod komunikaci, položí se dešťová stoka pod osu komunikace a splaškové odpadní potrubí rovnoběžně vedle dešťové stoky. Zásadně se neumísťuje potrubí ani vodovodní, plynovodní či teplovodní nad sebe, protože každé potrubí má předepsána ochranná pásma a dále objekty a armatury, které jsou vyvedeny k terénu. Stoky pro odvádění odpadních vod, s výjimkou dešťových stok, jakož i kanalizační přípojky musí být při souběhu a křížení uloženy hlouběji než vodovodní potrubí pro rozvod pitné vody (6).

Stoky se ukládají do hloubky pod terénem, tak aby bylo možné odvodnit všechny požadované objekty gravitačně. Většinou tato hloubka bývá větší než nezámrazná hloubka, a pokud není, je nutné ji dodržet. Stoky musíme uložit tak hluboko, aby nebylo možné je poškodit z důsledku zatížení na terénu. Doporučená minimální hloubka krytí v silnici je 1,8 m. V chodníku a v okolních pásech vedle komunikace, kde není zatížení od vozidel, je doporučená minimální hloubka krytí 1,0 m. Doporučená maximální hloubka uliční stoky je 6,0 m. Při větších hloubkách stok se náklady na výstavbu velmi zdražují z nutnosti použít speciální techniky pro hloubkové uložení.

Stoky se ukládají do otevřených rýh. Výkop se začíná hloubit proti sklonu dna stoky, aby podzemní či dešťové vody ve výkopu odtekly a nepřekážely při dalším hloubení. Pomocí strojů se vyhloubí základní rýha a poté se dočišťuje ručně. V místech, kde se vyskytuje trvale podzemní voda, se po dobu výstavby musí ve výkopu zřídit drenáž. Po vyhotovení stoky funkce drenáže zaniká.

Potrubí se nejčastěji ukládá do štěrkového lože minimální tloušťky 150 mm. Podle zeminy v základové spáře a materiálu potrubí se pro uložení stoky volí štěrkové lože, pískové lože, betonový základ, anebo v neúnosných zeminách piloty. Potrubí se klade od nejnižšího místa rýhy a musí být umístěno hrdlem proti sklonu. Po uložení potrubí do rýhy se trouby obsypou a obsyp se zhutní nebo se obetonují. Tím je potrubí chráněno proti mechanickému poškození a je upevněna poloha potrubí. Zbytek rýhy nad obsypem se zasype materiálem z výkopu a hutní po vrstvách 300 mm. Při zasypávání rýh se musí dbát velké opatrnosti, aby se mechanicky nepoškodilo potrubí nebo nedošlo k jeho posunu.



Obr. 2.4 - Způsob uložení profilů stok (zdroj: (5))

2.5. Sklony stok

Pro návrh sklonu neexistuje žádné pravidlo, jak zvolit správný sklon. Je jen několik doporučení, co by se mělo dodržet, pro správný návrh bez pozdějších možných problémů. Pro ukládání potrubí je vhodné, když sklon stoky částečně kopíruje sklon terénu. Nedostáváme se zbytečně do velkých hloubek a je dosaženo potřebných hodnot. Ovšem terén nemá vždy ideální tvar, a tak není vždy možné ho kopírovat.

Pro začátek si musíme určit výškovou úroveň, kam musíme stoku zaústit. Nejčastěji v místě napojení na ČOV nebo vyústění do recipientu. Na základě výšky zaústění do ČOV se navrhne podélný sklon stoky. Po délce stoky se sklon může měnit, ale není vhodné měnit sklon mezi sousedními šachtami. Ideálním řešením je navrhnout velký sklon a tím se zvýší i rychlost ve stoce. Problémem je přílišné zahloubení stok, které vede k velkým finančním nákladům při stavbě stok.

Často se vyskytují problémy s minimálními sklony, které způsobují nedostatečné rychlosti ve stoce a tím i možné zanášení stoky nečistotami. Pro správný návrh se podle ČSN 75 6101 volí sklon gravitačních stok takový, aby tečné napětí ve dně stoky zamezilo zanášení stok. Minimální sklon pro zvolený profil je takový, při kterém bude platit:

$$\tau_u \geq 4,0 \text{ Pa}$$

Tečné napětí se vypočítá ze vzorce (5):

$$\tau_u = \rho * g * R * I$$

kde: ρ – hustota vody [kg/m^3]

g – tíhové zrychlení [m/s^2]

R – hydraulický poloměr [m]

I – sklon stoky udávaný v desetinném čísle [m/m]

Maximální sklony stok jsou dány maximální rychlostí, kterou může dosáhnout odváděná voda. Při příliš velkých rychlostech může dojít k poškození potrubí. Maximální přípustná rychlost ve stokách při kapacitním plnění je 5 m/s. V objektech a stokách z vhodných a odolných materiálů může být maximální rychlost až 10 m/s. V betonových a železobetonových stokách je doporučena rychlost 3 m/s.

2.6. Materiály stok

Při volbě materiálu stok musíme brát v úvahu, pro jaké druhy odpadních vody stoku navrhujeme, ale také okolní prostředí, do kterého stoku ukládáme. Některé agresivní látky v odpadní vodě mohou být nevhodné v kombinaci s některými materiály. Například infekční vody z lékařských zařízení by mohly reagovat na některé typy plastového potrubí, a proto je jejich použití nevhodné. Základní materiály pro stavbu stoku jsou kamenina, beton, železobeton, plast, sklolaminát, litina, čedič a keramických cihel.

Kamenina je keramický materiál se slinutým barevným střepem, na povrchu opatřený vysoce odolnou zemitou glazurou (3). Jedná se o klasický materiál používaný po desetiletí, má vysokou odolnost proti agresivním vodám. Její výhody jsou mechanická pevnost, chemická odolnost, hladkost potrubí a tím daný nízký hydraulický odpor, těsnost trub a spojů a vysoká životnost. Nejčastěji se vyrábí jako hrdlové potrubí. V jednotlivých spojích je vlepeno pryžovým těsněním. Nebo se vyrábí bezhrdlé potrubí, kde se jednotlivé spoje překryjí spojkou nebo opravnou manžetou.

Betonová a železobetonová potrubí jsou dnes již také klasický materiál. Výhodou je jeho pevnost, libovolný tvar, dosažení požadovaných vlastností a jeho nízká ekonomická náročnost. Je-li potřeba zvýšit vnitřní odolnost potrubí proti agresivním vodám, používají se vystýlky z čediče, kameniny, sklolaminátu. Spojování jednotlivých profilů je provedeno pryžovými těsníci profily, pryžovým valivým těsněním, tmelem a, nebo cementovou maltou.

Plastové kanalizační potrubí je používáno teprve krátce, v uplynulých letech prošlo vývojem, než se dostalo na trh kanalizačního potrubí. Podle používaného materiálu ho rozdělujeme na neměkčené PVC (polyvinylchlorid), PE HD (polyetylén o vysoké hustotě), PP (polypropylén). Plastové potrubí se vyrábí pouze v kruhových profilech o rozměrech DN 300 mm až DN 1200 mm. Spoje se provádí mechanicky těsníci prvky, lepením nebo svařováním.

Sklolaminát je kompozitní materiál, tvořený skleněnými vlákny a vytvrzenou umělou pryskyřicí a plnivem, které tvoří významný podíl stěn trub a je složeno z křemenných písků vápencové moučky. Hlavní výhody sklolaminátu jsou pevnost, stabilní fyzikálně chemické vlastnosti, nízká hmotnost a snadná opravitelnost.

Tvárná litina je železný materiál, který obsahuje 2,2 – 4 % uhlíku. Je velmi odolná vůči vysokým tlakům, má dokonalou nepropustnost, je odolná proti agresivním vodám. Má dlouhou životnost a minimální nároky na údržbu. Je vhodná do složitých terénů a náročných podmínek. Litinové potrubí se spojuje hrdlovými spoji s pryžovými těsnícími kroužky nebo přírubové spoje. Všechny spoje potrubí musí být vodotěsné, aby nedocházelo k úniku znečištěných vod do podloží.

Zděné stoky se navrhují u stok velkých profilů. Nejčastěji bývají průchozí, vejčitého tvaru a hlavně v městských stokových sítích. Ukládají se na betonový základ. Dno stoky je tvořeno kameninovým žlabem. Na něj navazují pálené cihly do potřebného tvaru. Vršek stoky je vyskládan z cihel do klenby. Spáry mezi cihlami se vyplňují cementovou maltou o šířce spáry 5–8 mm. Všechny spáry musí být vodotěsné.

2.7. Dimenze stok

Stoky se dimenzují podle druhu odpadních vod v nich odváděných. Rozlišujeme 2 základní druhy výpočtu dimenze potrubí pro odpadní vody splaškové a vody dešťové. Při dimenzi jednotné kanalizace se počítá pouze s dešťovými vodami, pokud množství splaškových vod činí méně než 10 % z vod dešťových.

Návrh oddílné splaškové kanalizace se provádí na základě množství splaškových vod. Pro výpočet musíme znát průměrný denní průtok splaškových vod, který můžeme zjistit ze statistických údajů v daných oblastech nebo vypočítat ze základní potřeby vody na osobu. Většina evropských zemí uvádí návrhovou spotřebu odpadních vod 150 l/(os.den). Podle statistik českých vodárenských společností se hodnota produkce pohybuje kolem 100 l/(os.den), což je ve srovnání s ostatními evropskými zeměmi méně (7). Například ve Spojeném království dosahuje průměrná denní spotřeba vody 150 l/(os.den) a v Dánsku pouze 80 l/(os.den) (8).

Denní průtok splaškových vod na obyvatele se vynásobí s předpokládaným množstvím obyvatel, v dané oblasti. Získaná hodnota se ještě násobí součinitelem maximální hodinové nerovnoměrnosti, který získáme z normy ČSN 75 6101. Tento součinitel bere v úvahu, že lidé nevypouští odpadní vody kontinuálně po celý den, ale v některých hodinách může dojít k vysoké produkci splaškových vod. A tedy jak je tento jev pravděpodobný při určitém množství lidí. Maximální hodinový průtok se vypočítá podle vzorce:

$$Q_{\max} = Q_{24} * K_h$$

kde: Q_{\max} – maximální hodinový průtok [l/s]

Q_{24} – průměrný denní průtok [l/s]

K_h – součinitel maximální hodinové nerovnoměrnosti [-]

Splaškové potrubí se dimenzuje na dvojnásobek maximálního hodinového průtoku. Z těchto důvodů se před návrhem dimenze potrubí množství splaškových vod dvojnásobně zvětšuje. Poté se podle tabulek kapacitního plnění a kapacitních rychlostí navrhne potřebné sklon a velikost potrubí.

Návrh oddílné dešťové kanalizace se provádí na průtok srážkových vod. Výpočtové množství dešťových vod je závislé na velikosti odvodňované plochy, druhu a charakteru povrchu, jeho sklonitosti a velikosti směrodatného deště (9). Pro výpočet se bere intenzita patnácti minutového směrodatného deště o pravděpodobnosti výskytu jednou za dva roky. Dále je závislé na velikosti odvodňované plochy a součiniteli odtoku, který závisí na typu povrchu terénu. Odtokové množství srážkových vod se vypočítá ze vzorce:

$$Q = \psi * A * i$$

kde: Q – průtok srážkových vod [l/s]

ψ – součinitel odtoku [-]

A – odvodňovaná plocha [ha]

i – intenzita návrhového deště [l/s.ha]

Pro vypočtený průtok se opět pomocí tabulek kapacitního plnění a kapacitních rychlostí navrhne potřebný sklon a velikost potrubí.

Při návrhu dešťových stokových sítí můžeme vycházet z několika metod výpočtu intenzity návrhového deště. Tyto metody jsou z důvodů, aby nedocházelo k návrhu velikosti potrubí pouze na základě intenzit maximálních dešťů. Tím by docházelo k předdimenzování stokových sítí. Jednou z nejznámějších metod je Bartošková metoda, která je zde použita pro výpočet jednotné kanalizace. Bartošková metoda vychází z intenzity patnácti minutového deště. Podle tvaru území se redukuje intenzita deště z patnácti minut na nižší dobu. Z počátku se výpočet provádí pro původní zvolenou intenzitu. Součtem časů průtoků jednotlivých po sobě jdoucích úseků se pokračuje,

dokud celková sečtená doba nepřekročí redukovanou dobu pro patnáctiminutový déšť. V dalším kroku výpočtu už se může místo původní intenzity použít redukováná, a tedy nižší intenzita. Dále se ve výpočtu pokračuje, že s každým krokem se pro příslušný celkový čas odečítá nová intenzita deště, s kterou se na dále počítá. Touto metodou se zajišťuje návrh potrubí, který není zbytečně předimenzovaný.

2.8. Objekty na stokových sítích

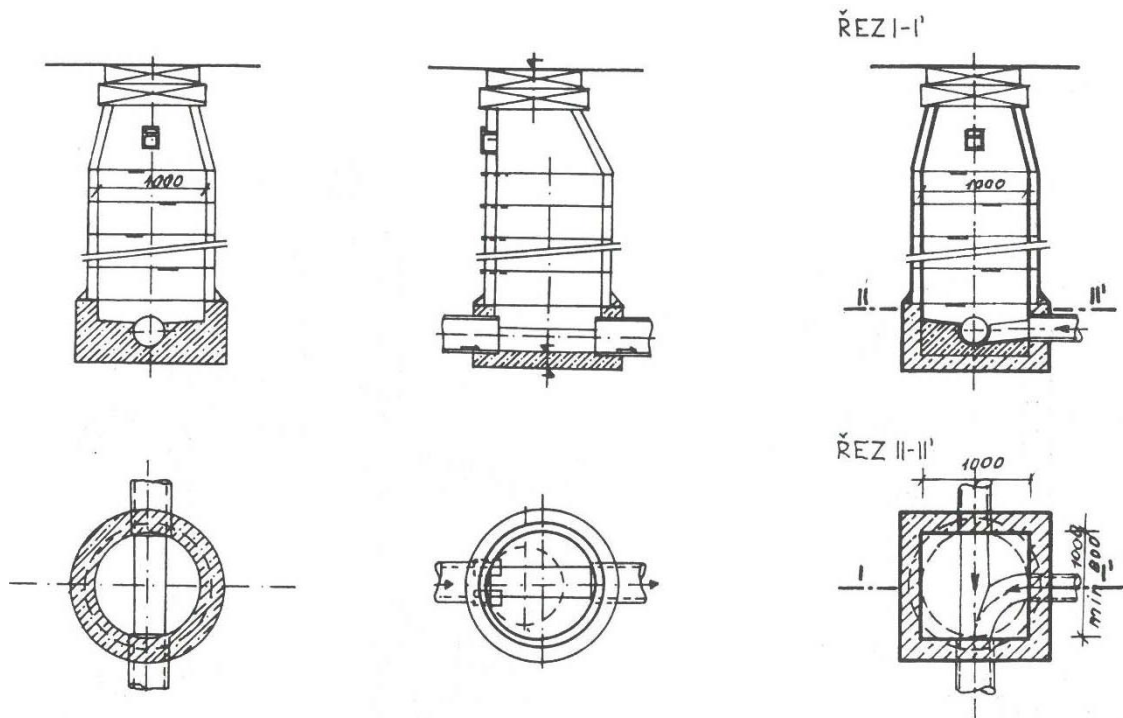
Součástí stokové sítě jsou objekty. Slouží ke kontrole stok, k lepšímu vedení splaškových vod, k ochraně stok a čistíren odpadních vod, k přivedení a vypouštění odpadních vod do a ze stok. Návrh stokových objektů je bezpodmínečný pro zajištění spolehlivého, bezporuchového a hospodárného provozu stok. Podmínky pro navrhování objektů jsou specifikovány v normě ČSN 75 6101.

2.8.1. Šachty

Na stokách se používají vstupní, spojné šachty a rozdělovací komory. Všechny mají podobnou konstrukci, ale odlišnou funkci. Vstupní šachty slouží pro vstupní místa pro provozní pracovníky za účelem kontroly funkce stokové sítě, revize a údržby, především čistění stok (5). Umísťují se na neprůlezných profilech po maximální vzdálenosti 50 metrů. Dále se umísťují na začátku a na konci stok, v místech, kde se mění směr nebo sklon přímých úseků, v místech změny profilu nebo materiálu a v místě napojení dvou a více stok.

Spojné šachty spojují jednotlivé stoky, u velkých průměrů se navrhují spojné komory. Rozdělovací komory mají opačnou funkci než spojné komory. Odpadní vody přitékající do komory se rozdělují do dvou i více stok odtékajících z komory.

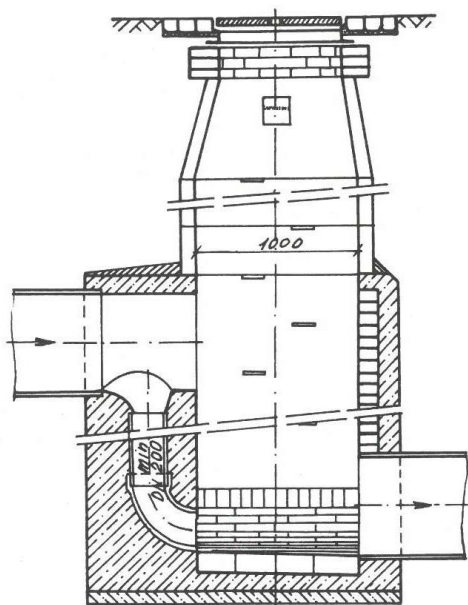
Vstupní část šachty je zakryta litinovým poklopem o průměru 600 mm. Pod ním je přechodová část, která se rozšiřuje do manipulačního prostoru šachty. Vnitřek šachty je opatřen litinovými stupadly. Kruhový manipulační prostor má průměr 1 000 mm, obdélníkový prostor šachty má rozměry 800 mm x 1 000 mm. Nejčastěji se používají betonové a plastové šachty. U betonových se na dně šachty vytvoří žlabové vedení podle požadovaného tvaru. Šachty se ukládají na betonový základ, který může být jejich součástí.



Obr. 2.5 - Základní tvary vstupní šachty a spojné šachty (zdroj: (5))

2.8.2. Spadiště

Spadiště slouží pro překonání velkého výškového rozdílu. Navrhuje se v místech, kde je strmý terén a stoka by dosahovala sklonu, při kterém by byly překonány maximální průtočné rychlosti. Podle potřeby je možné navrhnout i více spadišť za sebou. Pro malé bezdeštné průtoky je ve spadišti navržen vertikální obtok minimální velikosti DN 200 mm. Při velkých průtocích obtok nepobere vše, a tak začne voda přepadat do velké šachty neboli spadiště. Voda zde dopadá na dno a poté je svedena do odtokového potrubí. Maximální dovolená výška pro spadiště s vertikálním obtokovým potrubím velikosti DN 250 mm až DN 400 mm jsou 4 metry. Pro spadiště s obtokem DN 450 mm až DN 600 mm je maximální výška 3 metry. Vstupní část spadiště je stejná jako u šachet, aby byl umožněn přístup a případná revize. Při větší výšce spadišť se doporučuje provést v laboratoři modelový výzkum.



Obr. 2.6 - Spadiště (zdroj: (5))

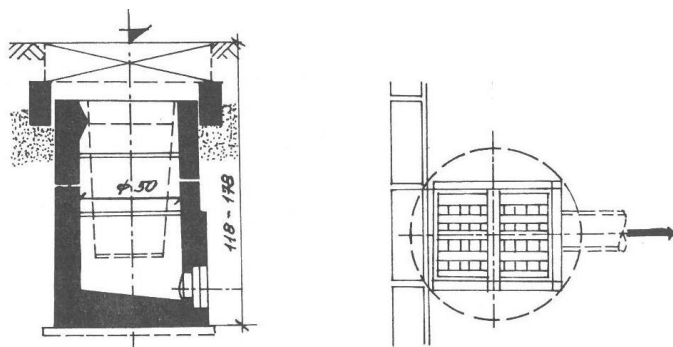
2.8.3. Skluz

Skluz je úsek stoky se strmým sklonem, ve kterém se průtokové rychlosti pohybují v rozmezí 5 až 10 m/s. Navrhuje se v místech, kde je potřeba překonat vyšší výškový rozdíl, ale použít spadiště není možné z důvodů nevhodných základových podmínek nebo u velkých profilů stok. Při velké délce skluzu, strmém úseku nebo při velkém průtoku je potřeba na konci skluzu navrhnout objekt na utlumení přebytečné pohybové energie a na odvodu proudění.

2.8.4. Dešťové vpusti

Vpusti jsou objekty pro odvádění dešťových vod z povrchu komunikací, chodníků a ostatních zpevněných ploch do kanalizace. Podle umístění rozeznáváme vpusti uliční, chodníkové a horské. Dešťové vpusti k odvádění odpadních vod z povrchu místních komunikací, situované v jízdnicích, přídatných a přidružených pružích, nemají ležet ve stopě vozidel, ale pokud možno na rozhraní těchto pruhů (10). Rozmístění vpustí závisí na velikosti odvodňované plochy. Pro jednu vpust se navrhuje 400 m² odvodňované plochy a rozmisťují se ve vzdálenostech 40 až 60 metrů od sebe. Uliční vpust se navrhuje z litinové mříže s rámem a tělesa vpusti o průměru 500 mm. Chodníkové vpusti se umisťují na okraji chodníků s bočním vtokem. Horská vpust se navrhuje

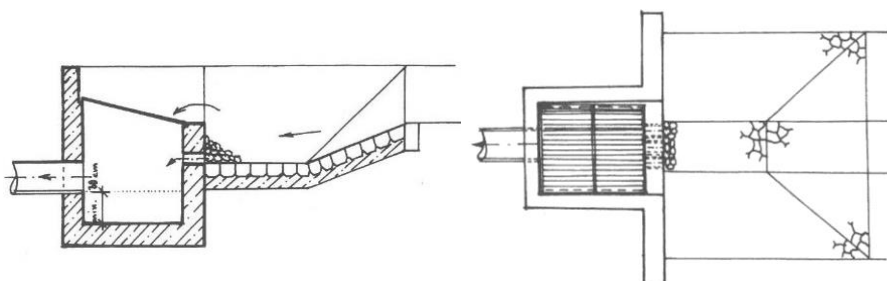
v místech se strmým terénem a sklonem větším než 8 %. Často bývá na nezpevněných cestách, kde voda odvádí velké množství splavenin, proto částečně plní funkci lapače splavenin.



Obr. 2.7 - Dešťová uliční vpust - řez a pohled (zdroj: (5))

2.8.5. Lapač splavenin

Lapač splavenin zachycuje nečistoty povrchové vody stékající do kanalizačního potrubí. Přitékající nečistoty se zde usazují a dochází ke zpomalování povrchového odtoku. Součástí lapače splavenin je jímka pro usazené nečistoty, která se musí pravidelně čistit, aby nedocházelo k poruše funkce objektu.

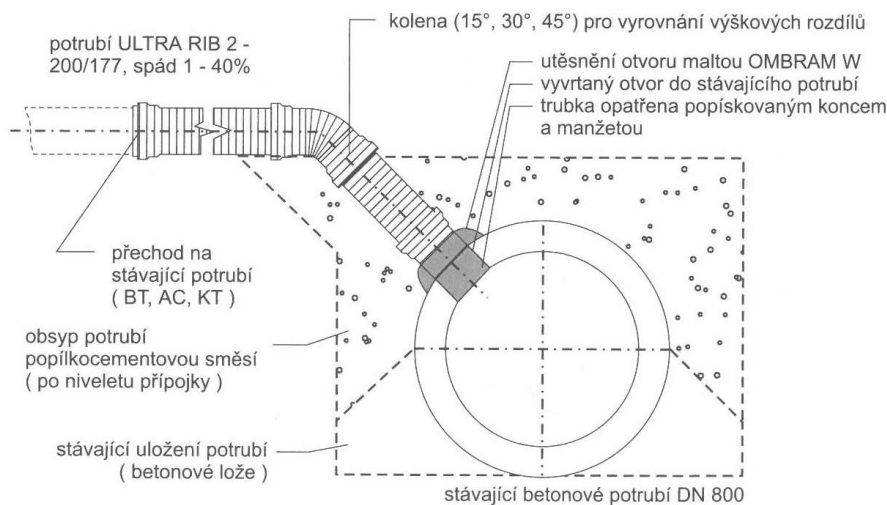


Obr. 2.8 - Lapač splavenin - řez a pohled (zdroj: (5))

2.8.6. Domovní přípojky a přípojky vpustí

Přípojky odvádí odpadní vody z nemovitostí do stokové sítě. Navrhují se jednotné nebo oddílné podle typu kanalizační stoky. Pro každý objekt se navrhuje samostatná přípojka. Případné použití jedné přípojky pro více objektů nebo naopak více přípojek pro jednu nemovitost se musí projednat se správcem sítě. Nejmenší dovolený profil přípojky se navrhuje DN 150 mm při sklonu 2 %. Pro větší profily můžeme zvolit sklon 1 %. Maximální povolený sklon je 40 %.

Na přípojkách se navrhují revizní šachty, které se zásadně umísťují na pozemku odvodňované stavby. Připojení přípojek do veřejných stok se provádí pomocí odboček, vložek nebo do místa určeného správcem sítě. Při stavbě veřejných stok se dopředu počítá s budoucími přípojkami, a proto se rovnou do nich osazují odbočky a vložky. Napojení profilů menších a včetně DN 200 mm se navrhuje pod úhlem 45° až 90°. Přípojky větších profilů, než je DN 200 mm se musí připojovat do šachet a dokládat hydrotechnickým výpočtem. Vedení přípojky musí být co nejkratší, v přímém směru, jednom sklonu a stejné velikosti profilu

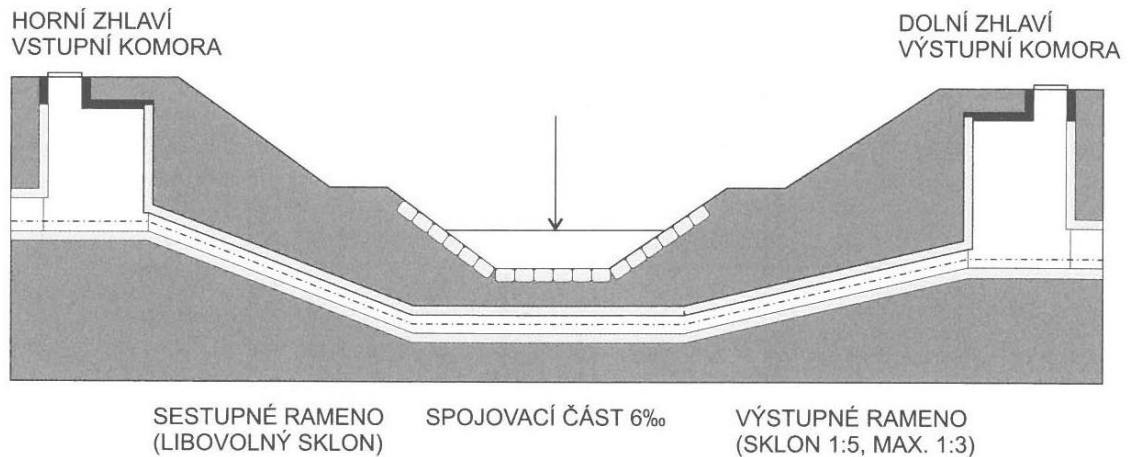


Obr. 2.9 - Napojené domovní přípojky na uliční stoku (zdroj: (3))

2.8.7. Kanalizační shybka

Je objekt pro převedení odpadních vod pod překážkou. Nejčastější překážkou je vodní tok, jiná stoka, podzemní dopravní komunikace a kolektor. Podle hydraulických parametrů se rozlišuje shybka úplná a neúplná. Úplná je, pokud strop shybky je pod dnem přítokové a odtokové stoky. Shybka neúplná je, pokud strop shybky je nad úrovní dna přítokové a odtokové stoky. Podle počtu ramen se rozdělují na jednoramenné a víceramenné shybky. Při málo rozkolísaných průtocích se navrhuje jedno ramenná, to bývá většinou u oddílné splaškové kanalizace. Při kolísavých průtocích se navrhuje dvou a víceramenná shybka. Na začátku je horní komora, která slouží pro rozdělení průtoku do více ramen a zároveň jako vstup pro revizi a případné opravy. Dolní komora spojuje průtok z jednotlivých ramen a zároveň také umožňuje přístup do soky.

Minimální velikost se navrhuje DN 200 mm. Sklon sestupného ramena může být libovolný, sklon výstupního ramena je v rozmezí 1:5 až 1:3. Spojovací část musí být v minimálním sklonu 6 ‰. Odpadní voda zde protéká pod tlakem, který je založen na principu rozdílných úrovní hladin na obou koncích shybky. Návrh shybky musí být doložen hydraulickým výpočtem.



Obr. 2.10 - Kanalizační shybka (zdroj: (3))

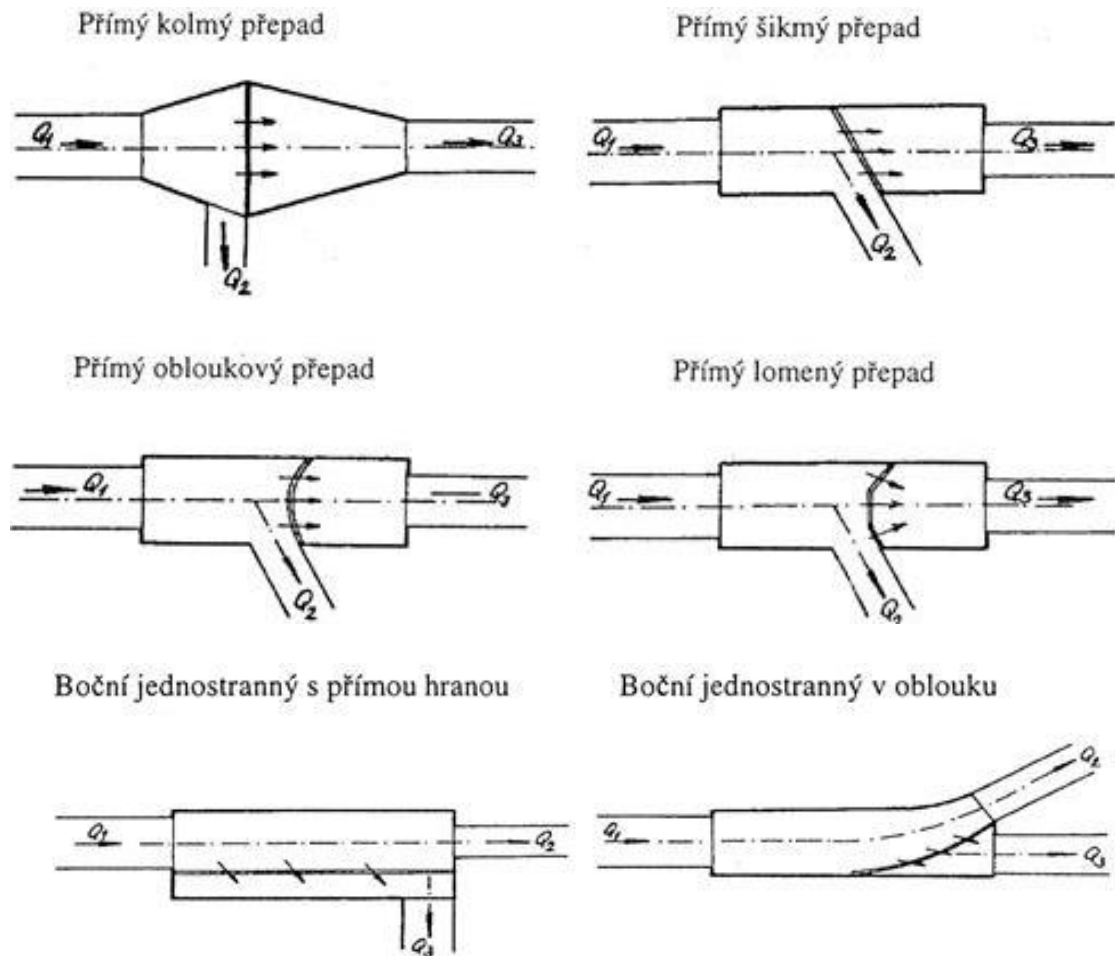
2.8.8. Proplachovací objekty

Proplachovací objekty se navrhovaly v místech, kde docházelo k usazování nečistot z důvodů malého sklonu nebo průtoku. Objekt je stejné konstrukce jako vstupní šachta, jen má navíc na výtoku ze šachty stavítka. Nárazové proplachování se provádí se zavřenými stavítky. Šachta se naplní vodou a poté se stavítka náhle otevřenou a do potrubí odchází proplachová vlna. Objem zadržené vody v šachtě se navrhuje na minimálně 3 m³ s min. hloubkou vody 1 metr. V dnešní době se stoky vesměs proplachují tlakovou vodou ze speciálních čistících vozů.

2.8.9. Dešťové oddělovače - odlehčovací komory

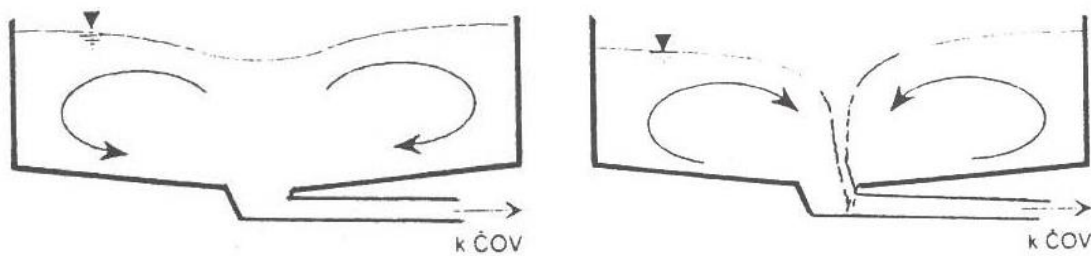
Navrhují se na jednotných stokách, pro odlehčení celkového množství protékající vody. Při bezdeštném průtoku všechna splašková odpadní voda odtéká na ČOV. Při dešťových průtocích dochází k oddělení části průtoku. Část průtoku pokračuje na ČOV a druhá část odtéká volně bez předčištění do recipientu. Voda je rozdělována pomocí různých způsobů (např. přepadu, vodorovné dělící stěny, apod.). Nejčastější konstrukcí jsou přepady čelní nebo boční, s různým tvarem přepadové hrany (kolmý, šikmý, obloukový

apod.). Velikost odlehčovací komory musí být navržena pomocí hydraulického výpočtu na základě možného zředění recipientu odpadní vodou a podle velikosti průtoku odváděného na čistírnu.



Obr. 2.11 - Druhy odlehčovacích komor (zdroj: (11))

Jednou z variant odlehčovacích komor jsou separátory. Ty umožňují rozdělit průtok odpadních vod, a to včetně jejich znečištění. V odstředivém poli na základě separace se oddělují nerozpuštěné látky z odpadní vody. Podle typu proudění vody jsou separátory vířivé, anebo vírové. Vířivé proudění postupuje od středu nádrže po hladině směrem k obvodovým stěnám a poté klesá ke dnu. Nečistoty jsou sunuty po dně směrem ke středu do kaliště a poté odváděny na čistírnu. Vírové proudění má opačný směr proudnic. Ve středu nádrže vzniká vír, který odvádí usaditelné i plovoucí látky potrubím na čistírnu. Vířivé proudění nastává, odtéká-li na čistírnu cca 1 - 5 % přítoku, vírové proudění jestliže na čistírnu odtéká cca 10 a více procent přítoku, v závislosti na hloubce vody (5).



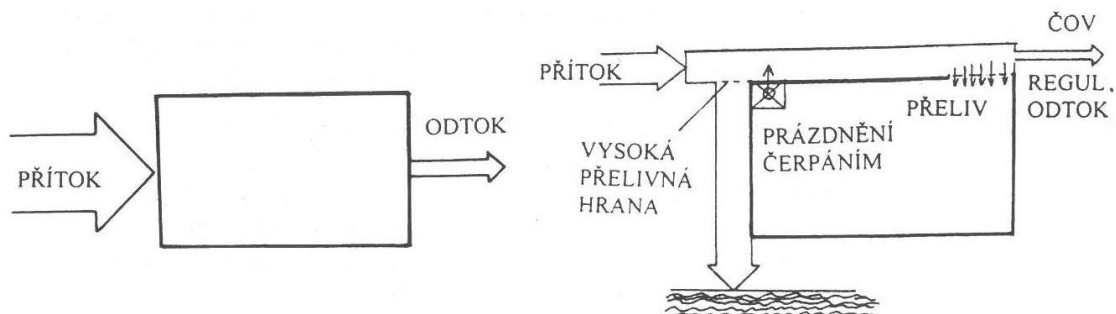
Obr. 2.12 - Separátor vířivý a vírový (zdroj: (5))

2.8.10. Dešťové nádrže

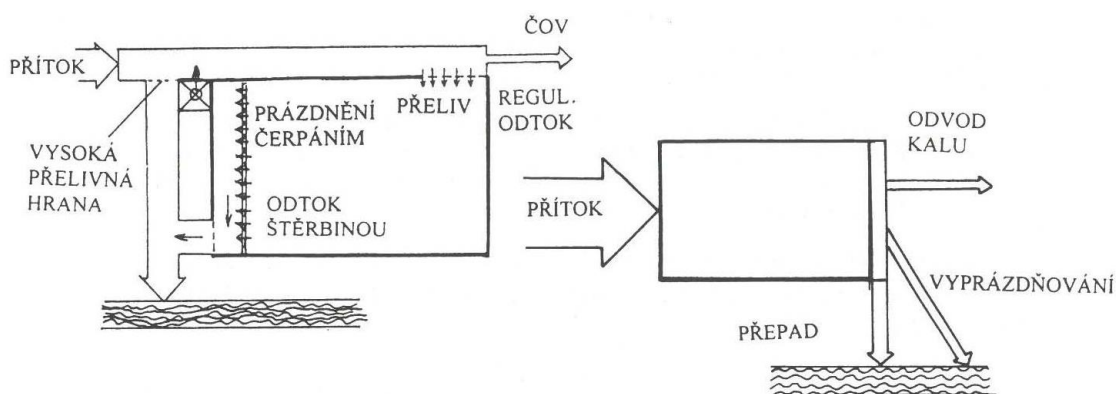
Dešťové nádrže se navrhují k upravení účinků dešťových průtoků na stokových sítích. Jejich účelem je snížení nebo zamezení vnosu hrubých nečistot do stok a následně pak na čistírnu odpadních vod. Zmenšení a zpomalení přívalové vlny odpadních vod do recipientu nebo na ČOV. Nádrže se dělí podle funkce na retenční, záchytné, průtočné, usazovací a kombinované.

Dešťové nádrže mají být umístěny na odlehčovacích stokách, pokud na stoce směrem k ČOV teče menší průtok než způsobuje mezní dešť. Dále pokud je do recipientu vypouštěno větší množství znečištění, než je povoleno.

Nádrže bývají vybaveny normou stěnou pro zamezení úniku plovoucích nečistot, čerpací stanice pro potřebné vyprázdnění, odlehčovací komorou, regulovaným výtokem a zařízením na vyplachování a čištění nádrží. Potřebné objekty a zařízení závisí na druhu dešťové nádrže. Při návrhu se musí dbát, aby nedocházelo k plnění nádrže vodou z recipientu. Velikost nádrže se navrhuje na základě hydraulického výpočtu odlišného pro jednotlivé druhy nádrží.



Obr. 2.13 - Dešťové nádrže retenční a záchytná (zdroj: (5))



Obr. 2.14 - Dešťové nádrže průtočná a usazovací (zdroj: (5))

2.8.11. Výústní objekty

Pomocí výústních objektů se odpadní vody vypouštějí ze stok do vodních toků a nádrží. Mají zaručit lepší promísení jednotlivých vod. Dno výústního objektu se většinou umísťuje do výšky nad hladinu Q_{355} . Vypouštění odpadních vod do recipientu se provádí gravitačně, s opatřením proti zpětnému vzduťi nebo s přečerpáváním. Záleží na výškových poměrech odvodňovaného terénu a vodního toku. Jako ochrana proti zpětnému vzduťi se používá koncová klapka, kanalizační uzávěr, stavilo nebo stavidlo se stupněm.

2.8.12. Čerpací stanice

Čerpací stanice se navrhují, pokud není možné dopravit vodu gravitačně do ČOV a u tlakových a podtlakových kanalizačních systémů. Často bývá čerpací stanice navržena před čistírnou odpadních vod, aby umožňovala následný gravitační průtok celou čistírnou. Čerpací stanice se navrhují spíše na oddílných splaškových stokách. Pro dešťové průtoky jsou čerpací stanice neekonomické řešení.

Čerpací stanice jsou tvořeny podzemní jámkou, jejíž velikost je doložena výpočtem na základě přiváděného množství odpadních vod. Dále jsou součástí stanic automatická čerpadla, měřící a ovládací prvky. Před stanicí se navrhuje rozdělovací objekt, který umožňuje případný obtok při poruše stanice.

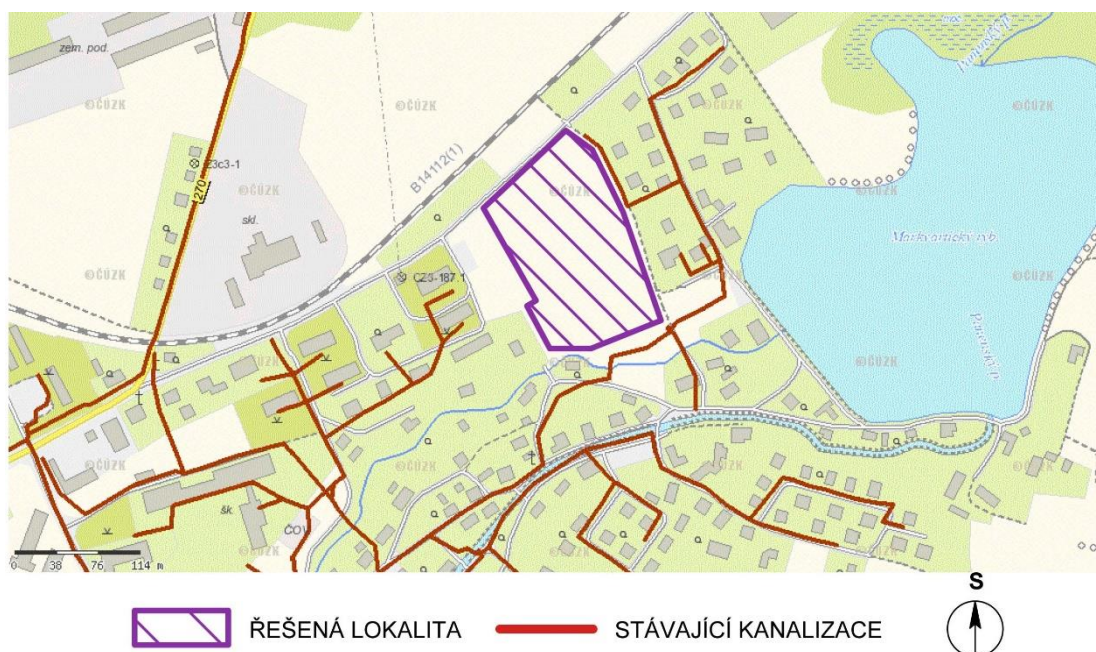
3. Lokalita rodinných domů Markvartice

3.1. Popis lokality

Řešená lokalita se nachází v severních Čechách v místní části Markvartice v obci Jablonné v Podještědí. Zde se mezi stávající zástavbou nachází nezastavěné parcely o velikosti 2,15 ha na travnaté ploše louky určené územním plánem k zástavbě rodinnými domy. V dané lokalitě je navrženo 18 nových rodinných domů.

Stavební pozemky se nachází cca 1 km východně od centra obce Jablonné v Podještědí. Řešená lokalita je ze severu ohraničena místní obecní komunikací a z jihu malým vodním tokem s názvem Panenský potok. Z východní a západní strany je lokalita ohraničena stávajícími rodinnými domy. Terén je mírně svažité od severu k jihu ve sklonu 5 až 6 %. Terén je tvořen z hornin podle třídy těžitelnosti 50 % třída III. a 50 % třída IV. Jedná se především o písčité hrubý štěrk, štěrk, písčité jíly a jílovitá hlína. Trvalá hladina podzemní vody infiltrovaná z vodního toku Panenský potok je v dosahu stavby. V horní části je hladina potoka na kótě 305,25 m.n.m.

V souběhu s Panenským potokem je vedena stávající jednotná kanalizace. Potrubí je z materiálu PVC a průměru DN 300 mm. Tato stoka vede gravitačně až k čistírně odpadních vod situované v jihozápadní části na kraji města Jablonné v Podještědí.



Obr. 3.1 – Řešená lokalita Markvartice

3.2. Výpočtové hodnoty

Pro správné dimenzování potrubí musíme znát množství odváděných splaškových a dešťových vod. Potřebné hodnoty můžeme převzít z norem nebo ze známých naměřených hodnot nebo si je vypočítat na základě známých vstupních informací.

Výpočty v této bakalářské práci vycházejí z průměrných reálných hodnot spotřeby vody v posledních letech. V nově projektované lokalitě rodinných domů předpokládám kapacitu 4 osob na každý dům. Na základě průměrných ročních spotřeb vody v České republice předpokládám denní spotřebu vody 120 l/os/den. Tato hodnota je včetně odhadovaného množství balastních vod, které se nám do potrubí dostanou kanalizačními poklopy během srážek.

Pro výpočet množství dešťové vody je použit program převzatý z internetových stránek České zemědělské univerzity v Praze DES_RAIN_VARIABLE. Tento program je určen k výpočtu návrhových dešťů a jejich průběhu podle hodnot naměřených z jednotlivých srážkoměrných stanic. Nejbližší srážkoměrná stanice pro lokalitu Jablonné v Podještědí je stanice Mimoň. Na základě hodnot převzatých z tohoto programu byla dešťová kanalizace navrhována na intenzitu srážky 139 l/s/ha. Další potřebné výpočtové hodnoty jsou převzaty ze statistických měření intenzit srážek v různých místech České republiky. Pro výpočet je použita statistická hodnota z nejbližšího možného udávaného místa, a to je Hradec Králové.

Použité hodnoty návrhových dešťů:

$$i = 139 \text{ l/s/ha}, p = 0,5 \text{ 1/N}, t = 15 \text{ min}$$

$$i = 55 \text{ l/s/ha}, p = 5 \text{ 1/N}, t = 15 \text{ min}$$

V každé variantě v nejméně příznivých částech stoky je proveden výpočet tečného napětí. Tečné napětí nám říká, kde se může vyskytovat riziko zanášení stoky z důvodů nedostatečného sklonu nebo průtoku s malou unášecí silou. Ve stokách s minimálním průtokem nebo malým sklonem je výskyt tohoto rizika prověřen. Všechny stoky jsou navrženy s ohledem na doporučené minimální sklony podle normy ČSN 75 6101.

4. Návrh jednotné kanalizace

Jednotná kanalizace je navržena pouze na množství dešťových vod, které převyšuje množství splaškových více než 10 x, a proto množství splaškových vod můžeme zcela zanedbat. Celkové množství odpadních vod splaškových je $Q_{spl} = 1,7$ l/s a dešťových je $Q_{des} = 104,9$ l/s. Výpočet dimenze potrubí vychází z celkové odvodňované plochy a součinitele odtoku. Součinitel odtoku je koeficient, který nám říká, jakým poměrem odtéká voda z určitých povrchů či se naopak do nich vsakuje. Pro návrh splaškového potrubí je požadavek na minimální průměr potrubí DN 250 mm. Podrobný výpočet je přiložen v příloze č. 1.

V řešené lokalitě rodinných domů je navržena i nová místní komunikace pro dopravní obslužnost propojující jednotlivé domy a napojující se na stávající místní komunikaci Liberecká. Kanalizační potrubí je svou trasou umístěno pod nově navrhovanou komunikací, a to v souběhu s jinými inženýrskými sítěmi v souladu s požadavky na odstup jednotlivých podzemních vedení. Jednotná kanalizace se dělí na tři větve. Hlavní stoka A je nejdelší a je ukončena kanalizační šachtou necelých 30 metrů pod úroveň ulice Liberecká. Celková délka stoky A je 195,5 metrů. Kanalizační potrubí je navrženo z kameniny průměru DN 250 mm a DN 300 mm. Z toho 161,5 metrů je navrženo průměru DN 250 mm a prvních 34 metrů od napojení na stávající kanalizaci PVC 300 mm je navrženo z DN 300 mm. Stoka A je navržena ve sklonu 70 ‰ a 20 ‰. Vedlejší stoka B je délky 79,0 metrů a v jednotném sklonu 60 ‰. Stoka C je dlouhá 21,4 metrů se sklonem 40 ‰. Obě stoky jsou navrženy z potrubí kameninového DN 250 mm.

Nejméně příznivá část stok z hlediska tečného napětí je střední část stoky A, která je ve výpočtech označena jako úsek A2 a úsek C. Stoka A2 má sklon 20 ‰ a průtok $Q = 74,39$ l/s. Vypočtené tečné napětí je dostatečně velké, a tedy k zanášení stoky by nemělo docházet. Stoka C má sklon 40 ‰ a průtok $Q = 9,04$ l/s. Také v této stoce je tečné napětí dostačující. Jelikož tečná napětí jsou i v nejrizikovějších částech dostatečně velká, dá se předpokládat, že v celém návrhu jednotné kanalizační sítě nebude docházet k zanášení jednotných stok. Podrobný výpočet je přiložen v příloze č. 4.

Ve vhodných místech jsou do stok napojeny kanalizační přípojky z rodinných domů. Pro každý rodinný dům je navržena jediná kanalizační přípojka. Dále jsou na jednotných stokách navrženy vstupní kanalizační šachty, které jsou rozmístěny ve vzdálenosti maximálně 47 metrů. Uliční vpusti sloužící pro zachycení povrchových vod

z chodníků a nové místní komunikace jsou ve vzdálenosti maximálně 50 metrů. Podrobný návrh vedení potrubí i s výškovým umístěním je na výkresech č. 8, 9 a 10.

Tab. 4.1 – Přehled parametrů návrhu jednotné kanalizace

Stoka	Délka [m]	DN [mm]	Počet šachet
A	195,5	250, 300	7
B	79,0	250	2
C	21,4	250	1

5. Návrh oddílné kanalizace

Oddílná kanalizace se skládá ze dvou samostatných potrubí odvádějících odpadní splaškové vody a vody dešťové odděleně. Pro dimenzi potrubí vycházíme z jednotlivých množství odpadních vod. Množství splaškových vod je $Q_{24} = 1,7$ l/s. Tato hodnota vychází z celkového počtu bydlících osob v předpokládané lokalitě a z průměrné denní spotřeby vody na osobu. Mimo jiné se ve výpočtu objevu koeficient K_h , který udává maximální hodinovou nerovnoměrnost podle počtu obyvatel v obci. Jinými slovy, jak moc je pravděpodobné, že lidé v této lokalitě budou současně vypouštět odpadní vody. Splaškové potrubí se navrhuje na průtok pouze v polovině potrubí, aby docházelo k proudění vody s volnou hladinou, a nikoliv k proudění tlakovému. Proto se ještě maximální denní průtok násobí dvěma. Pro návrh splaškového potrubí je požadavek na minimální velikost potrubí DN 250 mm. Podrobný výpočet je přiložen v příloze č. 2.

Množství dešťových vod je $Q_{des} = 104,9$ l/s. Výpočet dimenze potrubí je stejný jako u předešlé varianty jednotné kanalizace. Podrobný výpočet je přiložen v příloze č. 1.

Kanalizační potrubí splaškové i dešťové je umístěno pod nově navrženou místní komunikací do společné rýhy. Potrubí jsou od sebe osově vzdálena jeden metr. Obě potrubí jsou navržena z kameniny a rozdělena na 3 kanalizační větve. Splaškové potrubí hlavní stoky A je dlouhé 195,5 metrů velikosti DN 250 mm, které se napojuje do stávající kanalizace DN 300 mm. Vedlejší splašková stoka B je délky 79,0 metrů dimenze DN 250 mm. Vedlejší splašková stoka C je délky 21,4 metrů průměru DN 250 mm. Sklon stoky A v horní části dosahuje 70 ‰, a poté, co se k ní připojí stoka C, se změní sklon na 20 ‰ a takto pokračuje až k zaústění do stávající jednotné kanalizační stoky z potrubí PVC 300 mm. Stoka B je navržena ve sklonu 60 ‰ a stoka C se 40 ‰.

Dešťové potrubí je uloženo v menší hloubce pod terénem oproti splaškovému potrubí. Hlavní stoka A je dlouhé 209,8 metrů, a z toho je v 160,6 metrů je navrženo průměru DN 250 mm a 49,2 metrů DN 300 mm. Dešťová stoka je zaústěna do vodoteče Panenský potok nad hladinou, která se nachází na kótě 305,25 m.n.m. Výtok je zajištěn zděnou kamennou výustí osazenou ve výšce 305,5 m.n.m. Vedlejší dešťová stoka B je dlouhá 80,0 metrů a dimenze DN 250 mm. Vedlejší dešťová stoka C je délky 20,0 metrů a průměru DN 250 mm. Sklon stoky A v horní části dosahuje stále 70 ‰, ale po

napojení s vedlejší stokou C se sklon změní na 30‰, a takto pokračuje až do vyústění do Panenského potoka.

Tečné napětí je vypočteno pro stoku C a prostřední část stoky A (ve výpočtech označenou A2). Stoka C má poměrně velký sklon, ale velmi malý průtok, a proto je považována za rizikovou. Vypočtené tečné napětí není dostatečně velké, a tedy je pravděpodobné, že může docházet k zanášení stoky. Prostřední část stoky A má malý sklon i celkový průtok. Podle výpočtu tečného napětí, které je opět menší než požadovaná hodnota 4 Pa, se dá předpokládat, že může docházet k zanášení stoky. V obou posuzovaných úsecích je riziko usazování a zanášení nečistotami. V tomto případě je možné upravit návrh, a to zvýšit sklony ve stokách, nebo se domluvit se správcem kanalizační sítě o udělení výjimky. Výpočet je přiložen v příloze č. 5.

Na oddílných stokách jsou navrženy jednotlivé odbočky pro přípojky z rodinných domů. Dále jsou na splaškové i dešťové kanalizaci umístěny vstupní šachty. Šachty nejsou navrženy na stejných místech, ale jsou vždy proti sobě lehce posunuty. A to z důvodů ekonomického návrhu a lepší manipulace se šachtami. Na dešťovém potrubí jsou se samostatnými přípojkami navrženy jednotlivé uliční vpusti, a to po maximální vzdálenosti 50 metrů. Podrobný návrh vedení potrubí i s výškovým umístěním je znázorněn ve výkrese č. 11 a 12.

Tab. 5.1 – Přehled parametrů návrhu oddílné kanalizace

Stoka	Délka [m]	DN [mm]	Počet šachet	
A	Splašková Dešťová	195,5 209,8	250 250, 300	7 6
B	Splašková Dešťová	79,0 80,0	250	2
C	Splašková Dešťová	21,4 20,0	250	1

6. Návrh jednotné kanalizace se vsakováním

V této variantě jsou navrženy vsakovací objekty nebo akumulární nádrže pro každý rodinný dům a tyto jsou umístěny přímo na parcelách domů. Do objektů a nádrží jsou svedeny dešťové vody ze střech a zpevněných ploch. Dešťovou vodu v akumulčních nádržích je možné využívat pro potřeby obyvatel domů. Například pro zalévání zahrad nebo i při správném návrhu rodinného domu, jako vodu na splachování toalet. Hlavním důvodem tohoto návrhu je, aby dešťové vody nebyly zbytečně odváděny na čistírnu odpadních vod, kterou hydraulicky přetěžují nebo do vodoteče, kde v návaznosti na srážky zvyšují kulminace průtoků. Z ekologických důvodů a mnoha dalších je vhodné udržet vodu v povodí s jejím následným využitím než ji nechat bezúčelně ihned po srážkách odtéct. Do jednotného kanalizačního potrubí budou odváděny pouze ty dešťové vody, které mohou být znečištěné povrchovým znečištěním. A to zejména vody z místní komunikace a chodníků. Tím se zmenší množství dešťové vody dopravené na čistírnu odpadních vod a sníží se náklady na čištění odpadních vod.

Jednotná kanalizace je navržena na odvod splaškových a části dešťových vod. Celkové množství splaškových vod odváděných z lokality rodinných domů je $Q_{spl} = 1,7$ l/s a dešťových je $Q_{des} = 34,7$ l/s. Množství dešťových vod se snížilo na 1/3 z původního množství $Q_{des} = 104,9$ l/s. Dimenze potrubí jednotné kanalizace je navržena DN 250 mm v celé lokalitě, protože musí být splněn požadavek na minimální velikost potrubí DN 250 mm. Podrobný výpočet dimenze potrubí je přiložen v příloze č. 3.

Tečné napětí je opět posouzeno v prostřední části stoky A (A2), kde dosahuje požadovaných hodnot, a proto zanášení stoky se nepředpokládá. Dále v posuzované stoce C, která má opět malý průtok je tečné napětí rovno $\tau = 3,72$ Pa. Tato hodnota nedosahuje požadované 4 Pa jen těsně. Pro správný návrh je možné změnit sklon stoky nebo si vyžádat u správce kanalizační sítě výjimku, která by v tomto případě neměla být problém vzhledem k malému odchýlení od požadované hodnoty. Podrobný výpočet tečného napětí je v příloze č. 6.

Vedení potrubí je stejné jako v předešlé variantě jednotné kanalizace jen s jedním rozdílem, že po celé délce trasy bude všude stejná dimenze potrubí DN 250 mm. Délky, sklony a materiál stok zůstávají stejné, podrobné vedení je znázorněno ve výkresu č. 8, 9 a 10, které jsou shodné pro obě varianty jednotné kanalizace.

Tab. 6.1 – Přehled parametrů návrhu jednotné kanalizace se vsakováním

Stoka	Délka [m]	DN [mm]	Počet šachet
A	195,5	250, 300	7
B	79,0	250	2
C	21,4	250	1

7. Investiční náklady

Výše předpokládaných investičních nákladů je stanovena pomocí ceníků dopravní a technické infrastruktury převzatých z internetových stránek Ústavu územního rozvoje. Ceny jsou průměrné a orientační a jejich hodnota odpovídá cenové úrovni druhého pololetí roku 2015. Pro každou řešenou variantu jsou vypočítány délky potrubí, které jsou rozděleny do kategorií podle průměru profilu potrubí, hloubky uložení potrubí a trvalého výskytu hladiny podzemní vody. Podrobný přehled je přiložen v příloze č. 13.

Tab. 7.1 - Investiční náklady v jednotlivých variantách

	Délka potrubí [m]	Cena [Kč]
Jednotná kanalizace	295,9	4 423 806
Oddílná kanalizace	309,8	7 202 710
Jednotná k. se vsakováním	295,9	4 374 874

V přiložené tabulce můžeme vidět, že varianta oddílné kanalizace velmi převyšuje náklady oproti zbývajícím variantám. Tato varianta je z ekonomického hlediska nevhodná. Zbývajících dvě varianty mají téměř stejné investiční náklady s nepatrnou výhodou u varianty jednotné kanalizace se zasakováním dešťových vod, kde část nákladů za likvidaci dešťových vod je přenesena na stavebníky rodinných domů. Ve třetí variantě kanalizace se vsakováním dešťových vod je významná finanční úspora za čištění dešťových odpadních vod vypouštěných na čistírnu odpadních vod.

8. Závěr

Jednotlivé varianty se z hlediska dimenze potrubí od sebe téměř neliší, a to z důvodů řešení malé lokality, kde na většině tras kanalizace se musí navrhnout průměr potrubí vzhledem k minimálnímu požadovanému profilu DN 250 mm. Větší rozdíl je u oddílné kanalizace, kde se musí navrhovat dvě souběžná kanalizační potrubí, a to je výrazně dražší než u jednotné kanalizace.

Výhodou řešení oddílné kanalizace je menší objemová zátěž čistírny odpadních vod. Zároveň u napojování na existující kanalizace se musíme přizpůsobovat stávajícím dimenzím potrubí, které nemusí mít vždy dostatečnou kapacitu na dešťové i splaškové vody. Dešťovou kanalizaci můžeme napojovat do vodních toků nebo nádrží a nemusíme vody zbytečně čistit.

Jednotná kanalizace má výrazně nižší investiční náklady, a to nám říká, že bude i méně pracná její výstavba. Velkou nevýhodou je, že se splaškové vody mísí s dešťovými a společně jsou odváděny na čistírnu odpadních vod. Tím jsou čistírny velmi zatíženy až přetíženy a při extrémních průtocích může docházet k jejich poruchám.

Po finanční stránce se pro obyvatele rodinných domů nic nemění ať mají jednotnou nebo oddílnou kanalizaci. Důvodem je, že dešťové vody u objektů trvalého bydlení se neúčtují do stočného jako vody splaškové. Cena za čištění splaškových vod je stočné. Ovšem při návrhu kanalizace záleží na provozovateli sítě a čistírny a jeho požadavcích, které se mohou navzájem lišit. Před každým návrhem je důležité si tyto požadavky provozovatelů důkladně prozkoumat a nechat si stanovit podmínky pro konkrétní řešení.

S ohledem na přírodu bychom se měli snažit dešťové vody co nejvíce zadržet v krajině, kde dopadnou. Jako nejvýhodnější varianta v dané lokalitě je řešení jednotné kanalizace se zasakováním dešťových vod na pozemcích rodinných domů. Zároveň je toto řešení nejvýhodnější pro čistírnu odpadních vod a je přiměřeně investičně nákladné. Pro obyvatele rodinných domů to znamená povinnost hospodařit s dešťovými vodami na svých pozemcích. To sice pro ně znamená větší investici, ale na druhou stranu mohou s vodou hospodařit tak, že si sníží spotřebu pitné vody a tím naopak ušetří.

Citovaná literatura

1. **Zákon č. 254/2001 Sb.** Zákon o vodách a o změně některých zákonů (Vodní zákon). Praha : Česká republika.
2. **ČEVAK, a.s. ČEVAK.** [Online] [Citace: 22. duben 2017.] www.cevak.cz.
3. **Ing. Josef Novák a kolektiv autorů.** *Příručka provozovatele stokové sítě*. Líbeznice u Prahy : Medim, spol. s.r.o., 2003. ISBN 80-238-9947-3.
4. **Prof. Ing. Otakar Hasík, DrSc.** *Stavby vodovodů a kanalizací*. Ostrava : VŠB v Ostravě, 2007.
5. **Doc. Ing. Vladimír Nypl, CSc., Ing. Marcela Synáčková, CSc.** *Zdravotně inženýrské stavby 30 Stokování*. Praha : ČVUT, 1998. ISBN 80-01-01729-X.
6. **Zákon č. 274/2001 Sb.** Zákon o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů . Praha : Česká republika.
7. **Jan Šálek a kolektiv.** *Voda v domě a na chatě, Využití srážkových a odpadních vod*. Praha : Grada Publishing, a.s., 2012. ISBN 978-80-247-3994-6.
8. **Water Technology Engineering Ltd. 2017 .** *Wastewater Produced In The Home*. [Online] [Citace: 30. duben 2017.] <http://www.wte-ltd.co.uk/wastewater-amounts-in-the-home.html>.
9. **Doc. Ing. František Medek, CSc.** *Technická infrastruktura měst a sídel*. místo neznámé : ČVUT v Praze, Fakulta architektury.
10. **ČSN 73 6005.** *Prostorové uspořádání sítí technického vybavení*. 1994.
11. **V.Š.B. v Ostravě.** <https://www.vsb.cz/cs/>. [Online] [Citace: 26. duben 2017.] http://hgf10.vsb.cz/546/VHZ2/9_objekty_na_stokove_siti.html.

Legislativa

Technická norma ČSN EN 1085 Čištění odpadních vod

Technická norma ČSN 75 6101 Stokové sítě a kanalizační přípojky

Technická norma ČSN 75 6110 Venkovní systémy stokových sítí a kanalizačních přípojek

Zdroje

Dokumentace pro provádění stavby Rodinné domy Markvartice (Luční) vodohospodářské objekty, Vodohospodářské projekty Nový Bor s.r.o., Žižkova ulice č.p. 205, Nový Bor, 473 01.

Internetové zdroje

Český úřad zeměměřický a katastrální

<http://cuzk.cz>

Fakulta životního prostředí, Česká zemědělská univerzita v Praze

<https://www.fzp.czu.cz>

Internetová encyklopedie

<https://cs.wikipedia.org>

Jablonné v Podještědí

<http://www.jablonnevp.cz>

Katedra zdravotního a ekologického inženýrství, Fakulta stavební, České vysoké učení technické v Praze

<http://kzei.fsv.cvut.cz/>

Plány rozvoje vodovodů a kanalizací území krajů

<http://www.vodovod.info>

Pražské vodovody a kanalizace

<http://www.pvk.cz>

TZB info

<http://voda.tzb-info.cz>

Ústav územního rozvoje

<http://www.uur.cz/>

Vysoká škola báňská

<https://www.vsb.cz/cs/>

Přílohy

Příloha 1: Výpočet dimenze jednotné kanalizace

Příloha 2: Výpočet dimenze oddílné splaškové kanalizace

Příloha 3: Výpočet dimenze jednotné kanalizace se vsakováním

Příloha 4: Výpočet tečného napětí na jednotné kanalizaci

Příloha 5: Výpočet tečného napětí na oddílné splaškové kanalizaci

Příloha 6: Výpočet tečného napětí na jednotné kanalizaci se vsakováním

Příloha 7: Situace odvodňované plochy 1:750

Příloha 8: Situace jednotné kanalizace 1:750

Příloha 9: Podélný profil stoky A jednotné kanalizace 1:1 000/ 100

Příloha 10: Podélný profil stoky B, C jednotné kanalizace 1:1 000/ 100

Příloha 11: Situace oddílné kanalizace 1:750

Příloha 12: Podélný profil stoky A dešťové kanalizace 1:1 000/ 100

Příloha 13: Přehledná tabulka investičních nákladů