

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ  
V PRAZE**

**FAKULTA STAVEBNÍ**

**KATEDRA ZDRAVOTNÍHO A  
EKOLOGICKÉHO INŽENÝRSTVÍ**



**STUDIE NAKLÁDÁNÍ S ODPADNÍMI  
VODAMI V OBCI MILHOSTOV**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**BC. ONDŘEJ BLEDÝ**

Vedoucí diplomové práce: Ing. Filip Horký, Ph.D.

Květen 2023

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Bledý Jméno: Ondřej Osobní číslo: 458592  
Zadávající katedra: Katedra vodního hospodářství obcí  
Studijní program: Stavební inženýrství  
Studijní obor: Vodní hospodářství a vodní stavby

### II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Studie nakládání s odpadními vodami v obci Milhostov.

Název diplomové práce anglicky: Study of waste water management in the village of Milhostov.

Pokyny pro vypracování:

Rešerše literatury k dané problematice. Analýza dané lokality. Příprava a zpracování podkladů. Variantní návrh technického řešení nakládání s odpadními vodami v obci. Návrh a posouzení jednotlivých variant. Závěry a doporučení.

Seznam doporučené literatury:

Hlavínek P. a kolektiv, Stokování a čištění odpadních vod, CERM, 2003, ISBN 80-214-2535-0

Nypl V., Synáčková M., Zdravotně inženýrské stavby 30 - Stokování, ČVUT, 2002, ISBN 80-01-01729-X

Krejčí V. a kolektiv, Odvodnění urbanizovaných území, NOEL 2000 s.r.o., Brno, 2001, ISBN 80-86020-39-8

Jméno vedoucího diplomové práce: Ing. Filip Horký, Ph.D.

Datum zadání diplomové práce: 15.02.2023 Termín odevzdání diplomové práce: 22.05.2023

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

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

### **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně za uvedl veškeré použité informačních zdroje v souladu z metodickým pokynem v souladu s Metodickým pokynem o etické přípravě vysokoškolských závěrečných prací

V Praze, dne 22. 5. 2023

.....

Bc. Ondřej Bledý

### Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucímu své diplomové práce Ing, Filipu Horkému, Ph.D. za motivaci a konzultace, dále starostovi města Zádub – Závíšín, panu Josefu Tréškovi za čas, který věnoval společným konzultacím.

## Abstrakt

Diplomová práce pojednává o nakládání s odpadními vodami v zájmovém území – v tomto případě se jedná o Milhostov u Mariánských Lázní. Práce je klasicky rozdělena na teoretickou a praktickou část. Teoretická část stručně popisuje význam, historii a koncepci stokování, dále se zabývá problematikou odpadních vod a druhy stokových sítí, jejich technickými parametry, návrhem, dimenzováním a provozem. Praktická část je zpracována formou koncepčního variantního návrhu nakládání s odpadními vodami v Milhostově, jelikož stávající stav je zastaralý a nevyhovuje legislativě. Obsahuje popis lokality a rešerši technických podkladů, na kterou navazují návrhy jednotlivých variant. Varianty jsou dále technicky popsány a obsahují rozpočty, závěrem praktické části jsou porovnávány z klíčových hledisek s cílem usnadnit obci výběr vhodné varianty při případné realizaci.

## Klíčová slova

Stokování, stokové sítě, kanalizace, odpadní vody, čistírna odpadních vod, splaškové odpadní vody, gravitační kanalizace, koncepce odvodnění, potrubí, zhodnocení návrhu.

## Abstract

The masters thesis is focused on waste management in the area of interest – in this case village Milhostov u Mariánských Lázní. Thesis is classically divided into a theoretical and practical part. Theoretical part briefly describes the meaning, history and concept of sewers, their technical parameters, desing, dimensioning and its operation. Practical part is processed in the formo of conceptual alternative solutions for waste water management in Milhostov, current state is outdated and does not comply with the legislation. This part contains description of the location and research of technical documents, followed by desings of individual variants. The variants are further technically desrtibed and include budgets. Finally, all the variants are compared from key points of view with the aim of making it easier for the municipality to choose a suitable option in case of implementation.

## Key words

Severage, sewers, sewage, wastewater, wastewater treatment plant, sewage wastewater, gravity sewer, drainage concept, pipeline, desing evaluation.

## Obsah

|   |    |
|---|----|
| 1 Úvod .....  | 7  |
| 2 Teoretická část .....   | 8  |
| 2.1 Účel a historie stokování .....                               | 8  |
| 2.1.1 Účel stokování .....  | 8  |
| 2.1.2 Historie stokování .....                                    | 8  |
| 2.2 Koncepce odvodnění .....                                      | 10 |
| 2.2.1 Klasická koncepce odvodnění .....                           | 11 |
| 2.2.2 Moderní koncepce odvodnění .....                            | 11 |
| 2.3 Odpadní vody .....  | 13 |
| 2.3.1 Splaškové odpadní vody .....                                | 15 |
| 2.3.2 Průmyslové odpadní vody a odpadní vody ze zemědělství ..... | 15 |
| 2.3.3 Infekční vody .....   | 16 |
| 2.3.4 Dešťové odpadní vody .....                                  | 16 |
| 2.3.5 Oplachové vody .....  | 16 |
| 2.3.6 Ostatní odpadní vody .....                                  | 17 |
| 2.3.7 Balastní vody .....   | 17 |
| 2.4 Stokové sítě .....  | 17 |
| 2.4.1 Jednotná, oddílná a modifikovaná stoková soustava .....     | 17 |
| 2.4.2 Uspořádání stokových sítí .....                             | 20 |
| 2.4.3 Transport odpadních vod ve stokových sítích .....           | 23 |
| 2.5 Technické parametry stokových sítí .....                      | 27 |
| 2.5.1 Tvar a rozměry stok .....                                   | 27 |
| 2.5.2 Směrové vedení stok .....                                   | 28 |
| 2.5.3 Výškové situování stok .....                                | 31 |
| 2.5.4 Materiály k výrobě stokových sítí .....                     | 31 |
| 2.6 Navrhování stokových sítí .....                               | 34 |
| 2.6.1 Hydraulika stokových sítí .....                             | 34 |
| 2.6.2 Dimenzování jednotné kanalizace .....                       | 35 |
| 2.6.3 Dimenzování oddílné splaškové kanalizace .....              | 37 |
| 2.7 Provoz a údržba stokových sítí .....                          | 38 |
| 3 Praktická část .....  | 40 |
| 3.1 Charakteristika lokality .....                                | 40 |
| 3.1.1 Základní informace .....                                    | 40 |
| 3.1.2 Geologie a hydrogeologie a pedologie zájmové oblasti .....  | 41 |
| 3.1.3 Hydrologie zájmové oblasti .....                            | 42 |

|   |    |
|---|----|
| 3.1.4 Klimatické poměry v zájmové oblasti.....  | 42 |
| 3.2 Územní plán obce Milhostov u Mariánských Lázní .....                              | 42 |
| 3.2.1 Ochrana přírody a krajiny.....  | 43 |
| 3.2.2 Dopravní infrastruktura.....  | 43 |
| 3.2.3 Zásobování pitnou vodou.....  | 44 |
| 3.2.4 Likvidace odpadních vod .....   | 44 |
| 3.2.5 Energetika .....  | 45 |
| 3.3 Plán rozvoje vodovodů a kanalizací (PRVK).....                                    | 47 |
| 3.4 Vývoj obyvatelstva .....  | 50 |
| 3.5 Návrh nakládání s odpadními vodami v obci Milhostov .....                         | 52 |
| 3.5.1 Výpočet produkce odpadních vod (zatěžovací parametry na stokovou síť a ČOV) ... | 52 |
| 3.5.2 Současný stav .....   | 53 |
| 3.5.3 Varianta 0 .....  | 59 |
| 3.5.4 Varianta 1 .....  | 61 |
| 3.5.5 Varianta 2 .....  | 67 |
| 3.5.6 Porovnání navržených variant.....   | 70 |
| 4 Závěr.....  | 71 |
| 5 Seznam použitých zdrojů .....   | 72 |
| 5.1 Literatura.....   | 72 |
| 5.2 Seznam obrázků .....  | 75 |
| 5.3 Seznam tabulek .....  | 77 |

## 1 Úvod

Cílem diplomové práce je osvětlit problematiku stokování a dále zdůraznit její důležitost. Práce je zpracována formou studie, nabízející variantní řešení nakládání s odpadními vodami v obci Milhostov u Mariánských Lázní. Současný stav je nedostatečný z hlediska technického i legislativního, neboť jsou splaškové vody zpracovávány pomocí bezodtokých jímek či starých septiků. Vzhledem k charakteru chráněného území bohatého na minerální zdroje podzemní vody a vzácné rostlinné druhy je důležité modernizovat aktuální stav splaškového hospodářství, aby nedocházelo k nepovolenému zasakování a kontaminování důležitých podzemních zdrojů či vodotečí.



## 2 Teoretická část

### 2.1 Účel a historie stokování

#### 2.1.1 Účel stokování

Úloha vody jako jednoho z hlavních faktorů pro vznik života na Zemi je nezpochybnitelná. Celkové množství vody (voda podzemní, povrchová a atmosférická) na zemi je konstantní – koloběh vody v přírodě, což znamená, že při stále rostoucím počtu obyvatel Země nastává problematika šetrného a obnovitelného využívání tohoto zdroje. Antropogenní činností se voda, odebírána z přírody, mění na vodu odpadní. Úroveň infrastruktury pro odvádění a čištění odpadních vod je jedním z hlavních indikátorů stupně technického, ekonomického i kulturního rozvoje určité společnosti. [6]

Zajištění hygienicky prováděného odsunu odpadních hmot patří k hlavním podmínkám potřebným k zabezpečení trvalého hospodářského růstu při zachování či dokonce zlepšení podmínek pro život na Zemi, tj. k zabezpečení trvale udržitelného rozvoje. V současné době (21. století), se kvalita prostředí, ve kterém žijeme, stává jednou z nejdůležitějších a nejuznávanějších sociálních hodnot. Odpadní hmoty unášené odpadní vodou zastupují jednu z nejvýznamnějších skupin odpadů.

„Stokování“ je vědecko-technický obor, zabývající se návrhem a realizací prvků systému městského odvodnění. Tento systém je tvořen stokovou sítí, ČOV a recipientem, všechny prvky systému jsou navzájem propojeny a snaží se zachovat bezpečnou hydrologii povrchových a podzemních vod a kvalitu vody vypouštěné do recipientu. [1]  
[2]

#### 2.1.2 Historie stokování

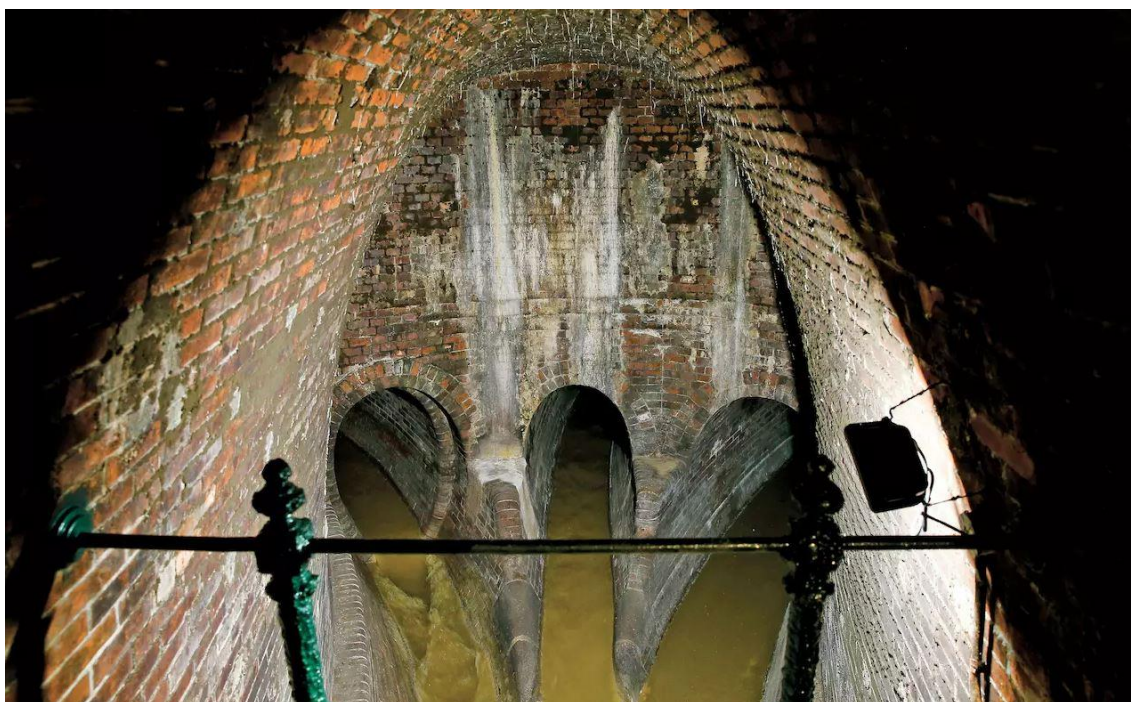
Od počátku věků lidé osidlovali území kolem zdrojů vody, nezbytné pro jejich přežití. Díky stále rostoucí urbanizaci kolem těchto zdrojů, typicky velkých řek, se začaly množit hygienické problémy spojené s chorobami. Hlavní příčinou těchto problémů byla neschopnost člověka nakládat s tekutými a tuhými odpady, které znečišťovali vodu. Proto se ve vykopávkách a dalších důkazech o prvních velkých civilizacích objevují zmínky o kanalizacích. Nejstaršími mohou být např. přibližně 5000 let staré zbytky stok z pálených cihel v Pákistánské provincii Sindh, odvodňovací a zavlažovací kanály kolem řeky Eufrat ve staré Mezopotámii asi před 3700 lety, rozvětvené kanalizační sítě v sumerských městech, záznamy o vzniku stokové sítě se šachtami a bočními přípojkami ve starodávné Babylónii, odvodnění pyramid v Egyptě či regulování toků Chuang-che a Jang-c-tiang v Číně.

Antická města byla vyhlášena svými nadčasovými stavbami, jinak tomu nebylo ani u vodovodů a odvodňovacích staveb. Všechna známá řecká antická města měla vybudované odvodňovací systémy, avšak nejznámějšími vodními projekty z tohoto období byly římské akvadukty, sloužící k rozvodu pitné vody a hlavně Cloaca maxima, 4m vysoká a 3m široká stoka, která byla považována za 8. div světa. Z moderního hlediska měli římské stoky moc malý sklon, takže nastával problém s usazováním a zahníváním nečistot vedených stokami. I přesto byl římský odvodňovací systém z technologického hlediska natolik vyspělý, že se jeho prvky používaly i dávno po zániku Říma.

Po zániku antických civilizací nastala dlouhá doba temna pro rozvoj odvodňovacích staveb. Ve starověku a středověku se v Evropě nepodařilo navázat na hygienu, prosazovanou za dob antických. Proto ne nadarmo existuje slovní spojení „špinavý středověk“. Například v anglickém Londýně žilo ve 13. století kolem 80 000 obyvatel. Řeka Temže, ale i ulice města byly jednou velkou otevřenou stokou. To stálo za vznikem morové pandemie, při které zemřela přibližně třetina obyvatel Londýna. Ani v ostatních velkých evropských metropolích se krytá kanalizační síť nezačala stavět do 19. století. [1] [2] [9]

Prvním odvodňovacím dílem na území Prahy byla stoka odvodňující klášter premonstrátů na Strahově. V 17. století vybudovali Jezuité v Praze velkou kamennou stoku, odvádějící odpadní vodu přímo do Vltavy. Na konci 18. století se v Praze zahájila výstavba podpovrchové kanalizace, kterou projektoval Leonard Herget. Kvůli finančním důvodům však realizace tohoto projektu ještě několik desítek let vázla, až nejvyšší purkrabí Karel hrabě Chotek se na začátku 19. století postaral o dokončení první veřejné kanalizace na území Prahy. Vybudovalo se celkem 44km stok, ústících 35 výpustmi do Vltavy. Na přelomu 19. a 20. století na území Prahy působil William Heerlein Lindley který vytvořil v rámci otázky pražského odvodnění projekt rozdělený do dvou soustav A a B, každá z těchto soustav odváděla vodu stokovými sběrači vejčitého tvaru do stanice mechanického čištění odpadních vod v Bubenči. Praha se tímto projektem stala na začátku 20. století jedním z nejlépe hygienicky vybavených měst v Evropě. První pražská čistírna odpadních vod v Bubenči byla v provozu úctyhodných 60. let. Za zmínku určitě stojí spojná komora u cizineckého vstupu do kanalizace, kde se sbíhají tři sběrné kanály ze tří ulic – Železná, Melantrichovi a Celestná. Se vznikem velké Prahy vznikla také potřeba rozšířit stokovou síť – bylo nezbytné postavit nové hlavní sběrače i menší větve

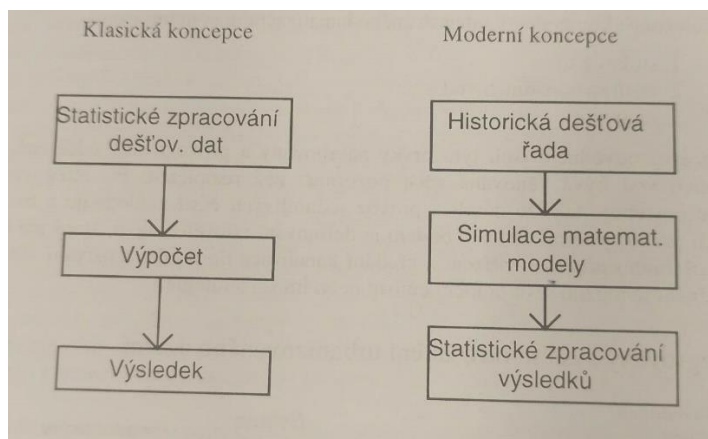
kanalizace. Produkce splašků se zvýšila na takovou úroveň, že čistírna na Bubenči nebyla ani po svých modernizacích schopna je zpracovávat. Část odpadních byla tak znovu zaústěna přímo do Vltavy. V červenci roku 1966 byla na Císařském ostrově otevřena nová ústřední čistírna odpadních vod (ÚČOV). Na této čistírně již probíhalo jak mechanické, tak biologické čištění. V současné době je ÚČOV po vícero rekonstrukcích a rozšířeních. Podle údajů z r. 2011 měla stoková síť včetně přípojek přes 4500km a ÚČOV včetně malých pobočných čistíren vyčistila přibližně 130 miliónů m<sup>3</sup> odpadních vod za rok. [10] [11]



*Obr. 1 – Spojná komora u cizineckého vstupu do kanalizace, souběh tří sběrných kanálů ze tří ulic – Železné, Melantrichovi a Celestné. Foto: HLOUŠEK, P. [12]*

## 2.2 Koncepce odvodnění

S rozvojem technologií a stále hustější urbanizací je přirozené, že se inovuje i způsob odvodnění urbanizovaných území. Hlavním rozdílem mezi klasickou a moderní koncepcí odvodnění je jejich stanovisko dopadu urbanizace a s ní spojeného odvodnění na životní prostředí, zejména hydrologický režim krajiny (povrchové a podzemní vody). [3]



Obr. 2 – Pracovní postup návrhu systému odvodnění klasické a moderní koncepce [4]

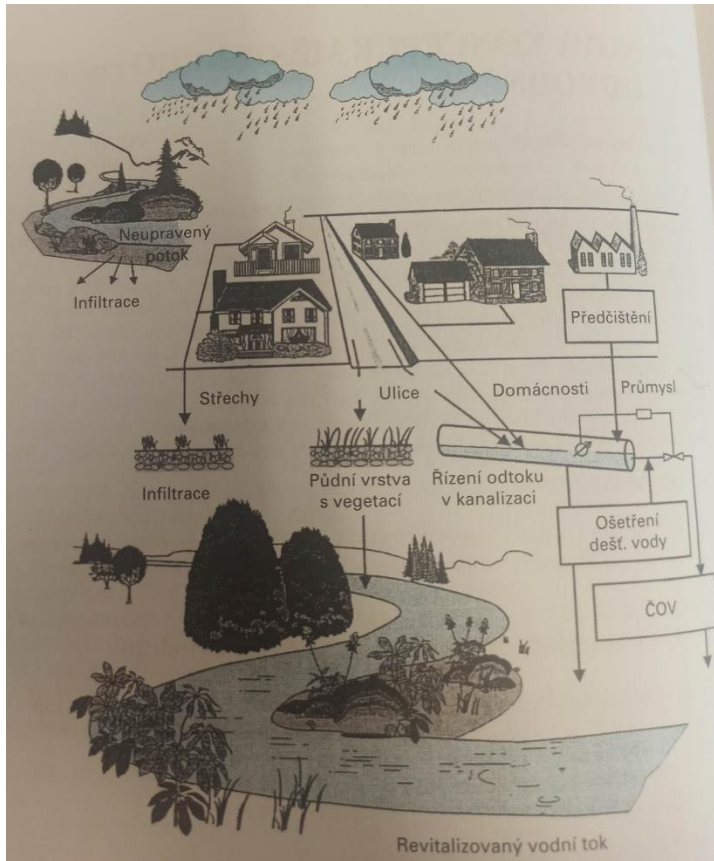
### 2.2.1 Klasická koncepce odvodnění

Klasická koncepce odvodnění stojí na principu úplného napojení a co nejrychlejšího odvedení všech odpadních vod z povodí města. Hlavním cílem realizace systému odvodnění je zamezit ohrožení obyvatel a jejich majetku, zabránit jejímu dopadu na veškeré druhy dopravy a eliminace negativního ovlivnění povrchových i podzemních vod. Ve zkratce má klasická koncepce odvodnění zamezit vzniku hydraulických problémů na daném urbanizovaném území. Většina dnes provozovaných kanalizací je vybudována na tomto principu. Hlavním kritériem při plánování a dimenzování odvodňovacích systémů je hydraulická účinnost. U systémů navržených podle výše zmíněných zásad však může dojít k méně či více závažným zásahům do ekologického a vodohospodářského režimu daného území. Zjednodušeně se klasická koncepce soustředí pouze na návrh světlosti potrubí stokových sítí. K návrhu se využívá zjednodušených výpočtových metod, které nezohledňují dynamické a nerovnoměrné jevy v síti. Zvláště objemové úlohy jsou navrhovány velmi zjednodušenou formou, jelikož nezohledňují ekologické znečištění životního prostředí systémem. Třemi nejdůležitějšími komponenty kanalizačního systému jsou stoková síť, čistírna odpadních vod a recipient. Klasická koncepce navrhuje a provozuje tyto komponenty odděleně, nezajímá se tolik o recipient jako o stokovou síť. [4]

### 2.2.2 Moderní koncepce odvodnění

Cílem moderní koncepce odvodnění je zmírnit dopad urbanizace na životní prostředí, snaží se najít takový způsob odvodnění, který se blíží přirozenému způsobu odvodnění v nezastavěných povodích. Hlavními komponenty moderní koncepce zůstávají i nadále stoková síť, čistírna odpadních vod a recipient, na rozdíl od klasické koncepce jsou při moderní koncepci tyto komponenty navrhovány a provozovány

integrovaně, což znamená, že se při návrhu klade důraz na vzájemné vazby mezi komponenty a na to, jak se vzájemně ovlivňují. Nová koncepce hledá rozdíl mezi technickým odvodněním a přirozeným odvodněním v nezastavěném území a navrhuje stokové systémy tak, aby se našla ideální rovnováha mezi těmito způsoby odvodnění. Princip moderní koncepce odvodnění se řeší podle tzv. emisní či imisní strategie. [3] [4]



Obr. 3 – Systém městského odvodnění odpovídající novým zásadám [3]

### Emisní strategie

Emisní strategie určuje jednotné limity pro vypouštění vod z čistíren odpadních vod a stokových sítí. Hodnoty těchto limitů nezáleží na stavu recipientu, pouze na geopolitické příslušnosti. Emisní strategií může být například určení účinnosti čistírny odpadních vod, stanovení poměru ředění u odlehčovacích komor či stanovení limitních hodnot biochemické spotřeby kyslíku ( $BSK_5$ ) či chemické spotřeby kyslíku ( $CHSK_{Mn}$ ,  $CHSK_{Cr}$ ), vypouštěných z čistíren do recipientu. Používáme je pro usnadnění definice cíle odvodňovacího projektu a požadavků na systém odvodnění – pomocí emisní strategie můžeme jednoduše kontrolovat jednotlivé navrhované funkce systému. Pro svoji jednoduchost se emisní strategie v České republice úspěšně používá poměrně dlouhou

dobu. Díky jednotnosti jednotlivých limitů nejsou parametry stanoveny na základě konkrétních lokálních problémů, proto bývá nevýhodou této strategie menší efektivnost čistírny odpadních vod a stokového systému. [1]

#### Imisní strategie

Na rozdíl od emisní strategie je strategie imisní dána lokálními podmínkami konkrétního povodí a podmínkami v recipientu – je více zaměřena na dlouhodobou udržitelnost kvality životního prostředí. Stokový systém navržený podle této strategie je posuzován jak z hlediska změny kvality vody v recipientu a síti, tak z hlediska hydrologických a hydraulických procesů. Proto jsou také řešení stokových systémů, opírajících se o tuto strategii daleko technicky náročnější a nákladnější. Při návrhu se tak často musí použít matematické modely a situace na daném povodí se dlouhodobě monitoruje. [1]

#### 2.3 Odpadní vody

Odpadní vody jsou v zákoně č. 254/2001 Sb. definovány jako „*vody použité v obytných, průmyslových, zemědělských, zdravotnických a jiných stavbách, zařízeních nebo dopravních prostředcích, pokud mají po využití změněnou jakost (složení nebo teplotu) a jejich směsi se srážkovými vodami, jakož i jiné vody z těchto staveb, zařízení nebo dopravních prostředků odtékající, pokud mohou ohrozit jakost povrchových nebo podzemních vod. Odpadní vody jsou i průsakové vody vznikající při provozování skládek a odkališť nebo během následné péče o ně, s výjimkou vod, které jsou zpětně využívány pro vlastní potřebu organizace, a vod, které odtékají do vod důlních.*“ [7]

Zjednodušeně můžeme jako odpadní vody klasifikovat všechny vody, které po použití změny své vlastnosti, ať už chemické (např. pH) či fyzické (např. teplotu), zvláště když mohou ohrozit jakost povrchových a podzemních vod. [4]

Pro vypouštění odpadních vod existuje řada předpisů a limitů popsanych v nařízení vlády č. 401/2015 Sb. (ukazatelé a hodnoty přípustného znečištění povrchových a odpadních vod). Do stokové sítě se za žádných okolností nesmí vypouštět odpadní vody obsahující látky, které by ohrozily bezpečnost či zdraví obsluhy stokové sítě či ostatních obyvatel (infekční, radioaktivní), narušily stokový systém – materiál čistírny odpadních vod či stokové sítě (například vody s větší koncentrací síranů, kyselé vody), jsou výbušné, dusivé, hořlavé či způsobují nadměrný zápach, způsobují poruchy či závady, když protékají stokovým systémem a ohrožují jeho provoz (např.

sedimentují), obsahující pesticidy, žíraviny, soli pro údržbu silnic v zimě a látky, které jsou samostatně nezávadné, avšak při styku s jinými látkami, které se mohou vyskytovat ve stokové síti, tvoří jedovaté směsi. Dokument, kterým je řízena veřejná kanalizace, se nazývá „Kanalizační řád“. V tom je stanovena nejvyšší přípustná míra znečištění a seznamy nežádoucích látek. Tyto informace Kanalizační řád přebírá z již výše zmíněného nařízení vlády 401/2015 Sb. Příklad doporučených hodnot látek, které znečišťují odpadní vody vypouštěné do stokové sítě, jsou uvedeny v následující tabulce.

Tab. 1 – Odpadní vody vypouštěné do stokové sítě – doporučené hodnoty znečištění [2]

| Ukazatel                                     | Rozměr                             | Maximum   |
|--|------------------------------------|-----------|
| pH   | -                                  | 6,0 - 8,5 |
| BSK <sub>5</sub>                             | mg O <sub>2</sub> .l <sup>-1</sup> | 1000      |
| oxidovatelnost (dvojchromanem) CHSK          | mg O <sub>2</sub> .l <sup>-1</sup> | 2000      |
| celková solnost RL                           | mg.l <sup>-1</sup>                 | 1000      |
| tuky, oleje rostlinného a živočišného původu | mg.l <sup>-1</sup>                 | 55        |
| saponáty                                     | mg.l <sup>-1</sup>                 | 1,0       |
| Hg   | mg.l <sup>-1</sup>                 | 0,005     |
| Cu   | mg.l <sup>-1</sup>                 | 0,5       |
| Ni   | mg.l <sup>-1</sup>                 | 1,0       |
| Cr <sup>III</sup>                            | mg.l <sup>-1</sup>                 | 0,5       |
| Cr <sup>VI</sup>                             | mg.l <sup>-1</sup>                 | 0,1       |
| Pb   | mg.l <sup>-1</sup>                 | 0,1       |
| As   | mg.l <sup>-1</sup>                 | 0,2       |
| Zn   | mg.l <sup>-1</sup>                 | 2,0       |
| Se   | mg.l <sup>-1</sup>                 | 0,05      |
| Cd   | mg.l <sup>-1</sup>                 | 0,2       |
| Ag   | mg.l <sup>-1</sup>                 | 0,1       |
| Cn ionty kyanidové                           | mg.l <sup>-1</sup>                 | 0,2       |
| ropa a ropné látky                           | mg.l <sup>-1</sup>                 | 20        |
| celková sušina NL                            | mg.l <sup>-1</sup>                 | 3000      |
| usaditelné látky po 30 min. sedimentace      | cm <sup>3</sup> .l <sup>-1</sup>   | 200       |
| látky fenolového charakteru                  | mg.l <sup>-1</sup>                 | 30        |
| sírany                                       | mg.l <sup>-1</sup>                 | 300 (200) |
| teplota                                      | °C                                 | 40        |

Než se odpadní vody vypustí do recipientu, musí být vyčištěny tak, aby nepřesahovaly limitní hodnoty znečištění. Stanovují se limity emisní, což jsou maximální dovolené koncentrace u vod vypouštěných, a imisní limity, které předpisují maximální povolené koncentrace v recipientu. Sankce za překročení daných limitů (hmotnostních a koncentračních) jsou dány zákonem č. 254/2001 Sb. (vodní zákon). [1] [2] [7] [8]

Tab. 2 – Emisní standardy - přípustné, maximální a průměrné hodnoty koncentrace ukazatelů znečištění vypouštěných odpadních vod [mg/l] [7]

| Kategorie ČOV (EO) <sup>1)7)</sup> nebo velikost aglomerace | CHSK <sub>Cr</sub> |                 | BSK <sub>5</sub> |                 | NL              |                 | N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> * |                     | N <sub>celk</sub> <sup>2),8)</sup> * |                     | P <sub>celk</sub> <sup>*</sup> |                 |
|---|--------------------|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------------------------|---------------------|--------------------------------------|---------------------|--------------------------------|-----------------|
|   | p <sup>3)</sup>    | m <sup>4)</sup> | p <sup>3)</sup>  | m <sup>4)</sup> | p <sup>3)</sup> | m <sup>4)</sup> | průměr <sup>5)</sup>             | m <sup>4)</sup> ·6) | průměr <sup>5)</sup>                 | m <sup>4)</sup> ·6) | průměr <sup>5)</sup>           | m <sup>4)</sup> |
| <500  | 150                | 220             | 40               | 80              | 50              | 80              | -                                | -                   | -                                    | -                   | -                              | -               |
| 500 - 2000  | 125                | 180             | 30               | 60              | 40              | 70              | 20                               | 40                  | -                                    | -                   | -                              | -               |
| 2001 -10000   | 120                | 170             | 25               | 50              | 30              | 60              | 15                               | 30                  | -                                    | -                   | 3                              | 8               |
| 10001 -100000   | 90                 | 130             | 20               | 40              | 25              | 50              | -                                | -                   | 15                                   | 30                  | 2                              | 6               |
| > 100000  | 75                 | 125             | 15               | 30              | 20              | 40              | -                                | -                   | 10                                   | 20                  | 1                              | 3               |

Odpadní vody se rozdělují do kategorií podle druhů znečištění:

- splaškové odpadní vody
- průmyslové odpadní vody a odpadní vody ze zemědělství
- infekční vody
- dešťové odpadní vody
- oplachové vody
- ostatní odpadní vody
- balastní vody [4]

### 2.3.1 Splaškové odpadní vody

Splaškovými odpadními vodami rozumíme vody pocházející z WC, koupelen, kuchyní, prádeln, z budov technické občanské vybavenosti a dalších. Odpadní hmoty ze záchodů, myček, umyvadel, dřezů, mycí a prací prostředky, zbytky jídel a další nečistoty jsou všechno látky, způsobující toxické choroboplodné zárodky ve splaškových odpadních vodách. Tyto látky se vyznačují svým dispergovaným, koloidním, rozpuštěným či jemně rozptýleným charakterem. V podstatě je většina těchto látek organické povahy. Splaškové odpadní vody se dále mohou dělit na vody černé a šedé. Černými odpadními vodami rozumíme odpadní vody z WC, které se dále mohou dělit na vody hnědé (splachovací voda + fekálie a toaletní papír) a žluté (splachovací voda + moč a toaletní papír). Hodinovou, denní i sezónní nerovnoměrností můžeme charakterizovat odtoky těchto odpadních vod. [2] [4] [7]

### 2.3.2 Průmyslové odpadní vody a odpadní vody ze zemědělství

Tento druh odpadních vod je vypouštěn z průmyslových závodů, menších provozoven či technologických provozů (vody chladicí), kde byly použity k určitému výrobnímu procesu. Můžeme sem zahrnout i vody vypouštěné ze zemědělských závodů a ostatních menších zemědělských objektů. Odtok těchto vod je zpravidla nerovnoměrný



díky různorodým směnám v průmyslových závodech a pracovním cyklům v závodech zemědělských. Charakter znečišťujících látek a druh znečištění jimi způsobený je různorodý, takové průmyslové odpadní vody, které mohou být vypouštěny do veřejné kanalizace a dále se společně čistí se splašky, nazýváme městskými odpadními vodami, jiné však díky charakteru svého znečištění musí být před vypouštěním do veřejné kanalizace předčišťovány přímo v závodech. [2] [7]

### 2.3.3 Infekční vody

Infekční vody jsou problematické díky riziku obsahu choroboplodných či dalších škodlivých zárodků, proto musí být před vypouštěním do stokové sítě řádně přečištěny a hygienicky zabezpečeny. Žádné choroboplodné zárodky se nesmí dostat do stokové sítě, proto se některé, silněji znečištěné infekční vody likvidují samostatně přímo v místě vzniku. Nejčastější místa vzniku těchto vod jsou samozřejmě nemocnice, laboratoře, výroby očkovacích vakcín, sanatoria a další. Vypouštění infekčních odpadních vod se řídí normou ČSN 75 6406 – Nakládání s odpadními vodami ze zdravotnických zařízení (ZZ) vypouštěnými do stokové sítě pro veřejnou potřebu. [2]

### 2.3.4 Dešťové odpadní vody

Dešťovými odpadními vodami rozumíme vody, pocházející z různých druhů atmosférických srážek, které dopadnou na povrch sledovaného území. Čím je objem dopadajících srážek vyšší, tím jsou zpravidla odváděné vody méně znečištěné. Dešťové vody se dále vyznačují značnou rozkolísaností sledovaných průtoků. Tyto vody po dopadu na povrch rozdělujeme na znečištěné a neznečištěné. Znečištěnými se rozumí vody, které odtékají ze znečištěných povrchů (např. ze zemědělských či průmyslových závodů). Neznečištěné dešťové odpadní vody jsou vody, které odvádíme ze značně méně znečištěných povrchů, a to ze střech, parkovišť, komunikací (s nižší hustotou provozu), zahrad, parků, chodníků. Neznečištěné dešťové odpadní vody někdy odvádíme stokami oddílné dešťové soustavy přímo do recipientu, doporučují se však vsakovat v pokud možno co největším množství. Dešťové odpadní vody znečištěného charakteru bychom měli čistit, případně je odvádět jednotnou stokovou soustavou nebo stokami oddílné dešťové sítě. [1] [2] [6]

### 2.3.5 Oplachové vody

Vody, které použijeme k oplachu (čištění) městských ploch, např. komunikací, parkovišť, chodníku a jiných zpevněných ploch, nazýváme oplachovými vodami. Jejich znečištění je prakticky stejné jako u vod dešťových odpadních, jejich intenzita dopadu

však nedosahuje intenzit vod dešťových, proto se nepoužívají při výpočtu dimenzování stokové sítě a ČOV.

#### 2.3.6 Ostatní odpadní vody

Vody nezařazené do žádné s předešlých skupin nebo vody, které se dostaly do stokové sítě za nepředvídaných okolností, označujeme jako ostatní odpadní vody. Jsou to vody neznečištěné, např. podzemní, pramenité, kondenzované, chladicí, nebo i vody neznečištěné dešťové. Není žádoucí, aby zatěžovali stokový systém, protože se nemusí dále čistit, proto je nejlepší je samostatně odvést do recipientu nebo zasakovat. Pokud se už ovšem dostanou do stokové sítě, mluvíme o těchto ostatních odpadních vodách jako o vodách balastních. [2]

#### 2.3.7 Balastní vody

Jak už bylo dříve zmíněno, balastní vody zatěžují stokovou síť, jelikož ředí ostatní odpadní vody, mohou ovlivnit jejich teplotu a je to další objem vod, odváděný stokovou sítí k přečištění, i když přečistit nepotřebují. Balastní vody mohou stokovou síť zatěžovat nárazově, nebo stále. Zdroji balastních vod jsou vody podzemní, pitné a užitkové vody, vody chladicí či kondenzátory. Nejčastějším zdrojem balastních vod ve stokové síti jsou balastní vody, vnikající do systému kvůli netěsnostem napojení stok a objekty a jinými spoji v systému. Množství balastních vod se stanovuje odhadem. Pokud se zachycené balastní vody neodvedou do recipientu nebo nezasáknou, mohou se použít např. ke stabilizaci, pročišťování a tlakování (ochrana proti výbuchu) na nákladních lodích a tankerech. [2] [6] [12]

### 2.4 Stokové sítě

#### 2.4.1 Jednotná, oddílná a modifikovaná stoková soustava

Rozlišujeme 3 stokové soustavy, dělené podle odváděné odpadní vody:

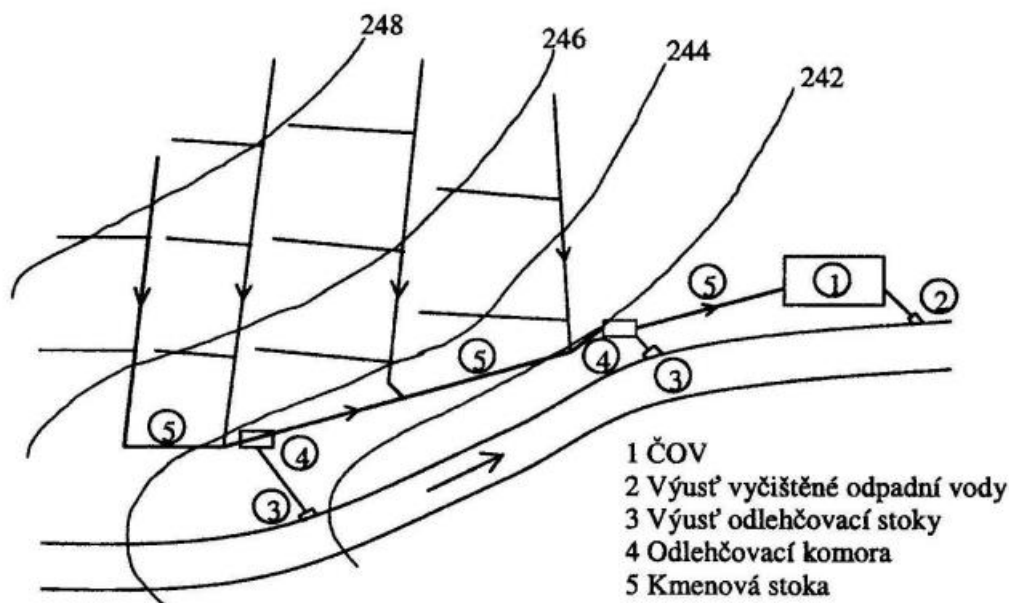
- jednotná stoková soustava
- oddílná stoková soustava
- modifikovaná stoková soustava [1]

*„Kanalizace je provozně samostatný soubor staveb a zařízení zahrnující kanalizační stoky k odvádění odpadních vod a srážkových vod společně nebo odpadních vod samostatně a srážkových vod samostatně, kanalizační objekty, čistírny odpadních vod, jakož i stavby k čištění odpadních vod před jejich vypouštěním do kanalizace. Odvádí-li se odpadní voda a srážková voda společně, jedná se o jednotnou kanalizaci a srážkové vody se vtokem do této kanalizace přímo, nebo*

*přípojkou stávají odpadními vodami. Odvádí-li se odpadní voda samostatně a srážková voda také samostatně, jedná se o oddílnou kanalizaci. Kanalizace je vodním dílem.“ [13]*

#### Jednotná soustava

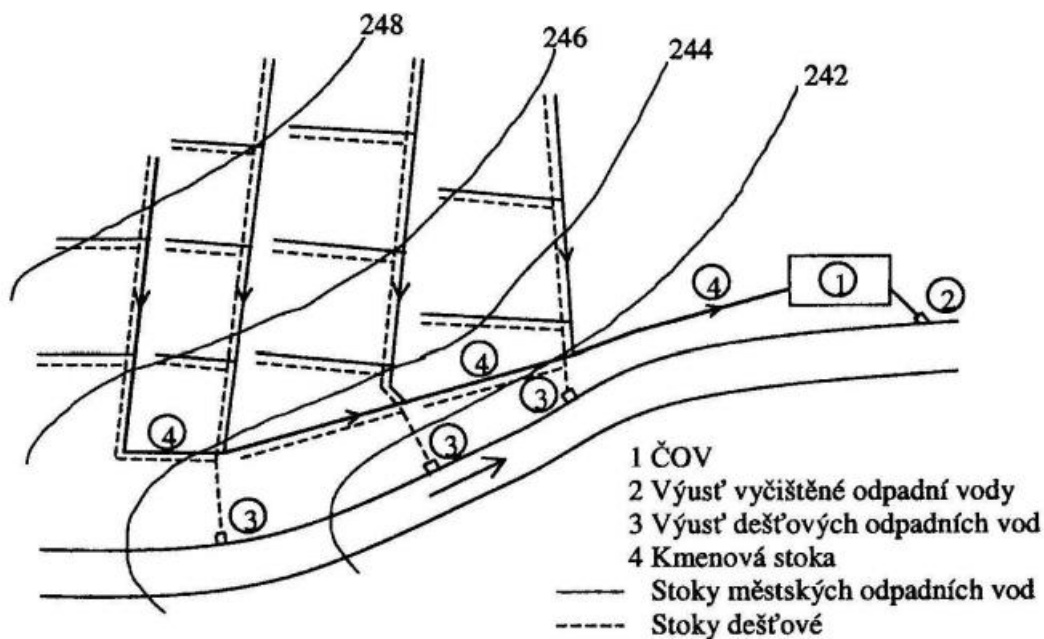
Principem jednotné stokové soustavy je odvedení všech druhů odpadních vod (v podstatě vody splaškové a dešťové) jednou stokovou sítí, ve které se odpadní vody směšují, na ČOV. Tato soustava je z technického hlediska nejméně složitá a z hlediska ekonomického nejvýhodnější, tudíž historicky nejvíce využívaná, její návrh však není primárně zaměřen na ekologické a hygienické dopady na životní prostředí či na provoz ČOV za deště. Při stavbě jednotných soustav na stokové sítě osazovalo množství odlehčovacích komor (*viz. Kapitola objekty na stokových sítích*), které měly za úkol „ředění“ odpadních vod. Nevýhodou jednotné soustavy jsou velké profily potrubí stok, jelikož jsou navrženy na dešťové průtoky a při normálním bezdeštném chodu jsou předimenzované. Navrhují se proto na ne úplně extrémní hodnoty a při stavbě jednotných soustav se na stokové sítě osazuje množství odlehčovacích komor (*viz. Kapitola objekty na stokových sítích*), které mají za úkol „ředění“ odpadních vod při velkých deštných průtocích a odvádění přepadané vody odlehčovací stokou do recipientu. Bohužel se při velkém naředění splaškových a dešťových vod dostává část fekálií do recipientu. Tyto nežádoucí účinky odlehčovacích komor se dají eliminovat návrhem dešťových nádrží, a to průtočných, usazovacích a záchytných. Odpadní vody se jednotnými soustavami dopravují převážně gravitačně a jsou uloženy v takové hloubce, aby se daly odvodnit podsklepené prostory. Z hygienického hlediska jsou stoky jednotné soustavy vždy zatrubněny. [1] [4] [14]



Obr. 4 – Schéma jednotné soustavy [1]

#### Oddílná soustava

Jak již název soustavy napovídá, princip oddílné stokové soustavy spočívá v samostatném odvádění různých druhů odpadních vod (splaškových a dešťových). Jde o dvě či více soustav stokových sítí, každá z nich slouží k odvádění jiného druhu odpadních vod. Nejčastěji se jedná právě o dvě soustavy stokových sítí, jedna slouží k transportu vod splaškových, případně odpadních vod z průmyslových závodů na ČOV. Druhá soustava odděleně transportuje vody srážkové, jejichž zdrojem je atmosféra. Zatímco splaškové vody se odvádějí buď gravitačně či jedním z alternativních způsobů dopravy (tlakově, podtlakově, přečerpáváním), při odvádění dešťových vod se navrhuje pouze způsob gravitační. Splaškové stoky musí být vždy zatrubněny, dešťové vody se odvádějí povrchovými rigoly nebo mohou být také kryté. Výhodami oddílné soustavy je snížení objemu odpadních vod transportovaných na ČOV a přímý odtok neznečištěných vod dešťových přímo do recipientu, mezi nevýhody pak patří například rizika nesprávného napojení odpadních vod. Ideálním řešením odvodnění není bohužel ani jedna ze základních soustav (jednotná a oddílná), proto se uplatňují rozmanité modifikace stokových soustav. [4] [14] [17]



Obr. 5 – Schéma oddílné soustavy [1]

#### Soustava modifikovaná

Modifikovaná či kombinovaná (v zahraničí též polooddílná) stoková soustava spočívá v kombinaci odvodnění jednotnou a oddílnou soustavou na jednom urbanizovaném území. Vody splaškové se odvodňují hluboko uloženým potrubím na ČOV a málo znečištěné dešťové vody se odvádí mělce uloženým potrubím na recipient. Při počátku deště se nejvíce znečištěné dešťové vody pouští spojovacím potrubím do splaškových stok, na recipient tak poté doputuje jen poměrně čistá dešťová voda. V České republice se modifikovaná soustava používá převážně k odvodnění menších obcí, jako příklad si ale můžeme uvést také modifikaci odvodnění ve městech, kde se v centru zachová dříve vybudovaná jednotná soustava, kterou by bylo nevýhodné předělávat a oddílnou soustavou se odvodní stále rostoucí okrajové oblasti. [1] [4] [14]

#### 2.4.2 Uspořádání stokových sítí

Při návrhu tvaru stokových sítí záleží na morfologii konkrétního území, řešení zástavby v urbanizovaných částech a vzájemné poloze recipientu a odvodňovaných ploch. V podstatě se hledá co nejvýhodnější trasa k transportu odpadních vod z odvodňovaných ploch do ČOV, která bývá na nejnižším místě. Většina dnes používaných stokových sítí je navržena gravitačně a odpadní voda protéká systémem beztlakově a s volnou hladinou. Kromě tvaru je důležité i sklon navrhnout tak, aby korespondoval s územím – měl by být dostatečný na to, aby nedocházelo k nadměrnému

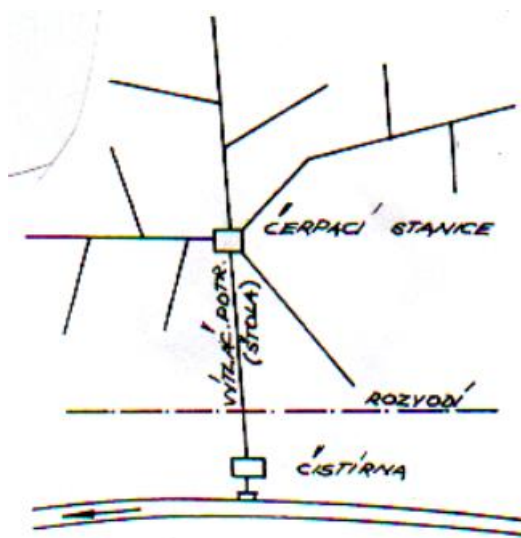
zanášení stok, ale zároveň ne moc velký na delších rovných úsecích, kde by mohlo docházet k nebezpečně velkým rychlostem transportované vody. Základní tvary uspořádání stokových sítí jsou:

- radiální uspořádání
- větvené uspořádání
- úchytné uspořádání
- větvené uspořádání

Většina fungujících stokových systémů je kombinací dvou či více těchto uspořádání. [1] [2] [14]

#### Radiální uspořádání stokových sítí

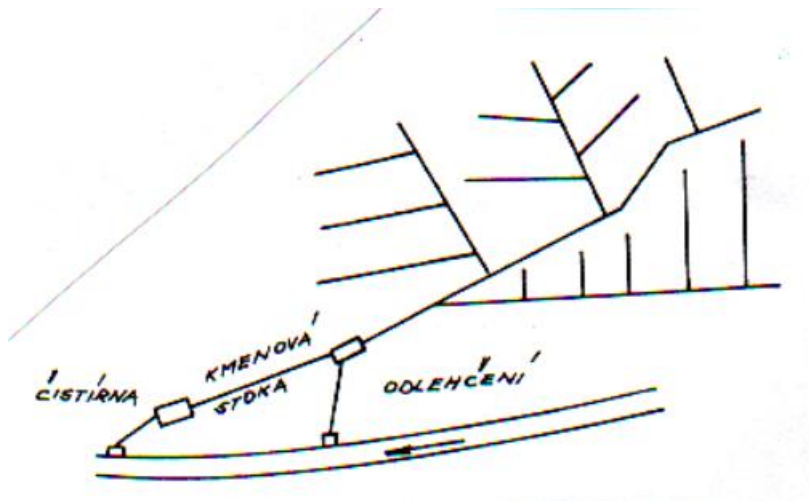
Princip radiálního systému uspořádání sítí spočívá v odvádění vody z území do jeho nejnižšího místa, odkud se přečerpává přes rozvodí nebo se odvádí samospádem štolou do ČOV – tímto způsobem se odvodňují uzavřené kotliny. [1] [15]



Obr. 6 – Pracovní postup návrhu systému odvodnění klasické a moderní koncepce [15]

#### Větvené uspořádání stokových sítí

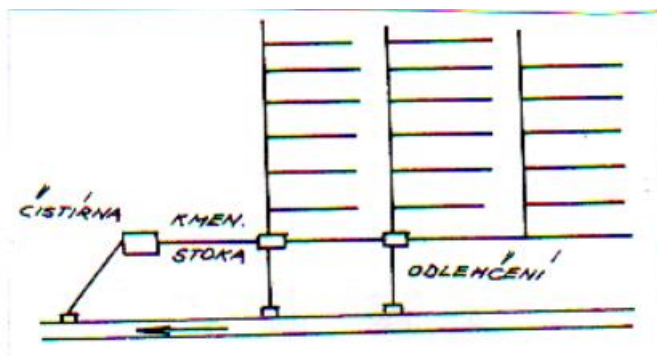
Pokud potřebujeme odvodnit členité území, na kterém je nepravidelná zástava, navrhujeme větvený systém uspořádání stokových sítí, spočívající k odvedení vody z území do jeho nejnižšího místa, kde je umístěna hlavní kmenová stoka, která odvádí vodu do ČOV. [1] [15]



Obr. 7 – Pracovní postup návrhu systému odvodnění klasické a moderní koncepce [15]

### Úchytné uspořádání stokových sítí

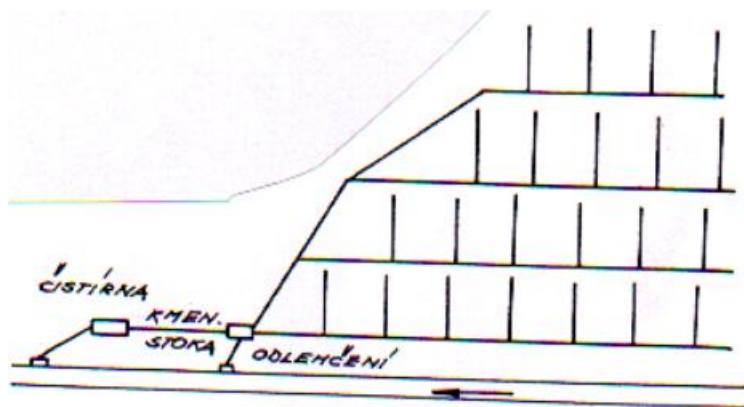
V dlouhých táhlých údolích s mírným sklonem je výhodné řešení úchytným systémem sítí. Ten spočívá v ke svádění vod napříč ulicemi sběrači do kmenové stoky, která vede podél recipientu. Odlehčovacími komorami můžeme zmenšit dimenzi kmenové stoky – za komorou má výrazně menší průměr. Je důležité, aby byl recipient dostatečně hluboký kvůli odlehčování stoky při deštných průtocích. [1] [15]



Obr. 8 – Pracovní postup návrhu systému odvodnění klasické a moderní koncepce [15]

### Pásmové uspořádání stokových sítí

Při odvodňování velkoplošných území disponujících velkými výškovými rozdíly se využívá pásmového uspořádání. Stoková síť se rozdělí na určitý počet pásem podle výšky, každé toto pásmo může mít jakýkoliv z předchozích způsobů uspořádání sítí. Princip odvodnění spočívá v gravitačním odvodnění vody z jednotlivých pásem do níže položených pásmových sběračů. Sběrač v nejnižším pásmu je pod úrovní hladiny v recipientu – přečerpávají se pouze odpadní vody z nejnižšího pásma. [1] [2] [15]



Obr. 9 – Pracovní postup návrhu systému odvodnění klasické a moderní koncepce [15]

#### 2.4.3 Transport odpadních vod ve stokových sítích

Transport odpadních vod je ovlivněn mnoha faktory, jako jedny z hlavních si pro příklad můžeme uvést morfologii odvodňovaného území a hustotu urbanizace. Podle těchto faktorů se pak navrhuje tradiční nebo alternativní způsob odvádění odpadních vod. Za tradiční způsob je považován transport odpadních vod gravitačním prouděním stokovými sítěmi jednotnou nebo oddílnou soustavou, alternativním způsobem rozumíme „silový“ transport vod, a to podtlakovou (vakuovou), tlakovou či pneumatickou kanalizací. Alternativní způsoby odvodnění se využívají tam, kde není možné nebo výhodné navrhovat gravitační kanalizaci. Důvody k návrhu alternativního způsobu transportu mohou být například rozptýlená zástavba, nedostatečně sklonitý reliéf terénu, vysoká HPV, sezónní přítok odpadních vod nebo není možné umístění revizních šachet. [4] [6]

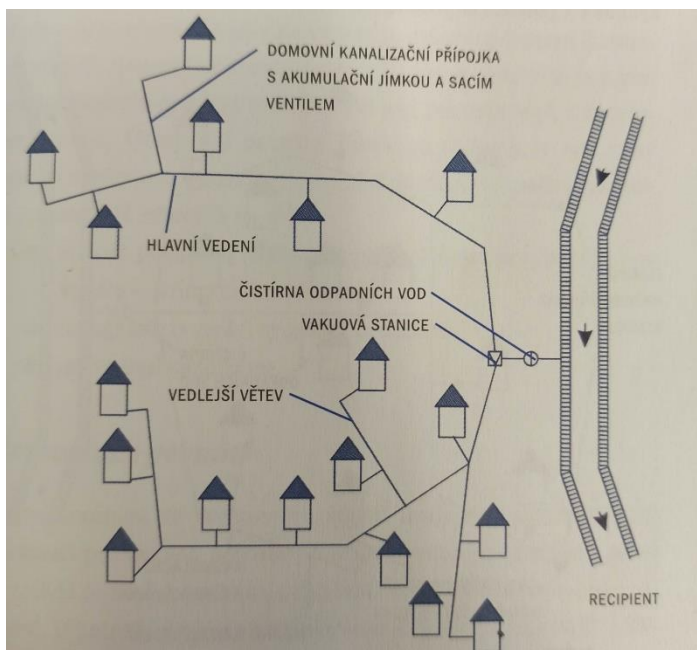
#### Kanalizace gravitační

Gravitační kanalizace je tradiční způsob odvodnění urbanizovaných území, využívající přirozeně klesajícího svahu, obvykle bez potřeby provozu čerpadla nebo jiného hnacího zařízení. Území se odvodňuje od nejvyššího bodu směrem nejnižšímu místu, kde je obvykle umístěna ČOV. Potrubí kanalizace kopíruje přirozený reliéf terénu a musí být navrženo na minimální spád, aby nedocházelo k jeho nadměrnému zanášení. Síť je tvořena z rovných úseků, v bodech zlomu jsou umístěny revizní šachty, sloužící k monitoringu a údržbě potrubí. Kromě transportu pomáhá gravitační kanalizace přecházet kontaminaci podzemních vod, poskytuje bezpečný způsob sběru vod odpadních. Zvláštním případem gravitační kanalizace je gravitační kanalizace maloprofilová. [18] [20]



## Kanalizace podtlaková (vakuová)

Principem podtlakové kanalizace je vyvodit podtlak v hlavní sběrné uliční stoe pomocí vakuových čerpadel umístěných v centrální vakuové stanici, na kterou je napojena odvodňovaná oblast. Z napojených nemovitostí gravitačně odtéká odpadní voda do sběrných šachet, ze kterých se při otevření sacích ventilů umístěných na domovních kanalizačních přípojkách voda nasává do sběrné stoky a putuje do vakuové stanice, z které se přečerpává na ČOV, případně do gravitační kanalizace. V systému je vytvořen podtlak 40 až 80 kPa (0,4 až 0,8 baru) a transportní rychlost 6 až 8 m/s bez ohledu na sklon kanalizace. Návrh vakuové kanalizace se provádí vždy na oddílné soustavě stok. Výhodami vakuové kanalizace jsou velké rychlosti, úspora investičních nákladů (méně zemních prací), menší profily potrubí, minimální nutnost údržby sítí, malý výskyt balastních vod, možnost zjištění poruch na síti přímo ve stanici a absence mělnicích česlí na ČOV. Nevýhodami tohoto způsobu dopravy odpadních vod je zvýšená spotřeba el. energie, pracné seřizování systému a pracná preventivní údržba. Pokud dojde k poruše více podtlakových ventilů najednou, může dojít ke ztrátě funkčnosti celého systému. [2] [6] [19] [20]

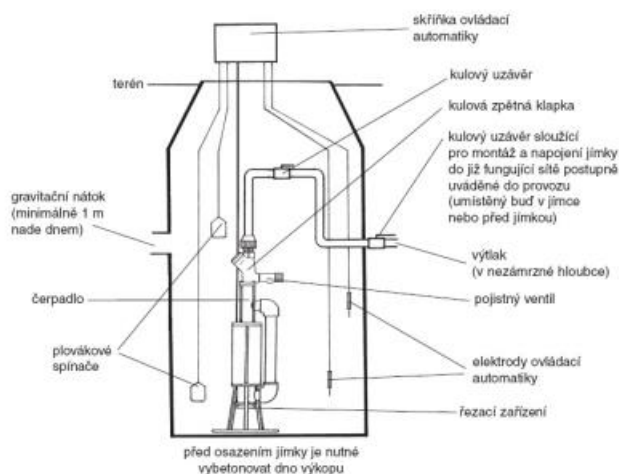


Obr. 10 – Schéma stokového systému podtlakového [6]

## Kanalizace tlaková

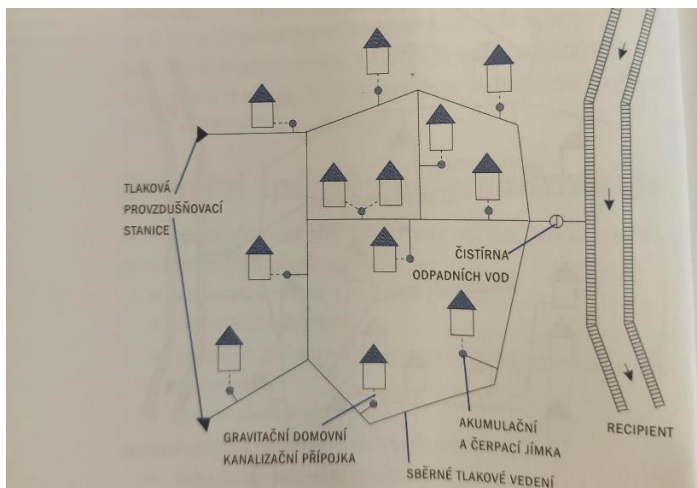
## Tlaková kanalizace

čerpací šachta



Obr. 11 – schéma čerpací šachty [20]

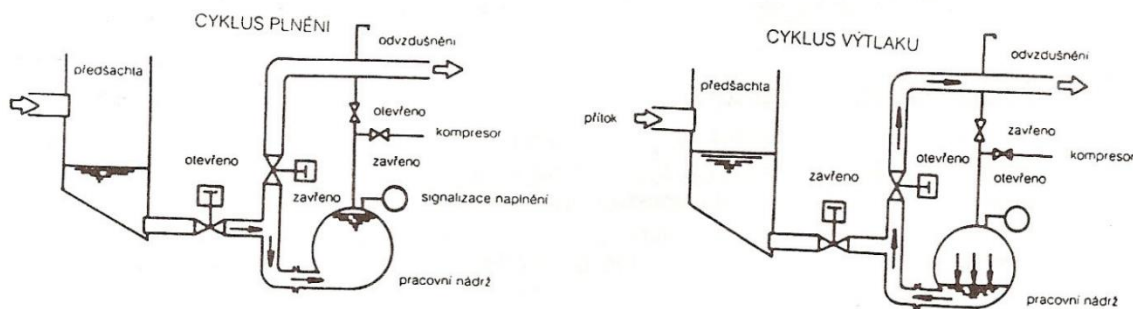
Nejrozšířenějším způsobem alternativní dopravy odpadních vod je tlaková kanalizace. Při realizaci tlakové kanalizace je podmínkou napojit každý objekt domovní čerpací stanicí s akumulací jímkou, do které odpadní vody přitékají gravitačně. Na jednu jímku může být napojen jeden či více objektů, záleží na kapacitě čerpadel. V hlavní stokové síti je vytvořen přetlak 0,6 až 3 MPa, z ní je odpadní voda dopravována na ČOV. Tvar sítě tlakové kanalizace je okružový či větvený, transportní rychlost se navrhuje 0,7 m/s. Na síti jsou ve vrcholech přibližně po 300 metrech osazeny odvětvovací armaturní šachty a odkalovací šachty v nejnižších místech a šachty proplachovací. Výhodami tlakové kanalizace jsou opět snížené investiční náklady díky úsporným zemním pracím, možnosti použití menších trubních profilů a minimální nutnost čištění stokové sítě. Jako nevýhody tlakového způsobu dopravy můžeme vnímat čerpání menšího množství odpadních vod více čerpadly, velkou spotřebu elektrické energie, možnost zahánění splašků při v jímce při malém nátoku do jímky či dlouho dobu zdržení vody v systému. [2] [19] [20]



Obr. 12 – Schéma stokového systému tlakového [6]

### Kanalizace pneumatická

Princip pneumatické kanalizace spočívá v transportu i velmi znečištěných odpadních vod (splašky nejsou v kontaktu se žádným rotujícím zařízením) z místa akumulace na ČOV. Voda se může dopravovat i na velké vzdálenosti, tento typ kanalizace se používá například při napojení několika malých obcí na jednu ČOV.



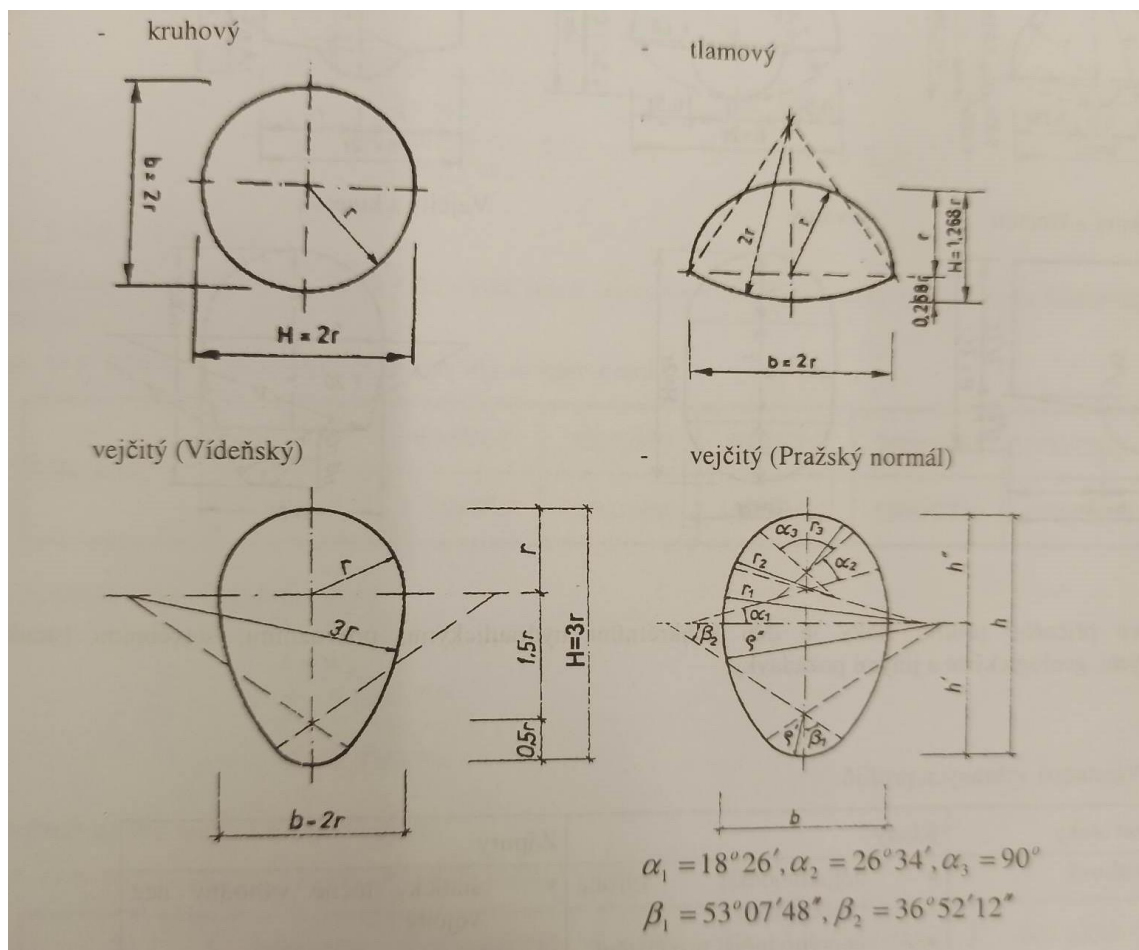
Obr. 13 – Schéma pneumatického zařízení [2]

Do předšachty gravitačně přitékají odpadní vody, které poté putují do pracovní nádrže. Po naplnění této nádrže se do ní kompresorem zavede tlakový vzduch, kterým je voda vytlačována. V systému jsou vestavěné klapky řídicí směr proudění. Po určitém čase či po vyprázdnění se nádrž ovzdušní a cyklus se opakuje. Většinou se navrhnou dvě nádrže s dvěma kompresory pro plynulý provoz (z jedné nádrže se voda dopravuje, druhá se plní). [2] [15]

## 2.5 Technické parametry stokových sítí

### 2.5.1 Tvar a rozměry stok

Tvar profilu stoky se navrhuje podle daných hydraulických, provozních, ekonomických, statických, geologických a dalších podmínek. V literatuře se uvádí tři doporučené základní tvary profilu (viz. obr. 13): kruhový profil, vejčitý profil (Vídeňského a Pražského tvaru) a tlamový profil. Víceméně u všech tvarů stok se může navrhovat kyneta, aby byl zajištěn bezproblémový odtok bezdeštných splašků ve velkých monolitových a zděných profilech.



Obr. 14 – Základní tvary profilu stok používané v současnosti [1]

Následující tabulka popisuje výhody a nevýhody jednotlivých základních tvarů profilů stok:

Tab. 3 – Výhody a nevýhody základních tvarů stok

| Tvar | Kruhový                                   | Vejščitý   | Tlamový                                |
|------|---|--|--|
| +    | nejjednodušší čištění a tvar prefabrikátu | staticky nejvýhodnější a nejlepší hydraulické vlastnosti | lze navrhovat i při nízkém nadloží     |
| -    | staticky méně výhodné než tvar vejčitý    | lze navrhovat pouze při dostatečné výšce nadloží         | staticky a hydraulicky nejméně výhodný |

Vnitřním průřezem D (DN) [mm] definujeme kruhové profily, ostatní tvary profilů stok definuje poměr šířky ku výšce. (b/H [mm]). Při plném průtoku jsou údaje pro hydraulické výpočty dány vztahem:

$$R = \frac{S}{O},$$

kde R je hydraulickým poloměrem, S je průtočnou plochou a O rozumíme omezený obvod. Výrobní řady základních tvarů profilů stok jsou uvedeny v následující tabulce:

Tab. 4 – Výrobní řady základních tvarů stok

| Výrobní řada kruhových profilů                 |           |     |           |           |                                     |     |           |      |           |      |           |
|--|-----------|-----|-----------|-----------|-------------------------------------|-----|-----------|------|-----------|------|-----------|
| DN [mm]  | 250       | 300 | 400       | 500       | 600                                 | 800 | 1000      | 1200 | 1400      | 1600 |           |
|  | 180       | 200 | 220       | 240       | větší rozměry se navrhuji po 200 mm |     |           |      |           |      |           |
| Výrobní řada vejčitých profilů - Vídeňský tvar |           |     |           |           |                                     |     |           |      |           |      |           |
| b/H [mm]                                       | 500/570   |     | 600/900   |           | 700/1050                            |     | 800/1200  |      | 900/1350  |      | 1000/1500 |
|  | 1100/1650 |     | 1200/1800 |           | 1300/1950                           |     | 1400/2100 |      | 1500/2250 |      | 1600/2400 |
| Výrobní řada vejčitých profilů - Pražský tvar  |           |     |           |           |                                     |     |           |      |           |      |           |
| b/H [mm]                                       | 600/1100  |     | 700/1250  |           | 800/1430                            |     | 900/1600  |      | 1000/1750 |      |           |
|  | 1100/1875 |     | 1200/2000 |           | 1300/2100                           |     | 1400/2200 |      | 1500/2300 |      |           |
| Výrobní řada tlamových profilů                 |           |     |           |           |                                     |     |           |      |           |      |           |
| b/H [mm]                                       | 1400/890  |     |           | 1600/1010 |                                     |     | 1800/1140 |      | 2000/1270 |      |           |
|  | 2200/1390 |     |           | 2400/1520 |                                     |     | 2600/1650 |      | ...       |      |           |

Minimální průchozí profil stok musí mít šířku 600 mm a výšku 1500 mm, minimální průlezný profil má pak u kruhových stok DN 800 a u ostatních tvarů stok výšku 800 mm a šířku 600 mm. [1] [14] [21]

#### 2.5.2 Směrové vedení stok

Při návrhu stok v urbanizovaném území se musíme řídit zásadami prostorového i výškového uložení, popsány v normách ČSN 75 6101 Stokové sítě a kanalizační přípojky a ČSN 73 6005 Prostorové uspořádání sítí technického vybavení. Tradičně jsou stokové sítě umístěny pod veřejnými plochami a komunikacemi, jinak je nutná domluva

mezi majitelem pozemku a vlastníkem či provozovatelem kanalizace. Zatímco stoky jednotné soustavy se obecně umísťují pod osu komunikace, splaškové stoky oddílné soustavy jsou umísťovány mimo osu komunikace. Dešťové stoky oddílné soustavy jsou opět umístěny pod osou komunikace. Pokud jsou stoky souběžné, nesmí mít stejnou trasu (jedna vede přímo nad druhou). Nad stávající stoky se nesmí navrhovat žádné nové potrubí a objekty na povrchu. Pro odvedení dešťové vody je výhodné klopení silnic na jednu stranu. Stoky se nenavrhují pod stromy či v jejich blízkosti (min. vzdálenost je 1,5 m). Pokud vedeme stoku kolem líce budov, bezpečná vzdálenost dna výkopu od líce budovy  $L$  se vypočítá pomocí vzorečku:

$$L = \frac{H - h}{\operatorname{tg} \varphi},$$

kde  $H$  rozumíme hloubku dna výkopu [m],  $h$  je hloubka základů budovy pod terénem a  $\varphi$  je vnitřní úhel tření zeminy. Není možné uložit stoku v podélném směru do či pod koryta toků. U neprůlezných, průlezných a průchozích stok jsou po 50 metrech navrhovány vstupní šachty, změny směrů neprůlezných stok se provádějí právě ve vstupních šachtách, spadištích či ve spojných komorách, u stok průlezných a průchozích navrhujeme změny směrů kruhovými oblouky či ve spadišti. Kruhové oblouky na začátku i konci disponují vstupními šachtami. Příklady nejmenších dovolených vodorovných vzdáleností při křížení a souběhu podzemních sítí jsou uvedeny v následujících tabulkách vyňatých z normy ČSN 73 6005. [1] [2] [21] [22] [23]

Tab. 5 – Křížení podzemních sítí – nejmenší dovolené vzdálenosti [m]

| Druh sítí                           |              | Silové kabely do                      |                                       |                                       |                                       | Sdělovací kabely                      |                                       | Plynovodní potrubí <sup>2)</sup>      |                                       | Vodovod. sítě a přípojky              | Tepelné sítě <sup>1)</sup>            | Kabelovody | Stokové sítě a kanalizační přípojky   | Potrubní pošta     | Kolektor | Koleje tramvajové dráhy |
|-------------------------------------|--------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|------------|---------------------------------------|--------------------|----------|-------------------------|
|                                     |              | 1 kV                                  | 10 kV                                 | 35 kV                                 | 220 kV                                |                                       |                                       | do 0,005 MPa                          | do 0,3 MPa                            |                                       |                                       |            |                                       |                    |          |                         |
|                                     |              |                                       |                                       |                                       |                                       | 1                                     | 2                                     |                                       |                                       |                                       |                                       |            |                                       |                    |          |                         |
| Silové kabely do                    | 1 kV         | 0,05                                  | 0,15                                  | 0,20                                  | 0,20                                  | 0,30 <sup>3)</sup> 0,10 <sup>3)</sup> | 0,10 <sup>3)</sup> 0,10 <sup>3)</sup> | 0,40 <sup>3)</sup> 0,20 <sup>3)</sup> | 0,30 <sup>3)</sup>                    | 0,30                                  | 0,30                                  | 0,30       | 0,30                                  | 0,30               | 0,30     | 1,00                    |
|                                     | 10 kV        | 0,15                                  | 0,15                                  | 0,20                                  | 0,20                                  | 0,80 <sup>3)</sup> 0,10 <sup>3)</sup> | 0,10 <sup>3)</sup> 0,20 <sup>3)</sup> | 0,40 <sup>3)</sup> 0,20 <sup>3)</sup> | 0,50 <sup>3)</sup>                    | 0,30                                  | 0,30                                  | 0,30       | 0,30                                  | 0,30               | 1,00     |                         |
|                                     | 35 kV        | 0,20                                  | 0,15                                  | 0,20                                  | 0,25 <sup>3)</sup>                    | 0,80 <sup>3)</sup> 0,10 <sup>3)</sup> | 0,10 <sup>3)</sup> 0,20               | 0,40 <sup>3)</sup> 0,20 <sup>3)</sup> | 0,50 <sup>3)</sup>                    | 0,30                                  | 0,50                                  | 0,30       | 0,30                                  | 1,00               |          |                         |
|                                     | 220 kV       | 0,20                                  | 0,20                                  | 0,25 <sup>3)</sup>                    | 0,25                                  | 0,80 <sup>3)</sup> 0,10 <sup>3)</sup> | 0,30 <sup>3)</sup> 0,70 <sup>3)</sup> | 0,40 <sup>3)</sup> 0,20 <sup>3)</sup> | 1,00                                  | 0,30                                  | 0,50                                  | 0,30       | 0,30                                  | 1,30               |          |                         |
| sdělovací kabely                    |              | 0,30 <sup>3)</sup> 0,10 <sup>3)</sup> | 0,80 <sup>3)</sup> 0,30 <sup>3)</sup> | 0,80 <sup>3)</sup> 0,30 <sup>3)</sup> | 0,80 <sup>3)</sup> 0,10 <sup>3)</sup> | 0,10                                  | 0,10                                  | 0,20                                  | 0,50 <sup>3)</sup> 0,15 <sup>3)</sup> | 0,10                                  | 0,20                                  | 0,20       | 0,10                                  | 1,00 <sup>3)</sup> |          |                         |
| Plynovodní potrubí <sup>2)</sup>    | do 0,005 MPa | 0,10 <sup>3)</sup> 0,10 <sup>3)</sup> | 0,10 <sup>3)</sup> 0,20 <sup>3)</sup> | 0,10 <sup>3)</sup> 0,20 <sup>3)</sup> | 0,30 <sup>3)</sup> 0,70 <sup>3)</sup> | 0,10                                  | 0,10                                  | 0,15                                  | 0,10 <sup>3)</sup> 0,15 <sup>3)</sup> | 0,10 <sup>3)</sup> 0,15 <sup>3)</sup> | 0,50 <sup>3)</sup> 0,50 <sup>3)</sup> | 0,10       | 0,10 <sup>3)</sup> 0,10 <sup>3)</sup> | 1,00               |          |                         |
|                                     | do 0,3 MPa   | 0,10 <sup>3)</sup> 0,10 <sup>3)</sup> | 0,20 <sup>3)</sup> 0,20 <sup>3)</sup> | 0,20 <sup>3)</sup> 0,20 <sup>3)</sup> | 0,70 <sup>3)</sup> 0,70 <sup>3)</sup> | 0,10                                  | 0,10                                  | 0,15                                  | 0,10 <sup>3)</sup> 0,15 <sup>3)</sup> | 0,10 <sup>3)</sup> 0,15 <sup>3)</sup> | 0,50 <sup>3)</sup> 0,50 <sup>3)</sup> | 0,10       | 0,10 <sup>3)</sup> 0,10 <sup>3)</sup> | 1,00               |          |                         |
| vodovodní sítě a přípojky           |              | 0,40 <sup>3)</sup> 0,20 <sup>3)</sup> | 0,40 <sup>3)</sup> 0,20 <sup>3)</sup> | 0,40 <sup>3)</sup> 0,20 <sup>3)</sup> | 0,40                                  | 0,20                                  | 0,15                                  | 0,15                                  | 0,20 <sup>3)</sup>                    | 0,20 <sup>3)</sup>                    | 0,10                                  | 0,20       | 0,20 <sup>3)</sup>                    | 1,50               |          |                         |
| tepelné sítě <sup>1)</sup>          |              | 0,30 <sup>3)</sup>                    | 0,50 <sup>3)</sup>                    | 0,50 <sup>3)</sup>                    | 1,00                                  | 0,50 <sup>3)</sup> 0,15 <sup>3)</sup> | 0,10 <sup>3)</sup> 0,10               | 0,20 <sup>3)</sup>                    | 0,15                                  | 0,10                                  | 0,20                                  | 0,20       | 1,00                                  |                    |          |                         |
| kabelovody                          |              | 0,10                                  | 0,30                                  | 0,30                                  | 0,30                                  | 0,10                                  | 0,10 <sup>3)</sup> 0,10               | 0,20 <sup>3)</sup>                    | 0,15                                  | 0,10                                  | 0,20                                  | 0,20       | 1,00                                  |                    |          |                         |
| stokové sítě a kanalizační přípojky |              | 0,30                                  | 0,30                                  | 0,50                                  | 0,50                                  | 0,20                                  | 0,50 <sup>3)</sup> 0,50               | 0,10                                  | 0,10                                  | 0,10                                  | 0,30                                  | 0,10       | 1,00                                  |                    |          |                         |
| potrubní pošta                      |              | 0,30                                  | 0,30                                  | 0,30                                  | 0,30 <sup>3)</sup>                    | 0,20                                  | 0,10                                  | 0,10                                  | 0,30                                  | 0,20                                  | 0,20                                  | 0,30       | 0,20                                  | 1,00               |          |                         |
| kolektor                            |              | 0,30                                  | 0,30                                  | 0,30                                  | 0,30 <sup>3)</sup>                    | 0,20                                  | 0,10                                  | 0,10                                  | 0,30                                  | 0,20                                  | 0,20                                  | 0,30       | 0,20                                  | 1,00               |          |                         |
| koleje tramvajové dráhy             |              | 1,00                                  | 1,00                                  | 1,00                                  | 1,30                                  | 1,00 <sup>3)</sup>                    | 1,00                                  | 1,00                                  | 1,50                                  | 1,00                                  | 1,00                                  | 1,00       | 1,00                                  | 1,00               |          |                         |

Tab. 6 – Souběh podzemních sítí – nejmenší dovolené vzdálenosti [m]

| Druh sítí                           |              | Silové kabely do                      |                                       |                                       |                    | Sdělovací kabely                      |                    | Plynovodní potrubí <sup>2)</sup> |                         | Vodo. sítě a přípojky | Tepelné sítě <sup>1)</sup> | Kabelovody              | Stokové sítě a kanalizační přípojky | Potrubní pošta | Kolektor | Koleje tramvajové dráhy |
|-------------------------------------|--------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|--------------------|---------------------------------------|--------------------|----------------------------------|-------------------------|-----------------------|----------------------------|-------------------------|-------------------------------------|----------------|----------|-------------------------|
|                                     |              | 1 kV                                  | 10 kV                                 | 35 kV                                 | 220 kV             |                                       |                    | do 0,005 MPa                     | do 0,3 MPa              |                       |                            |                         |                                     |                |          |                         |
|                                     |              |                                       |                                       |                                       |                    | 1                                     | 2                  |                                  |                         |                       |                            |                         |                                     |                |          |                         |
| Silové kabely do                    | 1 kV         | 0,05 <sup>3)</sup>                    | 0,15                                  | 0,20                                  | 0,20               | 0,30 <sup>3)</sup> 0,10 <sup>3)</sup> | 0,40               | 0,60                             | 0,40                    | 0,30                  | 0,10                       | 0,50                    | 0,50                                | 0,30           | 1,00     |                         |
|                                     | 10 kV        | 0,15                                  | 0,15                                  | 0,20                                  | 0,20               | 0,80 <sup>3)</sup> 0,30 <sup>3)</sup> | 0,40               | 0,60                             | 0,40                    | 0,70                  | 0,30                       | 0,50                    | 0,50                                | 0,30           | 1,00     |                         |
|                                     | 35 kV        | 0,20                                  | 0,20                                  | 0,20                                  | 0,20               | 0,80 <sup>3)</sup> 0,30 <sup>3)</sup> | 0,40               | 0,60                             | 0,40                    | 1,00                  | 0,30                       | 0,50                    | 0,50                                | 0,30           | 1,00     |                         |
|                                     | 220 kV       | 0,20                                  | 0,20                                  | 0,20                                  | 0,20               | 0,80 <sup>3)</sup> 0,30 <sup>3)</sup> | 0,40               | 0,60                             | 0,40                    | 2,00 <sup>3)</sup>    | 0,30                       | 0,50                    | 0,50                                | 0,30           | 1,00     |                         |
| sdělovací kabely                    |              | 0,30 <sup>3)</sup> 0,10 <sup>3)</sup> | 0,80 <sup>3)</sup> 0,30 <sup>3)</sup> | 0,80 <sup>3)</sup> 0,30 <sup>3)</sup> | 0,80 <sup>3)</sup> | 0,10                                  | 0,40               | 0,40                             | 0,40                    | 0,80 <sup>3)</sup>    | 0,30                       | 0,50                    | 0,20                                | 0,30           | 1,00     |                         |
| Plynovodní potrubí <sup>2)</sup>    | do 0,005 MPa | 0,40                                  | 0,40                                  | 0,40                                  | 0,40               | 0,40                                  | 0,40               | 0,40                             | 0,50 <sup>3)</sup> 0,50 | 0,50                  | 0,40                       | 1,00 <sup>3)</sup> 1,00 | 0,40                                | 0,40           | 1,20     |                         |
|                                     | do 0,3 MPa   | 0,60                                  | 0,60                                  | 0,60                                  | 0,60 <sup>3)</sup> | 0,40                                  | 0,40               | 0,40                             | 0,50                    | 0,50                  | 1,00                       | 1,00                    | 0,40                                | 1,00           | 1,20     |                         |
| vodovodní sítě a přípojky           |              | 0,40                                  | 0,40                                  | 0,40                                  | 0,40               | 0,40                                  | 0,50 <sup>3)</sup> | 0,50                             | 0,60                    | 1,00 <sup>3)</sup>    | 0,60                       | 0,60                    | 0,50                                | 0,60           | 1,20     |                         |
| tepelné sítě <sup>1)</sup>          |              | 0,30                                  | 0,70                                  | 1,00                                  | 2,00 <sup>3)</sup> | 0,80 <sup>3)</sup>                    | 0,50               | 0,50                             | 1,00 <sup>3)</sup>      | 0,30                  | 0,30                       | 0,30                    | 0,30                                | 1,20           |          |                         |
| kabelovody                          |              | 0,10                                  | 0,30                                  | 0,30                                  | 0,50               | 0,30                                  | 0,40               | 1,00                             | 0,60                    | 0,30                  | 0,30                       | 0,20                    | 0,30                                | 1,20           |          |                         |
| stokové sítě a kanalizační přípojky |              | 0,50                                  | 0,50                                  | 0,50                                  | 1,00               | 0,50                                  | 1,00 <sup>3)</sup> | 1,00                             | 0,60                    | 0,30                  | 0,30                       | 0,30                    | 0,30                                | 1,20           |          |                         |
| potrubní pošta                      |              | 0,50                                  | 0,50                                  | 0,50                                  | 0,50 <sup>3)</sup> | 0,20                                  | 0,40               | 0,40                             | 0,50                    | 0,30                  | 0,20                       | 0,30                    | 0,30                                | 1,20           |          |                         |
| kolektor                            |              | 0,30                                  | 0,30                                  | 0,30                                  | 0,30               | 0,30                                  | 0,40               | 1,00                             | 0,60                    | 0,30                  | 0,30                       | 0,30 <sup>3)</sup>      | 0,30                                | 1,20           |          |                         |
| koleje tramvajové dráhy             |              | 1,00                                  | 1,00                                  | 1,00                                  | 1,00               | 1,00                                  | 1,20               | 1,20                             | 1,20                    | 1,20                  | 1,20                       | 1,20                    | 1,20                                | 1,20           |          |                         |

### 2.5.3 Výškové situování stok

Uložení stok jednotné i oddílné soustavy musí být dostatečně hluboké k odvodnění nadzemních i podzemních prostor. Při ukládání stok je také nutné dodržovat minimální hodnoty krytí, které popisuje norma ČSN 73 6005 nebo jsou dány místními podmínkami. Obecně platí, že minimální krytí pod chodníkem a volným terénem je 1,00m a pod vozovkou 1,80 m. Další způsoby určení hloubky uložení ve stísněnějších prostorech jsou dány např. normou ČSN 73 6760 (vnitřní kanalizace), či různými vzorci pro výpočet hloubky stok. Uliční stoky (ne hlavní sběrače) mají doporučenou max. hloubku 6 m. Mimo zastavěné území je nutné řešit hloubku uložení stok spojenou s nezámznou hloubkou a křížováním s ostatními inženýrskými sítěmi.

Při návrhu podélného sklonu stok se řídíme mnoha faktory, ideálně se snažíme o co nejkratší vedení stoky od odvodňovaných objektů k ČOV či recipientu. Obecně se sklony stok moc neliší od sklonu terénního reliéfu. Na jednu stranu se snažíme docílit co největšího sklonu stok k co nejrychlejšímu odvedení odpadních vod, na stranu druhou u velmi svažitého území musíme regulovat rychlost odváděných vod. Pro minimální sklony stok neexistuje obecný předpis, když navrhujeme sklony moc malé, zvětšují se nám tím profily, voda teče pomalu a potrubí se zanáší. Pokud navrhujeme sklon větší, zvětšují se tím pak náklady na zemní práce. Obecně platí, že min. sklon stok by neměl být menší než 2 – 3 promile. Pro stanovení minimálních sklonů existuje řada empirických vzorců. Co se týče maximálních sklonů stok, hlavním kritériem je maximální průtočná rychlost. Při kapacitním plnění je doporučena největší průtočná rychlost 5 m/s, stoky z odolných materiálů mohou mít v určitých úsecích max. průtočnou rychlost až 10 m/s. Pokud je průtočná rychlost v rozmezí mezi 5 – 10 m/s, jedná se o skluz, což je objekt tvořený speciálně uloženým potrubím, ukončeným zařízením na tlumení přebytečné kinetické energie (např. spadištěm s rozrážeči). [2] [21] [22] [23]

### 2.5.4 Materiály k výrobě stokových sítí

Volba materiálu pro stokové sítě náleží pouze vlastníkově, projektantovi a provozovateli. Dodatečné změny materiálu nejsou přípustné. Hlavními faktory volby materiálu je účel a výhledová životnost díla. Materiály pro výrobu stokových sítí musí disponovat následujícími vlastnostmi: musí být vodotěsné, odolné vůči agresivním vlivům okolního prostředí, odolné vůči biologickým, chemickým a mechanickým vlivům dopravované odpadní vody, musí být bezpečný proti namáhání stok a měl by umožňovat



účinné a bezpečné čištění stokových sítí. Stoky mohou být složeny ze stavebních dílců či monolitické. Vnitřní líc stok je možné obkládat vyzdívkou, výstelkou či povlakem z dražších a kvalitnějších materiálů pro ochranu proti obrusu a negativním účinkům proudících odpadních vod, nesmí však docházet k odlepování obkladu.

### Kameninové trouby

Potrubí z kameniny je nejrozšířenějším druhem potrubí pro odvádění odpadních vod. Vlastnosti, kvůli kterým se kamenina používá, jsou následující: dlouhodobá životnost (80- 100 let), nepropustnost, ořezuvzdornost, chemická a mechanická odolnost, nízká energetická náročnost, přírodní povaha materiálu (recyklace) a nízký hydraulický odpor (nedochází k nadměrnému usazování sedimentů díky glazuře). Nevýhodou kameninových potrubí je malá únosnost v tahu za ohybu a křehkost. Pro výrobu 1 kg kameniny potřebujeme 800 g jílu, 150 g vody, 15 g glazury, 235 g šamotu 0,16 m<sup>3</sup> zemního plynu a vzduch.



Obr. 15 – Kameninové trouby různých profilů [25]

### Plastová potrubí (PE, PVC, PP)

Trh disponuje širokou škálou výrobců odlišného sortimentu plastových potrubí a přípojek, a to co se týče tuhosti či profilů. Proto se v rámci jedné zakázky dodávají trouby a tvarovky od jednoho výrobce. Minimální parametry kvality, které potrubí musí splňovat, jsou: okamžitá deformace max. 3 %, dlouhodobá deformace max. 5 %, vyrábět potrubí podle normy DIN, plnostěnná konstrukce (kvůli snížení životnosti potrubí obrusem s nesmí až na výjimky používat tenkostěnná potrubí), minimální záruka životnosti 50 let, maximální tepelná roztažnost 0,2 mm/°C, hladký vnitřní i vnější povrch potrubí pevnost SN 8 či vyšší. Plastové materiály rozdělujeme vysokohustotní polyetylén (PE), u kterého se používají 2 typy – PE 80 a PE 100, polyvinylchlorid (PVC) a

polypropylén (PP). Napojení platových potrubí na klasické zděné konstrukce není možné za udržení vodotěsnosti, napojení se tedy provádí pomocí speciálních tvarovek. Kombinování napojení dvou druhů plastových potrubí (např. PVC/PP) je zakázáno.

#### Čedičová potrubí

Čedič má velmi pozitivní vlastnosti jako materiál pro výrobu stok, Je nenasákavý, houževnatý, má vysokou ohrusovou, teplotní a chemickou odolnost vůči odpadní vodě i okolnímu prostředí, vnitřní povrch čedičových trub má požadovanou hydraulickou vlhkost a je přírodním materiálem s prakticky neomezenou životností, čedičové odpady jsou bezproblémové. Čedičových trub je velmi omezený sortiment hlavně kvůli jejich délce, proto se čedičové prvky používají na obložení vnitřních stran potrubí a zvyšují tím jejich životnost, hlavně tam, kde dochází k velkému namáhání potrubí – úseky, kde je dosaženo vyšší průtočné rychlosti než 5 m/s, dopravuje se erozivní nebo abrazivní materiál a ve spadištích.

#### Litínová potrubí

Jako stavební materiál stok je možné použít pouze litinu tvárnou, šedá litina není povolena. Rozdílem mezi šedou a tvárnou litinou je tvar, ve kterém se v ní vyskytuje grafit – kvůli šíření lomu. Největším rizikem použití litiny jako stavebního materiálu potrubí je koroze, proto se na vnější a vnitřní povrch litinových potrubí používají různé ochranné prvky (např. žárové pokovení zinkem či hliníkem, cementová vystýlka a jiné). Litina se používá zejména tam, kde je potrubí extrémně mechanicky namáháno nebo je namáháno na ohyb, jako ve spadištích, skluzech či shybkách, protože má velkou odolnost vůči nárazům, tlumí chvění a má vysokou mez pružnosti.

#### Betonová a železobetonová potrubí

Trouby, vyrobené z betonu a železobetonu, jsou určeny zejména pro jednotnou a dešťovou kanalizaci. Díky své hmotnosti, neohebnosti a pevnosti se vyznačují velkou stabilitou tvaru a rozměru, vysokou stabilitou proti vztlaku podzemní vody a odolností vůči bočním a výškovým posunům. Životnost potrubí je přibližně 60 let.

#### Sklolaminátová potrubí

Sklolaminátová potrubí se používají při pokládce s využitím bezvýkopových technologií (např. vložkování a protlaky) a dále tam, kde již existuje stávající kanalizace, která ovšem již nevyhovuje. Vyznačují se velmi nízkou hmotností (cca 7x lehčí než

betonové, 5x lehčí než kameninové či litinové), vysokou kvalitou, chemickou a tepelnou odolností, vysokou pevností a trvanlivostí.

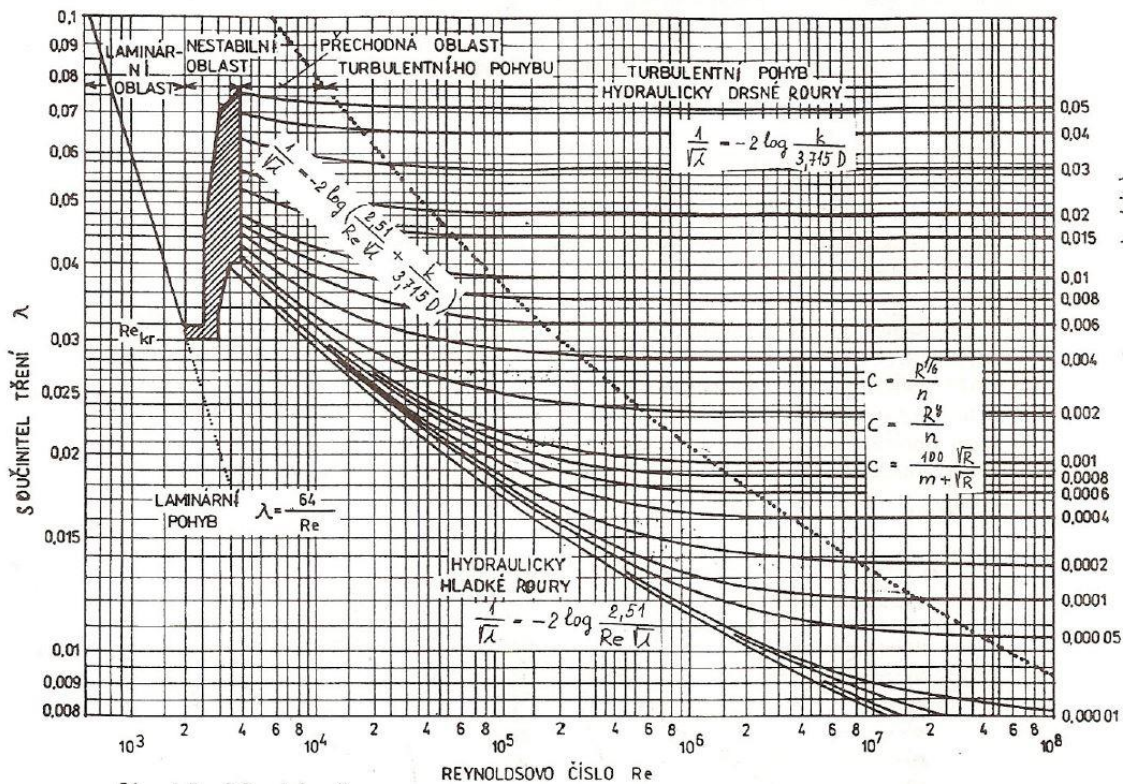
Mezi další materiály určené k výrobě stokových sítí, používané pouze za určitých podmínek, můžeme zmínit ocelová či polymerbetonová potrubí. [1] [4] [23] [25]

## 2.6 Navrhování stokových sítí

### 2.6.1 Hydraulika stokových sítí

Abychom byli schopni navrhovat kanalizační systémy, musíme umět popsat proudění odpadní vody, což je nelehkou úlohou. Nejenom že musíme přesně matematicky popsat fyzikální jevy proudění ve stokové síti, taktéž musíme počítat se specifickými okrajovými podmínkami v odvodňovaném území. Do jisté míry se tak musíme vlastnosti prostředí i vlastnosti dopravovaného média idealizovat. Proudění dopravovaného média (v našem případě odpadní vody) dělíme na stacionární a nestacionární, podle toho, zda jsou základní veličiny funkcí polohy a času nebo pouze polohy, dále na proudění tlakové a s volnou hladinou podle okrajových podmínek, na proudění podkritické a nadkritické, kde je rozhodujícím kritériem Froudovo číslo, na proudění newtonských a neneutronských kapalin, kde jsou hlavními kritérii dynamická viskozita a vnitřní tření kapaliny, na proudění laminární, přechodné a turbulentní, kde je hlavním kritériem Reynoldsovo číslo a na proudění rovnoměrné či nerovnoměrné, kde záleží na průtočném průřezu – průtočný průřez zůstává po délce stejný nebo se zvětšuje/zmenšuje.

Všechny tyto typy proudění jsou popsány ve vodním hospodářství notoricky známými rovnicemi a vzorci, z kterých můžeme jmenovat například rovnici kontinuity, pohybovou rovnici, Darcy – Weissbachovu rovnici, Reynoldsovu rovnici, Colebrook – Whiteovu rovnici, Chézyho rovnici, Manningův vzorec a dalšími vztahy. [1] [2]



Obr. 16 – Moodyho diagram [2]

### 2.6.2 Dimenzování jednotné kanalizace

Při návrhu dimenzí jednotné kanalizace potřebujeme předem zpracovat projektovou dokumentaci, přesněji se jedná o výkresy celkové situace, hydrotechnické situace a o výkresy podélných profilů navržených stok. Nejprve si uvedeme název dimenzované stoky a vymežíme si kanalizační okrsek, což je plocha povodí (ze které odvádíme splaškové i dešťové vody) daného úseku stoky, kterou zjistíme z hydrotechnické situace. Kanalizační okrsek označíme číslem a jeho plocha se značí  $S_s$  [ha]. Dále vypočítáme specifický odtok splašků  $q_s$  pomocí vztahu:

$$q_s = \frac{\text{počet obyvatel} - \text{spotřeba vody}}{86400 \cdot \text{celková plocha povodí}}$$

kde spotřeba vody [ $l \cdot os^{-1} \cdot den^{-1}$ ] a celková plocha povodí [ha]. Dalším krokem výpočtu je určení odtokového součinitele. Při srážce, která dopadá na námi sledovanou plochu, část vody odečte do stoky, část se vypaří a část se vsákne. Nás bude zajímat ta část, která odečte z povrch území do stoky. Podstatnými kritérii jsou sklon a druh povrchu. Vycházíme ze vzorového hektaru (1 ha), z kterého vypočteme střední součinitel odtoku  $\psi_s$  pomocí vzorce:

$$\psi_s = \frac{S_1 \cdot \Psi_1 + \dots + S_n \cdot \Psi_n}{\sum_1^n S}$$

kde  $\psi_s$  je střední součinitel odtoku,  $\psi$  je tabulkový součinitel odtoku (viz. tab. 7) a  $S$  je daný typ povrchu.

Tab. 7 – tabulkové součinitele odtoku [24]

| Způsob zástavby a druh pozemku popř. druh úpravy povrchu | Součinitel odtoku $\Psi$ při konfiguraci území |                            |                                  |
|--|--|----------------------------|----------------------------------|
|  | rovinné při sklonu do 1%                       | svažité při sklonu 1 až 5% | prudce svažité při sklonu nad 5% |
| Zastavěné plochy (střechy)                               | 0,90   | 0,90                       | 0,90                             |
| Asfaltové a betonové vozovky, dlažby se záhlvkou spár    | 0,70   | 0,80                       | 0,90                             |
| Obyčejné dlažby se zapískovanými spárami                 | 0,50   | 0,60                       | 0,70                             |
| Štěrkové cesty   | 0,30   | 0,40                       | 0,50                             |
| Nezastavěné plochy                                       | 0,20   | 0,25                       | 0,30                             |
| Hřbitovy, sady, hřiště                                   | 0,10   | 0,15                       | 0,20                             |
| Zelené pásy, pole, louky                                 | 0,05   | 0,10                       | 0,15                             |
| Lesy   | 0,00   | 0,05                       | 0,10                             |

Následuje výpočet  $S_d$ , což je redukovaná dílčí plocha, určená vztahem:

$$S_d = S_s \cdot \Psi,$$

kde  $S_s$  je plochou povodí v hektarech a  $\Psi$  je odtokovým součinitelem. Poté sčítáme jednotlivé redukované dílčí plochy, ze součtu nám vyjde celková redukovaná plocha  $S_c$ . Dále určíme intenzitu neredukovaného deště  $i$  [ $\text{l}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{ha}^{-1}$ ] a můžeme přejít k výpočtu dílčího dešťového a splaškového průtoku. Dílčí dešťový průtok  $Q_d$  [ $\text{l}\cdot\text{s}^{-1}$ ] udáváme vzorcem:

$$Q_d = \Psi \cdot S_s \cdot i,$$

kde  $S_s$  je plochou povodí [ha],  $\Psi$  je odtokovým součinitelem a  $i$  je intenzita neredukovaného deště. Když máme spočítaný dílčí dešťový průtok, následuje výpočet dílčího splaškového průtoku  $Q_s$  pro jednotlivé úseky kanalizačních okrsků:

$$Q_s = S_s \cdot q_s,$$

kde  $S_s$  je plochou povodí v hektarech a  $q_s$  je specifickým odtokem splašků [ $l \cdot s^{-1} \cdot ha^{-1}$ ]. Celkový splaškový průtok se následně určí součtem dílčích splaškových průtoků. Následuje výpočet celkového maximálního dimenzovaného průtoku  $Q_{dim}$  [ $l \cdot s^{-1}$ ]:

$$Q_{dim} = Q_d \cdot Q_{sc}$$

Dalším bodem postupu pro dimenzování jednotné kanalizace bude odečtení sklonu nivelety dna z podélných profilu navržených stok. Následuje návrh profilu stoky, při kterém platí, že  $Q_{dim} < Q_{kap}$ , aby byl zajistěn beztlakový průtok odpadní vody potrubím. Kapacitní průtoky i s rychlostmi nalezneme v tabulkách. DN odečteme z tabulek díky hodnotám sklonu a kapacitnímu průtoku. Dále z hydraulických tabulek získáme hodnotu plnění  $h$ , jejíž přesnou hodnotu získáme interpolací a vynásobí se s ní poloměr stoky  $r$ . Abychom dostali doby průtoků, potřebujeme určit hodnotu skutečné rychlosti  $v_{sk}$  [ $m \cdot s^{-1}$ ]:

$$v_{sk} = \frac{\kappa}{100} \cdot v_{kap}$$

Kde  $\kappa$  je součinitelem (tab.) a  $v_{kap}$  je kapacitní rychlostí [ $m \cdot s^{-1}$ ]. Teď již můžeme určit jednotlivou a celkovou dobu průtoku  $t$ . Jednotlivá doba průtoku (v jednom kanalizačním okrsku) se vychází ze vztahu:

$$t = \frac{s}{v_{sk}}$$

kde  $s$  je délka úseku v metrech. Celková doba průtoku  $t$  se opět sčítá s dílčích hodnot. Poté se výsledná hodnota převede na minuty, tj. z desetinné do šedesátinné soustavy. Nakonec nám zbývá určit součinitel  $\lambda$  a  $\kappa$ . Nejprve vypočítáme  $\lambda$  podle vztahu:

$$\lambda = \frac{Q_{dim}}{Q_{kap}}$$

poté díky tomuto součiniteli zjistíme z hydraulických tabulek součinitel  $\kappa$ , z kterého vypočítáme skutečnou rychlost toku odpadních vod.

### 2.6.3 Dimenzování oddílné splaškové kanalizace

Při výpočtu dimenzí oddílné splaškové kanalizace vycházíme z normy ČSN 75 6101. Nejprve opět pojmenujeme dimenzovanou stolku a rozdělíme ji na úseky. Potom určíme počet ekvivalentních obyvatel EO z počtu napojených obyvatel. Dále spočítáme celkový počet obyvatel součtem obyvatel v jednotlivých úsecích a určíme spotřebu vody

[l.os.den<sup>-1</sup>]. Určíme délku úseku dané stoky v metrech a vypočítáme průměrný denní průtok splaškových vod  $Q_{p.d.splaš.}$  pomocí vzorce:

$$Q_{p.d.splaš.} = O \cdot q,$$

kde O je celkový počet obyvatel a q je potřeba vody [l.obyv.<sup>-1</sup>.den<sup>-1</sup>]. Následuje určení koeficientu hodinové nerovnoměrnosti  $k_h$  z následující tabulky (odečte se pro počet napojených obyvatel).

Tab. 8 – Hodnoty součinitele nerovnoměrnosti dle ČSN 75 6101 [21]

|  |       |       |       |        |        |        |        |         |
|--|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|---------|
| Počet připojených obyvatel <sup>1)</sup>   | 30    | 40    | 50    | 75     | 100    | 300    | 400    | 500     |
| Součinitel maximální hodinové nerovnoměrnosti  | 7,2   | 6,9   | 6,7   | 6,3    | 5,9    | 4,4    | 3,5    | 2,6     |
| Součinitel minimální hodinové nerovnoměrnosti  | 0     | 0     | 0     | 0      | 0      | 0      | 0      | 0       |
| Počet připojených obyvatel <sup>1) 2)</sup>  | 1 000 | 2 000 | 5 000 | 10 000 | 20 000 | 30 000 | 50 000 | 100 000 |
| Součinitel maximální hodinové nerovnoměrnosti  | 2,2   | 2,1   | 2,0   | 2,0    | 1,9    | 1,8    | 1,7    | 1,5     |
| Součinitel minimální hodinové nerovnoměrnosti  | 0,6   | 0,6   | 0,6   | 0,6    | 0,6    | 0,6    | 0,6    | 0,5     |
| POZNÁMKY   |       |       |       |        |        |        |        |         |
| 1) Počet připojených obyvatel se uvažuje podle počtu obyvatel v příslušné sběrné ploše povodí stoky.   |       |       |       |        |        |        |        |         |
| 2) Součinitelé hodinové nerovnoměrnosti pro větší počet připojených obyvatel než 100 000 se určují přímým měřením. Byly-li hodnoty součinitelů hodinových nerovnoměrností získány měřením, použijí se pro výpočet přednostně. (Mají být stanoveny ve vztahu k ročnímu průměrnému průtoku.) |       |       |       |        |        |        |        |         |

Následuje výpočet maximálního průtoku splaškových vod:

$$Q_{max} = \frac{Q_{p.d.splaš.}}{24} \cdot k_h.$$

Na dvojnásobek maximálního hodinového průtoku následně dimenzujeme návrhový průtok splaškových vod:

$$Q_{dim} = 2 \cdot Q_{max}.$$

Zbytek výpočtu je totožný s výpočtem pro jednotnou kanalizaci poté, co určíme  $Q_{dim}$ . [21] [24]

## 2.7 Provoz a údržba stokových sítí

Po uvedení kanalizace do provozu vyžaduje systém stálou údržbu. Cílem je bezproblémový transport odpadních vod z napojených objektů do ČOV či recipientu. Po

dokončení nové kanalizace či rozsáhlejší investici na stávající kanalizaci se projekt musí doplnit provozním řádem zkušebního provozu kanalizace a nových objektů. Podle zkušebního provozního řádu se stokový systém provozuje po dobu zkušebního provozu, pokud je zkušební provoz úspěšný, aktualizuje se zkušební provozní řád na provozní řád trvalého provozu. Provozní řád je dokumentace k správné obsluze a údržbě kanalizace a objektů s ní spojených, zpracovává se na základě normy TNV 75 6911 Provozní řád kanalizace. Vyžaduje samostatné zpracování pro stokovou síť a samostatné zpracování pro ČOV. Investor zadává zpracování provozního řádu pro novou stavbu. Zvláštním provozním předpisem pro ochranu kanalizace před nežádoucími látkami, které by stokovou síť zatěžovali či poškozovali je kanalizační řád. Základní funkcí stok je jejich průchodnost – k zajištění této funkce je nutné pravidelné čištění. Pokud by se stoka nečistila, zmenšoval by se usazenými nečistotami její profil a mohlo by dokonce dojít k jejímu ucpání. Proto se stoky udržují proplachem. Proplachy stok dělíme na přirozené a umělé, přirozené proplachování je zajištěnou správně navrhnutou konstrukcí systému tak, aby bylo dosaženo průtočné rychlosti aspoň 0,75 m/s při zvýšených průtocích. Pokud je potřeba proplachovat stokové sítě i umělým způsobem, můžeme je proplachovat mechanicky (protahováním řetězů, kartáčů kotoučů a jiných čistících prvků pomocí lana z jedné šachty do druhé) či hydraulicky (pomocí vozu s vysokotlakým čistícím zařízením nebo přes proplachovací šachty díky zadržené vodě a účinku vodního rázu). [6] [26]

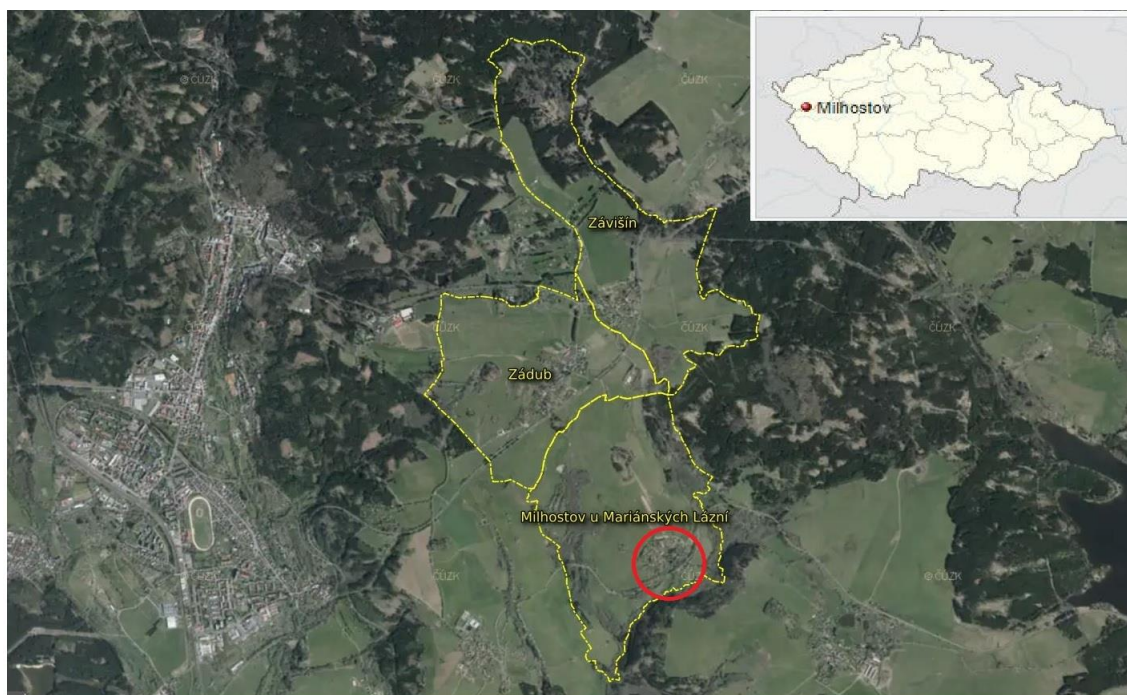


## 3 Praktická část

### 3.1 Charakteristika lokality

#### 3.1.1 Základní informace

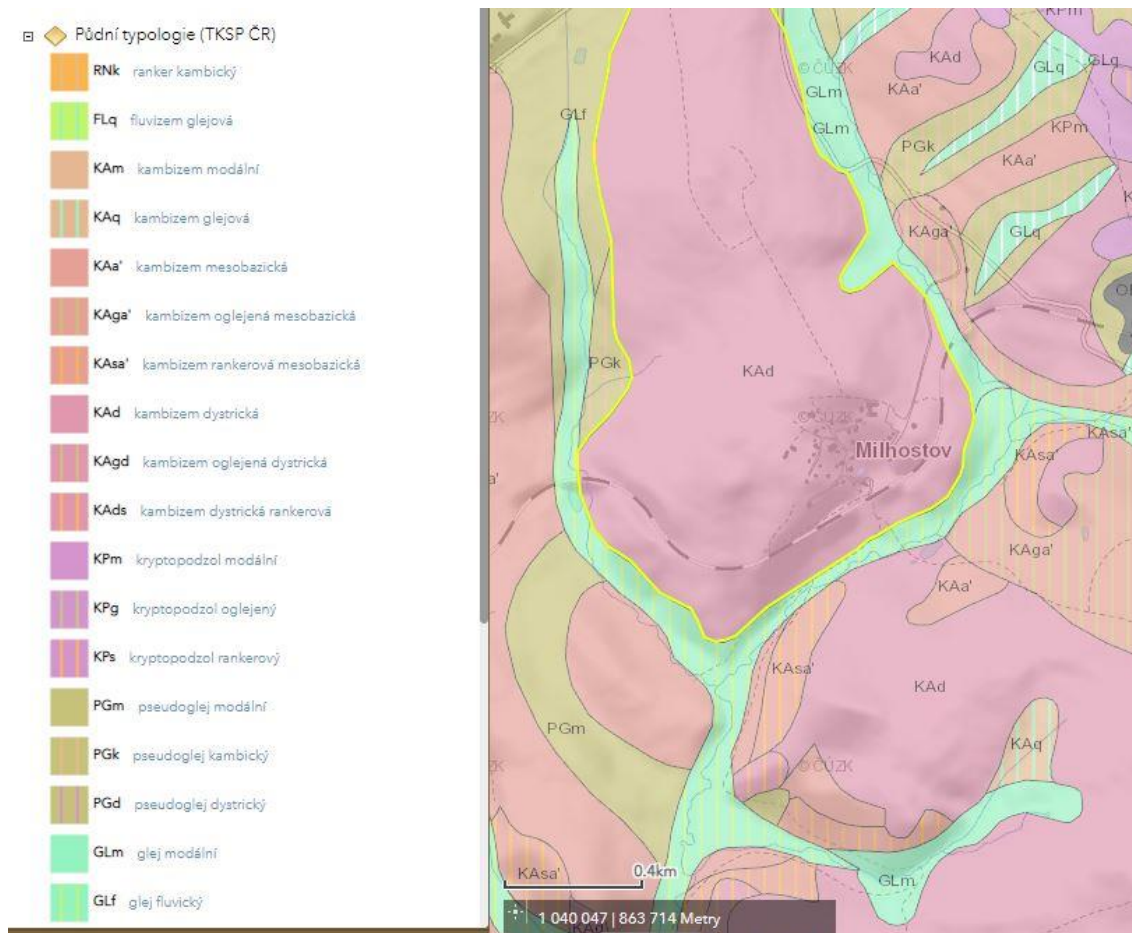
Obec Milhostov u Mariánský Lázní je částí obce Zádub - Závašín. Obec se nachází přibližně 4,5 km východně od Mariánských lázní a přibližně 1,5 km jihovýchodně od Zádubu – Závašina. Leží v katastrálním území Milhostov u Mariánských Lázní, které má rozlohu 2,22 km<sup>2</sup> a spadá do okresu Cheb v Karlovarském kraji. Dříve bývala obec Milhostov samostatnou obcí, první zmínky osídlení zájmové oblasti jsou už z 13 století, kdy byl Milhostov jednou ze zemědělských obcí spadající pod klášter premonstrátů Teplá. Od dob Přemysla Otakara I. byla vesnice obývána německým obyvatelstvem, až do odsunu Němců ze sudetských oblastí po 2. světové válce, dokonce nesla úřední název Mullenstau. V 19. a v první polovině 20. století byla vesnice nejhustěji osídlena, počet obyvatel se pohyboval 150 lidí. S rozvojem železnic se vedle obce vybudoval vysoký železniční most, kvůli kterému v roce 1943 jiskry od lokomotivy zapálily stavení pod mostem a způsobily obrovský požár, který zničil více než půlku budov v Milhostově. Počet obyvatel tím trvale klesnul o 2/3. V dnešní době v obci žije 46 lidí trvale v budovách s popisnými čísly a dále 40 osob s časově omezeným pobytem v budovách s čísly evidenčními. Výhledově se v příštích letech počítá s dalšími devíti obyvateli. Všechny tři části obce Zádub – Závašín mají dohromady 338 obyvatel o průměrném věku 44,3 let a společné katastrální území má výměru 6,32 km<sup>2</sup>. Obec leží v údolí Jilmovského potoka v Chráněné krajinné oblasti CHKO Slavkovský les, která je významná hlavně pro množství svých minerálních pramenů a rozličné chráněné druhy flóry a fauny, podle NATURA 2000 je zde 24 evropsky významných lokalit. Zájmová oblast leží v nadmořské výšce okolo 650 - 694 m. n. m. [27] [28] [31]



Obr. 17 – Upřesnění lokality Milhostova u Mariánských Lázní [30]

### 3.1.2 Geologie a hydrogeologie a pedologie zájmové oblasti

Milhostov se nachází v CHKO Slavkovský les, přesněji v Mariánskolázeňském bazickém komplexu, jenž je tvořen rozličnými typy metamorfovaných bazických a ultrabazických hornin, především čediči. Reliéf je velmi hornatý, Slavkovský les je západočeským pohořím, tudíž malebná údolí vodních toků střídají ostré hroty žulových skal. Významnou dominantou oblasti kolem Mariánských Lázní je 15 km táhnoucí se pás hadcového hřebenu. Z hydrogeologického hlediska patří zájmová oblast do hydrogeologického regionu s ID HGR 6212, geologie podloží v tomto regionu je tvořena z krystalinika, proterozoika a paleozoika. Co se týče pedologie, v oblasti převládá kambizem dystrická, pouze kolem vodního toku se objevuje glej fluvická ( viz. obr. 18). [34] [35]



Obr. 18 – Pedologická mapa Milhostova u Mariánských Lázní [35]

### 3.1.3 Hydrologie zájmové oblasti

Milhostov leží v povodí 4. řádu, jehož hlavním tokem je Jilmový potok, který protéká pod obcí jejím katastrálním územím. Plocha povodí 4. řádu činí 22,39 km<sup>2</sup>, spadá pod povodí Labe a do úmoří severního moře. Na katastrálním území obce jsou celkem 3 bezejmenné menší vodní plochy, jedna přímo obci na pozemku soukromníka, vodní plocha ovšem patří státu. [36]

### 3.1.4 Klimatické poměry v zájmové oblasti

Lokalita se nachází v mírném podnebném pásu, průměrná roční teplota se pohybuje mezi 7 - 8 °C a roční úhrn srážek se pohybuje kolem 700 mm. [36]

## 3.2 Územní plán obce Milhostov u Mariánských Lázní

Územně plánovací dokumentací, která popisuje a znázorňuje prostorové a funkční uspořádání zájmového území, nazýváme územním plánem. ÚP podává informace o aktuálním a výhledovém stavu lokality v souladu s jejím trvale udržitelným rozvojem. Nejnovější verze územně plánovacích dokumentů pro Milhostov u Mariánských Lázní byla aktualizována roku 2020. Milhostov je velmi malou obcí (chceme-li částí obce)

především vesnického rázu, nenachází se tady žádné objekty občanské vybavenosti či průmyslové areály (proto v pozdějším výpočtu produkce odpadních vod nejsou započítány průmyslové OV a průtoky OV z občanské vybavenosti). Za občanskou vybaveností a za prací dojíždí obyvatelé obce do nedalekých Mariánských Lázní. V obci jsou 3 druhy využití území, a to bydlení vesnické, rodinná rekreace a smíšené využití. V severní části Milhostova se nachází soukromý rodinný statek. [37]

### 3.2.1 Ochrana přírody a krajiny

Zájmové území leží v CHKO Slavkovský les, které vymezilo čtyři zóny ochrany území: I. – IV. Dále se tu nachází přírodní rezervace – prameniště říčky Teplé a je zde samozřejmě vymezena chráněná oblast přirozené akumulace vod. V jižní části katastru obce se nachází přírodní vývěry plynu – Milhostovské mofety. Z pohledu ochrany neživých památek se v Milhostově nachází pouze kamenný kříž zvaný Velbloudí hlava – nemovitá kulturní památka.

### 3.2.2 Dopravní infrastruktura

V rámci automobilové dopravy je obec napojena na silnici 2. třídy II/230, která vede do Mariánských Lázní silnicí 3. třídy III/19833, která v obci také končí. Z technického hlediska není tato komunikace v nejlepším stavu. Autobusová zastávka v části obce Milhostov není, na rozdíl od části Zádub a Závišín. Místo toho po vysokém mostě kolem vesnice prochází železniční trať č. 149 – Mariánské Lázně – Bečov – Karlovy Vary (viz. obr. 19) se zastávkou v Milhostově, kde v pracovních dnech vlak staví 14x a o svátcích a ve dnech pracovního klidu 17x denně. Tato trať je neelektrizovaná a jednokolejová. Díky vlakové dopravě je dopravní spojení obce Milhostov vyhovující, i když většina obyvatel preferuje osobní automobily. [37] [38]



Obr. 19 – Železniční most trati č. 149

### 3.2.3 Zásobování pitnou vodou

V současné době je zásobování pitnou vodou v obci Milhostov vyřešeno vlastními studnami. Výhledově se počítá s napojením obce na přivaděč, zásobující obci Ovesné Kladruby. Další dvě části obce Zádub a Závěšín jsou pitnou vodou zásobovány.

### 3.2.4 Likvidace odpadních vod

V Zádubu a Závěšíně je na společnou kanalizaci napojeno pouze 5 rodinných domů. Zbytek domů splaškové vody zadržuje v žumpách (jímkách) a na vlastní náklady jsou tyto zadržené splaškové vody dopravovány na ČOV do Mariánských Lázní. Tento stav však není dlouhodobě udržitelný, proto už se dlouho jedná o realizaci kanalizační sítě v této části obce, odkud se výtlačným potrubím budou splašky přečerpávat do již existující gravitační stoky, vedoucí do ČOV v Mariánských Lázních. Podle územního plánu obce se v části obce Milhostov o vybudování splaškové kanalizace zatím neuvažuje, a to zejména kvůli potenciálnímu nízkému počtu napojených lidí na realizaci ČOV. Na druhou stranu je v územním plánu vyznačena plocha R1 na jižním kraji vesnice (viz. obr. 19), kde by potenciální ČOV mohla být výhledově vybudována. I přečerpávání splašků do existující gravitační stoky, ústící v mariánskolázeňské ČOV zatím vypadá

nereálně. K odvádění srážkových vod se do budoucna počítá s realizací dešťových stok zaústěných do vodotečí a přirozených svodných prvků.

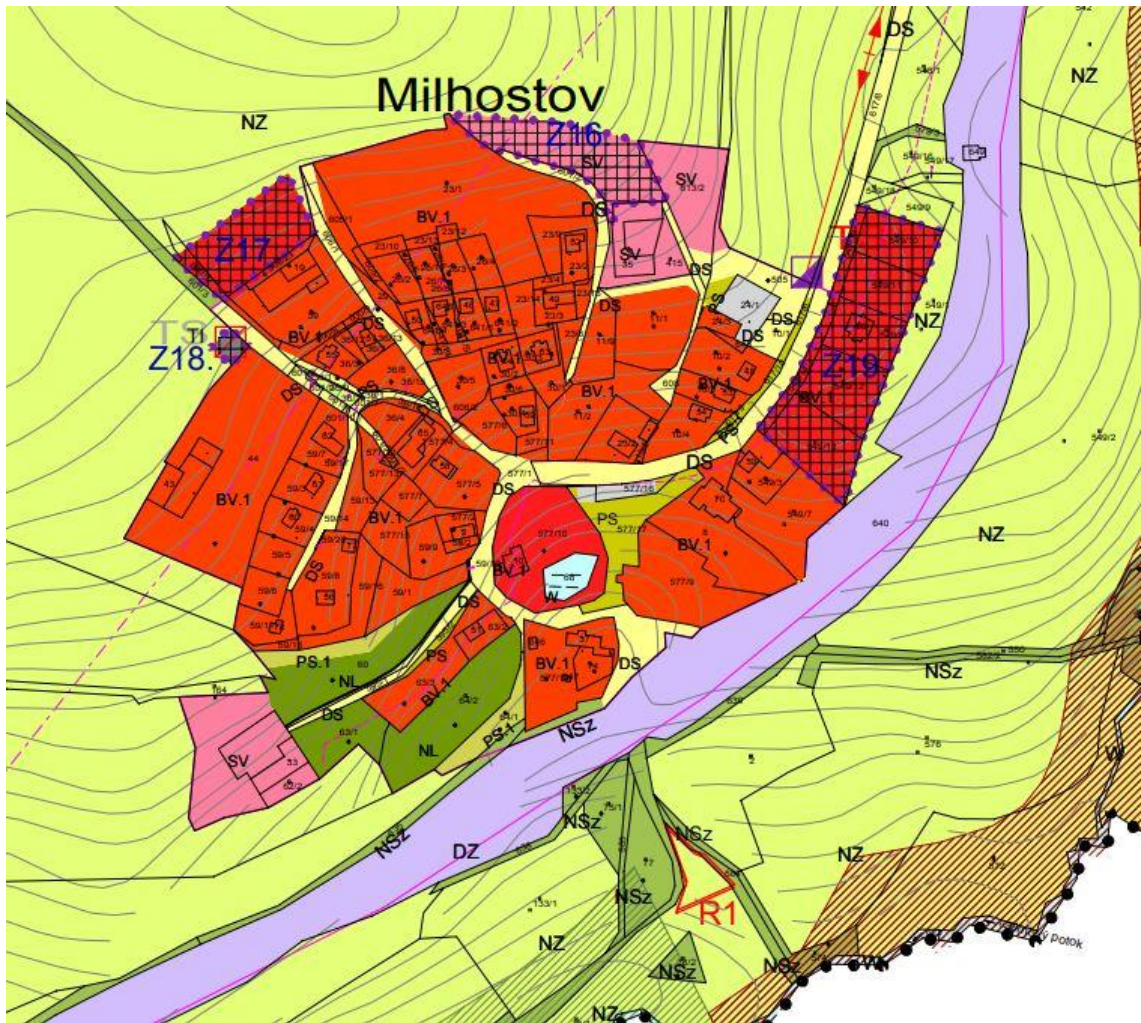
### 3.2.5 Energetika

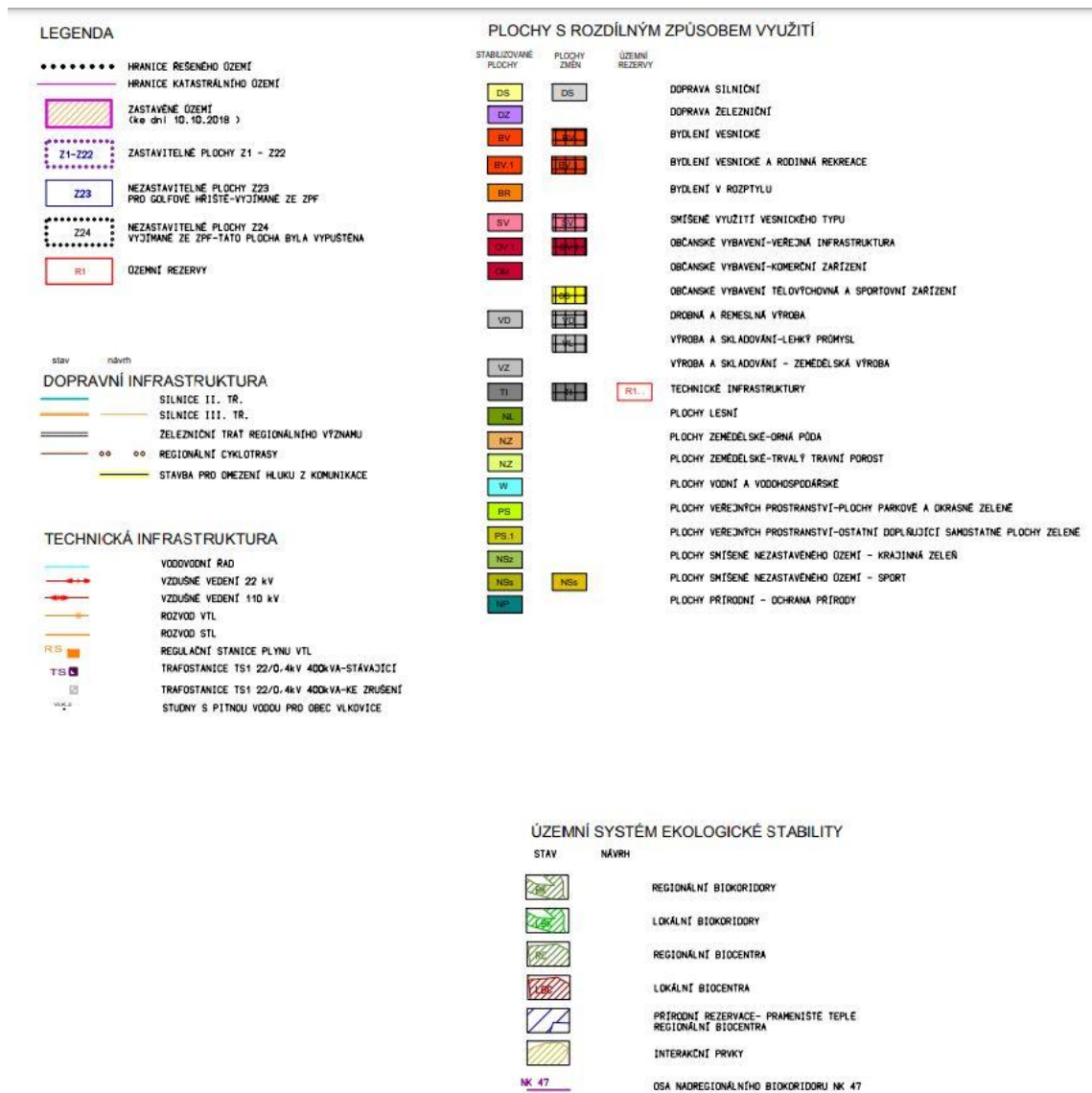
Jelikož je v zájmovém území zřejmá cílevědomá snaha pro ochranu životního prostředí, omezuje se zásobování jednotlivých lokalit na maximálně dvě energie, které se vzájemně vhodně doplňují. Ve všech částech obce se budou budovat nová či rozšiřovat stávající plynovodní sítě a co nejvíce se bude omezovat vytápění tuhými palivy, které může ohrožovat životní prostředí.

Co se týče zásobování elektrickou energií, každá z částí obce je na svém kraji opatřena trafostanicí. Zájmovou lokalitou prochází venkovní vedení VVN 110 kV a to u části obce Zádub a Závěšín. Sídlem Milhostov prochází venkovní vedení VN 22 kV. Kvůli navrhované výstavbě nových rodinných domů se však výhledově počítá s posílením celkového příkonu elektrické energie pro tuto lokalitu. Dále se počítá s obnovením a doplněním pouličního veřejného osvětlení.

Zájmové území je plně zabezpečeno pokrytím služeb všemi mobilními operátory, díky instalaci stacionárních zařízení umožňujících telefonické služby. Lokalitou prochází optické kabely a do budoucna se s rostoucím počtem obyvatel počítá s dalším rozvojem komunikačních sítí.

V zájmovém území se nenacházejí žádné černé skládky stavebního či komunálního odpadu. Tuhý odpad je vyvážen firmou ASP s.r.o. Cheb na řízenou skládku dle smluvních podmínek. V obci jsou instalovány kontejnery třízeného odpadu. Dvakrát ročně se v obci umísťují velkokapacitní kontejnery pro odpady neumístitelné do běžných kontejnerů. [37]





Obr. 20, 21 – ÚP Zádub - Závěšín – hlavní výkres Milhostov [37]

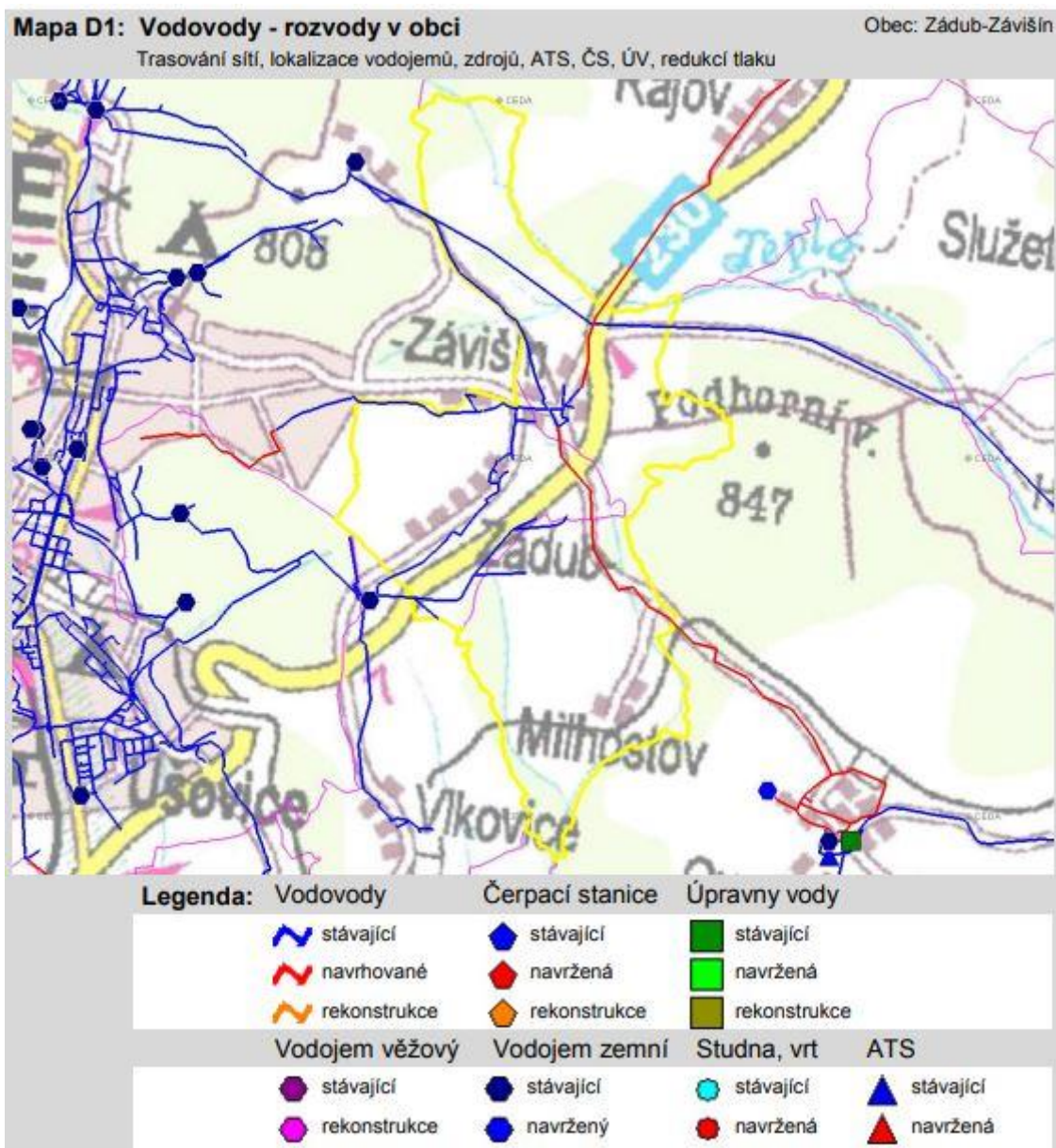
### 3.3 Plán rozvoje vodovodů a kanalizací (PRVK)

Vodovod: na území zájmové lokality se nenachází žádný vodovod, v současné době je obec Milhostov zásobena pitnou vodou z domovních studní. Přibližně uprostřed vesnice se nachází větší studna, zásobující 4 domy v severní části obce (viz. obr. 22). Vydátost i kvalita vody je dostatečná a vyhovuje vyhlášce MZ 252/2004. Výhledově se podle dokumentu PRVK předpokládá i nadále zásobováním z individuálních zdrojů. [33]





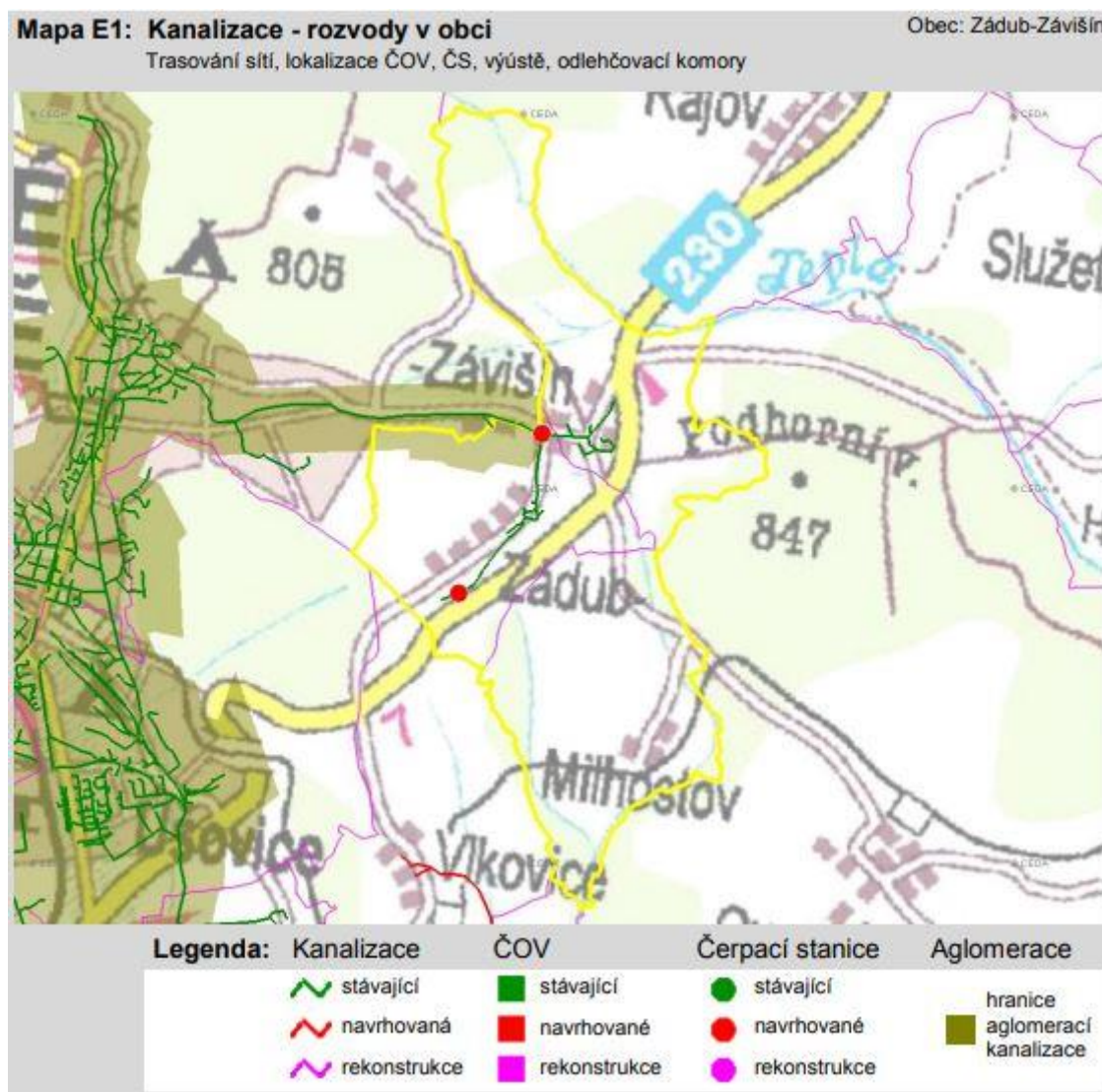
*Obr. 22 – Studna zásobující 4 rodinné domy v Milhostově*



Obr. 23 – Schéma rozvodu vody v zájmovém území podle PRVK [33]

Kanalizace: stejně jako u vodovodu, sídlo Milhostov nedisponuje veřejnou kanalizační sítí. Odpadní vody jsou zachycovány v bezodtokých jímkách, odkud jsou firmou CHEVAK a. s. odváženy na čistírnu. Dešťové vody jsou zasakovány či odváděny strouhami a příkopy. Problematikou odkanalizování sídla Milhostov se v minulosti zabývalo vícero projektů, žádný však ještě nebyl realizován. „Vzhledem k tomu, že se Milhostov nachází v CHOPAV - Chebská pánev a Slavkovský les, v ochranném pásmu přírodních léčivých zdrojů Mariánské Lázně, že k zásobování pitnou vodou jsou využívány místní podzemní zdroje a s přihlédnutím na velikost této obce není investičně a provozně výhodné budovat čistírnu odpadních vod a kanalizační síť. Proto bude nezbytné zajistit po roce 2015 rekonstrukci stávajících nebo výstavbu nových akumulčních jímek

pro zachycování odpadních vod. V roce 2020 budou veškeré odpadní vody akumulované v bezodtokých jímkách likvidovány na čistírně odpadních vod města Mariánské Lázně.“ [33]



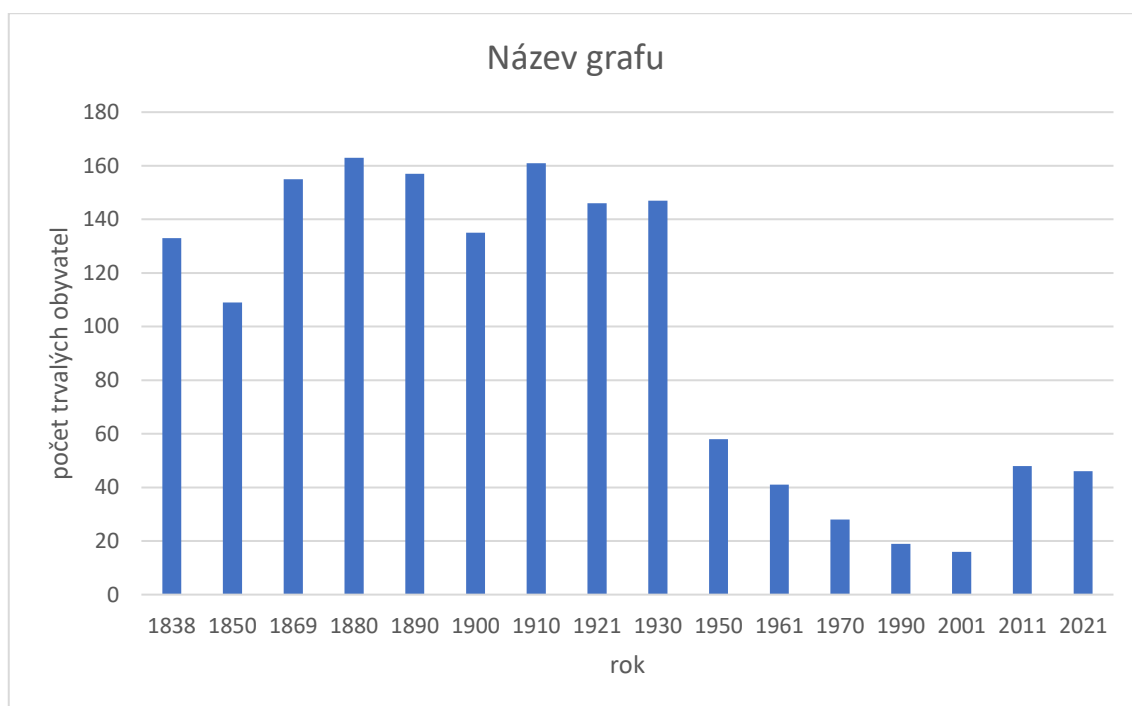
Obr. 24 – Schéma veřejné kanalizace v zájmovém území podle PRVK [33]

Informace v dokumentu PRVK obce Milhostov mají pouze informativní charakter – dokument je z roku 2013 a od té doby docházelo k aktualizacím ohledně rozvoje vodovodů i kanalizací.

### 3.4 Vývoj obyvatelstva

Až do konce 2. světové války, kdy došlo k odsunu sudetských Němců, se počet obyvatel obce Milhostov rovnal nejméně trojnásobku dnešního počtu (žilo zde kolem 150 německy mluvících obyvatel). Od té doby počty obyvatel ubývaly až k období mezi lety 2005-20010, kdy došlo k zpětnému osidlování obce. Od této doby zde trvale žije kolem

46 lidí (viz- obr. 17). Jelikož je obec ale rekreační oblastí, musíme v koncepčním návrhu počítat s osobami s časově omezeným pobytem (ČOP) kvůli zvýšené produkci odpadních vod v rekreačních obdobích (v návrhu počítáme ½ roku). Dohromady uvažujeme 86 obyvatel (trvalých + ČOP). Na obr. 18 jsou červeně znázorněny budovy s čísly popisnými (trvalí obyvatelé) a žlutě znázorněné budovy s čísly evidenčními. Obecně platí, že v budovách s čísly popisnými žijí trvalí obyvatelé a v budovách s čísly evidenčními ČOP, vyskytují se však i výjimky. Výhledově obec počítá s dalšími 9 trvalými obyvateli. [27] [28] [31]



Obr. 25 – graf vývoje počtu trvalých obyvatel v obci Milhostov



Obr. 26 – Budovy s čísly popisnými (15) a čísly evidenčními (13) [27]

### 3.5 Návrh nakládání s odpadními vodami v obci Milhostov

Cílem praktické části DP je vytvořit variantní koncepční návrh technického řešení nakládání s odpadními vodami v obci Milhostov a posouzení jednotlivých variant. Studie se skládá z návrhu tří (čtyř) reálných variant nakládání s odpadními vodami (dále krátce zmíní další teoretické varianty) a jejich vzájemným porovnáním. Vychází z osobních zkušeností získaných během prohlídek zájmové oblasti a konzultací s investorem – obcí Zádub – Závášín, přesněji s jejím starostou. Koncepční návrh odpovídá výhledovým návrhům územního plánu obce Zádub – Závášín a částečně i PRVK, který už je zastaralý a ne úplně odpovídá současnému stavu.

#### 3.5.1 Výpočet produkce odpadních vod (zatěžovací parametry na stokovou síť a ČOV)

Při výpočtu produkce odpadní vod se nezapočítávala občanská vybavenost a průmyslové odpadní vody, jelikož v obci Milhostov jsou pouze obytné či rekreační budovy soukromníků. Celkem se počítá s 86 + 9 obyvateli, z toho 46 klasifikujeme jako obyvatele trvalé, 40 jako osoby s časově omezeným pobytem (ČOP) a zbylých 9 osob uvažujeme jako výhledové trvalé obyvatele.

Tab. 9 – Produkce odpadních vod

| MILHOSTOV U MARIÁNSKÝCH LÁZNÍ - VÝPOČET PRODUKCE ODPADNÍCH VOD |    |         |                     |
|--|----|---------|---------------------|
| Počet trvalých obyvatel  | 46 | 46      | EO                  |
| Počet obyvatel s časově omezeným pobytem - 1/2 spotřeby        | 40 | 20      | EO                  |
| Počet výhledových obyvatel                                     | 9  | 9       | EO                  |
| Celkem EO  |    | 75      | EO                  |
|  |    |         |                     |
| Specifická produkce OV obyvatel                                |    | 150     | l/(os. den)         |
| Průměrný denní průtok $Q_{24,o}$ obyvatel                      |    | 11250   | l/den               |
| Balastní vody (10% z $Q_{24}$ ) $Q_{24,bal}$                   |    | 1125    | l/den               |
| Celkový průměrný denní průtok $Q_{24}$                         |    | 12375   | l/den               |
| Součinitel denní nerovnoměrnosti $k_d$                         |    | 1.5     | -                   |
| Maximální denní průtok $Q_d$                                   |    | 18562.5 | l/den               |
| Součinitel maximální hodinové nerovnoměrnosti $k_h$            |    | 6.1     | -                   |
| Maximální hodinový průtok $Q_h$                                |    | 4717.97 | l/h                 |
| Součinitel minimální hodinové nerovnoměrnosti $k_{min}$        |    | 0       | -                   |
| Minimální hodinový průtok $Q_{min}$                            |    | 0       | l/h                 |
| Roční produkce OV  |    | 4516.88 | m <sup>3</sup> /rok |
| Návrhový průtok pro kanalizaci $Q_{dim}$                       |    | 2.62109 | l/s                 |

### 3.5.2 Současný stav

Rešerší územního plánu obce Zádub – Závišín a hlavně návštěvami zájmového území a konzultacemi se starostou obce Josefem Tréškem jsem získal dostatek informací o současném stavu likvidace odpadních vod v sídle Milhostov. Splaškové vody obyvatelé zachycují v bezodtokých jímkách, odkud se vody pravidelně odváží na nejbližší čistírnu odpadních vod v Mariánských Lázní firmou CHEVAK a. s. nebo obyvatelé likvidují splaškové vody sami pomocí septiků. Tento stav není ideální, protože se předpokládá, že septiky jsou staršího typu a nejsou opatřeny zemními filtry, takže dochází k nepovolenému zasakování nedostatečně přečištěné vody podle zákona č. 254/2001 Sb. (vodní zákon). Co se týče s nakládání s dešťovými vodami, obyvatelé Milhostova je akumulují ve svých dešťových nádržích, z kterých dešťové vody dále využívají na svých pozemcích, nebo je zasakují. Tento stav nakládání s odpadními vodami přetrvává v Milhostově už léta a předpokládá se, že nakládání se splaškovými a dešťovými vodami ve všech případech neprobíhá podle legislativy. Vedení obce bohužel nemá žádnou dokumentaci, popisující kdo a kde má jímku či septik, ani žádné dokumentace zobrazující

stará načerno vybudovaná svodná potrubí (viz. obr.). Musím se proto spoléhat na informace získané od obyvatel obce, kteří mě u dvou rodinných domů nechali prohlédnout jejich způsoby nakládání s odpadními vodami (oba rodinné domy disponovali jednou či dvěma bezodtokými jímkami) a informovali mě, že rozdělení jímek/septiků v obci je přibližně půl na půl. Je tedy nezbytné před realizací jakéhokoliv systému nakládání s odpadními vodami prověřit přesné umístění a typ akumulčního zařízení (jímka, septik), zaměřit ho a ověřit aktuální stav. Kvůli zásobování pitnou vodou mají téměř všichni obyvatelé obce dům vybavený vlastní studnou (až na 4 domy, co jsou zásobeny z jedné společné studny, viz. obr. 22) Příklady současného nakládání s odpadními vodami a zásobování pitnou vodou v Milhostově jsou zobrazeny na následujících fotkách, které mi někteří obyvatelé obce nechali vyfotit.



*Obr. 27 – Bezodtoká jímka rodinného domu v obci Milhostov*



*Obr. 28 – Vlastní studna RD pro zásobování pitnou vodou*





*Obr. 29 – Nádrž pro akumulaci dešťových vod odváděných z hlavního objektu na pozemku (RD)*



*Obr. 30 – Menší nádrže pro akumulaci dešťových vod odváděných z vedlejších objektů na pozemku (garáž, altán)*



*Obr. 31 – Příklad starého, načerno realizovaného svodného potrubí bez dokumentace*



*Obr. 32 – Příklad starého, načerno realizovaného svodného potrubí bez dokumentace*

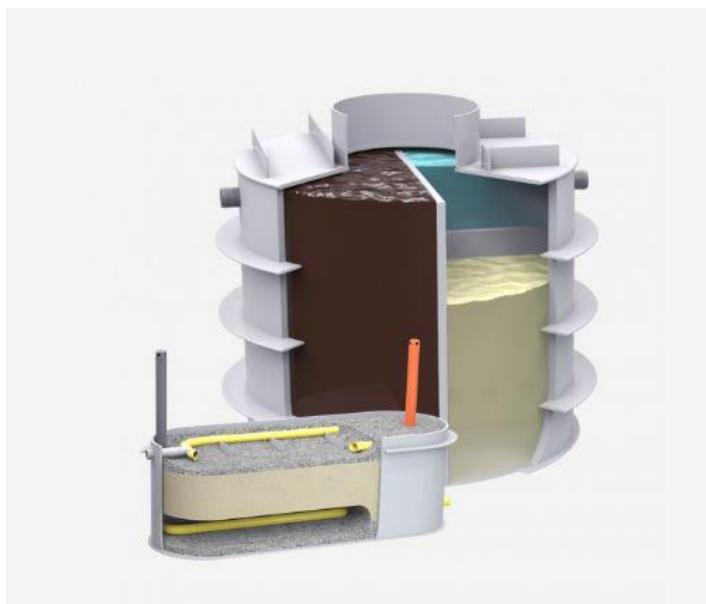
### 3.5.3 Varianta 0

#### Popis a parametry varianty 0

Varianta 0 je technicky nejméně náročný návrh koncepčního řešení nakládání s odpadními vodami v obci Milhostov u Mariánských Lázní. Varianta spočívá

v modernizaci bezodtokých jímek, septiků a v doplnění septiků zemním (např. pískovým) filtrem. V zájmovém území totiž dochází k zasakování nedostatečně přečištěných splaškových vod ze starších septiků a možná i k nepovolenému zbytkovému odtoku splaškových vod z bezodtokých jímek, pokud již nejsou v dobrém provozním stavu. Nejprve bude muset proběhnout zaměření a ověření aktuálního stavu prvků na nakládání s odpadními vodami (zda se jedná o bezodtokou jímku/septik, kde přesně se na jednotlivých pozemcích nachází, v jakém jsou stavu). Dále v zájmovém území provede hydrogeolog jednoduchý hydrogeologický průzkum, na jehož základě hydrogeolog zpracuje vyjádření osoby s odbornou způsobilostí k vypouštění odpadních vod. Na základě výsledků průzkumu a vyjádření hydrogeologa pak projektant zpracuje konkrétní návrh na modernizaci septiků, popř. bezodtokých jímek. Po realizaci varianty 0 se bude vypouštění odpadních řídit legislativou dle zákona č. 254/2001 Sb. (vodní zákon), respektive jeho novelou č. 150/2010 Sb. Hospodaření s dešťovými vodami bude nadále probíhat dle ČSN 75 9010 – Vsakovací zařízení srážkových vod.

Jelikož uvažujeme v každé domácnosti počet lidí pohybující se od 2 - 5 obyvatel, navrhujeme septik samonosný o objemu 3m<sup>3</sup> pro 3 – 5 osob. Tato sestava septiku a pískového filtru vyčistí odpadní vodu až na 97%. Schéma septiku s pískovým filtrem je na obr. 33, jeho parametry jsou pak uvedeny v tab. 10. [39]



Obr. 33 – Schéma septiku samonosného s pískovým filtrem objemu 3m<sup>3</sup> pro 3 – 5 osob [39]

Tab. 10 – Parametry septiku a pískového filtru [39]

| Samonosný septik           |     |                |
|----------------------------|-----|----------------|
| Objem                      | 3   | m <sup>3</sup> |
| Výška bez revizního otvoru | 150 | cm             |
| Výška revizního otvoru     | 20  | cm             |
| Průměr vnitřní             | 165 | cm             |
| Průměr vnější              | 185 | cm             |
| Hmotnost                   | 95  | kg             |
| Pískový filtr              |     |                |
| Objem                      | 5   | m <sup>3</sup> |
| Výška filtru               | 120 | cm             |
| Šířka filtru               | 100 | cm             |
| Délka filtru               | 320 | cm             |
| Výška filtru včetně trubek | 200 | cm             |
| Hmotnost filtru            | 100 | kg             |

#### Rozpočet varianty 0

Podle informací získaných od obyvatel Milhostova má starý septik přibližně polovina obyvatel, budeme tak počítat s instalací výše zmíněného septiku s pískovým filtrem ke čtrnácti rodinným domům. Přesnější dokumentace o tom, kdo má septik a kdo bezodtokou jímku bohužel neexistuje. Jednotná cena vybraného septiku s filtrem je 44 678 Kč, dalších 100 000 Kč je orientačně připočítáno na případné opravy či výměny bezodtokých jímek, disponují jimi však novější či restaurované domy v obci, takže by jímký měli až na výjimky fungovat podle limitů legislativy.

Tab. 11 – Rozpočet varianty 0

| Rozpočet varianty 0               |       |                      |                   |
|-----------------------------------|-------|----------------------|-------------------|
| Položka                           | Počet | Cena jednotková [Kč] | Cena celková [Kč] |
| Septik + pískový filtr            | 14    | 44678                | 625492            |
| Opravy + výměny jímek             | -     | -                    | 100000            |
| <b>Cena celková</b>               |       |                      | <b>725492</b>     |
| <b>Cena celkem na 1 obyvatele</b> |       |                      | <b>8435.95</b>    |

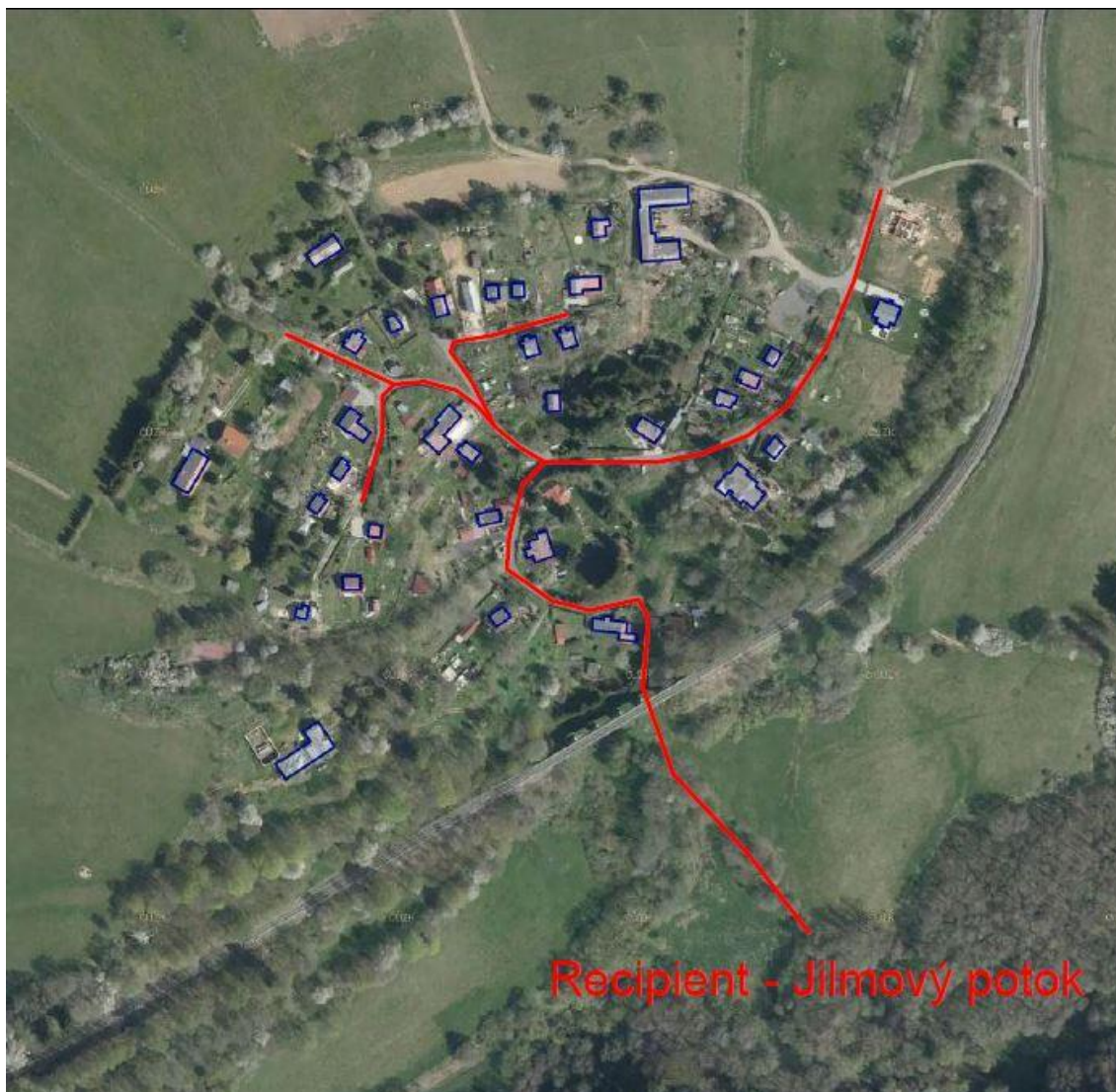
#### 3.5.4 Varianta 1

Varianta 1 je nejpravděpodobnější variantou koncepčního řešení nakládání s odpadními vodami v obci Milhostov u Mariánských Lázní – vedení obce již vede jednání s Ministerstvem životního prostředí a očekává na realizaci projektu dotace od Státního fondu životního prostředí České Republiky. Jednání by měla být schválena do

konce roku 2023. Principem varianty 1 je návrh domácích čistíren odpadních vod, který je rozdělený na dvě podvarianty, 1 - A a 1 - B.

Popis a parametry varianty 1 - A

Principem této varianty je návrh domovních čistíren odpadní vody ke každému jednogeneračnímu obytnému domu a odvedení přečištěných odpadních vod sběrným potrubím do recipientu. Jelikož se přímo v obci nenachází žádný vhodný recipient, budou přečištěné odpadní vody odváděny do vodoteče Jilmový potok, protékající jižním okrajem katastrálního území Milhostov u Mariánských Lázní. Díky konstantnímu spádu obce od severní části k části jižní bylo možné všechna sběrná potrubí včetně přípojek navrhovat gravitačně. Celkové převýšení od nejsevernějšího bodu kanalizace až po recipient je 55 m (684 m. n. m. – 629 m. n. m.), délka sběrného plastového gravitačního potrubí je 873 m a délka všech přípojek činí 826 m. Schéma situace varianty 1 – A je patrné z obr. 34.



Obr. 34 – Schéma situace varianty 1 – A [27]

Pokud uvažujeme v každé domácnosti počet lidí od 2 – 5 obyvatel navrhujeme ke každému jednogeneračnímu domu DČOV AT6. Schéma DČOV je zobrazeno na obr. 35, její parametry pak v tab. 11. [40]





Obr. 35 – DČOV AT6 [40]

Tab. 12 – Parametry DČOV AT6 [40]

| DČOV AT6                       |          |    |
|--------------------------------|----------|----|
| Počet obyvatel                 | 1 až 5   | EO |
| Maximální denní nátok          | 625      | l  |
| Účinnost čištění dle EN 1566-3 | 80 až 97 | %  |
| Průměr nádrže ČOV              | 1400     | mm |
| Výška nádrže ČOV               | 1800     | mm |
| Materiál                       | PP       | -  |
| Hmotnost                       | 105      | kg |
| Nátok a odtok                  | 125      | DN |

Rozpočet varianty 1 – A

Tab. 13 – Rozpočet varianty 1 – A - potrubí

| Rozpočet varianty 1 - A - potrubí            |       |                      |                   |
|--|-------|----------------------|-------------------|
| Položka                                      | Počet | Cena jednotková [Kč] | Cena celková [Kč] |
| Gravitační potrubí plastové DN 250 - 500 cm  | 1746  | 1984                 | 3464064           |
| Objekty na potrubí                           | 35    | 1466                 | 51310             |
| Gravitační přípojky plastové DN 125 - 300 cm | 2753  | 479                  | 1318687           |
| Připojení kanalizační přípojky               | 28    | 10000                | 280000            |
| <b>Cena celková</b>                          |       |                      | <b>5114061</b>    |
| <b>Cena celková na 1 obyvatele</b>           |       |                      | <b>59465.83</b>   |

Tab. 14 – Rozpočet varianty 1 – A – DČOV

| Rozpočet varianty 1 - A - DČOV    |       |                      |                   |
|-----------------------------------|-------|----------------------|-------------------|
| Položka                           | Počet | Cena jednotková [Kč] | Cena celková [Kč] |
| DČOV AT6                          | 28    | 44849                | 1255772           |
| <b>Cena celková</b>               |       |                      | <b>1255772</b>    |
| <b>Cena celkem na 1 obyvatele</b> |       |                      | <b>14602.00</b>   |

#### Popis a parametry varianty 1 – B

Varianta 1 – B je nejpravděpodobnější variantou návrhu nakládání s odpadními vodami v obci Milhostov u Mariánských Lázní. Při konzultacích s vedením obce sám starosta přiznal, že výhledově je toto řešení nejvhodnější, neboť je kompromisem mezi cenou, ohledem na ŽP a trvale udržitelným rozvojem. Principem této varianty je kombinace DČOV (pro trvalé obyvatele) a septiků s pískovými filtry (pro osoby s časově omezeným pobytem, ale i pro ty, kteří se budou bránit realizaci DČOV na svém pozemku). Po provedení hydrogeologického průzkumu (např. vsakovací zkoušky) budou navrženy DČOV a septiky s pískovými filtry, které budou přečištěné odpadní vody zasakovat podle regulí vodního zákona. Obec tím ušetří spoustu práce a peněz, jelikož nebude muset budovat kanalizaci, navržené čistírny i septiky mohou přečistit odpadní vody až na 97%.

#### Rozpočet varianty 1 – B

Tab. 15 – Rozpočet varianty 1 – B – DČOV + septiky

| Rozpočet varianty 1 - B - DČOV + septiky |       |                      |                   |
|--|-------|----------------------|-------------------|
| Položka                                  | Počet | Cena jednotková [Kč] | Cena celková [Kč] |
| DČOV AT6                                 | 14    | 44849                | 627886            |
| Septik + pískový filtr                   | 14    | 44678                | 625492            |
| <b>Cena celková</b>                      |       |                      | <b>1253378</b>    |
| <b>Cena celkem na 1 obyvatele</b>        |       |                      | <b>14574.16</b>   |

#### Rozpočet varianty 1 – A a 1 – B s dotacemi MŽP

Jak je již výše zmíněno, vedou se jednání od dotace na realizaci DČOV v obci Milhostov. Starosta obce mi poskytl mail se zprávou od MŽP, ve které byly vypsány podrobnosti. Stručně jsou uvedeny v následující tabulce. V rozpočtových tabulkách pak jsou uvedeny rozdíly při čerpání maximálních dotací, které jsou samozřejmě nelogické pro malou obec Milhostov.

Tab. 16 – Dotace MŽP [41]

|                                   |  |
|-----------------------------------|--|
| <b>Číslo výzvy</b>                | <b>7/2021</b>  |
| <b>Prioritní oblast</b>           | 1. Voda  |
| <b>Podoblast</b>                  | 1.3 Čistota povrchových i podzemních vod   |
| <b>Podporované aktivity</b>       | 1.3.B Domovní čistírny odpadních vod   |
| <b>Oprávnění příjemci podpory</b> | Obce   |
| <b>Termíny výzvy</b>              | Žádosti je možné podat v období od <b>1. 11. 2021 od 10:00 hod.</b> do <b>31. 12. 2023</b> , nejpozději však do vyčerpání alokace.   |
| <b>Období realizace</b>           | Podpořené projekty musí být realizovány nejpozději do <b>31. 12. 2026</b> .  |
| <b>Výše podpory</b>               | Maximální výše dotace na jednu DČOV pro kapacitu:<br>- 1-15 EO činí 150 tis. Kč;<br>- 16-50 EO činí 300 tis. Kč.<br><br>Maximální výše podpory na jeden projekt činí <b>80 %</b> z celkových způsobilých výdajů. |
| <b>Alokace</b>                    | <b>300 mil. Kč</b>   |

Tab. 17 – Rozpočet varianty 1 – A – DČOV (dotace MŽP)

| Rozpočet varianty 1 - A - DČOV (dotace MŽP) |       |                      |                   |
|---|-------|----------------------|-------------------|
| Položka                                     | Počet | Cena jednotková [Kč] | Cena celková [Kč] |
| DČOV AT6                                    | 28    | 44849                | 1255772           |
| Maximální dotace MŽP                        | 28    | 150000               | 4200000           |
| Cena celková                                |       |                      | -2944228          |
| Cena celkem na 1 obyvatele                  |       |                      | -34235.21         |

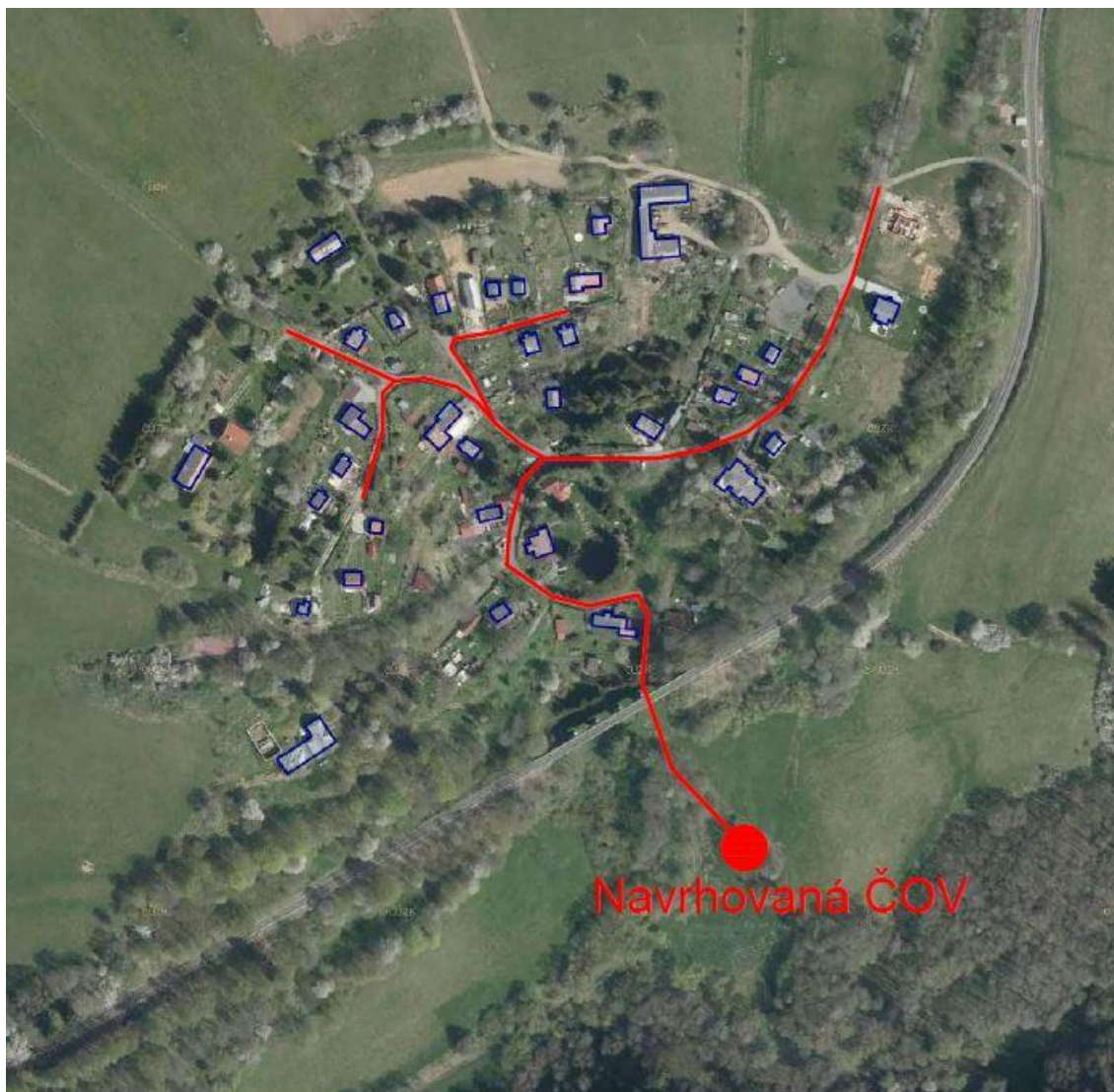
Tab. 18 – Rozpočet varianty 1 – A – DČOV + septiky (dotace MŽP)

| Rozpočet varianty 1 - B - DČOV + septiky (dotace MŽP) |       |                      |                   |
|---|-------|----------------------|-------------------|
| Položka   | Počet | Cena jednotková [Kč] | Cena celková [Kč] |
| DČOV AT6  | 14    | 44849                | 627886            |
| Septik + pískový filtr                                | 14    | 44678                | 625492            |
| Maximální dotace MŽP                                  | 14    | 150000               | 2100000           |
| Cena celková  |       |                      | -846622           |
| Cena celkem na 1 obyvatele                            |       |                      | -9844.44          |

### 3.5.5 Varianta 2

#### Popis a parametry varianty 2

Variantou 2 je vybudování společné čistírny odpadních vod pro celou část obce Milhostov u Mariánských Lázní. Úskalím této varianty jsou provozní náklady – kvůli dvojnásobnému vytížení stokové sítě a tím pádem i ČOV v rekreačním období (počítáme ½ roku) musíme návrh ČOV téměř dvojnásobně předdimenzovat. Díky konstantnímu spádu obce od severní části k části jižní bylo možné všechna sběrná potrubí včetně přípojek navrhovat gravitačně. Celkové převýšení od nejsevernějšího bodu kanalizace až po místo návrhu čistírny za jižním koncem vesnice je 44 m (684 m. n. m. – 640 m. n. m.), délka sběrného gravitačního potrubí je 802 m a délka všech přípojek činí 826 m. Čistírna by stála na státním pozemku (v územním plánu tento pozemek značen jako R1). Schéma situace varianty 2 je patrné z obr. 36.



Obr. 35 – Schéma situace varianty 2 [27]

## Rozpočet varianty 2

Tab. 19 – Rozpočet varianty 2 - potrubí

| Rozpočet varianty 2 - potrubí                |       |                      |                   |
|--|-------|----------------------|-------------------|
| Položka                                      | Počet | Cena jednotková [Kč] | Cena celková [Kč] |
| Gravitační potrubí plastové DN 250 - 500 cm  | 1604  | 1984                 | 3182336           |
| Objekty na potrubí                           | 32    | 1466                 | 46912             |
| Gravitační přípojky plastové DN 125 - 300 cm | 2753  | 479                  | 1318687           |
| Připojení kanalizační přípojky               | 28    | 10000                | 280000            |
| <b>Cena celková</b>                          |       |                      | <b>4827935</b>    |
| <b>Cena celková na 1 obyvatele</b>           |       |                      | <b>56138.78</b>   |

Tab. 20 – Rozpočet typové ČOV do 100 EO [42]

| Rozpočet typové ČOV do 100 EO    |         |
|----------------------------------|---------|
| počet EO                         | 75      |
| Kč/EO celkem                     | 16380   |
| Kč/EO technologická část (30%)   | 4914    |
| Kč/EO stavební část (70%)        | 11466   |
| Cena celková [Kč]                | 1228500 |
| Cena celková na 1 obyvatele [Kč] | 16380   |

Po výpočtu typové ČOV do 100 EO můžeme navrhnout skutečnou ČOV – pro účely obce Milhostov byla vybrána kontejnerová čistírna odpadních vod AS – ISO MBR (80 - 350 EO). Tato čistírna má 3 třídy – do 110 EO, do 220 EO a do 330 EO. Pro účely obce Milhostov byla vybrána I. třída (viz. tab. 20).

Tab. 21 – Parametry kontejnerové ČOV AS – ISO MBR [43]

| Parametr                           | Jednotka          | AS-ISO MBR 110        | AS-ISO MBR 220         | AS-ISO MBR 330         |
|------------------------------------|-------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|
| Kapacita                           | EO                | 110                   | 220                    | 330                    |
| Průměrný denní průtok ( $Q_{24}$ ) | m <sup>3</sup> /d | 16,5                  | 33,0                   | 49,5                   |
| Maximální denní průtok ( $Q_d$ )   | m <sup>3</sup> /d | 24,8                  | 49,5                   | 74,2                   |
| BSK <sub>5</sub> – nátok           | kg/d              | 6,6                   | 13,2                   | 19,8                   |
| CHKSK – nátok                      | kg/d              | 13,2                  | 26,4                   | 39,6                   |
| NL – nátok                         | kg/d              | 6,1                   | 12,1                   | 18,2                   |
| Počet membránových jednotek        | -                 | 2                     | 4                      | 6                      |
| Rozměry ČOV                        | mm                | 6 058 x 2 438 x 2 591 | 12 192 x 2 438 x 2 591 | 12 192 x 2 438 x 2 591 |
| Maximální hmotnost                 | kg                | 5 000                 | 8 100                  | 8 200                  |

| Parametr              | Jednotka | BSK <sub>5</sub> | CHKSK | NL | NH <sub>3</sub> |
|-----------------------|----------|------------------|-------|----|-----------------|
| Koncentrace na odtoku | mg/l     | 5                | 50    | 3  | 5               |

### Další teoretické varianty

Dalšími variantami může být návrh kořenové čistírny na louce v jižní části katastru, tam by ovšem byl problém z hlediska majetkoprávního, neboť louka patří soukromníkovi a obec by pozemek musela odkoupit. Jinak by se tato varianta jevila jako příznivá, ať už z hlediska ekonomického, tak z hlediska ekologického. Nejméně reálným řešením by zřejmě bylo ponechat stejný návrh kanalizačního potrubí, jaký byl u varianty 2 (ČOV), z nejnižšího bodu navržené kanalizace by se pak odpadní voda tlakově přečerpávala do existující gravitační kanalizace přibližně 2,5 km vzdálené, odkud by putovala na mariánskolázeňskou čistírnu. Tato varianta by byla nesmírně nákladná a budovat takto dlouhé potrubí by se kvůli odpadní vodě, kterou produkuje 50 – 90 EO nevyplatilo.

### 3.5.6 Porovnání navržených variant

Porovnáním navržených variant docházíme k závěru, že varianta 1 – B bude nejpriznivějším kompromisem mezi navrhovanými variantami. Realizace splaškové kanalizace pro obec velikosti Milhostova u Mariánských Lázní by bylo nad rozpočet obce i s případnými dotacemi, ČOV by byla minimálně polovinu roku dvakrát předimenzovaná a i když varianta 0 je nejekonomičtější variantou, prakticky by se nezměnil způsob nakládání s odpadními vodami od současného stavu, což je cílem našeho koncepčního návrhu. Podvarianty kořenové ČOV a výtlačného potrubí do stávající kanalizace jsou nejspíš nereálné z majetkoprávního, respektive z ekonomického hlediska. Varianta 1 – B, tudíž kombinace domovních čistíren odpadních vod a septiků s pískovými filtry s následným zasakováním je nejpriznivější variantou i bez započítání potenciálních dotací, které by mohli být do konce roku schváleny. Také při konzultacích se starostou obce jsme se shodli na tom, že tato varianta bude do budoucna jediným reálným řešením. V následující tabulce je finální porovnání navržených variant z ekonomického hlediska.

Tab. 22 – Porovnání navržených variant z ekonomického hlediska

|                   | Varianta 0 | Varianta 1 - A | Varianta 1 - B | Varianta 2 |
|-------------------|------------|----------------|----------------|------------|
| Celková cena [Kč] | 725492     | 6369833        | 1253378        | 6056435    |
| Cena na EO [Kč]   | 8435.95    | 74067.83       | 14574.16       | 72518.78   |

## 4 Závěr

V teoretické části diplomové práce byla podle zadání provedena rešerše literatury zabývající se problematikou stokování, přesněji její historií a koncepcí, dále byly stručně popsány odpaní vody a stokové sítě, od jejich druhů, přes technické a hydraulické parametry pro návrh a dimenzování až po provoz kanalizace. Praktická část se zabývala konkrétním případem nakládání s odpadními vodami v malé obci jménem Milhostov u Mariánských Lázní, kde je výhledově plánováno zmodernizovat způsob zacházení s odpadními vodami, hlavně těmi splaškovými. Ve formě koncepčních řešení byly navrženy 4 varianty výhledového zpracování odpadních vod v souladu s ÚP obce a, dokumentací PRVK a znalostmi starosty obce. Varianty byly následně podle klíčových hledisek porovnávány. Vybraná varianta může rámcově sloužit jako jeden z podkladů pro pozdější reálnou projektovou dokumentaci.



## 5 Seznam použitých zdrojů

### 5.1 Literatura

- [1] HAVLÍNEK, P., MIČÍN, J. a Prax, P. *Stokování a čištění odpadních vod*. Brno: CERM, 2003. ISBN 80-214-2535-0
- [2] NYPL, V. a SYNÁČKOVÁ, M. *Zdravotně inženýrské stavby 30 : stokování*. Praha: České vysoké učení technické, 1998. ISBN 80-01-01729-X.
- [3] KREJČÍ, V., GUJER, W., HAVLÍNEK, P. a ZEMAN, E. *Odvodnění urbanizovaných území: koncepční přístup*. Brno: NOEL 2000, 2002. ISBN 80-86020-39-8 (váz.).
- [4] HAVLÍNEK, P., MIČÍN, J. a PRAX, P. *Příručka stokování a čištění*. Brno: NOEL 2000, 2001. ISBN 80-86020-30-4.
- [5] CHUDOBA, J. *Odpadní vody a jejich čištění*. Praha : [s.n], 1991.
- [6] SOJKA, J. *Malé čistírny odpadních vod*. Brno: ERA, 2004. ISBN 80-86517-80-2
- [7] Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), In: *Zákony pro lidi* [online]. 25. července 2001. [cit. 2022-01-02]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-254/zneni-20220201>
- [8] Nařízení vlády č. 401/2015 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech, In: *Zákony pro lidi* [online]. 30. prosince 2015. [cit. 2022-01-01]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2015-401/zneni-20220101>
- [9] Z historie kanalizace. In: *Čištění kanalizace Růžička* [online]. Chrudim, Pardubice, Přelouč, Hlinsko, 2023. Dostupné z: <https://www.cisteni-kanalizace-ruzicka.cz/z-historie-kanalizace>
- [10] JÁSEK, J. a ALMEROVÁ, J. Historie kanalizace. In: *Pražská vodohospodářská společnost a.s.* [online]. Chrudim, Praha. Dostupné z: <https://www.pvs.cz/historie/historie-kanalizace>
- [11] KUNCOVÁ, M. Stoky a smradometr aneb Cesta do střev Prahy. In: *Novinky.cz*. [online]. Praha, 3. 6. 2020. Dostupné z: <https://www.novinky.cz/clanek/domaci-cesta-do-strev-prahy-40312294>

- [12] Treatment of Ballast Water in Ships with Custom Solutions from Pepperl+Fuchs. In: *PEPPERL+FUCHS* [online]. 2023. Dostupné z: [https://www.pepperl-fuchs.com/czech\\_republic/cs/28150.htm](https://www.pepperl-fuchs.com/czech_republic/cs/28150.htm)
- [13] Zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích), In: *Zákony pro lidi* [online]. 2. srpna 2001. [cit. 2021-01-02]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-274?text=z%C3%A1kon+o+kanalizaci>
- [14] HÁNKOVÁ, D. KANALIZAČNÍ STOKY. In: *People.fsv.cvut.cz*. [online]. Praha, 2025. Dostupné z: <http://people.fsv.cvut.cz/www/hanekpav/K154/PDF/Stokovani.pdf>
- [15] 8. ZÁKLADY KANALIZACE PRO VEŘEJNOU POTŘEBU. In: *fast10.vsb.cz*. [online]. Brno, 2015. Dostupné z: <http://fast10.vsb.cz/studijni-materialy/tzb-1/8.html#head>
- [16] Stokování. In: *hydraulika.fsv.cvut.cz*. [online]. Praha, 2007. Dostupné z: [http://hydraulika.fsv.cvut.cz/Vin/ke\\_stazeni/Stokovani.pdf](http://hydraulika.fsv.cvut.cz/Vin/ke_stazeni/Stokovani.pdf)
- [17] Princip oddílných kanalizací. In: *BRNĚNSKÉ VODÁRNY A KANALIZACE, a.s.* [online]. Brno. Dostupné z: <https://www.turany.cz/wp-content/uploads/2020/03/Princip-odd%C3%ADln%C3%BDch-kanalizac%C3%AD.docx>
- [18] Gravity Sewers. In: *Environmental Protection Agency (EPA)* [online]. Wahsington, DC. Dostupné z: <https://www.epa.gov/npdes/gravity-sewers>
- [19] ČERMÁKOVÁ, T. A POBŘÍSLO, P. Provozní zkušenosti s podtlakovou a tlakovou kanalizací. In: *vakinfo.cz*. [online]. Praha, 2006. Dostupné z: <https://www.vakinfo.cz/provozni-zkusenosti-s-podtlakovou-a-tlakovou-kanalizaci/>
- [20] FROLÍK, S. Ekologické systémy budov. In: *tzb2.fsv.cvut.cz*. [online]. Praha, 2014. Dostupné z: [http://tzb2.fsv.cvut.cz/vyucujici/16/oppa/125eks\\_frolik.pdf](http://tzb2.fsv.cvut.cz/vyucujici/16/oppa/125eks_frolik.pdf)
- [21] Norma ČSN 75 6101 – Stokové sítě a kanalizační přípojky. Praha: ÚNMZ, říjen 2020.
- [22] Norma ČSN 75 6005 – Prostorové uspořádání vedení technického vybavení. Praha: ÚNMZ, duben 2012.

- [23] Technické standardy vodovodů a kanalizací. In: *Frýdlantská vodohospodářská společnost a.s.* [online]. Frýdlant, 2015. Dostupné z: [https://www.fvs.cz/doc/doc\\_8.pdf](https://www.fvs.cz/doc/doc_8.pdf)
- [24] Dimenzování stokové sítě. In: *Projektování VH.* [online]. Ostrava, 2019. Dostupné z: [http://hgf10.vsb.cz/546/PVH/dimenzovani\\_stokove\\_site.html#section\\_1](http://hgf10.vsb.cz/546/PVH/dimenzovani_stokove_site.html#section_1)
- [25] KANALIZAČNÍ TRUBNÍ SYSTÉMY. In: *technoma.cz.* [online]. Ostrava. Dostupné z: <https://www.technoma.cz/kanalizace>
- [26] Norma ČSN 75 6911 – Provozní řád kanalizace. Praha: ÚNMZ, duben 2010.
- [27] Zádub - Závašín. In: *Oficiální web obce.* [online]. Dostupné z: <https://www.zadubzavisin.cz/>
- [28] MILHOSTOV. In: *Hamelika – historie Mariánských Lázní a okolí.* [online]. Mariáské Lázně, duben 2023. Dostupné z: [https://www.hamelika.cz/?cz\\_milhostov,415](https://www.hamelika.cz/?cz_milhostov,415)
- [29] Chráněná krajinná oblast SLAVKOVSKÝ LES. In: *oficiální web CHKO Slavkovský les.* [online]. Dostupné z: <https://slavkovskyles.nature.cz/web/chko-slavkovsky-les>
- [30] Mapy.cz. In: *Seznam.cz.* [online]. Dostupné z: <https://www.mapy.cz/>
- [31] Počet obyvatel v obcích – k 1. 1. 2021. In: *ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD.* [online]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/pocet-obyvatel-v-obcich-k-112021>
- [32] Státní správa zeměměřictví a katastru. In: *ČÚZK.cz.* [online]. Dostupné z: <https://www.cuzk.cz/Uvod.aspx>
- [33] KARLOVARSKÝ KRAJ - plán rozvoje vodovodů a kanalizací. [online]. Dostupné z: <http://webmap.kr-karlovarsky.cz/prvk/index.html>
- [34] Geoportál ČÚZK. In: *ČÚZK.cz.* [online]. Dostupné z: [https://geoportal.cuzk.cz/\(S\(odxmsescwwfpmriu1k1um4aj\)\)/Default.aspx?mode=TextM eta&text=uvod uvod&head tab=sekce-00-gp&menu=01&news=yes](https://geoportal.cuzk.cz/(S(odxmsescwwfpmriu1k1um4aj))/Default.aspx?mode=TextM eta&text=uvod uvod&head tab=sekce-00-gp&menu=01&news=yes)
- [35] Česká geologická služba. In: *geology.cz.* [online]. Dostupné z: <http://www.geology.cz/extranet/>
- [36] Český hydrometeorologický ústav. [online]. Dostupné z: <https://www.chmi.cz/>
- [37] Územní plán obce Zádub - Závašín. In: *oficiální web obce.* [online]. Dostupné z: <https://www.zadubzavisin.cz/uzemni-plan>

[38] Jízdní řády IDOS. In: *IDOS.cz*. [online]. Dostupné z: <https://idos.idnes.cz/vlakyautobusymhdvse/spojeni/>

[39] Plastino – český výrobce bazénů a nádrží. [online]. Dostupné z: <https://www.plastino.cz/>

[40] NÁDRŽE.cz [online]. Dostupné z: <https://nadrze.cz/>

[41] Výzva č. 7/2021 k předkládání žádostí o poskytnutí podpory v rámci Národního programu životního prostředí. Příloha MŽP zaslaná elektronicky vedením obce Zádub – Závašín.

[42] Metodický pokyn pro orientační ukazatele výpočtu pořizovací ceny objektů vo vybraných údajů majetkové evidence vodovodů a kanalizací. In: *eAgri.cz* [online]. Dostupné z: <https://eagri.cz/public/web/mze/voda/legislativa/metodicke-pokyny/zakon-vodovody-kanalizace>

[43] ASIO – čistírny odpadních vod [online]. Dostupné z: <https://www.asio.cz/>

## 5.2 Seznam obrázků

Obr. 1 – Spojná komora u cizineckého vstupu do kanalizace, souběh tří sběrných kanálů ze tří ulic – Železné, Melantrichovi a Celestné. Foto: HLOUŠEK, P. [12]

Obr. 2 – Pracovní postup návrhu systému odvodnění klasické a moderní koncepce [4]

Obr. 3 – Systém městského odvodnění odpovídající novým zásadám [3]

Obr. 4 – Schéma jednotné soustavy [1]

Obr. 5 – Schéma oddílné soustavy [1]

Obr. 6 – Pracovní postup návrhu systému odvodnění klasické a moderní koncepce [15]

Obr. 7 – Pracovní postup návrhu systému odvodnění klasické a moderní koncepce [15]

Obr. 8 – Pracovní postup návrhu systému odvodnění klasické a moderní koncepce [15]

Obr. 9 – Pracovní postup návrhu systému odvodnění klasické a moderní koncepce [15]

Obr. 10 – Schéma stokového systému podtlakového [6]

Obr. 11 – schéma čerpací šachty [20]

Obr. 12 – Schéma stokového systému tlakového [6]

- Obr. 13 – Schéma pneumatického zařízení [2]
- Obr. 14 – Základní tvary profilu stok používané v současnosti [1]
- Obr. 15 – Kameninové trouby různých profilů [25]
- Obr. 16 – Moodyho diagram [2]
- Obr. 17 – Upřesnění lokality Milhostova u Mariánských Lázní [30]
- Obr. 18 – Pedologická mapa Milhostova u Mariánských Lázní [35]
- Obr. 19 – Železniční most trati č. 149
- Obr. 20, 21 – ÚP Zádub - Závěšín – hlavní výkres Milhostov [37]
- Obr. 22 – Studna zásobující 4 rodinné domy v Milhostově
- Obr. 23 – Schéma rozvodu vody v zájmovém území podle PRVK [33]
- Obr. 24 – Schéma veřejné kanalizace v zájmovém území podle PRVK [33]
- Obr. 25 – graf vývoje počtu trvalých obyvatel v obci Milhostov
- Obr. 26 – Budovy s čísly popisnými (15) a čísly evidenčními (13) [27]
- Obr. 27 – Bezodtoká jímka rodinného domu v obci Milhostov
- Obr. 28 – Vlastní studna RD pro zásobování pitnou vodou
- Obr. 29 – Nádrž pro akumulaci dešťových vod odváděných z hlavního objektu na pozemku (RD)
- Obr. 30 – Menší nádrže pro akumulaci dešťových vod odváděných z vedlejších objektů na pozemku (garáž, altán)
- Obr. 31 – Příklad starého, načerno realizovaného svodného potrubí bez dokumentace
- Obr. 32 – Příklad starého, načerno realizovaného svodného potrubí bez dokumentace
- Obr. 33 – Schéma septiku samonosného s pískovým filtrem objemu 3m<sup>3</sup> pro 3 – 5 osob [39]
- Obr. 34 – Schéma situace varianty 1 – A [27]
- Obr. 35 – DČOV AT6 [40]

Obr. 36 – Schéma situace varianty 2 [27]

### 5.3 Seznam tabulek

Tab. 1 – Odpadní vody vypouštěné do stokové sítě – doporučené hodnoty znečištění [2]

Tab. 2 – Emisní standardy - přípustné, maximální a průměrné hodnoty koncentrace ukazatelů znečištění vypouštěných odpadních vod [mg/l] [7]

Tab. 3 – Výhody a nevýhody základních tvarů stok

Tab. 4 – Výrobní řady základních tvarů stok

Tab. 5 – Křížení podzemních sítí – nejmenší dovolené vzdálenosti [m]

Tab. 6 – Souběh podzemních sítí – nejmenší dovolené vzdálenosti [m]

Tab. 7 – tabulkové součinitele odtoku [24]

Tab. 8 – Hodnoty součinitele nerovnoměrnosti dle ČSN 75 6101 [21]

Tab. 9 – Produkce odpadních vod

Tab. 10 – Parametry septiku a pískového filtru [39]

Tab. 11 – Rozpočet varianty 0

Tab. 12 – Parametry DČOV AT6 [40]

Tab. 13 – Rozpočet varianty 1 – A - potrubí

Tab. 14 – Rozpočet varianty 1 – A – DČOV

Tab. 15 – Rozpočet varianty 1 – B – DČOV + septiky

Tab. 16 – Dotace MŽP [41]

Tab. 17 – Rozpočet varianty 1 – A – DČOV (dotace MŽP)

Tab. 18 – Rozpočet varianty 1 – A – DČOV + septiky (dotace MŽP)

Tab. 19 – Rozpočet varianty 2 - potrubí

Tab. 20 – Rozpočet typové ČOV do 100 EO [42]

Tab. 21 – Parametry kontejnerové ČOV AS – ISO MBR [43]

Tab. 22 – Porovnání navržených variant z ekonomického hlediska

