

**České vysoké učení technické v Praze**  
**Fakulta stavební**



**Simulační model stokové sítě Praha - Suchdol**  
**Bakalářské práce**

**Zpracovala:**

**Vedoucí práce:**

**Žaneta Bohatcová**

**Ing. Karel Kříž, Ph.D.**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracovala samostatně a použila jsem pouze literaturu a zdroje uvedené v seznamu literatury.

Beru na vědomí, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorského zákona, ve znění pozdějších předpisů, zejména skutečnost, že České vysoké učení technické v Praze má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Praha, květen 2017

České vysoké učení technické v Praze

Fakulta stavební

© 2017 Žaneta Bohatcová. Všechna práva vyhrazena.

Tato práce vznikla jako školní dílo na ČVUT v Praze, Fakultě stavební. Práce je chráněna právními předpisy a mezinárodními úmluvami o právu autorském a právech souvisejících s právem autorským.

**Odkaz na tuto práci:**

BOHATCOVÁ, Žaneta. *Simulační modelstokové sítě Praha – Suchdol*.  
Bakalářská práce. Praha: České vysoké učení technické v Praze, Fakulta stavební, 2017

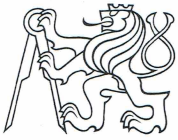
# PODĚKOVÁNÍ

Touto formou bych ráda poděkovala svému vedoucímu práce Ing. Karlu Křížovi za věcné rady, připomínky a čas trávený nad touto prací.

Dále bych chtěla poděkovat Ing. Vlastimilu Petříčkovi ze společnosti Sweco Hydroprojekt za odborné rady a pomoc s vytvářením modelu v programu Mike Urban. Bez jeho podpory by práce nevznikla.

Velké díky patří Ing. Michalu Dolejšovi z PVK za odborné rady a pomoc při výběru tématu práce.

Bez podpory rodiny a přátel by tato práce nevznikla.



## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Bohatcová Jméno: Žaneta Osobní číslo: 409739  
Zadávající katedra: K144 - Katedra zdravotního a ekologického inženýrství  
Studijní program: Stavební inženýrství  
Studijní obor: Vodní hospodářství a vodní stavby

### II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Simulační model stokové sítě Praha - Suchdol

Název bakalářské práce anglicky: Simulation model of sewer system Prague - Suchdol

Pokyny pro vypracování:

Bakalářská práce bude zaměřena na tvorbu 1D modelu stokové sítě. Bude zpracována na základě teoretického rozboru řešené problematiky a bude obsahovat souhrn a popis metod použitých pro tvorbu modelu.

Informace o stokové síti, jako jsou polohopisné a výškopisné zaměření včetně popisu dimenzí, materiálu a stavu trubních úseků a objektů, budou poskytnuty Pražskou vodohospodářskou společností a.s.

Výsledkem bude nekalibrovaný model stokové sítě Praha - Suchdol.

Seznam doporučené literatury:

Odvodnění urbanizovaných území - koncepční přístup (V. Krejčí a kol., 2000), MOUSE - user guide (DHI), MOUSE PIPE FLOW - reference manual (DHI), SWMM - User's Manual Version 5.1 (EPA, 2015), Code of practice for the hydraulic modelling of sewer systems (WWPUG, 2002).

Jméno vedoucího bakalářské práce: Ing. Karel Kříž, Ph.D.

Datum zadání bakalářské práce: 22.2.2017

Termín odevzdání bakalářské práce: 28.5.2017

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

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry

### III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

22.2.2017

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

# ANOTAČNÍ LIST

**Jméno autora:** Žaneta Bohatcová

**Název BP:** Simulační model stokové sítě Praha - Suchdol

**Anglický název:** Simulation model of sewer system Prague - Suchdol

**Rok:** 2017

**Obor studia:** Vodní hospodářství a vodní stavby

**Katedra:** Zdravotní a ekologické inženýrství

**Vedoucí práce:** Ing. Karel Kříž, Ph. D.

**Konzultant:** Ing. Vlastimil Petříček

**Bibliografické údaje:**

počet stran	90
počet obrázků	63
počet grafů	12
počet tabulek	10
počet příloh	3

**Klíčová slova:** stoková síť, hydroinformatika, simulační model, Mike Urban, nejistoty a rizika, uzly a úseky

**Key words:** sewer system, hydroinformatics, simulation model, Mike Urban, uncertainty and risks, nodes and links

**Anotace:** Bakalářská práce se zabývá popisem pracovního postupu při vytváření nekalibrovaného simulačního modelu stokové sítě Praha – Suchdol, jeho samotnou tvorbou v programu Mike Urban, popisem nejistot a rizik při tvorbě a zpracování podkladů. V práci jsou uvedeny základní informace o městském odvodnění urbanizovaného území, popis některých simulačních softwarů, které mohou být alternativně použity, a problematika dešťových vod (především moderní koncepce odvodnění).

**Abstract:** This thesis describes the design process of uncalibrated simulation model of sewer system Prague – Suchdol, its creation in Mike Urban software, description of uncertainties and risks of creating and processing data. This work contains the basic information about urban drainage system in cities, description of some related simulation software, which can be alternatively used, and the problematics of storm water (especially modern conception of drainage systems).

# OBSAH

<b>OBSAH .....</b>	<b>2</b>
<b>1. ÚVOD .....</b>	<b>4</b>
<b>2. CÍLE .....</b>	<b>6</b>
<b>3. OBECNÝ PŘEHLED.....</b>	<b>7</b>
3.1    OD HISTORIE PO SOUČASNOST .....	7
3.2    ODPADNÍ VODA.....	9
3.2.1 <i>Druhy odpadních vod</i> .....	9
3.3    STOKOVÉ SOUSTAVY.....	12
3.4    GEODETICKÉ PODKLADY PRO NÁVRH A POSOUZENÍ STOK .....	16
3.4.1 <i>Systém jednotné trigonometrické sítě katastrální</i> .....	16
3.4.2 <i>Výškový systém Baltský po vyrovnání</i> .....	17
<b>4. NÁVRH.....</b>	<b>18</b>
4.1    KONSTRUKČNÍ NÁVRH STOKY .....	18
4.1.1 <i>Tvary a rozměry</i> .....	18
4.1.2 <i>Materiály stok</i> .....	19
4.1.3 <i>Rychlosti a sklony</i> .....	19
4.2    HYDRAULIKA STOK.....	22
4.2.1 <i>Hydraulická drsnost</i> .....	22
4.3    NAVRHOVÁNÍ STOK ODDÍLNÉ SOUSTAVY .....	24
4.3.1 <i>Splaškové (domovní) odpadní vody</i> .....	24
4.3.2 <i>Dešťové (srážkové) vody</i> .....	25
4.3.3 <i>Průmyslové odpadní vody</i> .....	27
4.4    OBJEKTY NA STOKOVÉ SÍTI.....	27
4.4.1 <i>Šachty</i> .....	29
4.4.2 <i>Dešťové vpusti a lapáky splavenin</i> .....	30
4.4.3 <i>Připojky</i> .....	33
4.4.4 <i>Odlehčovací komora</i> .....	34
4.4.5 <i>Čerpací stanice</i> .....	35
<b>5. POSOUZENÍ FUNKČNOSTI.....</b>	<b>36</b>
5.1    POSOUZENÍ A INSPEKCE .....	36
5.1.1 <i>Kamerový průzkum</i> .....	37
<b>6. HYDROINFORMATIKA .....</b>	<b>39</b>
6.1    STORM WATER MANAGEMENT MODEL (SWMM).....	40

6.2	MODELLING OF URBAN SEWERS (MOUSE) .....	41
6.3	MIKE URBAN .....	42
<b>7.</b>	<b>SIMULAČNÍ MODEL .....</b>	<b>44</b>
7.1.1	<i>Topologie sítě .....</i>	<i>45</i>
7.1.2	<i>Kalibrace a verifikace .....</i>	<i>45</i>
<b>8.</b>	<b>METODIKA TVORBY MODELU .....</b>	<b>47</b>
8.1	PŘÍPRAVA .....	47
8.2	ŘEŠENÁ LOKALITA.....	47
8.3	TOPOLOGIE .....	48
8.4	UZLY A ÚSEKY (NODES AND LINKS).....	51
8.4.1	<i>Nodes – errors and warnings .....</i>	<i>52</i>
8.4.2	<i>Links – errors.....</i>	<i>62</i>
8.4.3	<i>Objekty .....</i>	<i>74</i>
8.4.4	<i>Práce s programem MapInfo.....</i>	<i>78</i>
<b>9.</b>	<b>VÝSLEDKY .....</b>	<b>79</b>
<b>10.</b>	<b>ZÁVĚRY .....</b>	<b>83</b>
10.1	ZÍSKÁVÁNÍ DAT .....	83
10.2	DOPORUČENÍ PRO DALŠÍ ZPRACOVÁNÍ.....	83
<b>11.</b>	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>85</b>
<b>12.</b>	<b>SEZNAM TABULEK .....</b>	<b>87</b>
<b>13.</b>	<b>SEZNAM GRAFŮ .....</b>	<b>87</b>
<b>14.</b>	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>88</b>
<b>15.</b>	<b>SEZNAM POUŽITÝCH ZÁKONŮ A NOREM.....</b>	<b>90</b>



# 1. ÚVOD

V posledních letech probíhají zásadní změny v navrhování a provozování zařízení pro odvádění vod z urbanizovaného území. Změny se projevují jak v oblasti koncepce, tak v technickém řešení. Jsou vyvolány především rozvojem výpočetní techniky, která dnes umožňuje takové pracovní metody, které byly ještě nedávno nemyslitelné. Větší zřetel oproti nedávným dobám se klade na péči o životní prostředí.

Zkoumání hydrologických poměrů v urbanizovaném povodí je velmi stará hydrologická disciplína. Některé klasické metody a výpočetní postupy pro modelování odtoku z intravilánu bylo nutné upravit kvůli odlišnostem přirozeného a urbanizovaného povodí. [1]

V zahraničí bylo publikováno mnoho prací, které podrobněji popisují současné koncepce městského odvodnění založené především na ochraně recipientu. Mnoho evropských měst většího významu má vypracované generely kanalizací s použitím simulačních modelů a moderních koncepcí odvodnění urbanizovaných území.

Městské odvodňovací systémy se budují především pro komfort občanů. V nových koncepcích je však řešena i ochrana recipientu a životního prostředí. Novou výstavbou dochází ke snižování propustných ploch a výrazně se narušuje přirozený koloběh dešťových vod. Při každé dešťové srážce se zkracuje doba odtoku vody. Voda z nepropustných ploch odteče dříve, než se naplní infiltrační kapacita půdy, což způsobuje povodně v recipientech a zároveň úbytek podzemní vody. Pohyb vody v městském povodí byl nahrazen technickým řešením povrchového odtoku. Nejedná se však o dobré řešení. Proto se současná filozofie městského odvodnění snaží vrátit zpět k přirozeným odtokovým poměrům v povodí a klade se důraz na hospodaření se srážkovými vodami. [1]

V této práci je vodohospodářské řešení založeno na prozatím nezkalibrovaném simulačním modelu. Během předchozích 20 let nastal ohromný vývoj simulačních systémů, které se začaly prosazovat ve vodním hospodářství.

Stále častěji se využívají v projekci a konzultační praxi. Využití IT umožňuje optimalizovat návrhy systému a jejich provozní parametry a díky nim může dojít i k úspoře investičních a provozních nákladů.

## 2. CÍLE

Hlavním cílem práce je vytvoření nekalibrovaného modelu stokové sítě Praha - Suchdol v programu Mike Urban na základě poskytnutých dat z měření Pražskou vodohospodářskou společností, Pražskými vodovody a kanalizacemi a Českou zemědělskou univerzitou.

K dosažení výše uvedeného byly stanoveny dílčí cíle základního seznámení se s:

- řešením problematiky stokování, odpadními vodami a objekty na stokové síti,
- novodobými přístupy ve stokování,
- programy umožňujícími tvorbu simulačních modelů,
- popisem metod použitých pro tvorbu modelu v programu Mike Urban,
- tvorbou mapových podkladů, především program MapInfo.

## 3. OBECNÝ PŘEHLED

### 3.1 Od historie po současnost

Důležitost zdravotního inženýrství je dána zjištěním, že člověk ročně vyprodukuje 70 m<sup>3</sup> odpadní vody, 45 kg fekálií a 500 l moči. [2]

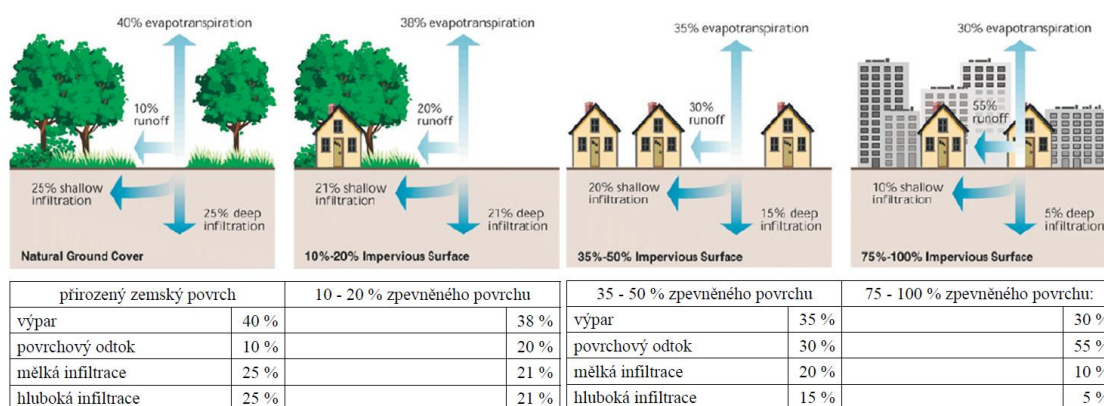
19. století je možné brát jako zlom v používání kanalizace. Bylo běžné, že se odpadní vody odváděly přímo do vodních toků nebo byly vypouštěny na ulici či do zahrad. Docházelo tak ke znečišťování jak vodotečí, tak podzemních vod. Velmi se rozšířily nemoci. Nastala otázka, co s odpadními vodami. [3]

Ve vyspělejších státech Evropy se v 19. století začalo s výstavbou kanalizací. Na našem území se o návrh kanalizace, jak ji známe v dnešní době, zasloužil Ing. William Heerlein Lindley, stavitel moderních kanalizačních a vodárenských staveb v Evropě. Jeho návrh na odkanalizování Prahy vycházel ze dvou předchozích návrhů, z návrhu pana Kaftana a pánů Václavka a Ryvoliho. Lindley převzal do svého projektu vše dobré, přidal své zkušenosti a vytvořil tak stavbu za 6,5 milionů zlatých. Do svého plánu zahrnul i čistírnu odpadních vod (dále jen ČOV), která nyní funguje jako ekotechnické muzeum v Bubenči. [3]

Lindleyho práce spočívala v návrhu jednotné kanalizace, které sváděla odpadní i dešťové vody na ČOV. Po vyčištění se voda vypustila do vodoteče. Byl však problém při přivalových deštích. Dimenze jednotné stoky nestačila, ČOV nestíhala čistit.

Na přelomu 20. a 21. století se proto prosazuje jiný návrh – oddílná stoková soustava. Splašky jsou odváděny na ČOV, dešťové vody do dešťových usazovacích nádrží, kde jsou zbaveny písku a štěrku, a následně přímo nebo regulovaně vypouštěny do vodního toku. Toto řešení působí kvůli rychlému odvádění vody lokální povodně nebo naopak lokální sucha. Proto je snaha

neodvádět dešťové vody, ale vsakovat je na území, kde srážka dopadne. Rozvoj měst s sebou přináší jisté komplikace. Se stavbou silnic, dálnic, paneláků a rodinných domků se snižuje množství propustných ploch a vzniká mnoho ploch nepropustných. Nepropustné plochy pak snižují možnosti vsakování. Při rychlém odvádění dešťové vody vznikají lokální záplavy, nejsou na ni dimenzované stoky a především se trvale snižuje hladina podzemní vody. Na následujícím obrázku je znázorněn koloběh vody v závislosti na míře urbanizace.



Obrázek 1 Koloběh srážkové vody v závislosti na míře urbanizace zemského povrchu [4]

Dalším požadavkem je hospodaření s dešťovými vodami, kdy např. v Německu dešťovou vodu využívá na splachování záchodů. U nás tento trend ještě není zaběhnutý, ale pomalu se přibližujeme Evropským standardům.

Podle vyhlášky 268/2009 Sb. § 6 odst. 4 musí mít stavby, z nichž odtékají povrchové vody, vzniklé dopadem atmosférických srážek, zajištěno odvádění dešťových vod, pokud nejsou zadržovány pro další využití. Znečištění těchto vod závadnými látkami nebo jejich nadměrné množství se řeší vhodnými technickými opatřeními. Odvádění srážkových vod se řeší přednostně zasakováním. Není-li možné zasakování, musí se zajistit jejich odvádění do povrchových vod. Pokud nelze dodržet ani toto nařízení, mohou se odvádět jednotnou kanalizací. V obdobném znění tuto problematiku řeší i vyhláška č. 501/2006 Sb. § 20 a TNV 75 9011.

## 3.2 Odpadní voda

Odpadní vody jsou vody, které po použití mění své vlastnosti - fyzikální (teplota, atd.), chemické (pH, atd.). Jedná se tedy o vody, které mohou ovlivnit jakost vod povrchových či podzemních.

Odpadními vodami jsou [5]:

- všechny druhy vod odváděné stokovou sítí
- odčerpávané vody podzemní z hydraulické ochrany u průmyslových objektů
- vody z drenážních systémů (součást zařízení k odvodnění pozemních staveb)
- vody jakkoli znečištěné z výrobního provozu
- tekuté odpady (např. kejda)

Látky nepatřící do kanalizace [5]:

- radioaktivní, infekční, hořlavé a výbušné
- narušující materiál stokové sítě
- ohrožující zdraví a bezpečnost práce obsluhy stokové sítě
- způsobující provozní závady při průtoku stokovou sítí

### 3.2.1 Druhy odpadních vod

Odpadní vody (dále jen OV) můžeme rozdělit do několika skupin podle různých kritérií na vody:

- **splaškové**
- **dešťové**
- **průmyslové a zemědělské**
- **infekční**
- **balastní**

#### Splaškové odpadní vody

Jedná se především o vody z domácností, z objektů společného stravování a ubytování, vody ze sociálních zařízení. Mají obvykle šedou barvu a zapáchají. Z velké části obsahují látky organické, dostávají se sem však ještě

další látky, různé prací prostředky a mýdla z koupelen a prádelen a tuky a oleje z kuchyní. [6]

### **Dešťové vody**

Dešťovými OV rozumíme všechny srážkové vody ze střech, komunikací, průmyslových areálů, vody z tání ledu a sněhu.

Můžeme je rozdělit na:

- **znečištěné** – srážková voda z průmyslových a zemědělských areálů
- **neznečištěné** – srážková voda ze střech, zahrad, parků, komunikací s nízkou hustotou provozu

Znečištěné vody je doporučeno čistit na ČOV, neznečištěné vsakovat, případně vypouštět do recipientu.

Látky znečišťující dešťové vody nejsou jen původem z dopravy. Může jít např. o fosforečnany, uhličitany a pesticidy, které unikají ze zemědělství, o sloučeniny dusíku, hlavně amoniak, dusitany a dusičnany, o těžké kovy, které inhibují růst organismů a činnost enzymů, negativně ovlivňují biologické čištění odpadních vod. Dále se jedná o ropné látky, dioxiny, PAU<sup>1</sup>, PCB<sup>2</sup>, o mikrobiální složku jako jsou enterokoky a fekální koliformní bakterie a další. [7]

Dioxiny vznikají spalováním pohonných hmot a při požárech a jsou velmi toxické. Přítomností fosforu ve vodě dochází k eutrofizaci vod. Kvůli oxidům CO<sub>2</sub> a SO<sub>2</sub> v atmosféře je dešťová voda mírně kyselá (pH okolo 5,6). [7]

### **Průmyslové a zemědělské odpadní vody**

Jsou to takové vody, které byly použity při výrobním procesu v průmyslových či zemědělských závodech. Vody se odlišují fyzikálními i chemickými vlastnostmi. [5]

Podle míry znečištění jsou možné dvě varianty likvidace těchto OV. Pokud jsou mírně znečištěny, je možné je vypouštět do veřejné kanalizace (po domluvě

---

<sup>1</sup> PAU = polyaromatické uhlovodíky vznikající spalováním pohonných hmot; mají karcinogenní vlastnosti

<sup>2</sup> PCB = polychlorované bifenyly; aditiva dříve přidávaná do barev a laků; od roku 1986 jsou zakázané kvůli své karcinogenitě

s provozovatelem kanalizace). Pokud jsou více znečištěné, musí být v daném závodě před vypuštěním předčištěny. [5]

### **Infekční odpadní vody**

Normou ČSN 75 6406 jsou infekční vody definované jako: „...takové OV, které obsahují choroboplodné zárodky takového druhu a takového množství, že vyžadují zvláštní opatření před vypouštěním do veřejné stokové sítě.“

Zvláštním opatřením myslíme hygienické zabezpečení, předčištění, než OV vypustíme do kanalizace. Jedná se o OV z infekčních oddělení nemocnic, sanatorií, laboratoří, oddělení infikovaných zvířat. [5]

### **Balastní vody**

Balastní vody jsou podzemní, pramenité, pitné či užitkové vody, které se do stokové sítě dostaly v důsledku havárie (vodovodů, hydrantů), či netěsností spojů trub a napojení stok na objekty. V síti jsou nežádoucí. Jejich přítomnost zatěžuje objekty ČOV. Je nákladné je čerpat a kolikrát ČOV nemá ani dostatečnou kapacitu, aby je zvládla čistit. Balastní vody zředí a ochlazují splaškové vody a narušují tím biologické čištění. Podzemní vody často obsahují velké množství síranů, které ničí konstrukci stoky. [5]

Důležitým pojmem je **pomalá složka dotoku** - jev, který způsobuje kvůli infiltraci dešťových vod vyšší průtoky ve stokách. Jde o jev zpožděný, při simulaci se může projevit až několik hodin po srážkové události. Je třeba navrhovat a posuzovat objekty na tento zvýšený průtok. [8]



### 3.3 Stokové soustavy

Stokové sítě se navrhují primárně jako gravitační systémy. V případech, kdy není technicky proveditelné nebo hospodárné gravitační odvádění, navrhují se systémy částečně nebo zcela tlakové, případně podtlakové.

Podle způsobu odvádění OV rozlišujeme 3 základní stokové soustavy:

- ***jednotná***
- ***oddílná***
- ***modifikovaná***

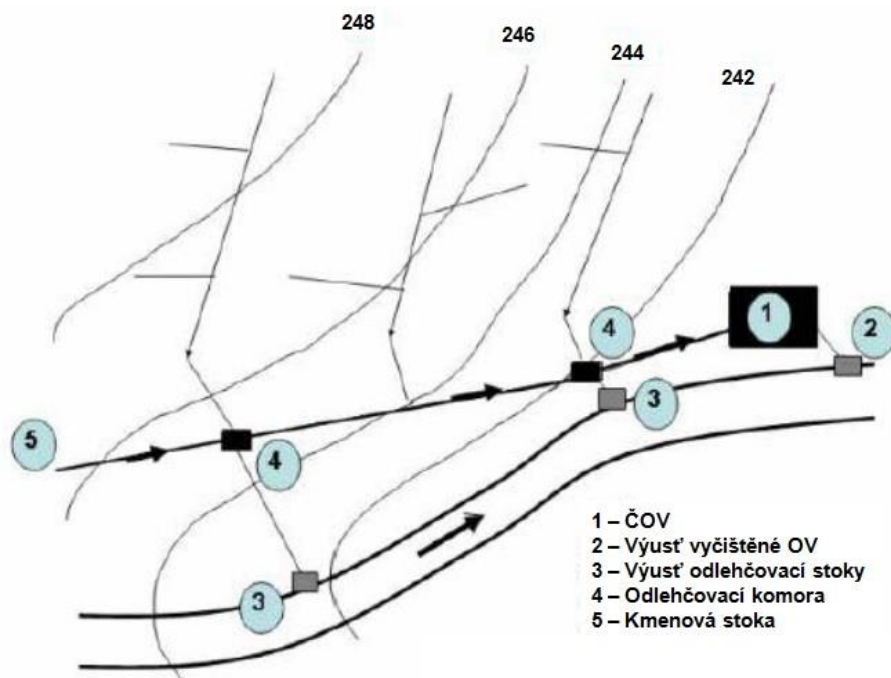
Každá soustava má svůj specifický charakter a její vývoj byl podmíněn historickými událostmi.

#### **Jednotná stoková soustava**

Tato stoková soustava se navrhovala především v minulosti. Různé OV jsou dopravovány společnou trubicí sítí. Kvůli přítomnosti splaškových vod je nutné zatrubnění. Většinou bývá splaškový průtok oproti dešťovému zanedbatelný.

Dimenzování stoky na maximální dešťový průtok by bylo velmi neekonomické. Při přívalových deštích by voda zaplnila celou stoku, ale po zbytek roku by byla prázdná. Jedním z možných řešení, které se hojně používá, je návrh odlehčovací komory (dále jen OK). Při určitém průtoku dochází k odlehčení zředěných OV. Část OV odtéká do toku a část, na kterou je kanalizace dimenzována, na ČOV.

Jiným řešením může být postavení retenční dešťové nádrže, která zadržuje srážkové vody a vypouští regulované množství.



Obrázek 2 Jednotná stoková soustava [9]

### **Oddílná stoková soustava**

V oddílné stokové soustavě se různé OV odvádí samostatnou trubní sítí. Nejčastěji se vyskytují 2 soustavy – oddílná splašková a oddílná dešťová.

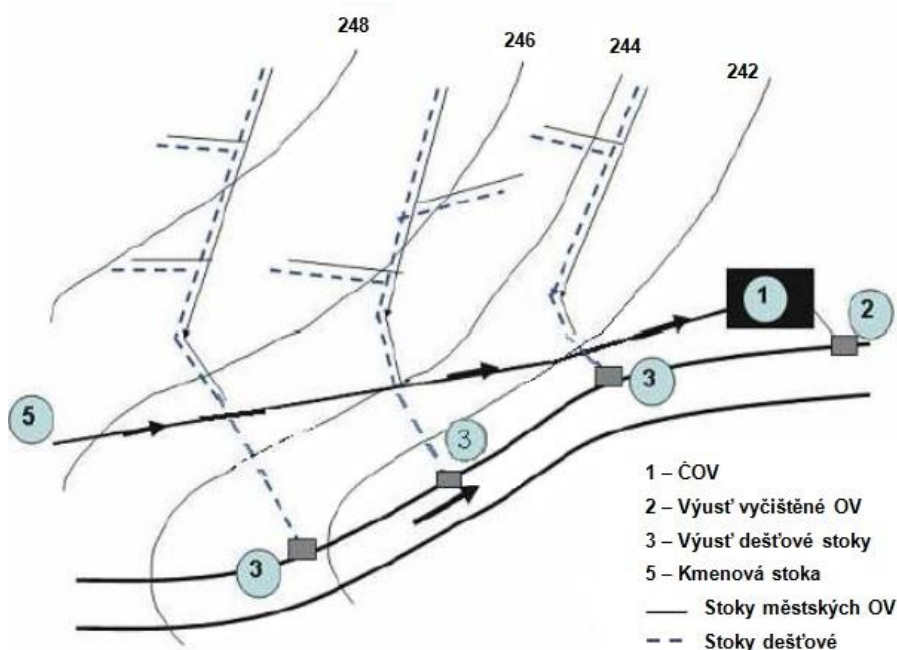
Splašková soustava ústí do ČOV, kde jsou OV čištěny a vypouštěny do recipientu. Při návrhu se použije menší průměr potrubí, jelikož splaškové vody nemají takové výkyvy průtoků jako vody dešťové. Podle zákona č. 274/2001 §12 musí být kanalizační potrubí s výjimkou dešťových stok uloženo při souběhu a křížení hlouběji než vodovodní potrubí pro rozvod pitné vody.

Srážkové vody jsou odvedeny dešťovou kanalizací do recipientu nebo do dešťových usazovacích nádrží. Ne všechny srážkové vody jsou čisté a jejich přímým vypouštěním do toků je ohrožováno životní prostředí. Usazovací nádrže, případně norné stěny, plní funkci „předčištění“ srážkové vody před vypuštěním. Jsou potřebné tam, kde se vyskytují oplachové vody ze silnic, případně jinak znečištěná voda.

Znečištění většinou s dobou trvání deště klesá, ale ne vždy tomu tak je. Např. ulehlý kal, který se deštěm provlhčí, se začne uvolňovat později

a kontaminuje vodu. Znečištění závisí na intenzitě a trvání deště a na intervalech mezi jednotlivými dešti.

Oproti splaškové kanalizaci nemusí být dešťové kanalizace zatrubněny, mohou být vedeny povrchovými rigoly. Jsou navrhovány mělčeji (s minimálním krytím v závislosti na nezámrzné hloubce) a s větším profilem. Jsou vedeny pouze gravitačně.



Obrázek 3 Oddělná stoková soustava [10]

Špatné napojení dešťových svodů nemovitostí do oddělné splaškové kanalizace může přetěžovat ČOV i ČS, především při špatném napojení více nemovitostí, kdy do splaškové kanalizace přitéká velké množství vod, na které není stoka dimenzována. Při přívalových deštích nemusí kapacita stoky dostičovat. Pomocí tzv. kouřové metody je možno špatné napojení lokalizovat.

Kouřová metoda je založená na použití zařízení zvaného „kouřostroj“. Jedná se o výrobek umělé, zdravotně nezávadné mlhy, která je vháněna ventilátorem do oddělné splaškové kanalizace. Mlha se v několika sekundách objeví v otvorech vstupních šachet, při špatném napojení domovní přípojky i v okapech a dvorních vpustích. Podle povětrnostních podmínek se najednou touto metodou prozkoumá 200 – 300 m dlouhý úsek. Výhodou této metody je možnost provádění bez účasti majitele nemovitosti. Výstupy slouží jako podklady

pro zahájení správného řízení s vlastníky špatně napojených nemovitostí. Ti jsou na základě průzkumu vyzváni k nápravě závadného stavu.



Obrázek 4 Průběh kouřové metody, špatně napojený dům, PVK

### **Modifikovaná stoková soustava**

Modifikovaná stoková soustava je kombinací již zmíněných soustav. Pokud dojde k budování např. jednotné kanalizace, neznamená to ale, že musí být jednotná v celém úseku. Na místech, kde je to ekonomicky, technicky a provozně vhodné, je dobré navrhnout oddílnou soustavu.

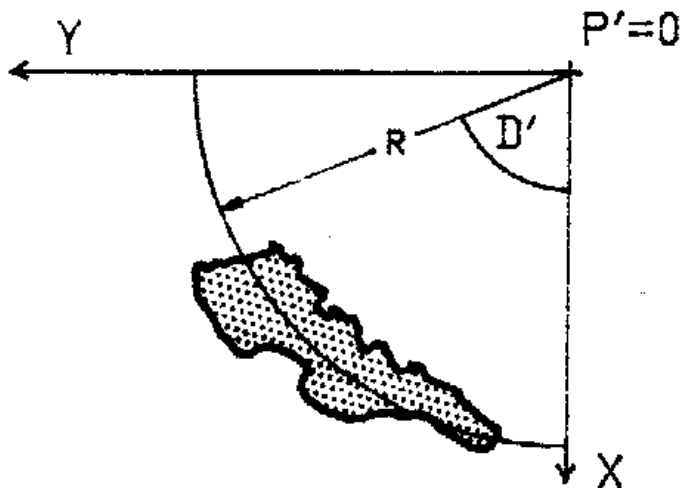
U nás se zavedl pojem polooddílná soustava. Jedná se o systém, kdy jsou stokami pro dešťové vody vedeny pouze čisté dešťové vody (vody ze střech a chodníků, neprašných vozovek), které ústí rovnou do recipientu. Dešťové vody ze znečištěných ploch jsou odváděny splaškovou kanalizací na ČOV. V této soustavě nenavrhujeme odlehčovací komory.

### 3.4 Geodetické podklady pro návrh a posouzení stok

#### 3.4.1 Systém jednotné trigonometrické sítě katastrální

S - JTSK je pravoúhlá souřadnicová síť používaná na území Slovenska a ČR. Souřadnicový systém určuje nařízení vlády č. 430/2006 Sb. § 7 Křovákovým konformním kuželovým zobrazením v obecné poloze, souborem souřadnic bodů z vyrovnání trigonometrických sítí a Besselovým elipsoidem s parametry  $a = 6377397,15508$  m,  $b = 6356078,96290$  m.

Křovákovo zobrazení zavádí takový pravoúhlý souřadnicový systém, který území Slovenska i ČR umísťuje do prvního kvadrantu – osy X a Y jsou orientovány kladně. Toto zobrazení velmi zjednodušuje souřadnicové výpočty.



Obrázek 5 Umístění bývalé ČSR v souřadnicovém systému S - JTSK [11]

### 3.4.2 Výškový systém Baltský po vyrovnání

Od roku 1957 je na území ČR závazný výškový systém Baltský po vyrovnání (dále jen Bpv). Podle nařízení vlády č. 430/2006 Sb. § 7 je Bpv určen výchozím nulovým výškovým bodem v Kronštadtu a souborem normálních výšek z mezinárodního vyrovnání nivelačních sítí. V ČR je základním nivelačním výškovým bodem Lišov u Českých Budějovic, jehož výška v systému Bpv je rovna 564,7597 m.



Obrázek 6 1. nivelační výškový bod v ČR – Lišov [12]

Dříve používaný výškový systém – Jadran po vyrovnání - byl vztažen ke střední hladině Jaderského moře a jeho základním bodem byla nula v Terstu. Setkat se s ním je možné v dokumentaci až do roku 2000, kdy byl úplně zrušen. Při práci se starší dokumentací je tedy žádoucí se ujistit, který systém byl použit. Při špatném předpokladu se do modelu vnáší systematická chyba.

Nadmořská výška bodu Lišov v systému Baltském je o 388,6 mm nižší než v systému Jadranském. Při přepočtu Baltského systému na Jadranský je tedy rozdíl výšek přibližně 400 mm.

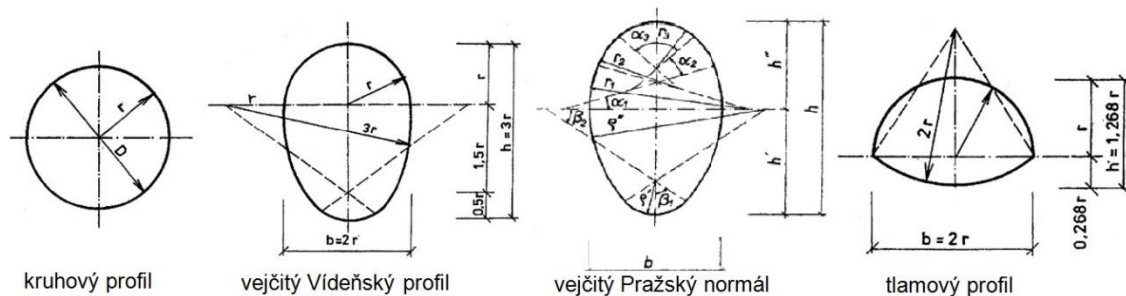
## 4. NÁVRH

### 4.1 Konstrukční návrh stoky

#### 4.1.1 Tvary a rozměry

V historii se pro stoky používalo mnoho různých tvarů. V této době jsou však upřednostňovány tyto tvary: kruhový, vejčitý a tlamový. [5]

Volba profilu závisí na mnoha podmínkách – geologických, ekonomických, statických, hydraulických, prostorových, atd. Staticky nejvýhodnější je vejčitý tvar, pak kruhový a nakonec tlamový. Vejčitý tvar nejlépe koncentruje malé průtoky ve dně stoky, kruhový se snadno vyrábí a tlamový použijeme ve stísněných výškových poměrech, pokud nemáme dostatečné hloubky pro minimální krytí. [5]



Obrázek 7 Základní tvary stoky používané v současnosti [13]

Stoky rozdělujeme podle velikosti na:

- neprůlezná – průměr do 800 mm, lidem je vstup zakázán
- průlezná – průměr 800 – 1500 mm
- průchozí – průměr nad 1500 mm



### 4.1.2 Materiály stok

Podle zákona 274/2001 Sb. § 12 o vodovodech a kanalizacích musí být stoky provedeny jako vodotěsné, odolné proti mechanickým, chemickým a biologickým vlivům, odolné proti namáhání, agresivnímu působení okolního prostředí a proti vlivům dopravované OV. Také musí umožnit bezpečné a účinné čištění a musí být chráněny proti zamrznutí. Jsou voleny podle účelu a životnosti díla.

Základní používané výrobky podle městských standardů Prahy:

- kameninové trouby
- železobetonové trouby
- betonové trouby (pro dešťové stoky)
- polymerbetonové potrubí
- čedičové potrubí
- kovové potrubí
- sklolaminátové potrubí
- potrubí z termoplastů
- zděné konstrukce

### 4.1.3 Rychlosti a sklony

Podélný profil je na jedné straně dán výškou výpustného místa, na druhé straně výškou objektu, který chceme odvodnit. Rychlost závisí na sklonu tak, že čím větší sklon je k dispozici, tím větší rychlosti ve stoce jsou.

Městské standardy Prahy stanovují maximální a minimální sklony v závislosti na rychlostech ve stokách. Každý materiál je schopen odolávat jiným rychlostem, např. betonové a železobetonové stoky zvládnou při kapacitním plnění rychlosti do 3 m/s, zatímco litina, kamenina či čedič až 10 m/s.

Za optimální průtočnou rychlost vody je považována rychlost 1 m/s. Ve zcela výjimečných případech lze povolit rychlosti až 10 m/s (s využitím odolných materiálů) a např. u DN 300 sklony nižší než 14‰, ne však menší než 10‰.



Pokud není možné dodržet minimální sklony, je nutné prokázat, že rychlost vody ve stoce bude větší než transportní rychlost zabraňující usazování suspendovaných látek. Tečné napětí  $\tau_u$  se vypočítá dle vzorce:

$$\tau_u = \rho * g * R * i; \tau_u \geq 4 Pa$$

kde

R ... hydraulický poloměr [m]

i ... sklon dna stoky [-]

g ... gravitační zrychlení [m/s<sup>2</sup>]

$\rho$  ... průměrná hustota odpadní vody [kg/m<sup>3</sup>]

Hydraulický poloměr stoky R se podle ČSN EN 75 6101 „Stokové sítě a kanalizační přípojky vypočítá“ dle vzorce:

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

kde

S ... průtočná plocha [m<sup>2</sup>]

O ... omočený obvod [m]

Při dosažení tečného napětí nad 4 Pa je zabráněno usazování částic. U stok a kanalizačních přípojek malých profilů (menší než DN 300) se zanášení zabrání při dosažení průřezové rychlosti nejméně 0,7 m/s nebo sklonu 1:D, kde D je vnitřní průměr potrubí v metrech.

Domovní přípojky podle ČSN EN 75 6101 se navrhují v maximálním sklonu 40%. U DN 150 je doporučeno použít minimální sklon 2%, v odůvodněných případech lze použít i sklon menší, nejméně však 1%. Pokud na přípojce vychází větší sklon, než je maximální přípustný, je nutno použít spádový stupeň, který se umístí na pozemku odvodňované plochy.

V následující tabulce jsou uvedeny minimální sklony pro různé kanalizační soustavy a velikosti profilů podle Městských standardů.

Tabulka 1 Minimální sklony kanalizace jednotné a splaškové dle městských standardů

Profil DN [mm]	Kanalizace splašková [‰]	Kanalizace jednotná a dešťová [‰]
250	18,0	12,0
300	14,0	9,0
400	9,0	6,0
500	7,0	5,0
600	6,0	4,0
800	5,0	3,0
1000	4,0	2,5
1200	3,0	1,6
1400	2,0	1,3
1600 a větší	2,0	1,0
600/1100	5,0	3,0
700/1250	4,0	2,5
800/1430	3,0	2,0
900/1600	2,5	1,7
1000/1750	2,0	1,5
1100/1875	2,0	1,3
1200/2000	2,0	1,2
1300/2100	2,0	1,1
1400/2200 a větší	2,0	1,0

## 4.2 Hydraulika stok

### 4.2.1 Hydraulická drsnost

Hydraulická drsnost v sobě zahrnuje energetické ztráty, které ovlivňují rovnováhu sil pohybové rovnice. Je ovlivněna mnoha faktory – vlastnostmi materiálu, kvalitou provedení stoky, množstvím spojů a kanalizačních přípojek, počtem šachet a jejich typem, aj. [7]

Obecnou rovnicí pro výpočet třecích ztrát je Darcy – Weisbachova rovnice:

$$Z_t = \lambda * \frac{L}{D} * \frac{v^2}{2 * g},$$

kde

L ... délka potrubí [m]

D ... průměr potrubí [m]

v ... průtočná rychlost v potrubí [m/s]

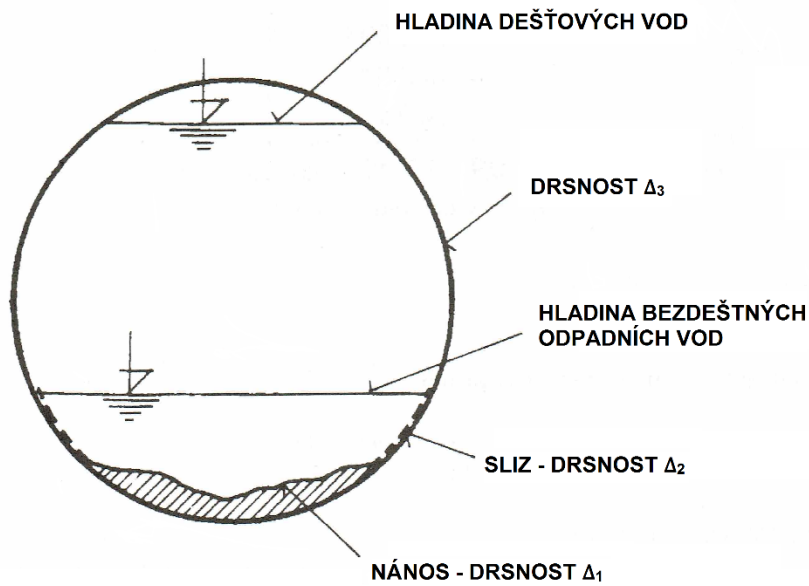
g ... gravitační zrychlení [m/s<sup>2</sup>]

λ ... součinitel tření [-]

Součinitel tření λ závisí na několika parametrech - na hydraulické drsnosti potrubí, viskozitě vody, rychlosti OV a velikosti průtočného profilu.

Hydraulická drsnost je důležitým prvkem při výpočtu průtoku. Každý materiál je charakterizován absolutní drsností (ztráty třením po délce potrubí), která se zkouší v laboratořích.

S ohledem na chemické, biologické a mechanické vlivy trubní sítě je nutno zohledňovat stáří potrubí, sedimenty atd. Bez měření na stokové síti je těžké správně stanovit výpočtovou drsnost, avšak projektanti s dlouholetými zkušenostmi ji relativně správně odhadují. Na obrázku 8 je znázorněno, jak se hydraulická drsnost v příčném profilu může lišit.



Obrázek 8 Změna hydraulické drsnosti v příčném profilu stoky [7]

V následující tabulce je uveden přehled hydraulické drsnosti a Manningova součinitele drsnosti pro různé materiály.

Tabulka 2 Hodnoty drsnosti pro kanalizační potrubí [8]

Materiál	Hydraulická drsnost $\Delta$ [mm]		Manningův součinitel drsnosti [ $s \cdot m^{1/3}$ ]	
	Nové	Použité	Nové	Použité
Hladký cementový povrch	0,030	0,100	0,010	0,013
Kamenina	0,400	3,000	0,010	0,017
Betonové potrubí	0,600	3,000	0,011	0,013
Cihly s cementovou maltou	1,500	15,000	0,012	0,017
Litínové potrubí	0,150	4,000	0,013	0,017
Ocelové potrubí svařované	0,100	4,000	0,012	0,015
PVC, PE	0,060	3,000	0,010	0,011
Sklolaminát	0,003	0,015	0,007	0,011

## 4.3 Navrhování stok oddílné soustavy

V této kapitole je podrobněji řešena problematika návrhového průtoku splaškových, dešťových a průmyslových vod.

### 4.3.1 Splaškové (domovní) odpadní vody

Návrhový průtok splaškových vod se podle ČSN EN 75 6101 určuje přednostně z provozních výsledků měření. Pokud nejsou k dispozici, určí se výpočtem potřeby vody. Všechny způsoby musí zohlednit výhledový stav. Takto získaný průtok  $Q_{24,m}$  se nazývá průměrný denní průtok splaškových vod.

Maximální hodinový průtok splaškových vod:

$$Q_{h,max} = \frac{Q_{24,m}}{24} * k_{h,max}$$

kde

$Q_{h,max}$  ... maximální hodinový průtok [l/h]

$Q_{24,m}$  ... průměrný denní průtok [l/den]

$k_{h,max}$  ... součinitel maximální hodinové nerovnoměrnosti [-]

Minimální hodinový průtok splaškových vod:

$$Q_{h,min} = \frac{Q_{24,m}}{24} * k_{h,min}$$

kde

$Q_{h,min}$  ... minimální hodinový průtok [l/h]

$Q_{24,m}$  ... průměrný denní průtok [l/den]

$k_{h,min}$  ... součinitel minimální hodinové nerovnoměrnosti [-]

Takto získané hodnoty jsou označovány za extrémní hodinové průtoky splaškových vod. V tabulce 3 jsou uvedeny doporučené hodnoty pro součinitele nerovnoměrnosti.

Tabulka 3 Doporučené hodnoty součinitelů hodinové nerovnoměrnosti dle ČSN EN 75 6101

Počet připojených obyvatel	30	40	50	75	100	300	400	500
Součinitel maximální hodinové nerovnoměrnosti $k_{h,max}$	7,2	6,9	6,7	6,3	5,9	4,4	3,5	2,6
Součinitel minimální hodinové nerovnoměrnosti $k_{h,min}$	0	0	0	0	0	0	0	0
Počet připojených obyvatel [tis]	1	2	5	10	20	30	50	100
Součinitel maximální hodinové nerovnoměrnosti $k_{h,max}$	2,2	2,1	2,0	2,0	1,9	1,8	1,7	1,5
Součinitel minimální hodinové nerovnoměrnosti $k_{h,min}$	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5

Pro větší počet obyvatel (více než 100 000) se součinitel hodinové nerovnoměrnosti určuje měřením. Při menším počtu obyvatel (méně než 100 000) se splaškové stoky dimenzují na dvojnásobek maximálního hodinového průtoku. Výpočet v sobě nezahrnuje balastní vody.

Dimenzování průtoku splaškových vod  $Q_{dim}$ :

$$Q_{dim} = 2 * Q_{h,max}$$

kde

$Q_{h,max}$  ... maximální hodinový průtok [l/h]

$Q_{dim}$  ... dimenzovaný průtok [l/den]

#### 4.3.2 Dešťové (srážkové) vody

Před dimenzováním je nutné stanovit hranici povodí pro každý úsek. Pomocí metody tzv. ideálních střech je možné stanovit hranici povodí do sklonu terénu 5%. Při větších sklonech území se použije hydrologická metoda.

Existují jednoduché a komplexnější metody. Níže popsaná racionální metoda je jedna z jednoduchých metod.

Racionální metody, podle kterých se navrhuje průtok, vycházejí z obecného vzorce:

$$Q_r = \psi * i * A$$

kde

$Q_r$  ... maximální odtok dešťových vod [l/s]

$\psi$  ... součinitel odtoku [-]

A ... plocha povodí stoky [ha]  
i ... intenzita směrodatného deště [l/(s\*ha)]

Součinitel odtoku  $\psi$  se určí podle přiložené tabulky 4 z normy ČSN EN75 6101. Pro tuto práci byly vybrány jen některé hodnoty.

Tabulka 4 Doporučené hodnoty součinitele odtoku  $\psi$  pro orientační výpočet dle ČSN EN 75 6101

Způsob zástavby a druh pozemku		Součinitel odtoku $\psi$		
		při sklonu terénu do 1 %	při sklonu terénu 1 - 5 %	při sklonu terénu nad 5 %
Budovy	v uzavřených blocích	0,7	0,8	0,9
	v otevřených blocích	0,5	0,6	0,7
	při volné zástavbě	0,4	0,5	0,6
Rodinné domky	sdružené v zahradách	0,2	0,4	0,5
	izolované v zahradách	0,2	0,3	0,4
Železniční pozemky		0,25	-	-
Zelené pásy, pole, louky		0,05	0,1	0,15

Při průtocích bezdeštných vod menších než 10% z návrhového průtoku dešťových vod se můžou bezdeštné průtoky v jednotné stokové síti zanedbávat. V normě ČSN 75 6101 jsou uvedeny některé doporučené hodnoty pro volbu periodicity návrhového deště, se kterou se počítá při použití racionálních metod. Při trvání průtoku více než 15 minut se výpočet provádí s náhradní dešťovou intenzitou z redukované čáry dešťů. Pro výpočet dob redukování čáry náhradních dešťových intenzit se použije vzorec podle Bartoška:

$$t_z = t - (t_r + t_p)$$

kde

$t_z$  ... zkrácená doba působení deště [min]  
 $t_r$  ... doba povrchové retence [min]  
 $t$  ... skutečná doba trvání deště [min]

Doba povrchové retence  $t_r$  se vypočítá podle vzorce:

$$t_r = \frac{r * t}{\psi * h}$$

kde

$h$  ... celkové dešťové srážky za dobu trvání deště [mm vodního sloupce]  
 $r$  ... povrchová retence, liší se pro propustné a nepropustné území [mm]  
 $\psi$  ... součinitel odtoku [-]

t ... skutečná doba trvání deště [min]

Doba povrchového odtoku  $t_p$  se vypočítá podle vzorce:

$$t_p = \frac{l}{60 * v}$$

kde

l ... vzdálenost nejodlehlejšího bodu [m]

v ... rychlost povrchového odtoku, doporučeno  $v = 0,25$  m/s [m/s]

Jednoduché metody (Součtová, Bartošková a Máslova metoda) mohou být použity pro povodí do velikosti 200 ha nebo pro doby odtoku do 15 minut.

### 4.3.3 Průmyslové odpadní vody

Průmyslové odpadní vody se do stokové sítě mohou vypouštět, pokud neohrožují životní prostředí, stoku a zdraví pracovníků.

Průměrný denní průtok a maximální hodinový průtok se určují na základě pracovní doby – tedy časového režimu, kdy jsou OV vypouštěny do stokové sítě. Stoky oddílné soustavy na průmyslové vody se dimenzují na dvojnásobek maximálního hodinového průtoku.

## 4.4 Objekty na stokové síti

Pro správné fungování a bezpečné provádění všech potřebných prací při kontrole, čištění a údržbě stok navrhujeme na stokové síti objekty.

Podle účelu je můžeme dělit na:

- **šachty**
- **spadiště**
- **skluz**
- **dešťové vpusti a lapáky splavenin**
- **přípojky**
- **shybky**
- **odlehčovací komory**
- **proplachovací objekty**
- **čerpací stanice**



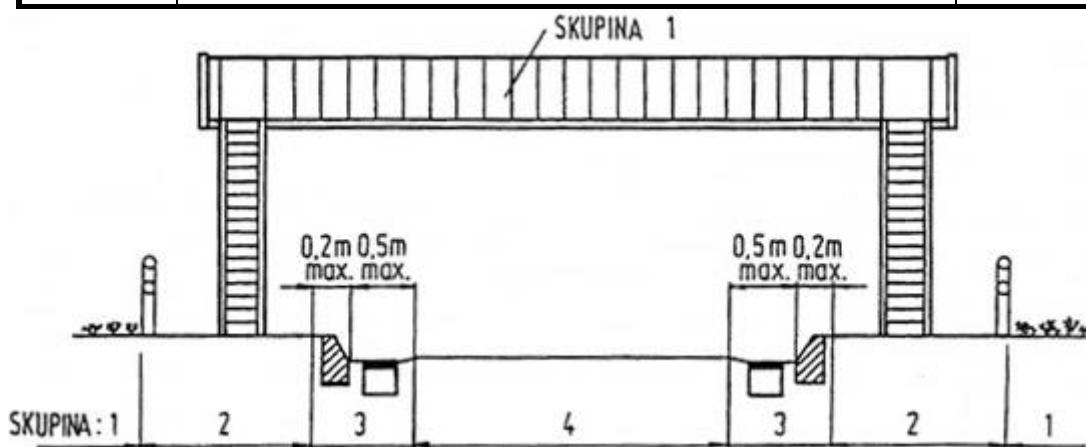
Nejčastěji používaným materiálem je beton a železobeton. Mohou být použity všechny materiály jako pro stavbu stok. Je však důležité, aby objekty měly stejnou odolnost proti působení vody jako budované stoky.

Osazení vstupních otvorů se liší podle umístění. Na vozovce se používají kruhové poklopy o průměru minimálně 600 mm, které musí být bezpečné proti vysunutí jedoucimi vozidly. Na místech, kde se vozidla nepohybují, se mohou použít čtvercové poklopy s panty o minimálních rozměrech 600 x 600 mm.

Dle ČSN EN 124 rozdělujeme poklopy do několika tříd a skupin dle místa zabudování. Jedná se o tyto třídy: *A 15, B 125, C 250, D 400, E 600, F 900* a skupiny 1 – 6. Přehled je uveden v následující tabulce.

Tabulka 5 Třídy a skupiny pro návrh poklopů dle ČSN EN 124

skupina	umístění	min. třída
1	plochy užívané chodci a cyklisty	<b>A 15</b>
2	chodníky, pěší zóny, plochy pro stání a parkování osobních automobilů	<b>B 125</b>
3	vtokové mříže, které zasahují nejvíce 0,5 m do vozovky a 0,2 m do chodníku	<b>C 250</b>
4	vozovky pozemních komunikací, parkovací plochy, zpevněné krajnice	<b>D 400</b>
5	vysoké zatížení koly – zařízení v docích, letištní plochy	<b>E 600</b>
6	nejvíce plochy zatěžované např. provozní letištní plochy	<b>F 900</b>



Obrázek 9 Příčný řez komunikací; znázornění použití skupin a tříd poklopů dle ČSN EN 124

Objekty na stokové síti byly podrobněji popsány v závislosti na zájmové lokalitě – jaké objekty jsou v práci řešeny.

#### **4.4.1 Šachty**

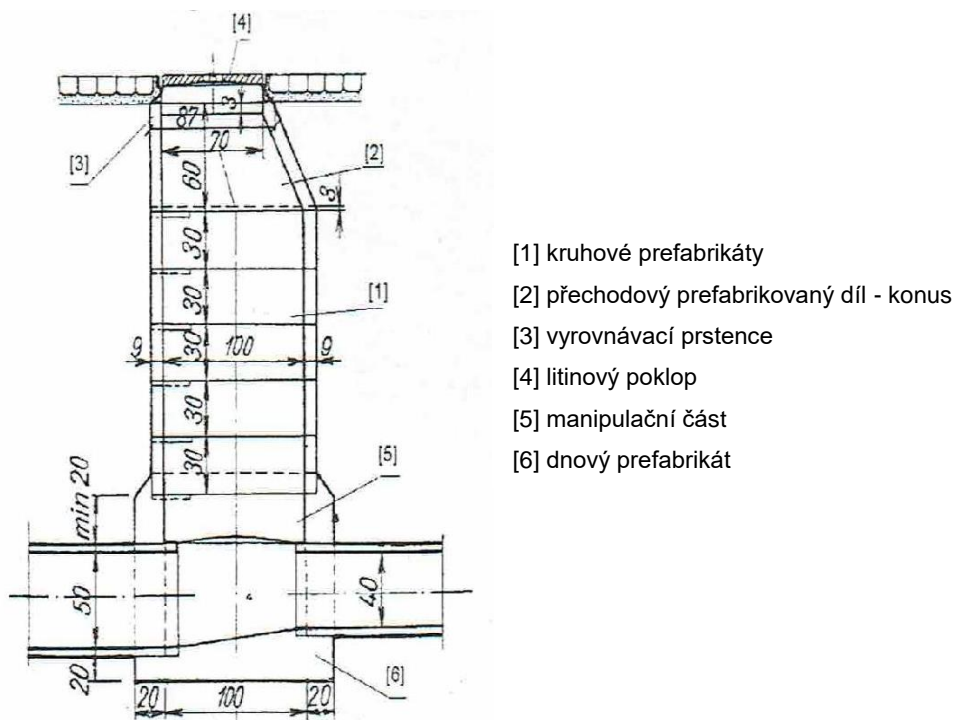
Vstupní šachty mají několik účelů. Slouží především pro kontrolu, revizi, údržbu a čištění stoky, dále např. jako ventilace. Jedná se tedy o objekty, které jsou pro správné fungování stoky nepostradatelné.

Vstupní šachty navrhujeme:

- tam, kde dochází ke změně směru nebo sklonu přímých úseků
- tam, kde dochází ke změně příčného profilu nebo materiálu stoky
- na konci každé stoky
- v místě spojení dvou nebo více stok

Pro správnou funkci šachet je nutno je osadit shora poklopy a zevnitř stupadly. Stupadla mohou být žebříková nebo vidlicová, pro první stupadlo pod poklopem se často používá stupadlo kapsové. Vzdálenost stupadel v jedné šachtě musí být stejná a to v rozmezí 250 – 330 mm.

Při rozdělení přítoku do více větví odtoku objekt nazýváme rozdělovací komorou, naopak při usměrnění přítoku z více větví do jednoho odtoku spojnou komorou. Mezi přítokem a odtokem nesmí být úhel menší než 90°.



Obrázek 10 Vstupní šachta kruhová z železobetonových skruží [14]

#### 4.4.2 Dešťové vpusti a lapáky splavenin

##### Dešťové vpusti

Dešťové vpusti jsou součástí dopravních stavem a slouží k odvodnění zpevněných ploch (chodníků, vozovek). Např. na území Prahy nejsou provozované správcem kanalizace, nýbrž správcem komunikace. Při návrhu jsou součástí dokumentace komunikace, nikoliv kanalizace. [14]

Osazují se v nejnižším bodě odvodňované plochy, tedy u obrubníku. Na dálnicích a rychlostních komunikacích nesmí být umístěny v jízdních pruzích. Hltnost jedné vpusti se uvažuje 15 – 25 l/s. Jedna vpust' by měla odvodnit 400 m<sup>2</sup> plochy. Podle toho se odvíjí i vzdálenosti vpustí, nejlépe v rozmezí 40 – 60 m od sebe. [14]

Dle umístění dělíme na:

- **uliční vpust'**
- **chodníková vpust'**
- **horská vpust'**

### **Uliční vpust'**

Skládá se z litinové mříže s rámem, koše na bahno (není normalizován; bývá 400 – 700 mm hluboký), podkladové konstrukce rámu, tělesa vpusti a odpadu na přípojku. [13]

Na silnicích může být rám zapuštěn do vozovky max. 10 mm, na dálnicích 5 mm. Vnitřní průměr potrubí musí být minimálně 450 mm, u nás se častěji používá 500 mm. Materiál vpusti musí mít určitou pevnost a musí být odolný proti korozi a obrusu.

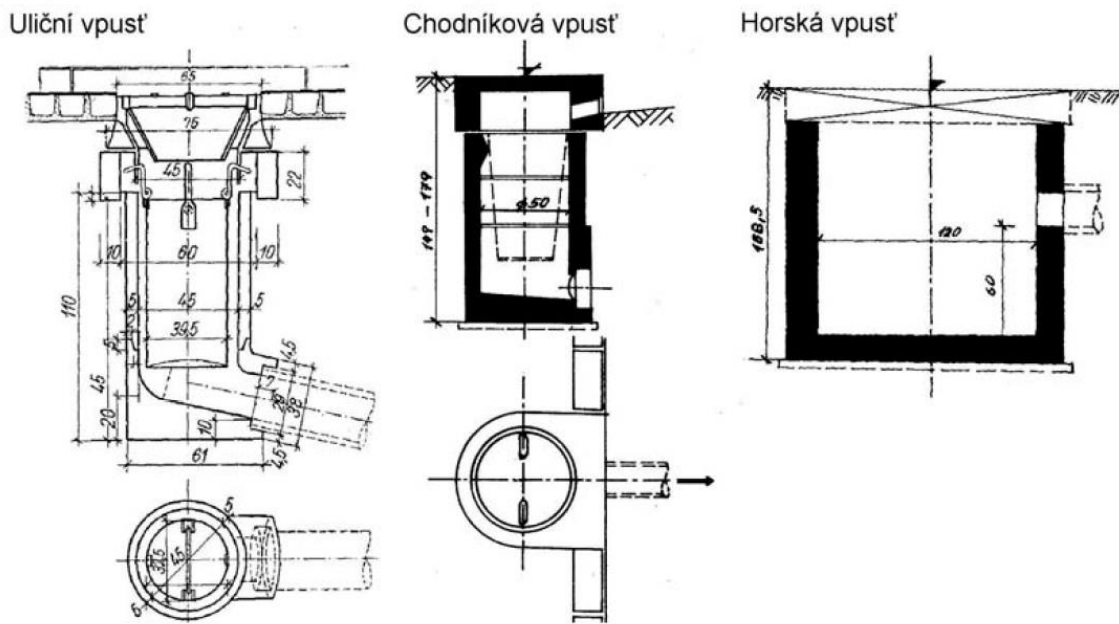
### **Chodníková vpust'**

Chodníkové vpusti navrhujeme u autobusových zastávek při požadavku zachování plynulosti povrchu vozovky a při malých sklonech odvodňované plochy. Vtok do objektu není shora, ale z boku. Plocha bočního vtoku by měla být alespoň 0,025 m<sup>2</sup>. [9]

### **Horská vpust'**

Při sklonech větších než 8% nebo při přítoku dešťových vod z nezpevněných ploch se navrhují horské vpusti. Mohou být zděné, prefabrikované či monolitické obdélníkového půdorysu a potrubím na odvedení srážkové vody. [5]

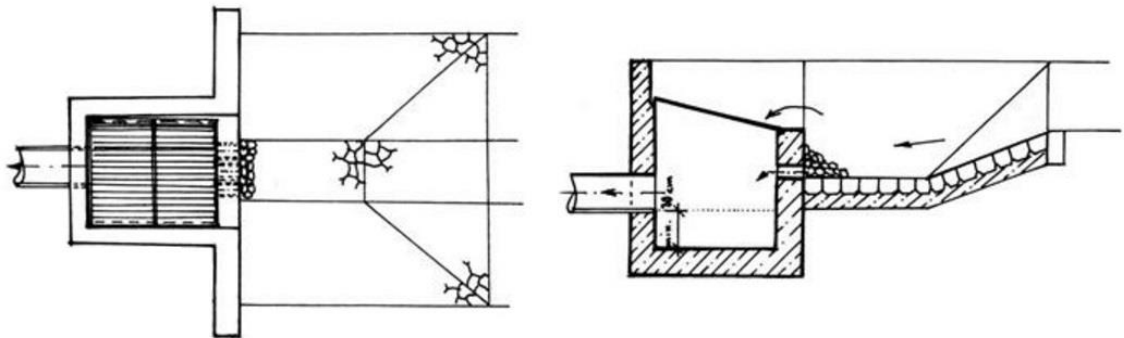
Umístěním odpadu 600 mm nade dnem vpusti vznikne sedimentační prostor pro zachycení kalu. Může také plnit funkci lapače splavenin.



Obrázek 11 Vpusti [9]

### **Lapák splavenin**

Lapák splavenin se použije při přechodu odvodnění z otevřených příkopů do trubního systému. Zabraňuje vnikání nečistot do stokové soustavy a osazuje se mřížemi. [5]



Obrázek 12 Lapák splavenin [5]

Na následujícím obrázku je zachycen lapák splavenin při přechodu odvodnění extravilánu do trubního stokového systému. Jedná se o dešťovou kanalizaci, která ústí do Vltavy v Sedlci.



Obrázek 13 Přechod otevřeného koryta do trubního systému – Sedlecký potok, Praha Suchdol (MUID objektu v modelu 572825)

#### 4.4.3 Přípojky

Do stoky jsou zaústěné domovní přípojky a dešťové vpusti. Domovní přípojky odvádějí OV z nemovitostí do stokové sítě, dešťové vpusti, jak už bylo řečeno v předchozí kapitole 4.4.2. *Dešťové vpusti a lapáky splavenin*, odvádí dešťovou vodu ze zpevněných povrchů.

Na dokončené stoce se hrdlo prozatím nevyužívané odbočky zaslepí a zakreslí do vložkového plánu, aby bylo možné budoucí napojení přípojky. Při plánovaném zaústění přípojky do šachty je třeba souhlas provozovatele kanalizace.

Nově budovaná přípojka musí být vedena ideálně v přímém směru a v jednotném sklonu a v co nejkratší trase od nemovitosti až k revizní šachtě.

Pro domovní přípojky platí jistá pravidla navrhování:

- nejmenší povolené potrubí - DN 150
- minimální sklon 2% (pro DN 150), 1% (pro DN 200), ideálně však 2% pro všechna DN
- maximální sklon 40%
- materiál stejný jako pro stoky
- připojení přípojky do stoky pod úhlem 45° - 90°

#### 4.4.4 Odlehčovací komora

Na jednotné stokové síti jsou OK důležitými prvky, které oddělují část OV a odvádí je do recipientu. Zbylé množství OV je odváděno na ČOV a řádně čištěno.

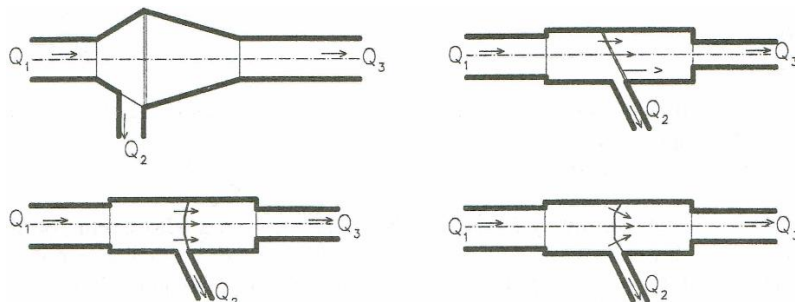
Pokud dojde k dešti s větší intenzitou (vyskytující se např. jen 1x do roka), bylo by velmi neekonomické a finančně nákladné dimenzovat stoky na tento déšť. Raději se připouští konstrukce jako OK, která v případě takového deště oddělí množství OV putujících na ČOV.

Nejčastěji se používá přepad přes přeliv, který je umístěn v takové výši, ve které chceme, aby voda přepadala. Při přepadání OV musí být splašková voda natolik naředěná dešťovými vodami, aby neznečišťovala vodoteč, do které ústí.

OK neslouží ke změně směru, napojení stok apod. Její volba záleží na mnoha parametrech: výškové poměry (ztráty), směrové dispozice přítoku k ČOV a recipientu, „přesnost“ dělení OV, aj.

Je k dispozici mnoho variant OK (bez regulace odtoku):

- **s přímým přepadem**
- **s jednostranným bočním přepadem**
- **s oboustranným bočním přepadem**
- **se škrťací tratí a přepadem**
- **s přepadajícím paprskem**
- **s horizontální dělicí stěnou**
- **ostatní OK (s násoskou, stavítkem atd.)**
- **vírový a vířivý separátor**



Obrázek 14 OK s přímým přepadem [7]

#### 4.4.5 Čerpací stanice

Čerpací stanice je objekt na stokové síti, který slouží k převedení OV, které nelze dopravovat na ČOV gravitačně.

Důvody budování: [14]

- OV je třeba převést přes rozvodnici v povodí
- při rozšiřování stávající sítě není možné výškově zaústit novou stoku do stoky původní
- pokud není možné dosáhnout minimálních sklonů při návrhu
- překonávání překážek na trase (možnost použít shybku)
- hospodárnost – pokud se jeví jako nejlepší řešení použití čerpací stanici

Při navrhování musíme mít na paměti, že kanalizace s ČS má být stejně spolehlivá jako kanalizace gravitační. Před ČS je potřeba zachytit hrubé nečistoty, které by mohly ohrozit správnou funkci čerpací techniky.

ČS má vždy podzemní část, nadzemní není nutná. V podzemí bývá mokrá a suchá sací jímka, nemusí tomu však být u menších ČS, nad zem se umísťuje strojovna vzduchotechniky, místnost obsluhy aj. Při zakládání je třeba dbát na vhodnou volbu betonu. Musí být vodotěsný a odolný vůči chemické korozi. Na přítoku se optimálně osazuje uzávěr, aby bylo možné odstavit sací jímku při revizi či poruše. Nejčastěji používaným uzávěrem je šoupě, nejčastěji používaným čerpadlem je hydrostatické vřetenové. ČS je nutné pravidelně větrat.

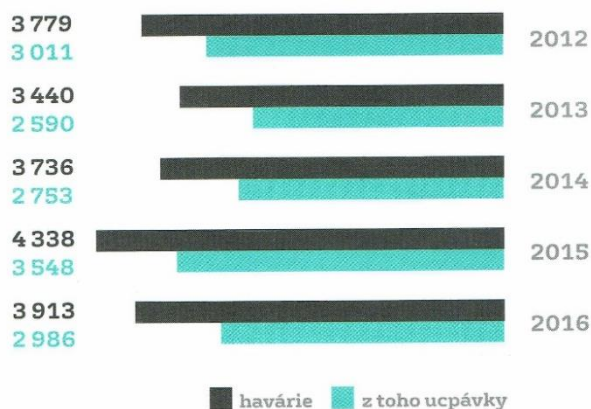


## 5. POSOUZENÍ FUNKČNOSTI

### 5.1 Posouzení a inspekce

Pro správné fungování stokových soustav je důležitá jejich pravidelná inspekce. Průzkum stokové sítě se provádí z několika důvodů. Těmi nejběžnějšími jsou havárie, revize stok a přejímky po dokončení výstavby - tedy kontrola správného provedení stavební firmou. Dalšími důvody mohou být např. žádosti občanů o připojení do stokové sítě, kdy je třeba prozkoumat možnosti napojení přípojky, nebo zjišťování špatně napojených přípojek.

Díky průzkumům a novým technologiím se daří relativně rychle havárie a poruchy řešit. V následujícím obrázku je uveden vývoj havárií od roku 2012 do roku 2016 na síti v Praze ve správě PVK a.s..



Obrázek 15 Vývoj havárií na stokové síti, z toho počet ucpávek [15]

Různé překážky nebo změny průtočného profilu mohou ovlivňovat průtok OV. Pokud je na stokové síti např. špatně napojená přípojka, která zasahuje do průtočného profilu stoky, dochází někdy i k výrazným místním ztrátám a zároveň redukci průtočného profilu. Pro tvorbu modelu se může jednat o zásadní komplikaci. Program počítá s plně průtočným profilem, avšak v reálu je profil průtočný např. jen poloviční. Tímto dochází k nadhodnocení skutečné kapacity stokového úseku.

### 5.1.1 Kamerový průzkum

Kamerový průzkum umožňuje revizi stok všech velikostí a zaznamenat polohu a typ poruchy. Průzkumem je možné také zjistit trasu kanalizace a její celkový stav.

Podle normy ČSN EN 13 508 – 2 z roku 2011 připadá na každou poruchu kód, kterým je přesně specifikováno poškození. Pro potřebu této bakalářské práce byly vybrány jen některé příklady poruch, které mohou významněji snižovat kapacitu stokového úseku.

Tabulka 6 Kódy poruch – konstrukce potrubí

Kódy	Poruchy
BAA	deformace
BAB	praskliny
BAC	rozlomení/destrukce
BAD	poškozená vyzdívka nebo zdivo
BAF	poškození povrchu
BAG	vyčnívající přípojka
BAJ	posunutý trubní spoj

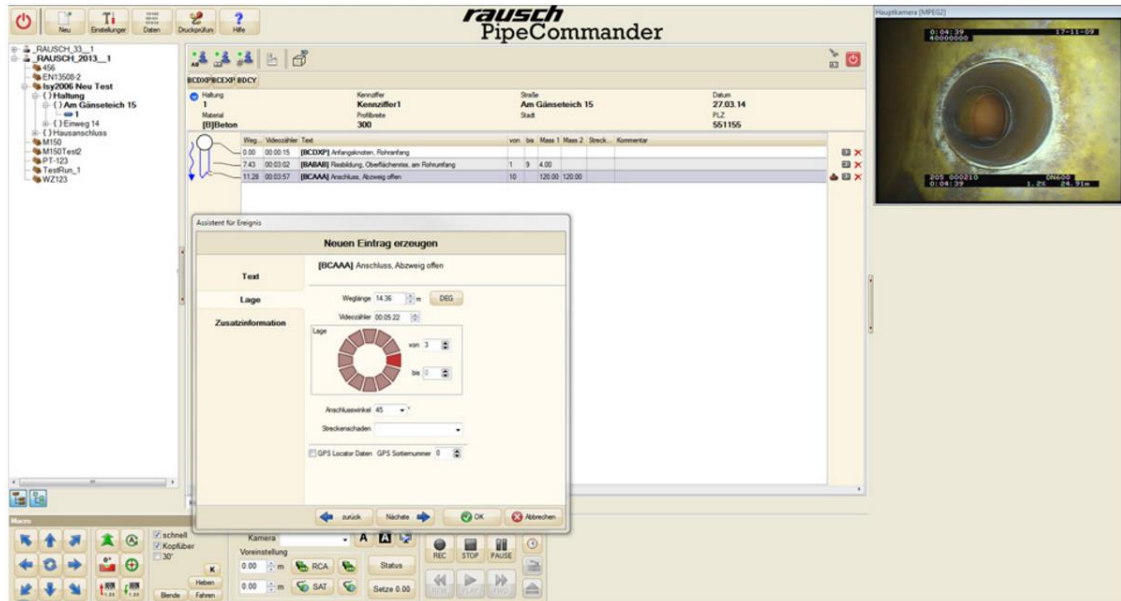
Tabulka 7 Kódy poruch – provoz potrubí

Kódy	Poruchy
BBA	kořeny
BBB	ulpívající látky
BBC	usazeniny
BBE	jiné překážky
BBF	infiltrace



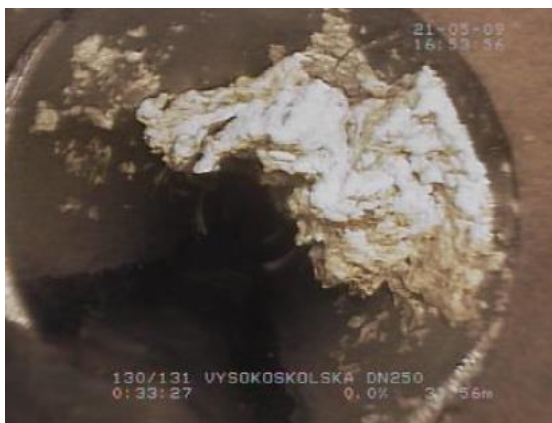
Obrázek 16 Kamera PVK a.s. [16]

Poloha poruchy se určuje podle hodinových ručiček. PVK a.s. používá pro inspekci program PipeCommander, ve kterém se píší protokoly prohlídek.



Obrázek 17 PipeCommander

Tato práce se zabývá lokalitou Praha – Suchdol. PVK a. s. provedla několik kamerových prohlídek, ze kterých byly zjištěny závady a poruchy. Jednalo se především o posunuté trubní spoje (ulice Vysokoškolská), o prorostlý kořenový systém (ulice Vysokoškolská a Sídlíštní), o deformace ve vodorovném a svislém směru (ulice Sídlíštní, Rozvojová), o praskliny v podélném i příčném směru (ulice Ke Kladivům, Vysokoškolská) či ulpívající látky (ulice Vysokoškolská).



Obrázek 18 **BBBB** – poloha 9 – 3, ulpívající částice



Obrázek 19 **BAG** – poloha 9, vyčnívající přípojka

## 6. HYDROINFORMATIKA

Hydroinformatika je technologický obor, který používá nástrojů IT k propojení technických a přírodovědeckých disciplín vodního hospodářství s ostatními oblastmi (ekonomika, právo, apod.). Pracuje mnohem rychleji, přesněji a s časy nesrovnatelně kratšími, než kdy mohl pracovat inženýr.

Základní podmínkou je existence všech informací v digitální formě, tedy jejich vyjádření pomocí konečného množství čísel v definované oblasti. Pro správné fungování je potřeba zaměřená data neustále aktualizovat a obnovovat.

Níže jsou rozepsány některé základní elementy hydroinformatiky, bez kterých by se neobešla. [17]

### 1. CAD (Computer Aided Design)

- užívání výpočetní techniky k vizualizaci 2D a 3D objektů a staveb z různých úhlů pohledu
- provedení různých řezů v jakémkoliv měřítku

### 2. GIS (Geografic Information Systems)

- systémy umožňující sběr dat, jejich uložení a prezentaci
- data založená na geo – kódování (souřadný a výškopisný systém)

### 3. AI (Artificial Inteligence)

- schopnost výpočetní techniky provádět podobná zadání jako lidský mozek (aplikuje proces myšlení a učení se ze zkušeností)
- nahrazuje část úsudku inženýra prostřednictvím prvků umělé inteligence

### 4. Neuronové sítě

- síť propojených buněk, které napodobují činnost buněk mozku
- začíná se objevovat i v systémech vodního hospodářství
- prvky jsou založené na možnosti učení, přijmou novou znalost bez vnějšího zásahu – bez zásahu programátora [17]

Během několika desítek let bylo vytvořeno mnoho programů, které nahrazují ruční výpočty inženýra. Velmi zjednoduší práci a výsledky dosahují větších přesností. V dalších podkapitolách jsou popsány některé programy používané pro návrh a posouzení stokových sítí.

## 6.1 Storm Water Management Model (SWMM)

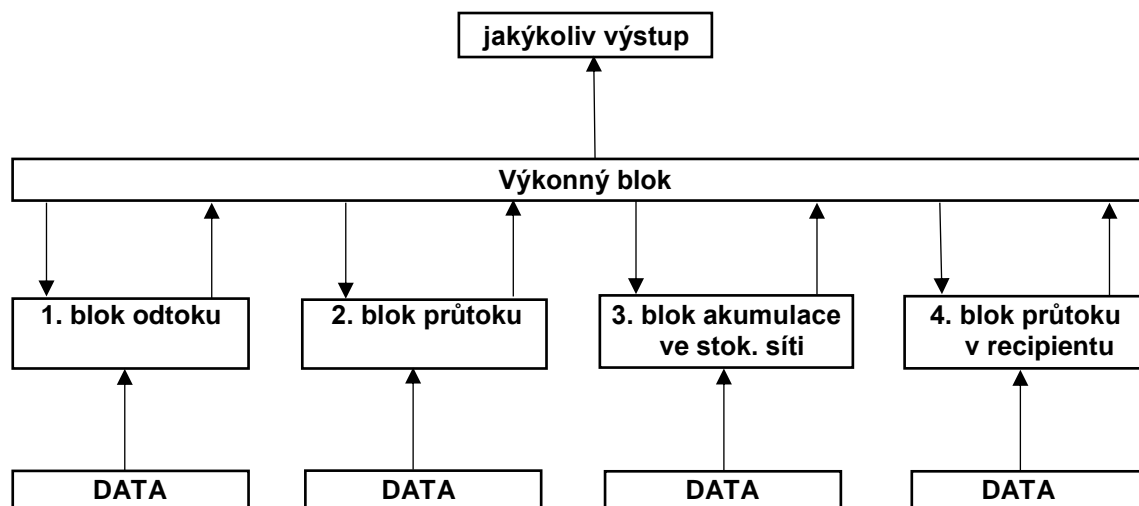
SWMM je nejrozšířenější americký systém pro modelování městského odvodnění rozšířený už od roku 1970. Jedná se o prostředek pro modelování znečištění a řízení odtoku stokovou sítí tak, aby znečištění vnášené do recipientů bylo co nejmenší. [2]

Výsledky těchto metod jsou zpravidla prezentovány jako soubor čísel, případně jako grafy. Pro obyčejného uživatele se nejedná o přílišný komfort užívání, jelikož výstupy dat nemusí být přehledné každému. [5]

Výpočet je organizován po jednotlivých blocích [2]:

- **RUNOFF** (blok povrchového odtoku) – generuje povrchové odtoky a znečišťující látky, které vznikají během dešťových srážek
- **TRANSPORT** (blok průtoku ve stokové sítí) – počítá průtoky a množství znečišťujících látek v kanalizačním systému; základem pro modelování nestacionárního proudění je aproximace kinematickou vlnou (zanedbává vliv zpětného vzduť)
- **EXTRAN** (blok akumulace) – počítá průtoky (nikoliv znečišťující látky) využitím plných Saint - Venantových rovnic (nezanedbává vliv zpětného vzduť)
- **STORAGE/TREATMENT** (blok průtoku v recipientu) – počítá průtoky a znečišťující látky procházející ČOV

Výstupy z předchozího bloku jsou vstupní data do bloku následujícího. Na následujícím obrázku je uvedeno schéma, jak na sebe jednotlivé bloky navazují. Blok 1 nevyžaduje vstup, blok 2 vyžaduje vstupní soubor z bloku 1, blok 3 vstupní soubor z bloku 2 a 3 atd.



Obrázek 20 Výpočtové schéma modelu SWMM [5]

## 6.2 Modelling of Urban Sewers (MOUSE)

MOUSE je hydrodynamický simulační systém pro posouzení stokové sítě (jednotné i oddílné kanalizace), vyvinutý Dánským Hydraulickým Institutem (DHI). Narozdíl od SWMM jsou vstupní i výstupní údaje zpracovány do přehledné grafické formy. V ideálním případě je hydraulický výpočet přesný, podrobný, ale pracný. Doporučuje se používat pro důležité úseky. [17]

Základním prvkem je šachta nebo jiný prvek – uzel, u kterého se zadávají souřadnice x, y, kóta dna a terénu. Úsek je definován umístěním horního a dolního uzlu, tedy horní a dolní šachtou. [17]

Výstupem ze systému MOUSE mohou být hydrogramy povrchového odtoku, histogramy a čáry překročení pro znečištění za odlehčovací komorou, pohyb hladiny v jednotlivých prvcích sítě, aj. [5]

Základní výpočetní moduly:

- **Modul povrchového odtoku** – podrobný i zjednodušený popis odtoku z urbanizovaného povodí; výstupem jsou odtokové hydrogramy jednotlivých povodí (založeno na úplných Saint – Venantových rovnicích)
- **Hydrodynamický modul** – řeší tlakové i netlakové proudění pomocí Saint – Venantových rovnic a objekty na stokové síti; uživatel zatěžuje model zvolenými průtoky a může sledovat kritická místa; výsledkem jsou průtoky, průběhy hladin, rychlosti v šachtách i objektech a v potrubí

- **MikeVIEW** – aplikace umožňující přehledné zobrazení a prezentaci výsledků i formou animací

### 6.3 Mike Urban

Mike Urban je software pro globální analýzu funkce vodovodních a kanalizačních systémů. Při analýze je možné použít výpočetní jádra aplikací MOUSE, EPANET a SWMM. Mike Urban je nástrojem pro výpočet povrchového odtoku, proudění vody, kvality vody a transportu sedimentů ve stokových sítích. Uživateli je umožněn výběr mezi výpočetním modulem MOUSE nebo SWMM 5. Model vytvořený v Mike Urban je jednorozměrný matematický model od společnosti „DHI Water and Environment“, který simuluje neustálé nerovnoměrné proudění ve stokových systémech. [18], [19]

Díky propojení s GIS systémy je možné využívat některých výhod:

- možnost práce se současnými GIS daty, jako jsou např. technické mapy, ortofotomapy, případně propojení s ArcView a MapInfo
- připojení databází, které obsahují informace o správě majetku
- automatická detekce chyb v topologii sítě
- automatický import geometrie a topologie trubní sítě

Vstupní data je možné zpracovávat a prezentovat vypočtené výsledky v uživatelsky pohodlné formě:

- vstupní data se dají jednoduše a intuitivně opravovat
- data jsou zpracována přehledněji, tudíž nedochází k tolika chybám z nepozornosti uživatele
- z dat je možné tvořit animace

Mike Urban obsahuje několik výpočetních modulů:

- **MOUSE RDII** – hydrologický modul, výpočet prováděn ve formě přímého povrchového odtoku, odtoku z kořenové zóny a odtoku podzemní vody
- **MOUSE HD** – hydrodynamický modul, simulace neustálého proudění ve stokové síti, řeší tlakové i netlakové proudění, přechod režimů a místní ztráty na objektech

- **MOUSE TRAP** – modul adekvace a difúze složek znečištění, založen na diferenciálních rovnicích a rovnicích popisujících chemicko – biologické procesy v kanalizační síti, zaměřuje se především na transport sedimentu ve stokové síti a na první oplach

Odtok z povodí je rozdělen na dvě základní složky odtoku – rychlou a pomalou složku. Rychlá složka povrchového odtoku je průběh dešťové události. Pomalá složka povrchového odtoku zahrnuje jevy jako např. tání sněhu, hladinu podzemní vody, pohyb vody v kořenové zóně či průsak balastních vod, tedy jevy zpožděné oproti rychlé složce odtoku. Výsledným odtokem z povodí je součet rychlé a pomalé složky odtoku.



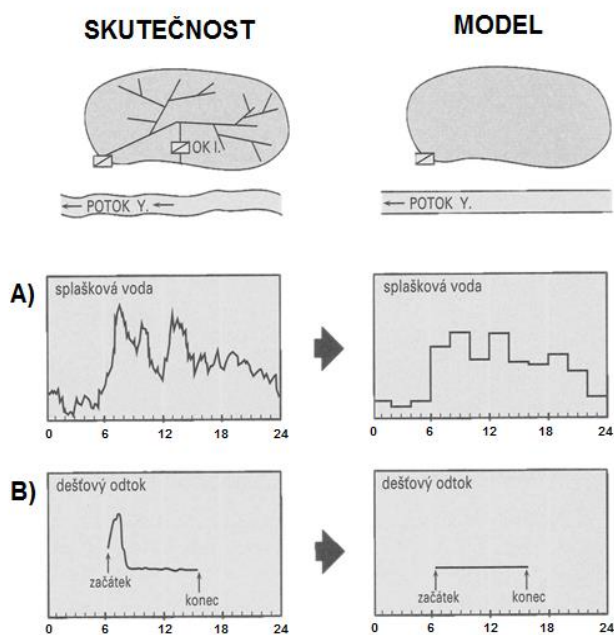
## 7. SIMULAČNÍ MODEL

Zlevnění investičních a provozních nákladů výpočetních systémů a síťového propojení vedlo k simulačním modelům 4. generace – tedy simulačním modelům, jak je známe dnes. Součástí je systémová pomoc uživateli – různá hlášení chyb, tedy velké usnadnění práce a pohodlnost uživatele.

Uživateli je umožněno propojení modelů s geografickými informačními systémy (GIS) a dalšími informačními technologiemi v projekci (CAD, ...)

Pracovní postup při použití simulačních modelů se dá sjednotit do několika bodů, které je dobré dodržovat. [17]

1. **Definice výpočetní úlohy** – identifikace problému, stanovení cílů
2. **Definice studovaného systému** – vytyčení prostoru i času a popis procesů
3. **Tvorba výpočetního modelu** – matematické vyjádření definovaného systému a procesů; shcematizace odvodňovacího systému a zjednodušení procesů



Obrázek 21 Zjednodušení skutečnost x model [17]

4. **Volba simulačního programu** – výběr z komerčních programů, možná také tvorba vlastního výpočetního programu
5. **Příprava dat** – data vstupní (data o množství a složení vody), systémová data (popis povodí a systému), data pro kalibraci a verifikaci (data měřená a hodnoty modelových konstant a parametrů)
6. **Kalibrace a verifikace simulačního modelu** – kalibrace = správné přizpůsobení vybraných parametrů, které se přizpůsobují tak dlouho, dokud rozdíly mezi naměřenými hodnotami (které nebyly použity pro kalibraci) a výsledky z modelu lze akceptovat; verifikace = porovnání naměřených hodnoty a výsledků z kalibrovaného modelu, při tomto porovnání se posuzuje přesnost simulačního modelu; je nutno stanovit přesnost modelu a jaká data budou použita pro kalibraci a verifikaci
7. **Vlastní výpočet** – provádí program
8. **Posouzení a interpretace výsledků** – jak přesné výsledky jsou, jaký je jejich význam, zda byl správně proveden postup simulace, či zda náklady odpovídají významu úlohy a přesnosti výsledků

### 7.1.1 Topologie sítě

Síť je generována automaticky ze vstupních dat o stokové síti. Při tvorbě 1D modelu se topologie stokové sítě schematizuje. Základní dělení určují šachty a objekty. U těchto výpočetních úseků je jasně definován materiál, drsnost, příčný profil, sklon, ...

### 7.1.2 Kalibrace a verifikace

Před použitím modelu je nutno provést sérii kalibračních výpočtů. Během kalibrace se snažíme přiblížit s výsledky matematického modelu reálným naměřeným hodnotám. Při velkých odlišnostech se upravují některé parametry jako např. velikosti nepropustných ploch, počáteční ztráty, doby koncentrace, tvary povodí a případně drsnosti úseků aj. [17]

Po kalibraci se model ověřuje verifikačním výpočtem, kdy se opět porovnávají výsledky z matematického modelu s naměřenými skutečnými hodnotami. Pro správné fungování modelu jsou tedy důležitá přesná měření

v zájmovém území např. se osazují minimálně 3 srážkoměry v povodí kvůli zachycení plošného rozdělení sítě. [7]

Kalibrací a verifikací není možné prokázat, že je model správný. Zvyšuje se pouze důvěryhodnost modelu. Pomocí statistických výpočtů (systematická odchylka, průměrná odchylka, kvadratická odchylka) je možné posoudit simulační model. Nelze přesně říci, jakých hodnot odchylek by měl model dosahovat, ale za uspokojivé lze považovat následující: [17]

- Systematická odchylka, kalibrace < 5%, verifikace < 20 %

$$\frac{\sum r_i}{n}$$

- Průměrná odchylka, kalibrace < 10%, verifikace < 30 %

$$\frac{\sum |r_i|}{n}$$

- Kvadratická odchylka, kalibrace < 20%, verifikace < 30%

$$\sqrt{\frac{\sum r_i^2}{n}}$$

kde  $r$  je rozdíl mezi vypočtenou a referenční hodnotou v procentech a  $n$  je počet posuzovaných událostí.

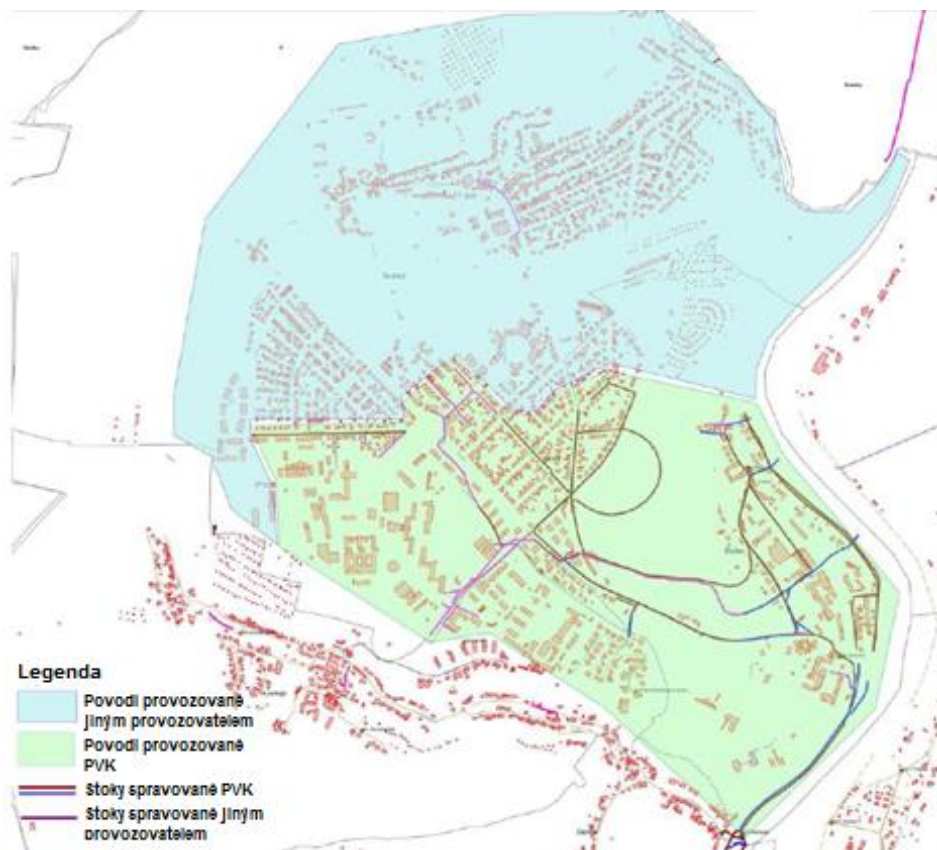
## 8. METODIKA TVORBY MODELU

### 8.1 Příprava

Před samotnou tvorbou simulačního modelu v programu Mike Urban bylo potřeba hned několik věcí. Pro program Mike Urban byla DHI uvolněna studentská licence, stejně jako pro program ArcGIS. Pro získání všech důležitých dat byly nutné souhlasy PVS a ČZU. PVS byla oficiální formou požádána o poskytnutí dat potřebných pro tuto práci. Soubor **GIS\_Topologie.mdb** poskytla paní Fišáková (za PVS) v březnu 2017, aktualizaci dat a informace o objektech v květnu 2017.

### 8.2 Řešená lokalita

Zájmovou lokalitou je městská část Prahy 6 - Suchdol, konkrétněji ta část Suchdola, která je v povodí ÚČOV Praha (ČZU, jižní část MČ Suchdol, povodí MČ Prahy 6 – Sedlec, zástavba jihovýchodně od ulice Sídlištní náležící k MČ Praha – Lysolaje).



Obrázek 22 Rozdělení MČ Suchdol na povodí ČOV Rostoky a ÚČOV Praha

Splaškovou kanalizaci, která je na Suchdole vybudována, nepoužívá zhruba 500 rodinných domů. Tyto domy tvoří 25 % ze všech domácností používající kanalizaci. Dešťová kanalizace odvodňuje 60 % ploch v katastru MČ Suchdol. Největší množství odvodňovaných ploch však zaujímá areál ČZU.

### **Povodí MČ Suchdol a MČ Lysolaje**

Splaškové vody jsou odváděny jednotnou kanalizací na odlehčovací komoru OK 2–4 Kamýcká, která se nachází u areálu firmy KAMA spol. s r. o.. V odlehčovací komoře dochází k odlehčení dešťových vod. Dešťové vody pak tečou do spojné komory (MUID komory v modelu 501672), ve které se připojují svedené dešťové vody z areálu ČZU. Společně jsou tyto vody zaústěny do otevřeného koryta, Sedlecké svodnice, které přechází v zatrubněný profil a ústí do Vltavy.

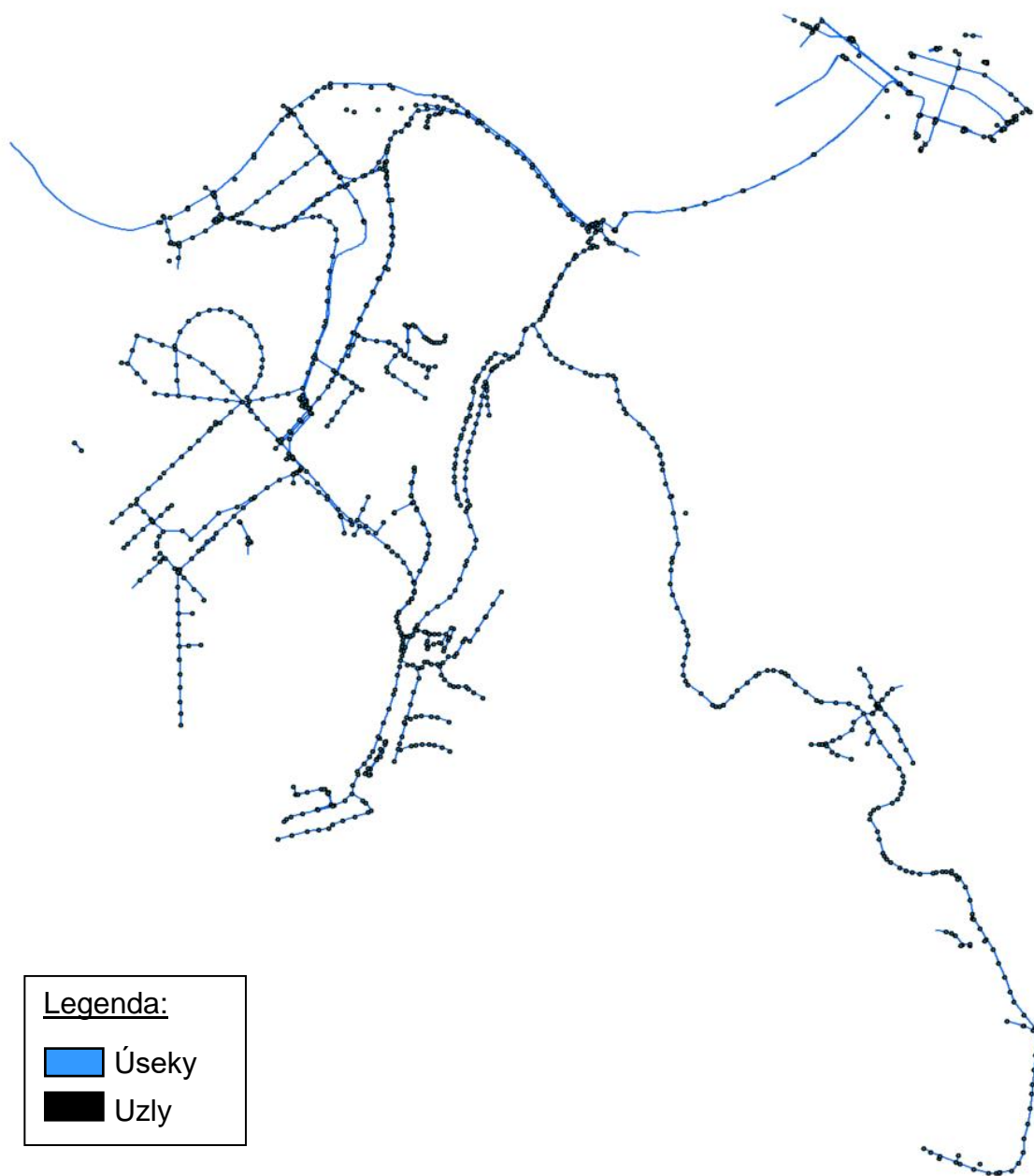
### **Povodí MČ Sedlec**

V tomto povodí je kombinován jednotný systém a tlaková kanalizace (ulice Roztocká). Jednotná kanalizace vede do odlehčovací komory OK 1–4 V Sedlci a spolu s OV z tlakové kanalizace jsou vody čerpány do ČS 194 V Sedlci. Následně jsou OV znovu přečerpány do ČS 084 Kamýcká.

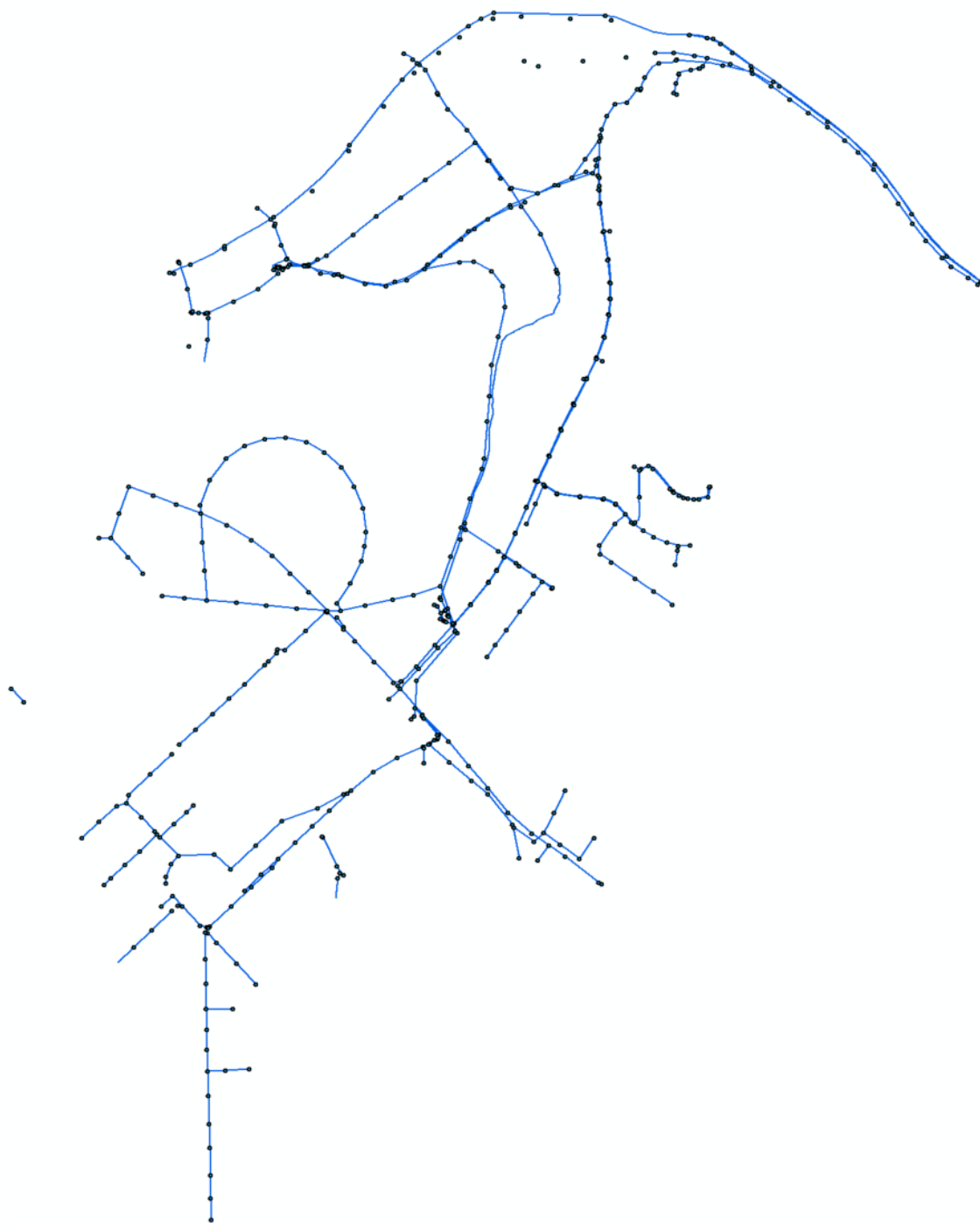
## **8.3 Topologie**

Lokalizaci šachet a jejich propojení (topologie) dala k dispozici PVS v souboru **GIS\_topologie.mdb**. Na obrázku 23 je znázorněna schematizace stokové sítě Praha - Suchdol. Jedná se však o územívětší než je zájmové povodí ÚČOV, které je řešeno v této práci. Bylo zapotřebí území filtrovat a ponechat pouze uzly a úseky, které budou v práci řešené. Zmenšení oblasti je znázorněno na obrázku 24.

V textu jsou pro přehlednost používány grafické části přímo ze softwaru MU. Použitá verze programu byla v rámci distribuce pro český trh částečně přeložena do českého jazyka, některé části jsou ovšem zachovány v originálním anglickém jazyce.



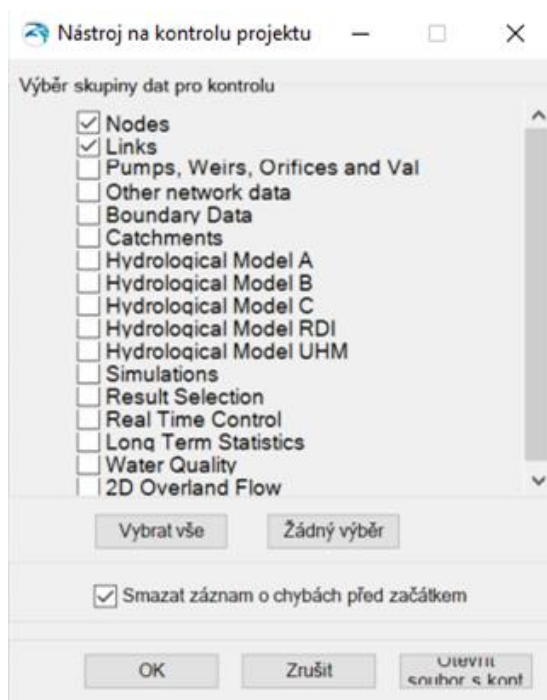
Obrázek 23 Topologie v programu Mike Urban – původní soubor od PVS



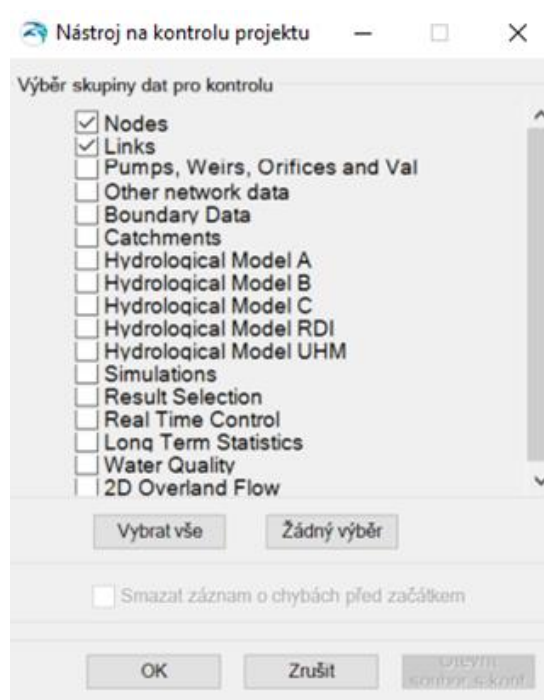
Obrázek 24 Topologie v programu Mike Urban - po úpravě lokality

## 8.4 Uzly a úseky (nodes and links)

Po načtení souboru **GIS\_topologie.mdb** v programu Mike Urban a po odfiltrování úseků mimo zájmové povodí bylo nutné zjistit, zda jsou všechny uzly a úseky (šachty a potrubí) zadány správně. Jedním z nástrojů je kontrola dat projektu – chybová hlášení, která program sám vyhodnotí. Tabulka „Chybová hlášení“ lze zobrazit po kliknutí na záložku „Nástroje“ a „Kontrola dat projektu“. Zobrazí se tabulka (viz obrázek 25), ve které se zaškrtnou, co chce uživatel zkontrolovat. Je možné zkontrolovat vše najednou. Při každém dalším spuštění je důležité zaškrtnout políčko „Smazat záznam o chybách před začátkem“. Pokud se pole nezaškrtnou, budou se stále zobrazovat chyby, které již byly odstraněny (viz obrázek 26).



Obrázek 25 Kontrola dat – první spuštění



Obrázek 26 Kontrola dat – další spuštění

Před začátkem úprav je vždy nutné kliknout myší na „Edituj“. Pokud tak uživatel neudělá, neprovedou se žádné úpravy. Po dokončení všech úprav je potřeba úpravu ukončit kliknutím na „Konec editace“ (obrázek 27).





Obrázek 27 Začátek a konec editace

### 8.4.1 Nodes – errors and warnings

Při zaškrtnutí políčka „Nodes“ (šachty) v tabulce „Kontrola dat projektu“ se zobrazí tabulka s chybovým hlášením pouze u šachet.

V souboru GIS\_topologie.mdb jsou tyto chyby a upozornění:

- Invert level not specified
- Critical level is smaller or equal to invert level
- Manhole diameter not specified

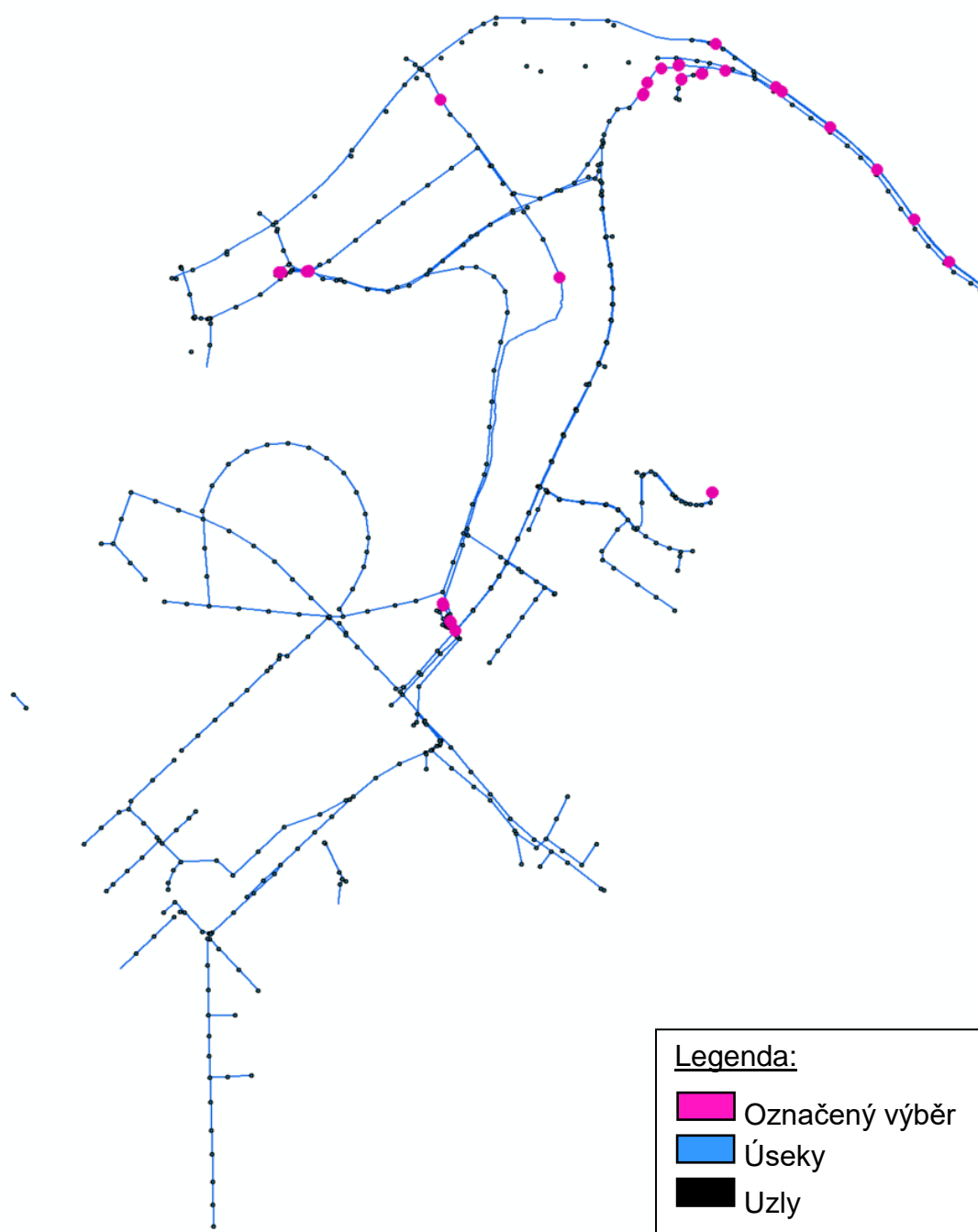
Pro zobrazení informací o jednotlivých šachtách je třeba otevřít záložku „MOUSE“ a „Nodes and Structures“ (uzly a objekty).

#### **Error - „Invert level not specified“**

Po zobrazení tabulky (obrázek 28) se dvojklikem na „Kóta dna potrubí“ data seřadí tak, že budou nabývat od nejmenších hodnot po největší.

V této práci byla použita pro chybějící data lineární interpolace dat a ve zbývajících případech, kdy se lineární interpolaci nedalo použít, byla data převzata z modelu prováděného společností SWECO Hydroprojekt a. s. v roce 2016.



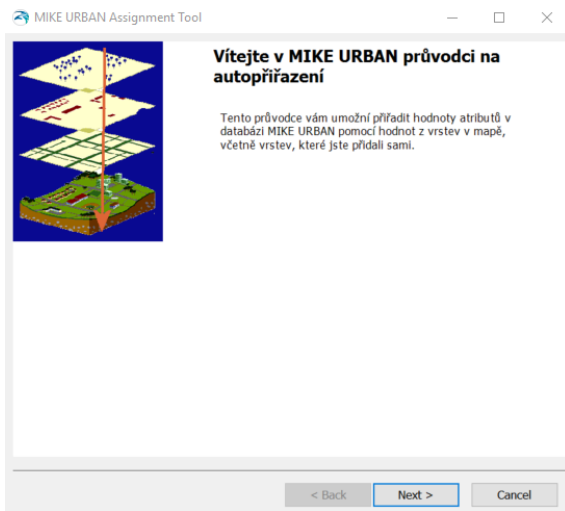


Obrázek 29 Nodes - Invert level not specified

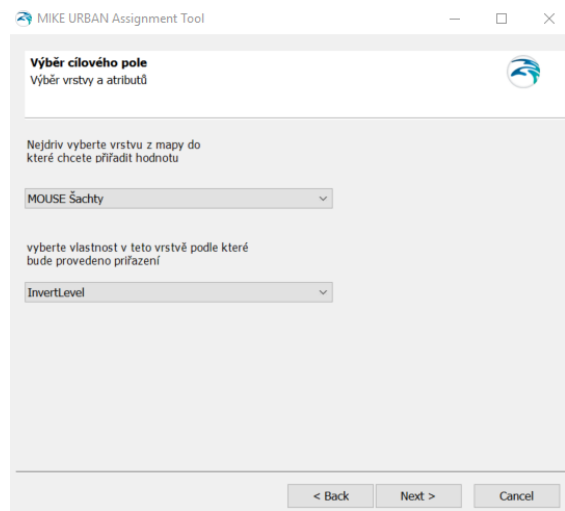


### **Lineární interpolace dat**

Pro provedení funkce „Lineární interpolace dat“ musí uživatel otevřít záložku „Nástroje“ a v ní „Interpolace a přiřazení“. Zobrazí se průvodce na autopřiřazení (viz obr. 30). Ještě před samotnou interpolací je potřeba vybrat data, která mají být interpolována (šachty, u kterých chybí kóta dna).

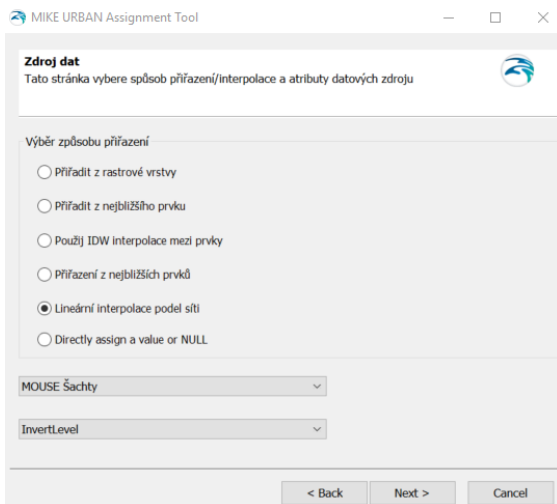


Obrázek 30 Průvodce na autopřiřazení

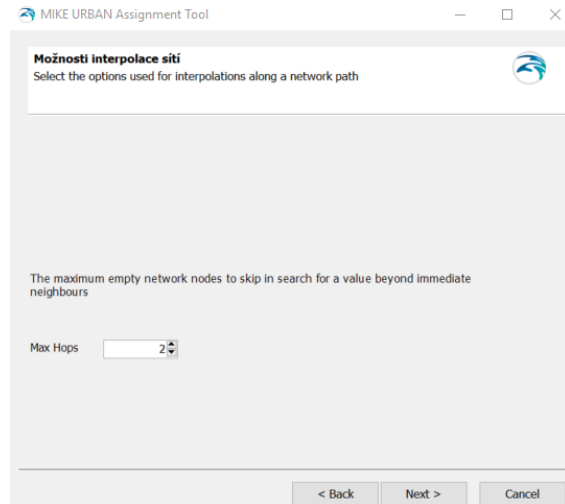


Obrázek 31 Výběr cílového pole

Kliknutím na políčko „Next“ (další) se zobrazí tabulka „Výběr cílového pole“ (obrázek 31). Pro interpolaci dna šachet se vybere vrstva mapy „MOUSE Šachty“ a vlastnost „InvertLevel“ a poté se klikne na „Next“.



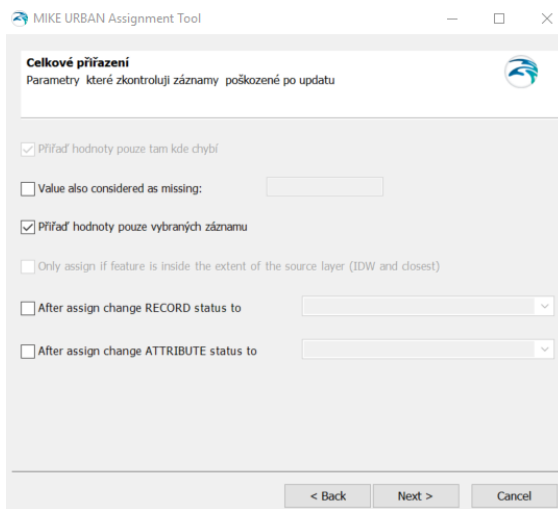
Obrázek 32 Zdroj dat



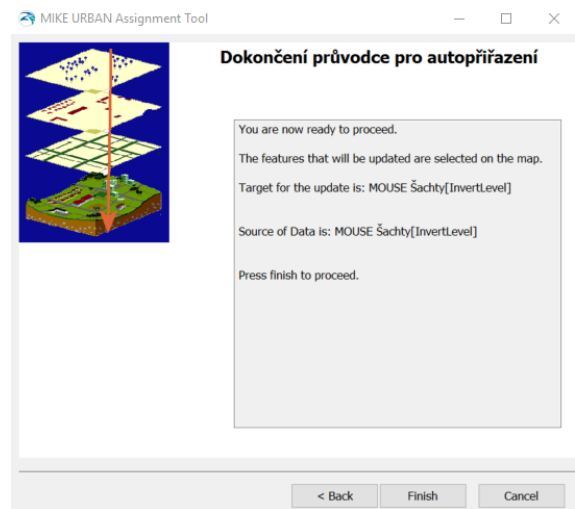
Obrázek 33 Možnosti interpolace sítě

Opět se vybere vsrtva mapy „MOUSE Šachty“ a vlastnost „InvertLevel“  
Dále je nutné zaškrtnout způsob přiřazení dat „Lineární interpolace podél sítí“  
a výběr se potvrdí klikem na „Next“ (obrázek 32).

Dalším krokem vybíráme, kolik chybějících prvků program přeskočí  
při hledání řešení. Čím více prvků se přeskočí, tím nepřesnější výpočet bude.  
Kvůli co největší přesnosti je voleno „Max hops 2“ (obrázek 33). Výběr se  
potvrdí kliknutím na „Next“.

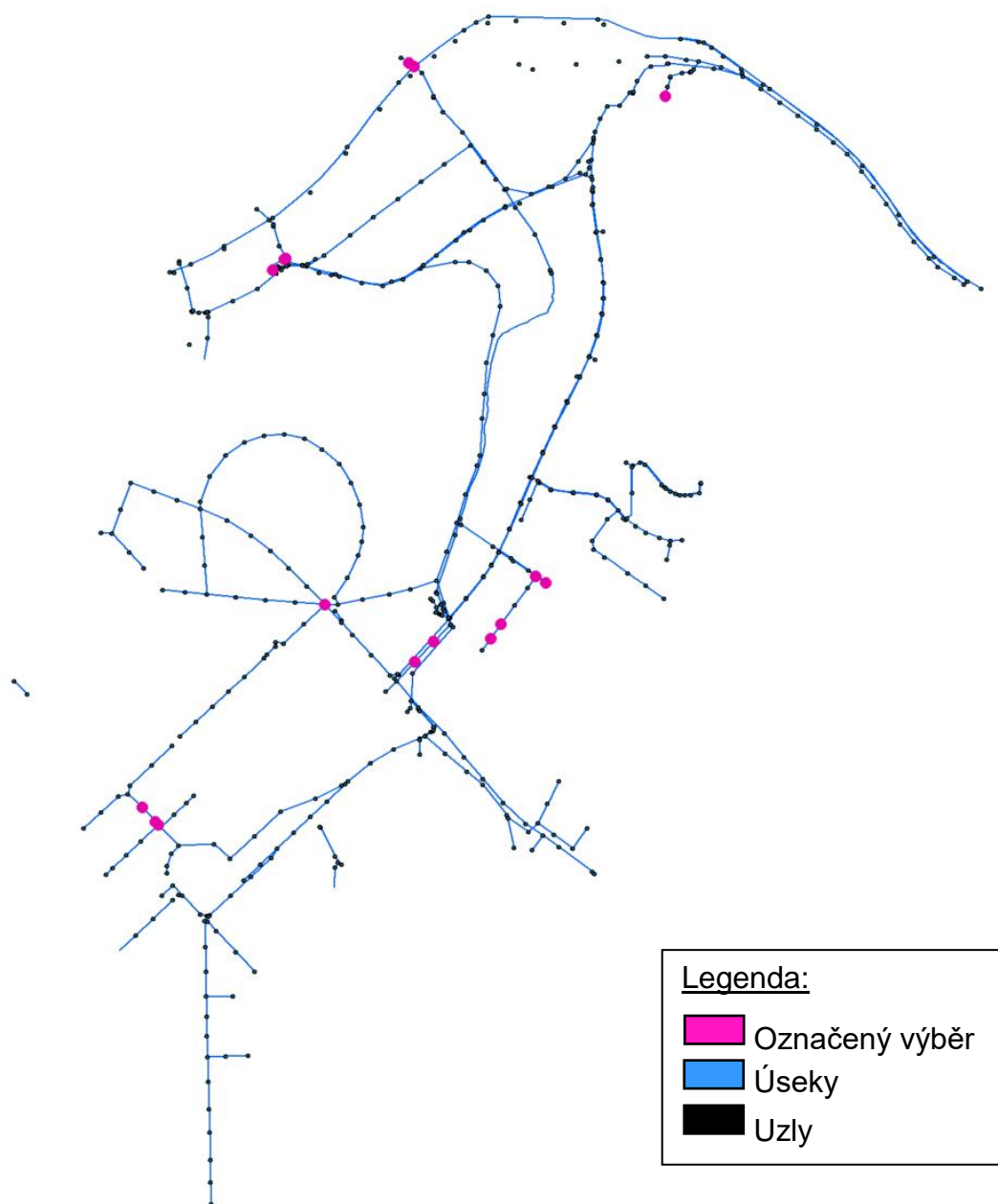


Obrázek 34 Celkové přiřazení



Obrázek 35 Dokončení průvodce -  
autopřiřazení

V průvodci se u „Celkové přiřazení“ vybere „Přiřaď hodnoty pouze  
vybraných záznamů“ a potvrdí se „Next“ (obrázek 34). Průvodce  
pro autopřiřazení je u konce (obrázek 35). Kóty dna šachet byly přiřazeny.



Obrázek 36 Lineární interpolace - přiřazená data k šachtám

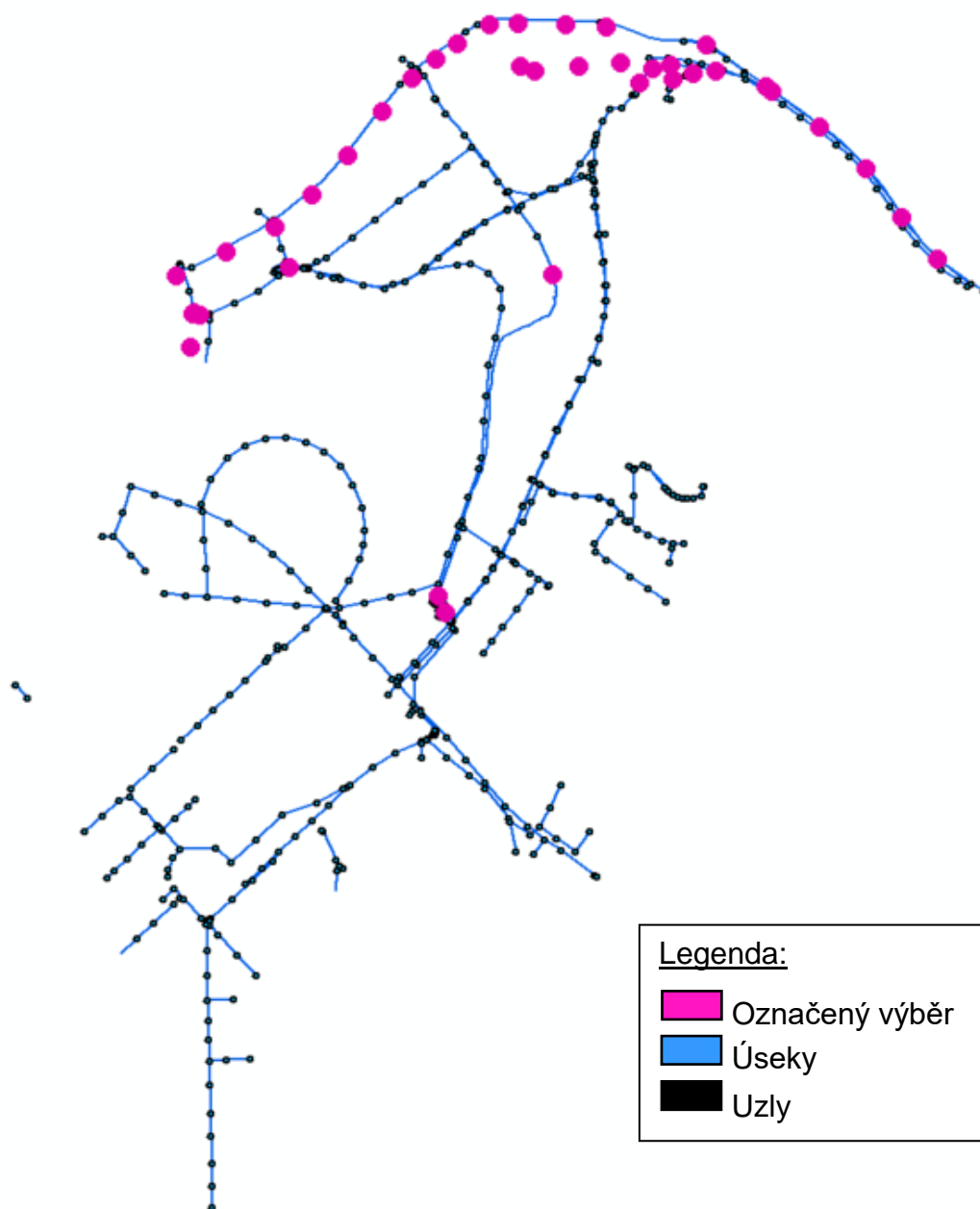
**Error - „Manhole diameter not specified“**

Toto hlášení oznamuje, že u některých šachet nebyl specifikován průměr šachty (obrázek 37). V tabulce „Uzly a objekty“ se opět dvojklikem klikne na „Průměr“ a průměry šachet se zobrazí od nejmenší po největší.

Pro lokalitu Praha – Suchdol je možné uvažovat průměry šachet 1 m. Všechny chybějící průměry šachet tedy nahradíme hodnotou 1 (zadáno v metrech)

Císlo uzl	Typ uzl	Kóta dna	Kóta ter	Průměr	Identifik	Kritická	Identifik	Použij I	Koeficie	Koeficie	Efekt_pr	Koncov	Typ	Hranice	Koef. o	Kontrol	QH I
552218	Šachta	<Null>	195,13	<Null>	<Null>	<Null>	No Cros	Nepravd	Km	<Null>	Celková	<Null>	Normáln	0,00	1,00	Nepravd	<Null>
195243	Šachta	<Null>	185,86	<Null>	<Null>	<Null>	No Cros	Nepravd	Km	<Null>	Celková	<Null>	Normáln	0,00	1,00	Nepravd	<Null>
195242	Šachta	<Null>	184,78	<Null>	<Null>	<Null>	No Cros	Nepravd	Km	<Null>	Celková	<Null>	Normáln	0,00	1,00	Nepravd	<Null>
398182	Šachta	178,85	180,98	<Null>	<Null>	<Null>	No Cros	Nepravd	Km	<Null>	Celková	<Null>	Tlakový	0,00	1,00	Nepravd	<Null>
390818	Šachta	183,99	187,75	<Null>	<Null>	<Null>	No Cros	Nepravd	Km	<Null>	Celková	<Null>	Normáln	0,00	1,00	Nepravd	<Null>
398822	Šachta	184,74	187,44	<Null>	<Null>	<Null>	No Cros	Nepravd	Km	<Null>	Celková	<Null>	Normáln	0,00	1,00	Nepravd	<Null>
548096	Šachta	<Null>	182,50	<Null>	<Null>	<Null>	No Cros	Nepravd	Km	<Null>	Celková	<Null>	Normáln	0,00	1,00	Nepravd	<Null>
639266	Šachta	<Null>	206,06	<Null>	<Null>	<Null>	No Cros	Nepravd	Km	<Null>	Celková	<Null>	Normáln	0,00	1,00	Nepravd	<Null>
551910	Šachta	<Null>	182,91	<Null>	<Null>	<Null>	No Cros	Nepravd	Km	<Null>	Celková	<Null>	Normáln	0,00	1,00	Nepravd	<Null>
389120	Šachta	181,95	184,49	<Null>	<Null>	<Null>	No Cros	Nepravd	Km	<Null>	Celková	<Null>	Tlakový	0,00	1,00	Nepravd	<Null>
552219	Šachta	<Null>	183,64	<Null>	<Null>	<Null>	No Cros	Nepravd	Km	<Null>	Celková	<Null>	Normáln	0,00	1,00	Nepravd	<Null>
552224	Šachta	<Null>	181,65	<Null>	<Null>	<Null>	No Cros	Nepravd	Km	<Null>	Celková	<Null>	Normáln	0,00	1,00	Nepravd	<Null>
552230	Šachta	<Null>	194,59	<Null>	<Null>	<Null>	No Cros	Nepravd	Km	<Null>	Celková	<Null>	Normáln	0,00	1,00	Nepravd	<Null>
552237	Šachta	<Null>	181,60	<Null>	<Null>	<Null>	No Cros	Nepravd	Km	<Null>	Celková	<Null>	Normáln	0,00	1,00	Nepravd	<Null>
552247	Šachta	<Null>	187,39	<Null>	<Null>	<Null>	No Cros	Nepravd	Km	<Null>	Celková	<Null>	Normáln	0,00	1,00	Nepravd	<Null>
552250	Šachta	<Null>	192,73	<Null>	<Null>	<Null>	No Cros	Nepravd	Km	<Null>	Celková	<Null>	Normáln	0,00	1,00	Nepravd	<Null>
561524	Šachta	<Null>	188,54	<Null>	<Null>	<Null>	No Cros	Nepravd	Km	<Null>	Celková	<Null>	Normáln	0,00	1,00	Nepravd	<Null>
548097	Šachta	<Null>	183,43	<Null>	<Null>	<Null>	No Cros	Nepravd	Km	<Null>	Celková	<Null>	Normáln	0,00	1,00	Nepravd	<Null>
389112	Šachta	176,63	178,81	<Null>	<Null>	<Null>	No Cros	Nepravd	Km	<Null>	Celková	<Null>	Tlakový	0,00	1,00	Nepravd	<Null>
501672	Šachta	<Null>	263,06	<Null>	<Null>	<Null>	No Cros	Nepravd	Km	<Null>	Celková	<Null>	Normáln	0,00	1,00	Nepravd	<Null>
469750	Šachta	255,81	260,16	<Null>	<Null>	<Null>	No Cros	Nepravd	Km	<Null>	Celková	<Null>	Normáln	0,00	1,00	Nepravd	<Null>
387102	Šachta	176,07	178,23	<Null>	<Null>	<Null>	No Cros	Nepravd	Km	<Null>	Celková	<Null>	Tlakový	0,00	1,00	Nepravd	<Null>
387104	Šachta	176,38	178,46	<Null>	<Null>	<Null>	No Cros	Nepravd	Km	<Null>	Celková	<Null>	Tlakový	0,00	1,00	Nepravd	<Null>
387106	Šachta	176,13	178,42	<Null>	<Null>	<Null>	No Cros	Nepravd	Km	<Null>	Celková	<Null>	Tlakový	0,00	1,00	Nepravd	<Null>
387632	Šachta	181,81	184,04	<Null>	<Null>	<Null>	No Cros	Nepravd	Km	<Null>	Celková	<Null>	Tlakový	0,00	1,00	Nepravd	<Null>
387827	Šachta	192,74	195,30	<Null>	<Null>	<Null>	No Cros	Nepravd	Km	<Null>	Celková	<Null>	Tlakový	0,00	1,00	Nepravd	<Null>
389181	Šachta	178,46	180,91	<Null>	<Null>	<Null>	No Cros	Nepravd	Km	<Null>	Celková	<Null>	Tlakový	0,00	1,00	Nepravd	<Null>
389111	Šachta	177,26	179,56	<Null>	<Null>	<Null>	No Cros	Nepravd	Km	<Null>	Celková	<Null>	Tlakový	0,00	1,00	Nepravd	<Null>
389121	Šachta	178,22	180,48	<Null>	<Null>	<Null>	No Cros	Nepravd	Km	<Null>	Celková	<Null>	Tlakový	0,00	1,00	Nepravd	<Null>
389113	Šachta	178,28	180,63	<Null>	<Null>	<Null>	No Cros	Nepravd	Km	<Null>	Celková	<Null>	Tlakový	0,00	1,00	Nepravd	<Null>
389114	Šachta	178,36	180,76	<Null>	<Null>	<Null>	No Cros	Nepravd	Km	<Null>	Celková	<Null>	Tlakový	0,00	1,00	Nepravd	<Null>
389115	Šachta	178,27	180,40	<Null>	<Null>	<Null>	No Cros	Nepravd	Km	<Null>	Celková	<Null>	Tlakový	0,00	1,00	Nepravd	<Null>
389116	Šachta	184,31	186,42	<Null>	<Null>	<Null>	No Cros	Nepravd	Km	<Null>	Celková	<Null>	Tlakový	0,00	1,00	Nepravd	<Null>
389118	Šachta	185,71	187,48	<Null>	<Null>	<Null>	No Cros	Nepravd	Km	<Null>	Celková	<Null>	Tlakový	0,00	1,00	Nepravd	<Null>
389119	Šachta	183,57	185,75	<Null>	<Null>	<Null>	No Cros	Nepravd	Km	<Null>	Celková	<Null>	Tlakový	0,00	1,00	Nepravd	<Null>
387105	Šachta	<Null>	178,00	<Null>	<Null>	<Null>	No Cros	Nepravd	Km	<Null>	Celková	<Null>	Tlakový	0,00	1,00	Nepravd	<Null>
387888	Šachta	182,96	184,88	<Null>	<Null>	<Null>	No Cros	Nepravd	Km	<Null>	Celková	<Null>	Tlakový	0,00	1,00	Nepravd	<Null>
387103	Šachta	176,20	177,97	<Null>	<Null>	<Null>	No Cros	Nepravd	Km	<Null>	Celková	<Null>	Tlakový	0,00	1,00	Nepravd	<Null>

Obrázek 37 Nodes - Manhole diameter not specified



Obrázek 38 Nodes - Manhole diameter not specified

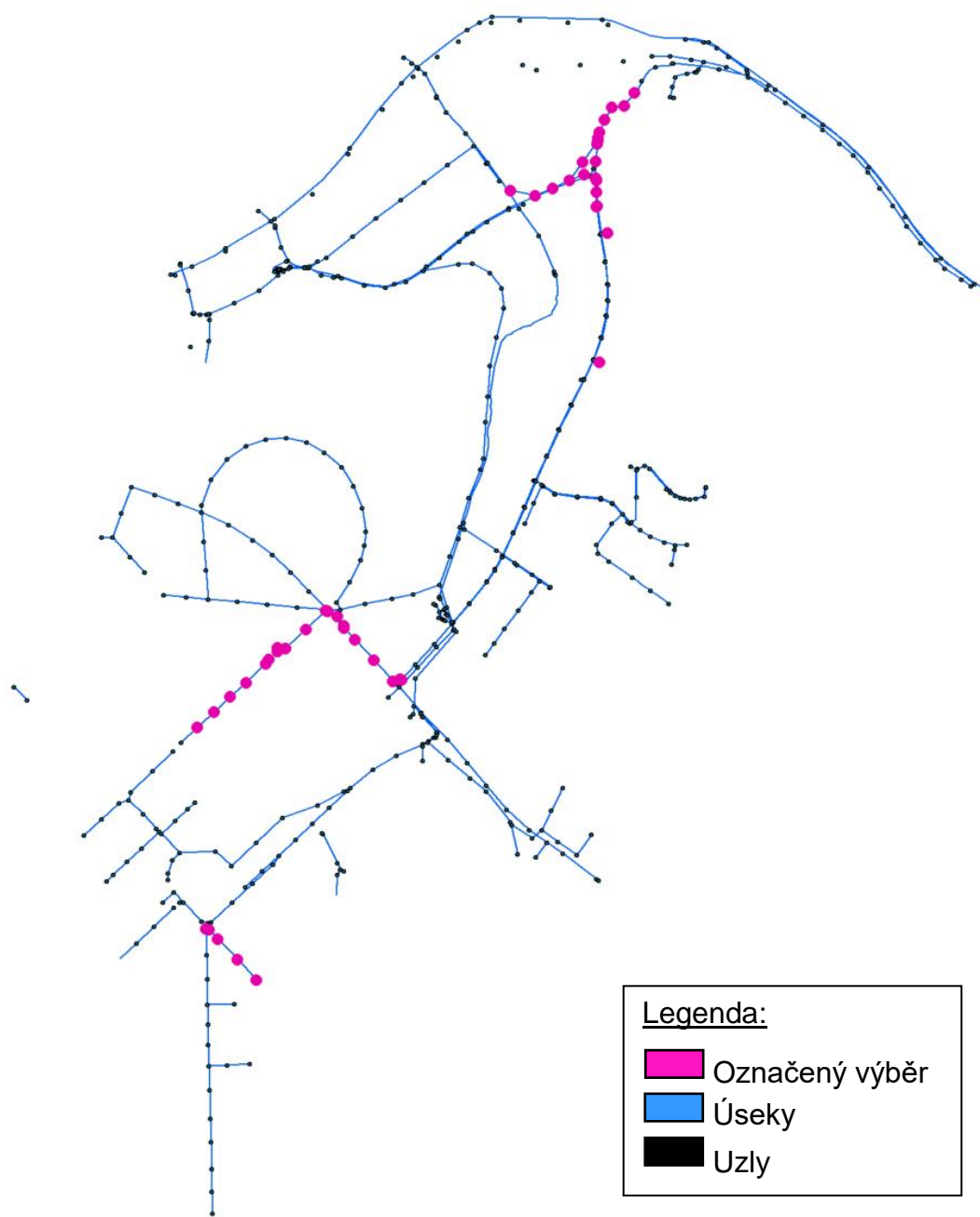


**Warning - „Critical level is smaller or equal to invert level“**

Kritická hloubka je maximální hloubka vody v šachtě, do které může voda ze stokové sítě vystoupit. Jedná se o podmínku, kterou je možno specifikovat v odůvodněných případech (např. zatápění přípojek). Pro účely tohoto simulačního modelu byla kritická hloubka nahrazena hodnotou „<null>“, jelikož není pro výpočet důležitá. Na obrázku 39 jsou vypsány šachty, u kterých bylo upozornění hlášeno a na obrázku 40 je jejich označení ve schematizaci povodí.

Císlo uzl	Typ uzl	Kóta dna	Kóta ter	Průměr	Identifk	Kritická	Identifk	Použití	Koeficie	Koeficie	Efekt_pr	Koncov	Typ	Hranice	Koef o	Kontrol	QH kviv	Použití	Max nat
393885	Šachta	268,43	273,66	1,0000	<Null>	5,23	No Cros	Nepravd	Km	<Null>	Celková	<Null>	Normáln	0,00	1,00	Nepravd	<Null>	Nepravd	<Null>
390110	Šachta	205,11	212,01	1,0000	<Null>	6,90	No Cros	Nepravd	Km	<Null>	Celková	<Null>	Normáln	0,00	1,00	Nepravd	<Null>	Nepravd	<Null>
295933	Šachta	266,20	271,55	1,0000	<Null>	5,35	No Cros	Nepravd	Km	<Null>	Celková	<Null>	Normáln	0,00	1,00	Nepravd	<Null>	Nepravd	<Null>
295932	Šachta	266,00	271,08	1,0000	<Null>	5,08	No Cros	Nepravd	Km	<Null>	Celková	<Null>	Normáln	0,00	1,00	Nepravd	<Null>	Nepravd	<Null>
295752	Šachta	263,93	268,05	1,0000	<Null>	4,12	No Cros	Nepravd	Km	<Null>	Celková	<Null>	Normáln	0,00	1,00	Nepravd	<Null>	Nepravd	<Null>
295668	Šachta	270,05	273,91	1,0000	<Null>	3,86	No Cros	Nepravd	Km	<Null>	Celková	<Null>	Normáln	0,00	1,00	Nepravd	<Null>	Nepravd	<Null>
295658	Šachta	268,98	273,72	1,0000	<Null>	4,74	No Cros	Nepravd	Km	<Null>	Celková	<Null>	Normáln	0,00	1,00	Nepravd	<Null>	Nepravd	<Null>
295657	Šachta	268,62	273,77	1,0000	<Null>	5,15	No Cros	Nepravd	Km	<Null>	Celková	<Null>	Normáln	0,00	1,00	Nepravd	<Null>	Nepravd	<Null>
295656	Šachta	267,75	272,90	1,0000	<Null>	5,15	No Cros	Nepravd	Km	<Null>	Celková	<Null>	Normáln	0,00	1,00	Nepravd	<Null>	Nepravd	<Null>
295655	Šachta	267,06	272,29	1,0000	<Null>	5,23	No Cros	Nepravd	Km	<Null>	Celková	<Null>	Normáln	0,00	1,00	Nepravd	<Null>	Nepravd	<Null>
295654	Šachta	266,99	272,18	1,0000	<Null>	5,19	No Cros	Nepravd	Km	<Null>	Celková	<Null>	Normáln	0,00	1,00	Nepravd	<Null>	Nepravd	<Null>
295653	Šachta	265,92	270,99	1,0000	<Null>	5,07	No Cros	Nepravd	Km	<Null>	Celková	<Null>	Normáln	0,00	1,00	Nepravd	<Null>	Nepravd	<Null>
295597	Šachta	265,51	270,49	1,0000	<Null>	4,98	No Cros	Nepravd	Km	<Null>	Celková	<Null>	Normáln	0,00	1,00	Nepravd	<Null>	Nepravd	<Null>
295596	Šachta	264,84	269,62	1,0000	<Null>	4,78	No Cros	Nepravd	Km	<Null>	Celková	<Null>	Normáln	0,00	1,00	Nepravd	<Null>	Nepravd	<Null>
295595	Šachta	264,10	268,57	1,0000	<Null>	4,47	No Cros	Nepravd	Km	<Null>	Celková	<Null>	Normáln	0,00	1,00	Nepravd	<Null>	Nepravd	<Null>
295594	Šachta	263,98	268,07	1,0000	<Null>	4,49	No Cros	Nepravd	Km	<Null>	Celková	<Null>	Normáln	0,00	1,00	Nepravd	<Null>	Nepravd	<Null>
295362	Šachta	276,63	278,84	1,0000	<Null>	2,21	No Cros	Nepravd	Km	<Null>	Celková	<Null>	Normáln	0,00	1,00	Nepravd	<Null>	Nepravd	<Null>
295361	Šachta	275,91	278,27	1,0000	<Null>	2,36	No Cros	Nepravd	Km	<Null>	Celková	<Null>	Normáln	0,00	1,00	Nepravd	<Null>	Nepravd	<Null>
295360	Šachta	275,03	277,84	1,0000	<Null>	2,81	No Cros	Nepravd	Km	<Null>	Celková	<Null>	Normáln	0,00	1,00	Nepravd	<Null>	Nepravd	<Null>
295359	Šachta	274,29	277,64	1,0000	<Null>	3,35	No Cros	Nepravd	Km	<Null>	Celková	<Null>	Normáln	0,00	1,00	Nepravd	<Null>	Nepravd	<Null>
295488	Šachta	195,50	198,31	1,0000	<Null>	2,81	No Cros	Nepravd	Km	<Null>	Celková	<Null>	Normáln	0,00	1,00	Nepravd	<Null>	Nepravd	<Null>
295487	Šachta	194,39	197,27	1,0000	<Null>	2,88	No Cros	Nepravd	Km	<Null>	Celková	<Null>	Normáln	0,00	1,00	Nepravd	<Null>	Nepravd	<Null>
295486	Šachta	192,46	195,58	1,0000	<Null>	3,12	No Cros	Nepravd	Km	<Null>	Celková	<Null>	Normáln	0,00	1,00	Nepravd	<Null>	Nepravd	<Null>
294385	Šachta	231,96	234,73	1,0000	<Null>	2,77	No Cros	Nepravd	Km	<Null>	Celková	<Null>	Normáln	0,00	1,00	Nepravd	<Null>	Nepravd	<Null>
295358	Šachta	274,09	277,85	1,0000	<Null>	3,76	No Cros	Nepravd	Km	<Null>	Celková	<Null>	Normáln	0,00	1,00	Nepravd	<Null>	Nepravd	<Null>
294732	Šachta	272,75	275,56	1,0000	<Null>	2,81	No Cros	Nepravd	Km	<Null>	Celková	<Null>	Normáln	0,00	1,00	Nepravd	<Null>	Nepravd	<Null>
294731	Šachta	272,10	275,08	1,0000	<Null>	2,98	No Cros	Nepravd	Km	<Null>	Celková	<Null>	Normáln	0,00	1,00	Nepravd	<Null>	Nepravd	<Null>
294730	Šachta	271,45	274,72	1,0000	<Null>	3,27	No Cros	Nepravd	Km	<Null>	Celková	<Null>	Normáln	0,00	1,00	Nepravd	<Null>	Nepravd	<Null>
294729	Šachta	271,06	274,42	1,0000	<Null>	3,36	No Cros	Nepravd	Km	<Null>	Celková	<Null>	Normáln	0,00	1,00	Nepravd	<Null>	Nepravd	<Null>
294728	Šachta	270,31	273,95	1,0000	<Null>	3,64	No Cros	Nepravd	Km	<Null>	Celková	<Null>	Normáln	0,00	1,00	Nepravd	<Null>	Nepravd	<Null>
295485	Šachta	200,22	202,95	1,0000	<Null>	2,73	No Cros	Nepravd	Km	<Null>	Celková	<Null>	Normáln	0,00	1,00	Nepravd	<Null>	Nepravd	<Null>
295484	Šachta	199,70	203,13	1,0000	<Null>	3,43	No Cros	Nepravd	Km	<Null>	Celková	<Null>	Normáln	0,00	1,00	Nepravd	<Null>	Nepravd	<Null>
295483	Šachta	203,46	208,20	1,0000	<Null>	4,74	No Cros	Nepravd	Km	<Null>	Celková	<Null>	Normáln	0,00	1,00	Nepravd	<Null>	Nepravd	<Null>
295482	Šachta	202,34	205,39	1,0000	<Null>	3,05	No Cros	Nepravd	Km	<Null>	Celková	<Null>	Normáln	0,00	1,00	Nepravd	<Null>	Nepravd	<Null>
295481	Šachta	199,39	202,89	1,0000	<Null>	3,50	No Cros	Nepravd	Km	<Null>	Celková	<Null>	Normáln	0,00	1,00	Nepravd	<Null>	Nepravd	<Null>
295480	Šachta	198,15	201,11	1,0000	<Null>	2,96	No Cros	Nepravd	Km	<Null>	Celková	<Null>	Normáln	0,00	1,00	Nepravd	<Null>	Nepravd	<Null>
295479	Šachta	197,12	200,26	1,0000	<Null>	3,14	No Cros	Nepravd	Km	<Null>	Celková	<Null>	Normáln	0,00	1,00	Nepravd	<Null>	Nepravd	<Null>
295478	Šachta	194,70	197,40	1,0000	<Null>	2,70	No Cros	Nepravd	Km	<Null>	Celková	<Null>	Normáln	0,00	1,00	Nepravd	<Null>	Nepravd	<Null>
295410	Šachta	206,64	212,15	1,0000	<Null>	5,51	No Cros	Nepravd	Km	<Null>	Celková	<Null>	Normáln	0,00	1,00	Nepravd	<Null>	Nepravd	<Null>
295409	Šachta	213,53	216,03	1,0000	<Null>	2,50	No Cros	Nepravd	Km	<Null>	Celková	<Null>	Normáln	0,00	1,00	Nepravd	<Null>	Nepravd	<Null>
295337	Šachta	202,38	205,46	1,0000	<Null>	3,08	No Cros	Nepravd	Km	<Null>	Celková	<Null>	Normáln	0,00	1,00	Nepravd	<Null>	Nepravd	<Null>
295336	Šachta	199,92	203,49	1,0000	<Null>	3,57	No Cros	Nepravd	Km	<Null>	Celková	<Null>	Normáln	0,00	1,00	Nepravd	<Null>	Nepravd	<Null>
295335	Šachta	199,41	202,75	1,0000	<Null>	3,34	No Cros	Nepravd	Km	<Null>	Celková	<Null>	Normáln	0,00	1,00	Nepravd	<Null>	Nepravd	<Null>
295334	Šachta	198,98	201,96	1,0000	<Null>	3,08	No Cros	Nepravd	Km	<Null>	Celková	<Null>	Normáln	0,00	1,00	Nepravd	<Null>	Nepravd	<Null>
295333	Šachta	196,84	200,15	1,0000	<Null>	3,31	No Cros	Nepravd	Km	<Null>	Celková	<Null>	Normáln	0,00	1,00	Nepravd	<Null>	Nepravd	<Null>
295398	Šachta	203,31	210,07	1,0000	<Null>	6,76	No Cros	Nepravd	Km	<Null>	Celková	<Null>	Normáln	0,00	1,00	Nepravd	<Null>	Nepravd	<Null>
295397	Šachta	202,74	207,79	1,0000	<Null>	5,05	No Cros	Nepravd	Km	<Null>	Celková	<Null>	Normáln	0,00	1,00	Nepravd	<Null>	Nepravd	<Null>

Obrázek 39 Nodes – Critical level is smaller or equal to invert level



Obrázek 40 Nodes – Critical level is smaller or equal to invert level

### 8.4.2 Links – errors

Při zaškrtnutí políčka „Links“ (úseky) v tabulce „Kontrola dat projektu“ se zobrazí tabulka s chybovým hlášením pouze u úseků.

V souboru **GIS\_topologie.mdb** jsou tyto chyby:

- Velikost potrubí je 0
- Průměr potrubí není specifikován
- Uzel po proudu není definován
- Horní uzel potrubí není specifikován

Pro zobrazení informací o jednotlivých úsecích je třeba kliknout na záložku „MOUSE“ a otevřít „Pipes and Canals“ (potrubí a kanály).

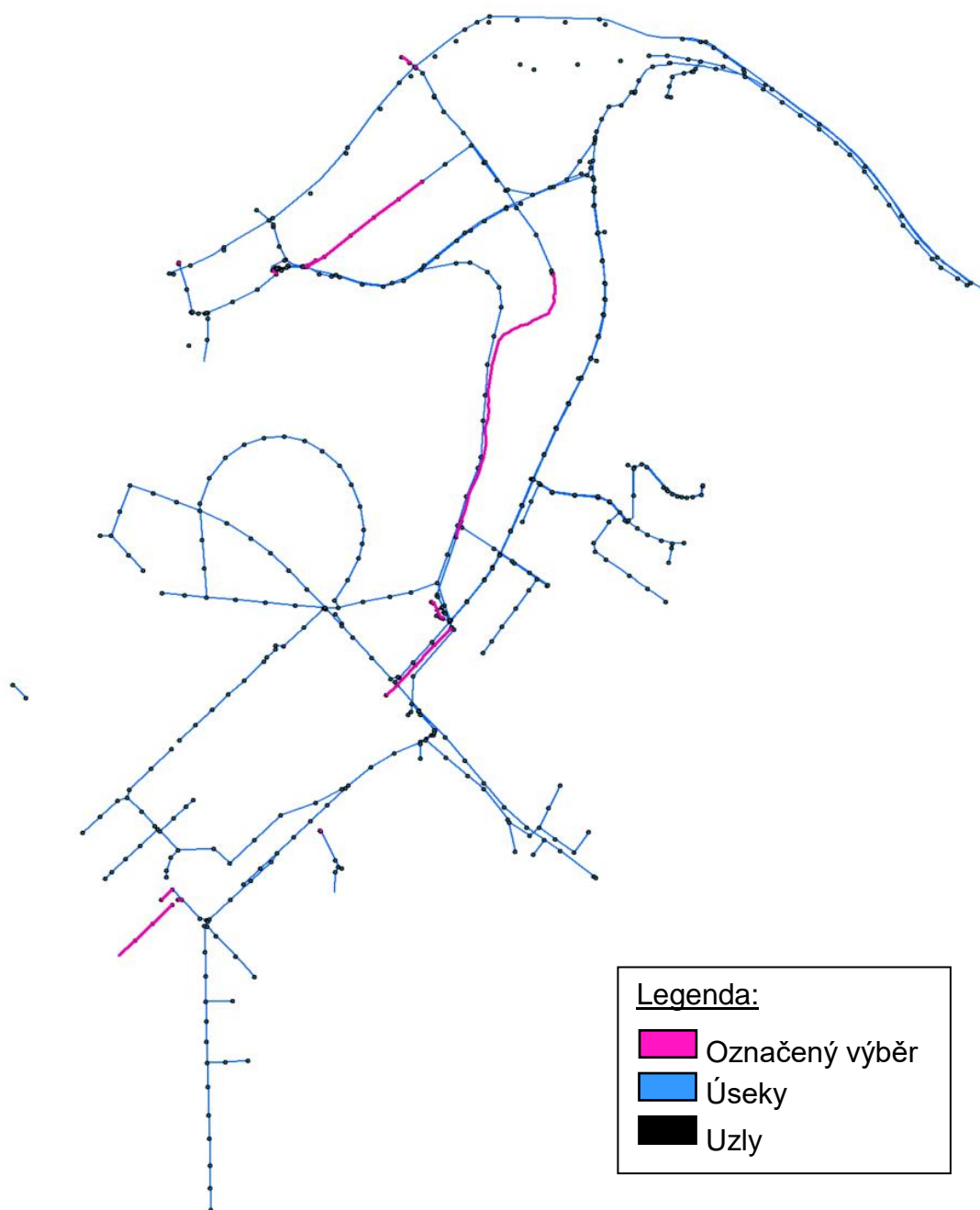
**Error – „Průměr potrubí není specifikován / Velikost potrubí je 0**

V tabulce „Potrubí a kanály“ se dvojklikem na políčko „velikost potrubí“ seřadí hodnoty vzestupně. Na obrázku 41 je vypsán seznam úseků podle identifikačního čísla (MUID), u kterých chybí velikost profilu.

Proto pro tuto práci byly chybějící hodnoty převzaty z modelu prováděného společností SWECO Hydroprojekt a. s. z roku 2016.

Císlo ús.	Tvar *	Horní úř	Kóta sp	Délka	Velikost	Šírka	Výška	ID Příčn	Topogr	Max Dx	Materiál	Vzorec	Použijí I	Mannin	Eq. drs	H-W Co	Tlaková
674077	Kruhový	275,39	275,19	<Null>	0,0000	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	nezadán	Manning	Nepravd	<Null>	<Null>	<Null>	Ne
674075	Kruhový	<Null>	274,95	<Null>	0,0000	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	nezadán	Manning	Nepravd	<Null>	<Null>	<Null>	Ne
715357	Kruhový	<Null>	<Null>	<Null>	0,0000	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	beton	Manning	Nepravd	<Null>	<Null>	<Null>	Ne
679841	Kruhový	<Null>	264,84	<Null>	0,0000	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	nezadán	Manning	Nepravd	<Null>	<Null>	<Null>	Ne
679840	Kruhový	264,84	<Null>	<Null>	0,0000	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	nezadán	Manning	Nepravd	<Null>	<Null>	<Null>	Ne
679839	Kruhový	<Null>	<Null>	<Null>	0,0000	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	nezadán	Manning	Nepravd	<Null>	<Null>	<Null>	Ne
674086	Kruhový	274,54	273,94	<Null>	0,0000	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	nezadán	Manning	Nepravd	<Null>	<Null>	<Null>	Ne
674085	Kruhový	273,94	273,38	<Null>	0,0000	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	nezadán	Manning	Nepravd	<Null>	<Null>	<Null>	Ne
674084	Kruhový	273,38	272,91	<Null>	0,0000	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	nezadán	Manning	Nepravd	<Null>	<Null>	<Null>	Ne
635368	Kruhový	<Null>	204,99	<Null>	0,0000	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	nezadán	Manning	Nepravd	<Null>	<Null>	<Null>	Ne
635367	Kruhový	<Null>	<Null>	<Null>	0,0000	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	nezadán	Manning	Nepravd	<Null>	<Null>	<Null>	Ne
479325	Kruhový	<Null>	260,23	<Null>	0,0000	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	nezadán	Manning	Nepravd	<Null>	<Null>	<Null>	Ne
387656	Kruhový	183,81	183,83	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	zdná st	Manning	Nepravd	<Null>	<Null>	<Null>	Ne
387655	Kruhový	185,73	185,03	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	zdná st	Manning	Nepravd	<Null>	<Null>	<Null>	Ne
479324	Kruhový	260,23	259,99	<Null>	0,0000	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	nezadán	Manning	Nepravd	<Null>	<Null>	<Null>	Ne
479323	Kruhový	259,99	259,83	<Null>	0,0000	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	nezadán	Manning	Nepravd	<Null>	<Null>	<Null>	Ne
479322	Kruhový	259,83	259,82	<Null>	0,0000	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	nezadán	Manning	Nepravd	<Null>	<Null>	<Null>	Ne
310114	Kruhový	<Null>	<Null>	<Null>	0,0000	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	nezadán	Manning	Nepravd	<Null>	<Null>	<Null>	Ne
310071	Kruhový	<Null>	<Null>	<Null>	0,0000	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	nezadán	Manning	Nepravd	<Null>	<Null>	<Null>	Ne
309994	Kruhový	183,83	183,68	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	zdná st	Manning	Nepravd	<Null>	<Null>	<Null>	Ne
309878	Kruhový	184,30	183,81	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	zdná st	Manning	Nepravd	<Null>	<Null>	<Null>	Ne
309877	Kruhový	184,63	184,30	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	zdná st	Manning	Nepravd	<Null>	<Null>	<Null>	Ne
309876	Kruhový	185,03	184,63	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	zdná st	Manning	Nepravd	<Null>	<Null>	<Null>	Ne
309641	Kruhový	183,25	<Null>	<Null>	0,0000	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	nezadán	Manning	Nepravd	<Null>	<Null>	<Null>	Ne
561447	Kruhový	272,76	272,34	<Null>	0,0000	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	nezadán	Manning	Nepravd	<Null>	<Null>	<Null>	Ne
376380	Kruhový	<Null>	261,08	<Null>	0,0000	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	nezadán	Manning	Nepravd	<Null>	<Null>	<Null>	Ne
303871	Kruhový	<Null>	175,48	<Null>	0,0000	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	nezadán	Manning	Nepravd	<Null>	<Null>	<Null>	Ne
303236	Kruhový	<Null>	<Null>	<Null>	0,0000	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	nezadán	Manning	Nepravd	<Null>	<Null>	<Null>	Ne

Obrázek 41 Links - Průměr potrubí není specifikován / Velikost potrubí je 0



Obrázek 42 Links - Velikost potrubí je rovna 0 / průměr potrubí není specifikován

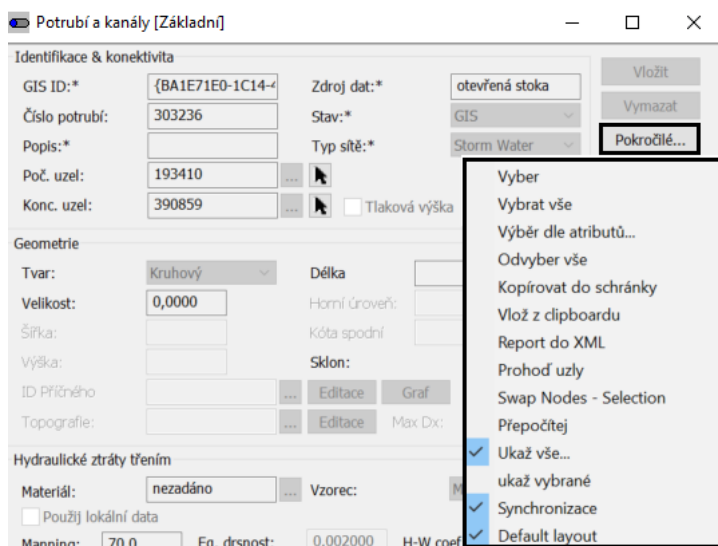


**Error - Uzel po proudu není definován / Horní uzel potrubí není specifikován**

Toto hlášení říká, že je horní a dolní úsek potrubí špatně definován. Úseky jsou určeny tím, že je správně zadána šachta, ze které a do které vedou.

Otevřením záložky „MOUSE“ a následně „Pipes and Canals“ se zobrazí všechny úseky projektu. Pro zobrazení chybných úseků na mapě je vybereme podle identifikačního čísla (MUID) a označíme je.

Klikem na pole „Pokročilé“ a na „Ukaž vybrané“ (obrázek 43) se zobrazí pouze výběr. Opětovným kliknutím na pole „Pokročilé“ a na „Default layout“ se v tabulce zobrazí jiné rozložení parametrů. Pro definování uzlů budou potřebné parametry tabulky „FromNode“ (výchozí šachta) a „ToNode“ (koncová šachta) (obrázek 44 a 45).



Obrázek 43 Zobrazení výběru

## Simulační model stokové sítě Praha - Suchdol

Potrubí a kanály [Základní]

Identifikace & konektivita

GIS ID: \* {47AEDC69-9225-4} Zdroj dat: \* gravitační Vložit

Číslo potrubí: 502289 Stav: \* GIS Vymazat

Popis: \* Typ sítě: \* Wastewater Pokročilě...

Poč. uzel: ... Tlaková výška

Konc. uzel: 285111 ... Zavřít

Číslo ús	Tvar *	Horní úr	Kóta sp	Délka	Horní úr	Kóta sp	Délka	Sklon	Velikost	SHAPE	FROMN	TONOD
502289	Kruhový	259,48	259,03	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	0,3000	48,0729	<Null>	285111
413366	Kruhový	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	0,2000	35,8626	<Null>	<Null>
413178	Kruhový	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	0,2000	75,3448	<Null>	387254
413177	Kruhový	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	0,2000	112,066	<Null>	<Null>
412981	Kruhový	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	0,2000	97,7259	<Null>	<Null>
412980	Kruhový	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	0,2000	14,0064	<Null>	<Null>
381073	Kruhový	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	0,2000	31,0255	<Null>	163965
381065	Kruhový	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	0,3000	30,9680	<Null>	387257
381023	Kruhový	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	0,3000	638,772	<Null>	<Null>
381022	Kruhový	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	0,2000	108,995	<Null>	<Null>
381021	Kruhový	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	0,2000	105,163	<Null>	<Null>
380973	Kruhový	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	0,2000	81,9706	<Null>	<Null>
380971	Kruhový	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	0,2000	94,8544	<Null>	<Null>
561756	Kruhový	273,49	273,15	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	0,5000	36,4327	<Null>	57339
378413	Kruhový	<Null>	182,00	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	0,3000	0,45994	<Null>	199493
372879	Kruhový	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	0,3000	0,33666	<Null>	200906
313901	Kruhový	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	0,3000	1,26479	<Null>	193068
502296	Kruhový	259,55	259,42	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	0,8000	14,5673	<Null>	<Null>
455698	Kruhový	<Null>	266,48	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	0,6000	0,58857	<Null>	443732
309697	Kruhový	<Null>	195,32	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	0,2000	39,6577	<Null>	284331

Obrázek 44 Zobrazení „FromNode“

Potrubí a kanály [Základní]

Identifikace & konektivita

GIS ID: \* {FE5421E1-5982-4} Zdroj dat: \* gravitační Vložit

Číslo potrubí: 674084 Stav: \* GIS Vymazat

Popis: \* Typ sítě: \* Wastewater Pokročilě...

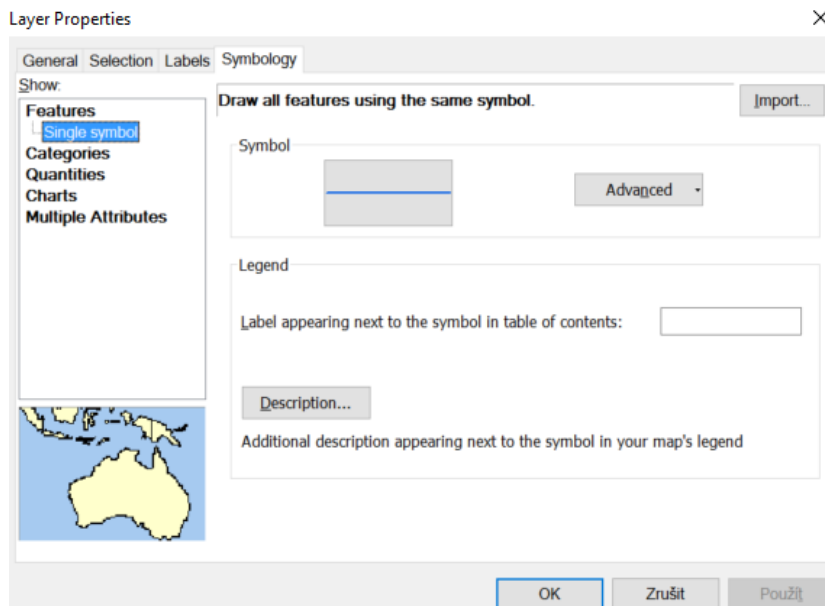
Poč. uzel: 708069 ... Tlaková výška

Konc. uzel: ... Zavřít

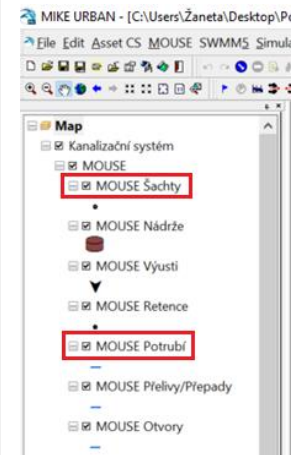
Číslo ús	Tvar *	Horní úr	Kóta sp	Délka	Horní úr	Kóta sp	Délka	Sklon	Velikost	SHAPE	FROMN	TONOD
674084	Kruhový	273,38	272,91	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	0,0000	40,0696	708069	
502888	Kruhový	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	0,3000	31,1368	502013	
502292	Kruhový	259,82	259,54	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	0,2500	12,2344	285116	
413366	Kruhový	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	0,2000	35,8626	<Null>	<Null>
413179	Kruhový	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	0,3000	196,458	735704	
413177	Kruhový	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	0,2000	112,066	<Null>	<Null>
412981	Kruhový	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	0,2000	97,7259	<Null>	<Null>
412980	Kruhový	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	0,2000	14,0064	<Null>	<Null>
409558	Kruhový	182,37	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	0,3000	0,54453	374538	
381072	Kruhový	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	0,2000	21,1071	163975	
381023	Kruhový	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	0,3000	638,772	<Null>	<Null>
381022	Kruhový	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	0,2000	108,995	<Null>	<Null>
381021	Kruhový	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	0,2000	105,163	<Null>	<Null>
380973	Kruhový	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	0,2000	81,9706	<Null>	<Null>
380972	Kruhový	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	0,2000	1,88337	163965	
380971	Kruhový	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	0,2000	94,8544	<Null>	<Null>
378414	Kruhový	182,02	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	0,3000	0,62776	377464	
377472	Kruhový	235,74	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	0,3000	0,25179	292154	
502296	Kruhový	259,55	259,42	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	0,8000	14,5673	<Null>	<Null>
455697	Kruhový	267,92	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	<Null>	0,6000	65,3874	443746	

Obrázek 45 Zobrazení „ToNode“

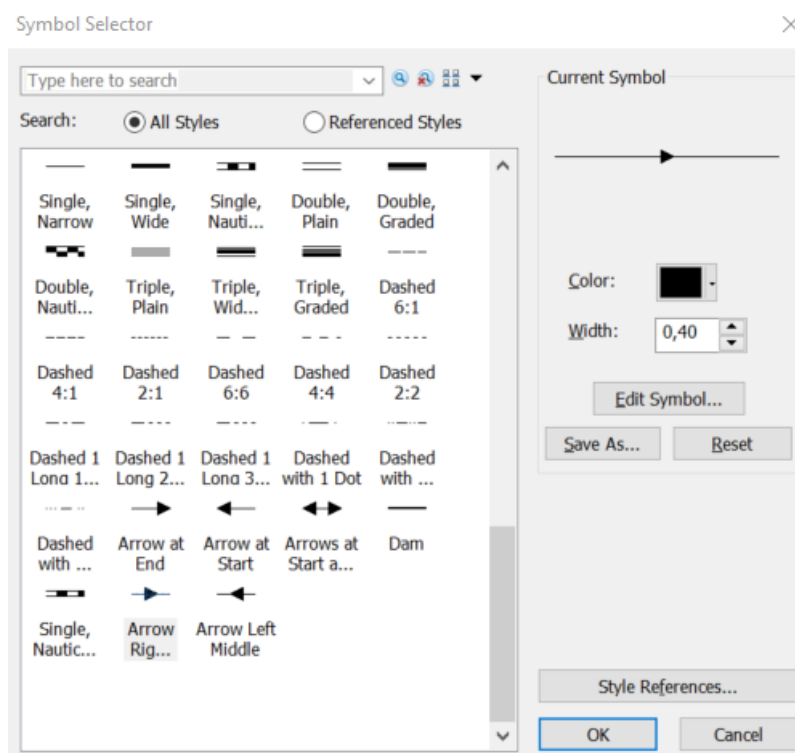
Pokud je nutné ve schématu zobrazit směr průtoku OV, zobrazí se dvojklikem na „MOUSE Potrubí“ (obrázek 47). Otevře se tabulka „Layer Properties“, kde se klikne na „Symboly“. Dále se rozklikne „Symbol“ (na obrázku 46 modrá čára). Otevře se nové okno, kde se vybere „Arrow right middle“ a potvrdí „OK“ (obrázek 48).



Obrázek 46 Layer Properties – Symbology



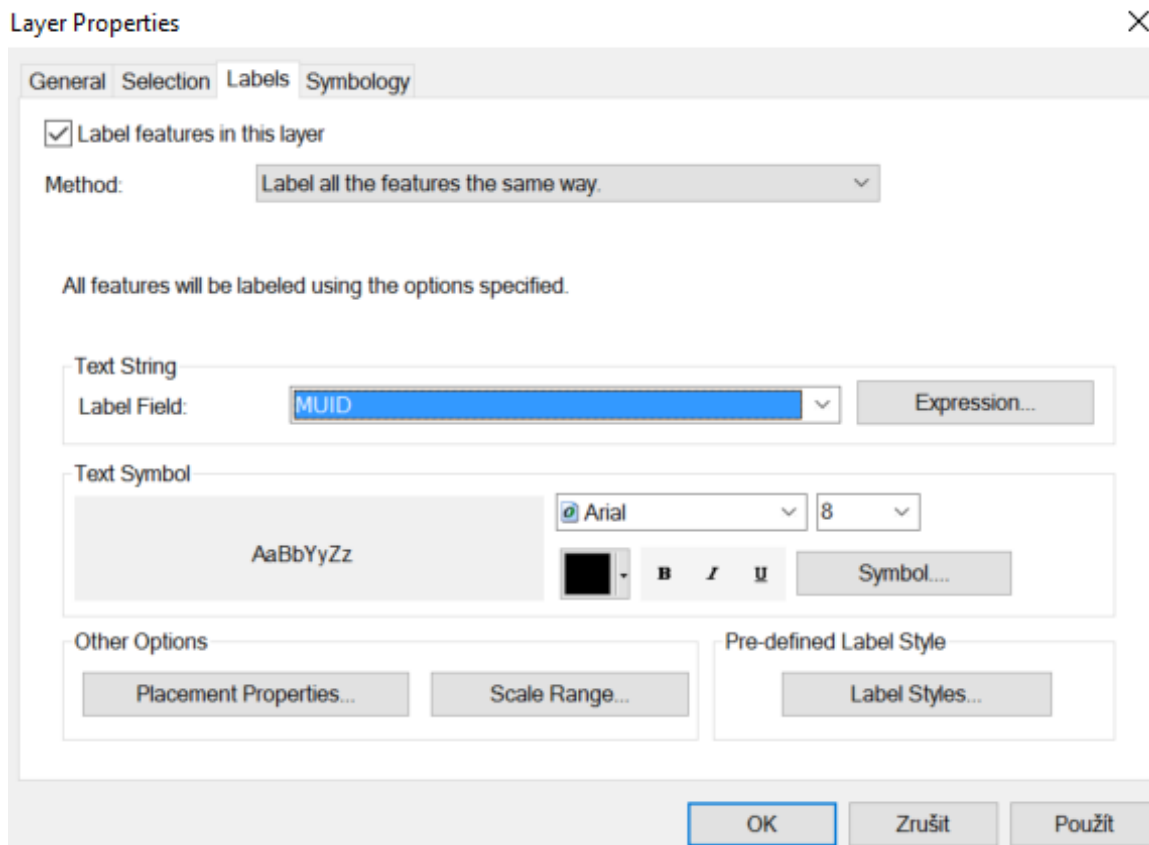
Obrázek 47 Menu



Obrázek 48 Symbol – Arrow right middle

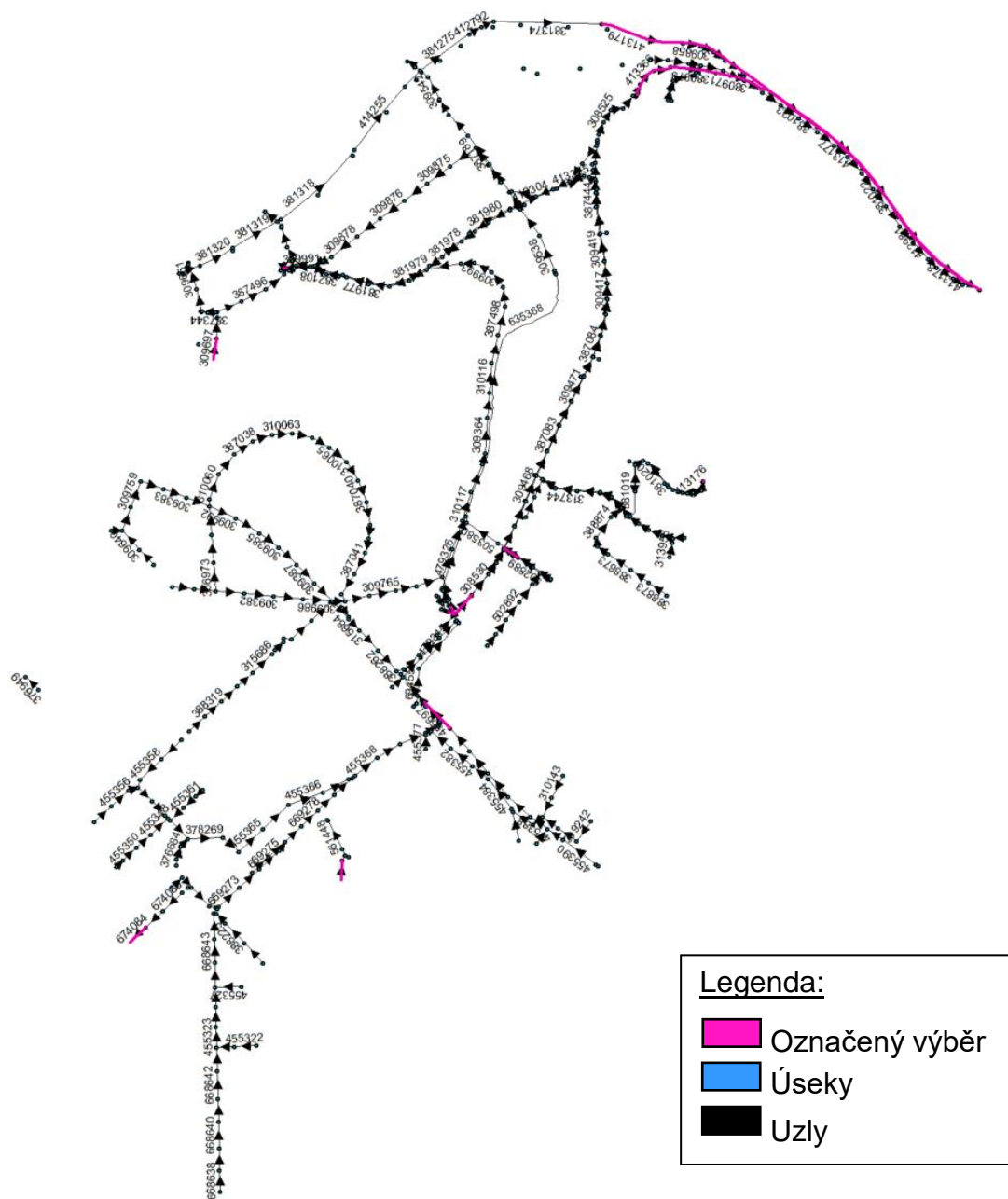
Pro zobrazení popiseků šachet a potrubí (MUID) se výše popsaný postup opakuje. Zobrazí se „Layer Properties“ u hladiny, kterou chceme zobrazit, a rozklikne se záložka „Labels“. Zaškrtně se políčko „Label features in this layer“ a vybere se v políčku „Label Field“ specifikum, které má být zobrazeno. V tomto případě „MUID“ a potvrdí se „OK“ (obrázek 49).





Obrázek 49 Layer Properties

Při přiblížení schématu je vidět, který úsek vychází z jakého uzlu a do jakého uzlu teče. V tabulce „Potrubí a kanály“ se jednotlivé chybějící uzly doplní.

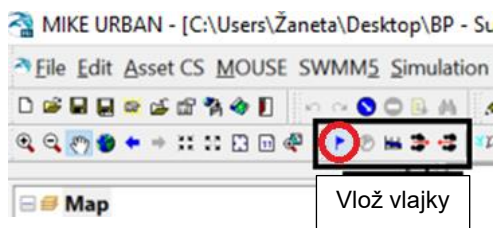


Obrázek 50 Popisky uzlů a úseků (MUID) a směr proudění OV, Uzel po proudu není definován / Horní uzel potrubí není specifikován

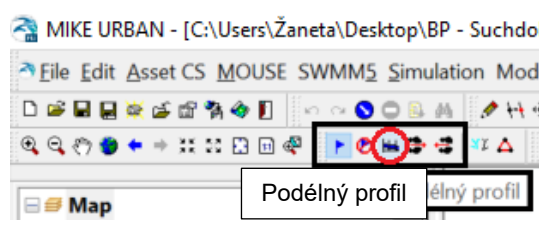
### Chybně definované úseky

Po zobrazení šipek ve schematizované topologii je možné sledovat směr proudění OV (obrázek 53). Z vykresleného podélného profilu je však zřejmé, že šipky ukazují špatný směr proudění OV (obrázek 54). Z vrcholové šachty č. 284329 vody stékají, kdežto podle zobrazených šipek šachtou protékají.

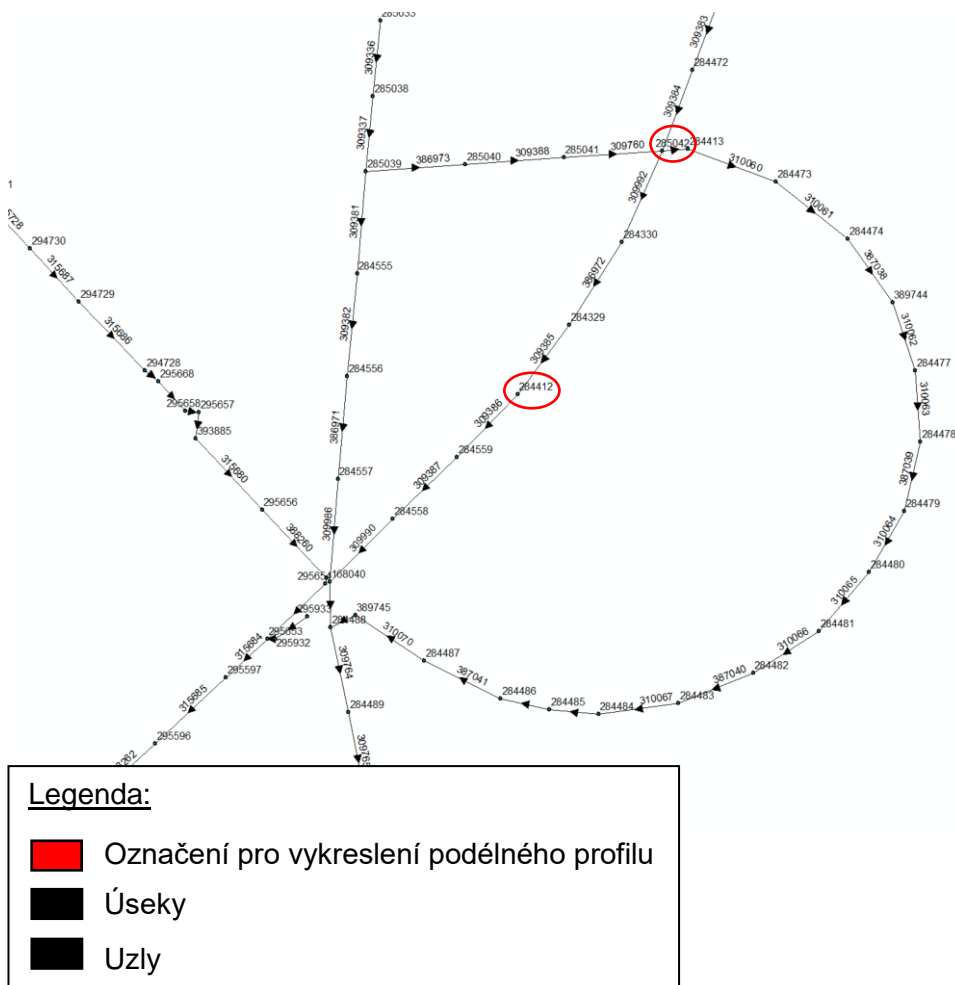
Je nutné správně definovat, ze kterého uzlu úsek vychází a do kterého uzlu teče (viz předchozí postup).



Obrázek 51 Podélný profil – volba úseku

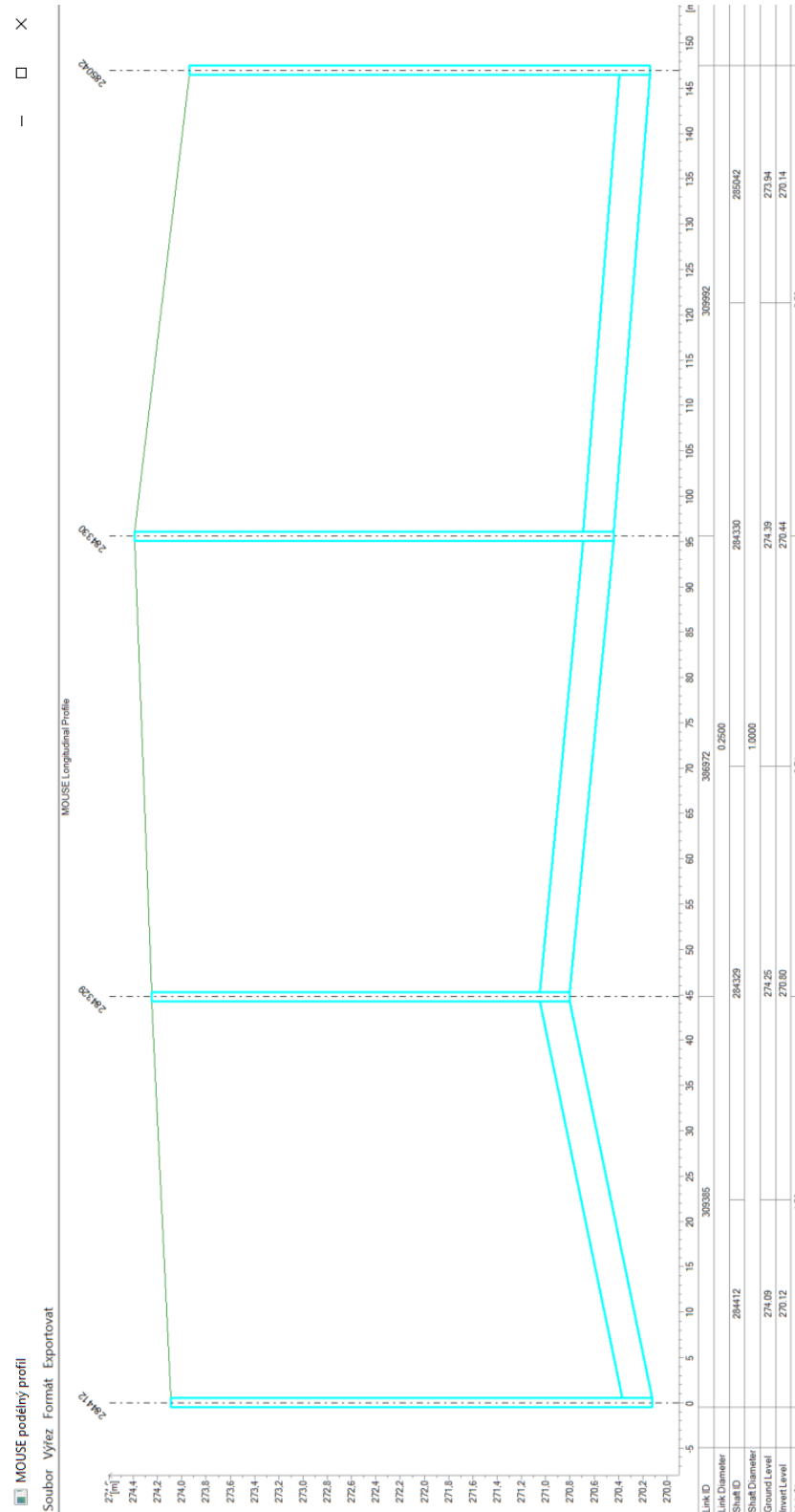


Obrázek 52 Podélný profil - vykreslení



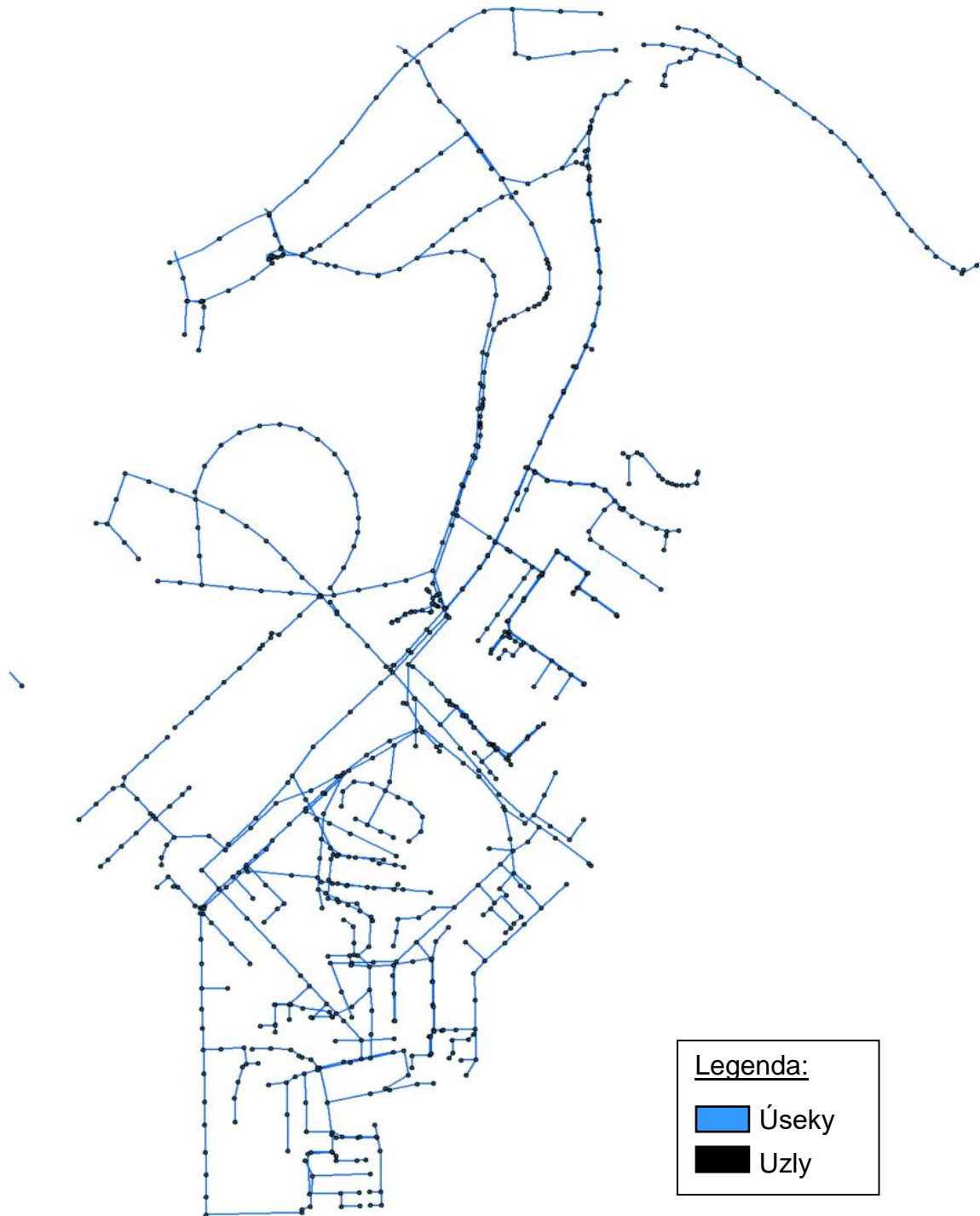
Obrázek 53 Zobrazení problematického úseku

Pro vykreslení podélného profilu je zapotřebí označit vlajkou (obrázek 51) uzly, které se mají vykreslit. Následně se vykreslí podélný profil pomocí ikony „Podélný profil“ (obrázek 52).



Obrázek 54 Vykreslení podélného profilu

Během tvorby modelu bylo zjištěno, že v souboru **GIS\_topologie.mdb** zcela chybí kanalizace v areálu ČZU a některé další informace o úsecích a šachtách. Data byla dodatečně po opravě všech chybových hlášení naimportována do modelu. Na obrázku 55 je znázorněno schéma po aktualizaci.



Obrázek 55 Topologie v programu Mike Urban - po aktualizaci dat

Po aktualizaci dat model vykazuje pouze chybové hlášení (warning) „Záporný sklon“ (obrázek 56). Jedná se pouze o varování, tedy pro simulační model není toto sdělení důležité.

Seznam dat

Ověřený: All      Označený: A      Typ chyby/varování: A

MUID:      Číslo chyby/varování:      Tabulka: A

Ověř	Ozna	Typ chyby	Číslo chyb	MUID	Popis	Comment	Tabulka
X		W	1202071	309543	Potrubí a kanály: Tento úsek má záporný sklon.		msm_Link
X		W	1202071	309992	Potrubí a kanály: Tento úsek má záporný sklon.		msm_Link
X		W	1202071	561755	Potrubí a kanály: Tento úsek má záporný sklon.		msm_Link
X		W	1202071	377472	Potrubí a kanály: Tento úsek má záporný sklon.		msm_Link
X		W	1202071	386972	Potrubí a kanály: Tento úsek má záporný sklon.		msm_Link
X		W	1202071	455348	Potrubí a kanály: Tento úsek má záporný sklon.		msm_Link
X		W	1202071	473	Potrubí a kanály: Tento úsek má záporný sklon.		msm_Link
X		W	1202071	527	Potrubí a kanály: Tento úsek má záporný sklon.		msm_Link
X		W	1202071	530	Potrubí a kanály: Tento úsek má záporný sklon.		msm_Link
X		W	1202071	655	Potrubí a kanály: Tento úsek má záporný sklon.		msm_Link
X		W	1202071	455346	Potrubí a kanály: Tento úsek má záporný sklon.		msm_Link
X		W	1202071	697	Potrubí a kanály: Tento úsek má záporný sklon.		msm_Link
X		W	1202071	712	Potrubí a kanály: Tento úsek má záporný sklon.		msm_Link
X		W	1202071	309652	Potrubí a kanály: Tento úsek má záporný sklon.		msm_Link
X		W	1202071	309651	Potrubí a kanály: Tento úsek má záporný sklon.		msm_Link
X		W	1202071	309641	Potrubí a kanály: Tento úsek má záporný sklon.		msm_Link
X		W	1202071	303694	Potrubí a kanály: Tento úsek má záporný sklon.		msm_Link
X		W	1202071	303582	Potrubí a kanály: Tento úsek má záporný sklon.		msm_Link
X		W	1202071	303581	Potrubí a kanály: Tento úsek má záporný sklon.		msm_Link
X		W	1202071	412010	Potrubí a kanály: Tento úsek má záporný sklon.		msm_Link
X		W	1202071	387656	Potrubí a kanály: Tento úsek má záporný sklon.		msm_Link
X		W	1202071	382907	Potrubí a kanály: Tento úsek má záporný sklon.		msm_Link
X		W	1202071	382906	Potrubí a kanály: Tento úsek má záporný sklon.		msm_Link
X		W	1202071	382804	Potrubí a kanály: Tento úsek má záporný sklon.		msm_Link
X		W	1202071	378678	Potrubí a kanály: Tento úsek má záporný sklon.		msm_Link
X		W	1202071	310114	Potrubí a kanály: Tento úsek má záporný sklon.		msm_Link
X		W	1202071	310071	Potrubí a kanály: Tento úsek má záporný sklon.		msm_Link
X		W	1202071	303535	Potrubí a kanály: Tento úsek má záporný sklon.		msm_Link
X		W	1202071	303583	Potrubí a kanály: Tento úsek má záporný sklon.		msm_Link

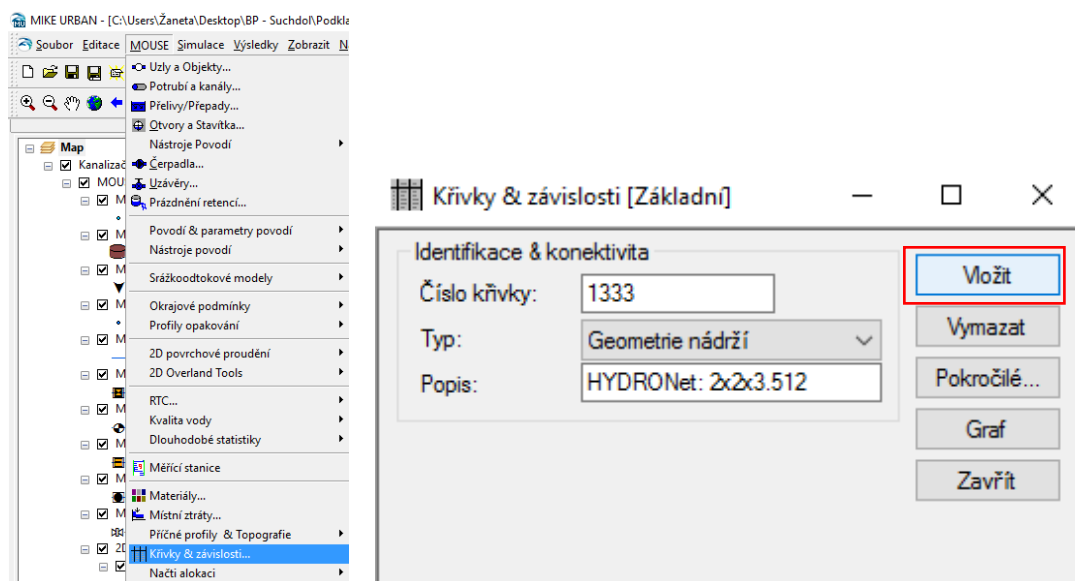
Copy to Clipboard    Tjek    Vymjout opravené    Spustit znovu    Zavřít

Obrázek 56 Chybová hlášení po aktualizaci dat

### 8.4.3 Objekty

Zadávání objektů na stokové síti Praha – Suchdol v programu Mike Urban není komplikované. Je nutné zadat umístění objektu, jeho základní parametry a geometrii. Základní parametry jsou rozepsány níže u jednotlivých objektů.

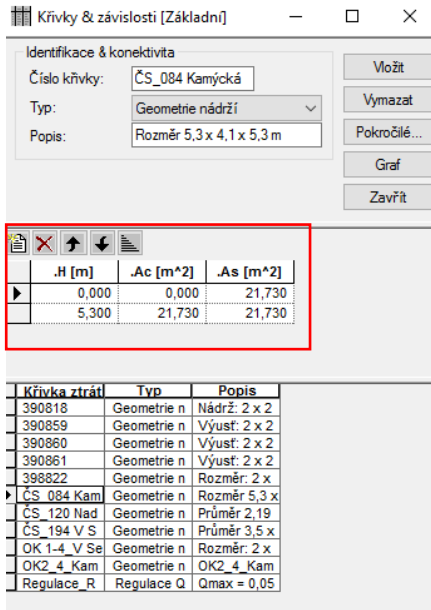
Způsob zadávání geometrie je pro všechny objekty stejný. Cestou „MOUSE – Křivky a závislosti“ se zobrazí tabulka (obrázek 57), kde je potřeba kliknout na „Vložit“. Tímto krokem se přidal nový řádek pro jeden objekt. Je nutno ještě specifikovat samotnou geometrii.



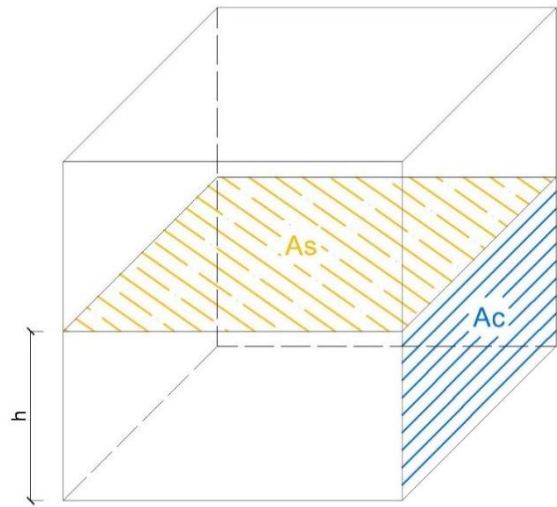
Obrázek 57 Zobrazení "Křivky a závislosti"

Na obrázku 58 je zvýrazněna část tabulky, kde se zadává  $A_c$  (plocha nárysná) a  $A_s$  (plocha půdorysná) pro různé výšky  $H$ . Výška  $H$  se volí podle potřeby, záleží však na geometrii objektu. Je třeba volit takové kroky, aby byla správně zachycena geometrie objektu.

Pro lepší představu o plochách  $A_s$  a  $A_c$  byl vytvořen obrázek 59. Jsou na něm znázorněny plochy v závislosti na výšce  $h$ . Je zjevné, že pro tento případ plocha  $A_s$  zůstává konstantní, ale plocha  $A_c$  se mění s výškou  $h$ .



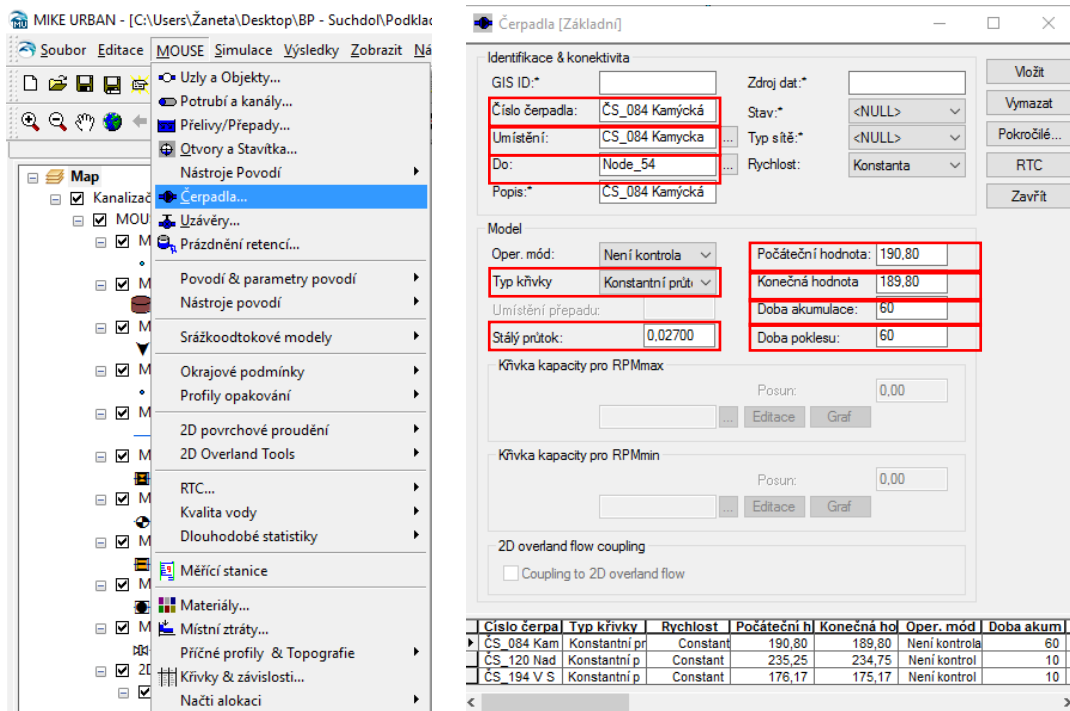
Obrázek 58 Křivky a závislosti – geometrie



Obrázek 59 Zobrazení ploch  $A_c$  a  $A_s$  na jednotkové krychli

## ČS

Pro vytvoření ČS se musí otevřít cesta „MOUSE – Čerpadla“ a dále kliknout na „Vložit“. Na obrázku 60 jsou červeně vyznačeny údaje, které je potřeba u každého čerpadla zadat. Geometrie se specifikuje podle předchozích odstavců.



Obrázek 60 Vložení čerpadla



Podle příloh č. 1.1 – 1.3 se zjistí velikost akumulární jímky – ČS Kamýcká má tvar kvádrů, ostatní ČS mají akumulární jímku válcovitého tvaru. V této práci jsou všechny akumulární jímky ČS zadány výpočtem ploch  $A_c$  a  $A_s$  (viz předchozí odstavce). Válcové jímky (nádrže) se však mohou zadat jako šachta s daným průměrem. Jedná se o jednodušší řešení.

Pro ČS byly vypočítány tyto plochy:

Tabulka 8 Specifikace geometrie ČS pro Mike Urban

ČS	šířka [m]	výška [m]	délka [m]	průměr [m]	$A_c$ [m <sup>2</sup> ] pro h=0	$A_s$ [m <sup>2</sup> ] pro h=0	$A_c$ [m <sup>2</sup> ] pro h=výška	$A_s$ [m <sup>2</sup> ] pro h=výška
Kamýcká	4,1	5,3	5,3	-	0	21,73	21,73	21,73
V Sedlci	-	10,58	-	3,5	0	9,62	37,08	9,62
Nad Podbabskou skálou	-	3,5	-	2,19	0	3,77	7,67	3,77

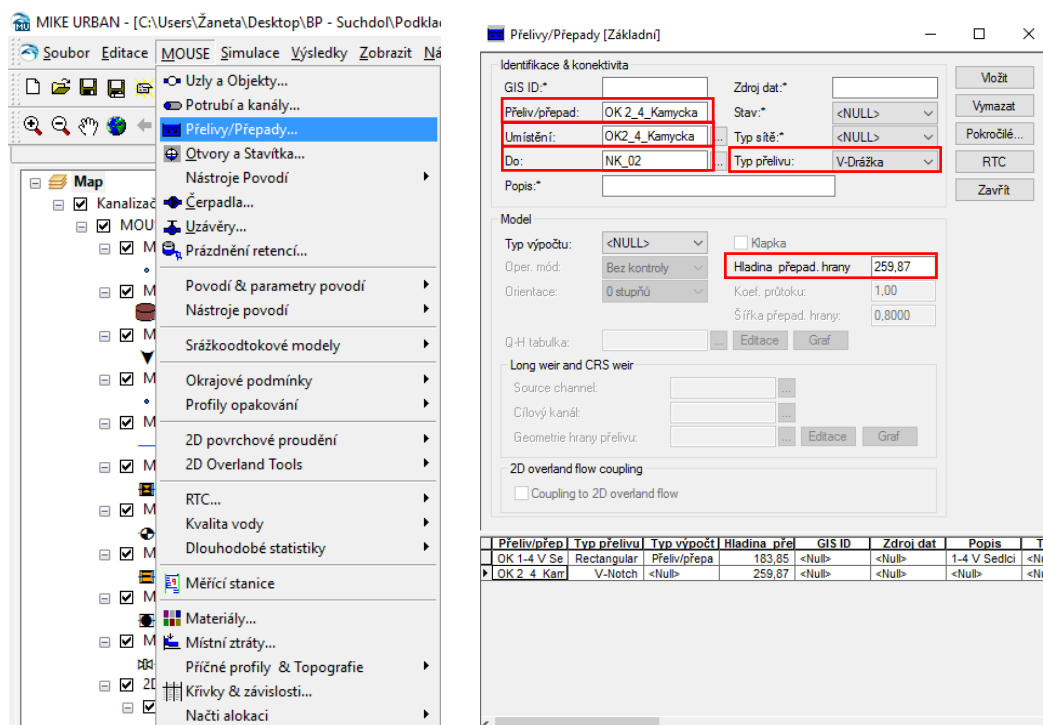
### OK Kamýcká

Jedná se o atypickou OK umístěnou v křižovatce slepé ulice a ulice Kamýcká, přesněji u firmy KAMA spol. s r. o.. Přítoky tvoří kruhové profily DN 300, DN 500 a DN 250 se zpětnou klapkou. Odtok z komory tvoří kruhový profil DN 300 opatřený šoupětem a DN 800. Za zvýšených průtoků OV přepadají přes přepad do výpusti kruhového profilu DN 800. OV pokračují dešťovou kanalizací a po cca 1,2 km ústí do Vltavy.



Obrázek 61 OK Kamýcká

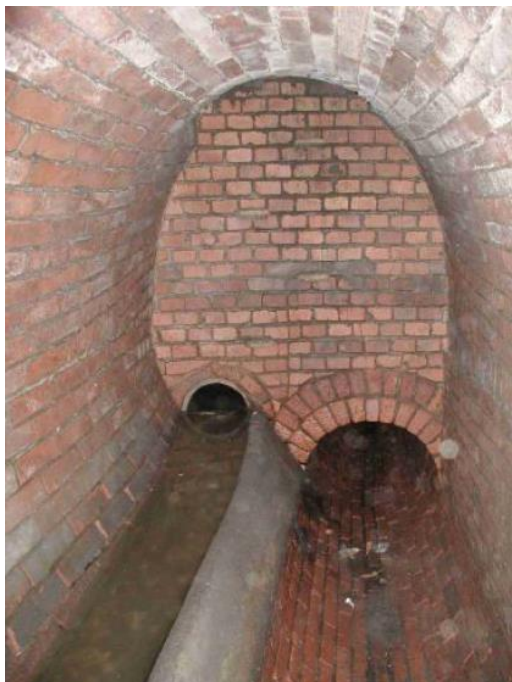
Pro vložení OK do simulačního modelu je potřeba otevřít „MOUSE – Přelivy a přepady“ (obrázek 62) a kliknout na „Vložit“. Dále je nutné vyplnit parametry, bez kterých nemůže být spuštěn výpočet. Tyto parametry jsou červeně zvýrazněny v obrázku 62.



Obrázek 62 Vložení OK

### OK V Sedlci

OK V Sedlci je odlehčovací komora s boční přelivnou hranou výšky 187 mm. Délka přelivné hrany je 3,95 m. Přítok do komory tvoří profil PN I 600/1100 o sklonu 3,7 ‰. Za zvýšených průtoků přepadají odpadní vody do výpusti DN 730 a jsou vypouštěny do Vltavy.



*Obrázek 63 OK V Sedlci*

Jelikož je zadání OK V Sedlci obdobné jako u OK Kamýcká, nebude dále popisováno.

#### **8.4.4 Práce s programem MapInfo**

Pro vytvoření výkresových podkladů byl použit program MapInfo. Byly vytvořeny dva výkresy – „Situace“ a „Technická mapa chybějících dat“, které jsou přiloženy v příloze.

V situaci 2.1 byly pro lepší přehlednost vynechány některé popisky, které se vzájemně překrývaly.

## 9. VÝSLEDKY

Výsledkem bakalářské práce je 1D nekalibrovaný model, tedy připravená topologie pro další práci. Předpokládá se, že model bude kalibrován a verifikován v diplomové práci, pro kterou budou výsledky této bakalářské práce převzaty jako vstupní data.

V tabulce 9 je uveden přehled počtu původních dat a dat finálních. Např. počet šachet z původního souboru vzrostl o více než 50 % (vztaženo k původním datům).

Tabulka 9 Srovnání původních a finálních dat

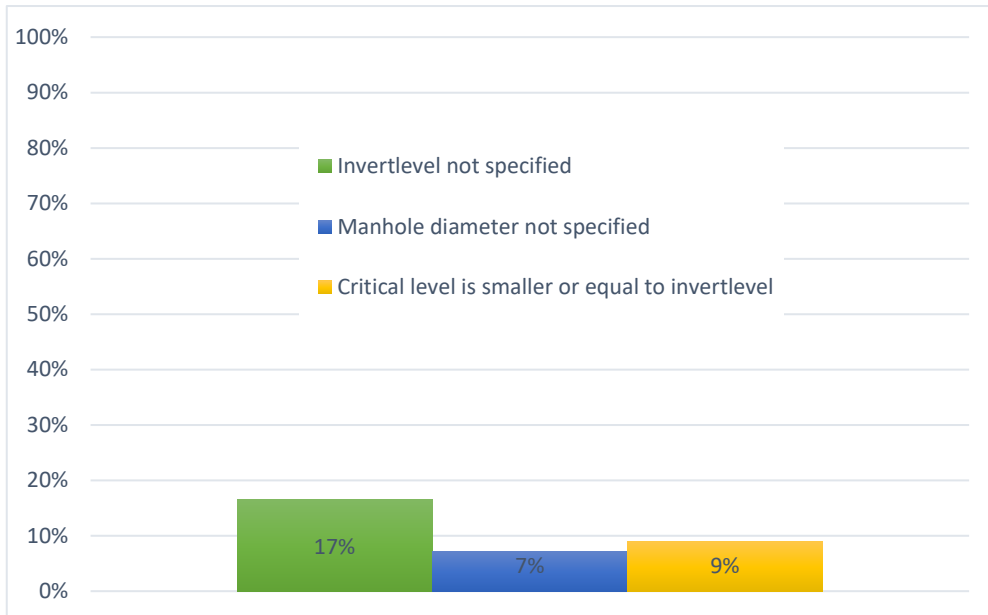
	Počet původních dat	Počet konečných dat
Nodes	525	835
Links	489	841
Nádrže	0	5
ČS	0	3
OK	0	2

Z analýzy původního souboru **GIS\_Topologie.mdb** byly zjištěny tyto chyby a upozornění:

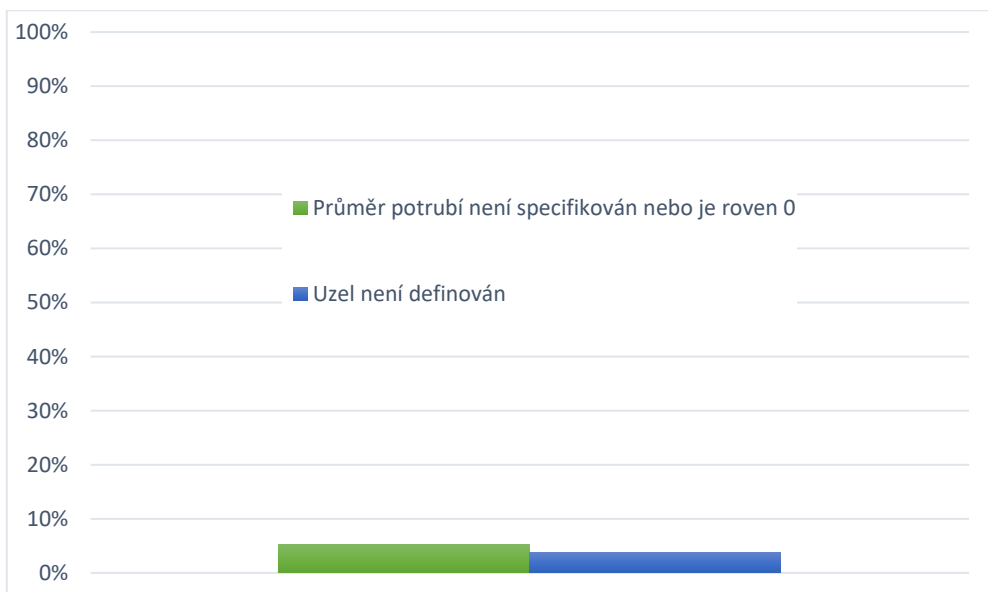
- u 87 uzlů (z celkových 525 uzlů) chyběla kóta dna (Invertlevel)
- u 38 uzlů (z celkových 525 uzlů) chyběla specifikace průměru šachty (Manhole diameter)
- u 47 uzlů (z celkových 525 uzlů) byla chybně zadaná kritická hloubka (Critical level)
- u 28 úseků (z celkových 489 úseků) chyběl průměr potrubí, případně byla velikost potrubí 0
- u 20 úseků (z celkových 489 úseků) nebyl uzel definován

Procentuální vyjádření upravených dat je uvedeno níže.

## Simulační model stokové sítě Praha - Suchdol

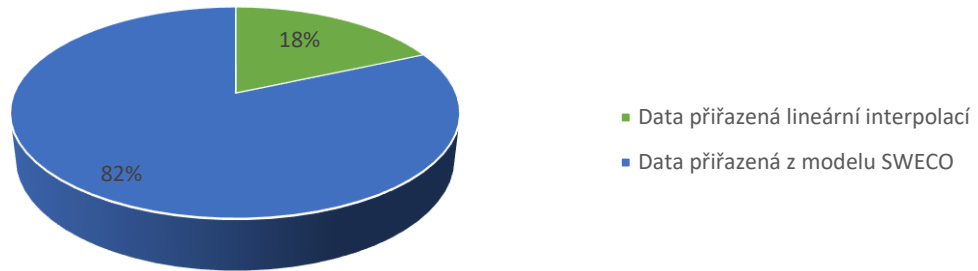


Graf 1 Chybová hlášení - šachty (Nodes)



Graf 2 Chybová hlášení – potrubí (Pipes)

Při lineární interpolaci byly doplněny kóty dna šachtet u 16 šachet z celkového počtu 87. Jak ukazuje následující graf, interpolace doplnila 18 % chybějících dat. Zbýlých 82 % bylo doplněno z finálního modelu společnosti SWECO.



Graf 3 Přiřazení chybějících dat (uzly)

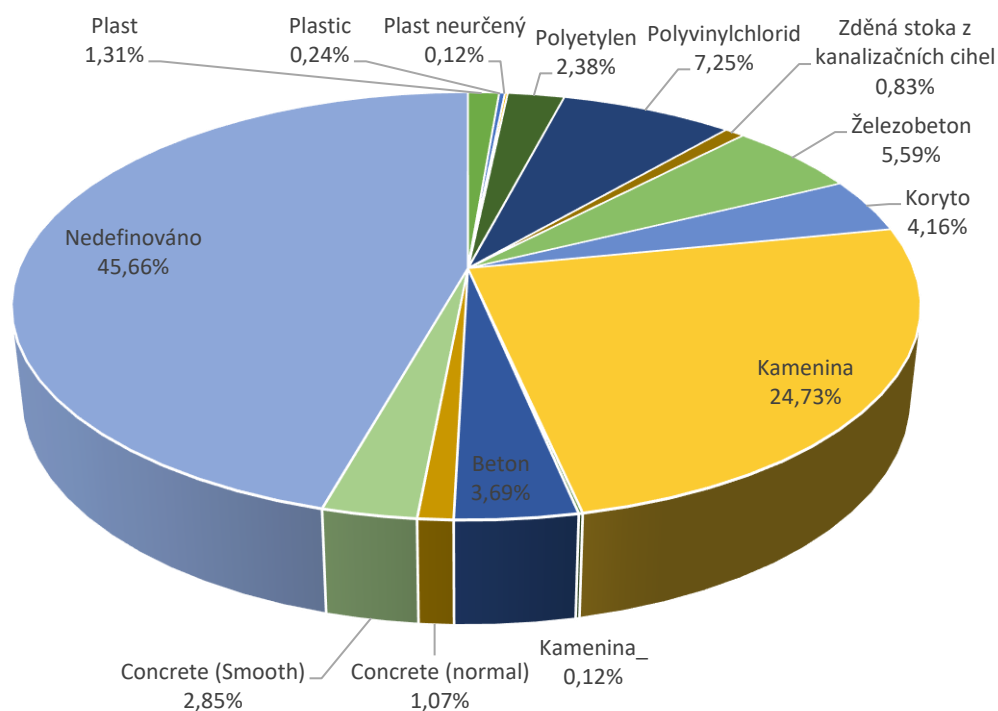
Po opravení všech chybových hlášení (Errors) a po aktualizaci areálu ČZU model vykazuje jen upozornění (Warning) na záporné sklony v některých úsecích. Konkrétně se jedná o 29 úseků. Toto upozornění nemusí být důležité. Může se jednat o reálný stav a není to proto považováno za chybu modelu. Upozornění je však důležité pro model z hlediska funkčnosti systému.

V řešené lokalitě se vyskytuje nejčastěji potrubí „nedefinováno“ z 46 % a následně kameninové potrubí z 25 %. U úseků „nedefinováno“ byla zvolen součinitel drsnosti 0,013. Podrobnější informace o materiálech a jejich drsnostech (zadáno programem Mike Urban) jsou uvedeny v tabulce 10. Hodnoty Manningova součinitele drsnosti jsou téměř shodné jak pro Mike Urban, tak z jiné literatury.

## Simulační model stokové sítě Praha - Suchdol

Tabulka 10 Materiál potrubí v lokalitě Praha – Suchdol

Materiál:	počet	%	Manningův součinitel drsnosti $n$ – Mike Urban	Manningův součinitel drsnosti $n$ - z literatury
Plast	11	1,31%	0,013	0,01 - 0,011
Plastic	2	0,24%	0,013	0,01 - 0,011
Plast neurčený	1	0,12%	0,014	0,01 - 0,011
Polyetylen	20	2,38%	0,014	0,01 - 0,011
Polyvinylchlorid	61	7,25%	0,014	0,01 - 0,011
Zděná stoka z kanalizačních cihel	7	0,83%	0,014	0,012 - 0,017
Železobeton	47	5,59%	0,014	
Koryto (kamenné dno se zaplavenými břehy)	35	4,16%	0,033	0,025 - 0,04
Kamenina	208	24,73%	0,013	0,01 - 0,013
Kamenina_	1	0,12%	0,040	0,01 - 0,013
Beton	31	3,69%	0,013	0,011 - 0,013
Concrete (normal)	9	1,07%	0,013	0,011 - 0,013
Concrete (Smooth)	24	2,85%	0,012	0,011 - 0,013
Nedefinováno	384	45,66%	0,013	-
Data celkem:	841	100%		



Graf 4 Rozdělení materiálů potrubí v lokalitě Praha - Suchdol

Do modelu byly zadány objekty (ČS, OK, RS) a byla jim přiřazena geometrie. Ve finální verzi nevykazují objekty žádná chybová hlášení.

## 10. ZÁVĚRY

Hlavní cíl práce byl splněn. Byl vytvořen nekalibrovaný 1D model v programu Mike Urban na základě dat PVS a ČZU. Po podání oficiální žádosti data poskytla za PVS paní Fišáková (v březnu a květnu 2017).

### 10.1 Získávání dat

Při tvorbě modelu se importují data ze systému GIS. Data nejsou vždy kompletní, proto je potřeba chybějící data doplnit. Chybějící informace lze v příslušných dialogových oknech doplňovat ručně.

Program Mike Urban umožňuje použít pro získání chybějících dat funkci „lineární interpolace dat“. Na základě sousedních uzlů je doplněna chybějící informace. Nejedná se o příliš vhodné řešení, může vnést do modelu nejistoty.

### 10.2 Doporučení pro další zpracování

Pro samotný model je důležité znát reálný stav stokové sítě a aktualizovat ho při každé změně např. z kamerového průzkumu. Některé lokální poruchy (např. kapitola 5.1.1 Kamerový průzkum obrázky 18 a 19 – vyčnívající přípojka a ulpívající částice) mohou zásadně ovlivňovat průtočnost profilu. Na základě kamerové prohlídky lze daným úsekům v simulačním modelu přiřadit drsnosti, které stav zohlední.

Pro další zpracování bylo by vhodné prověřit uzly, které byly lineárně interpolovány.

Kritická místa na stokové síti jsou především objekty jako ČS a OK. Při zadávání objektů do modelu nemusí být k dispozici úplné údaje. Je potřeba si od provozovatele vyžádat a ověřit např. u ČS hladiny spínání čerpadel, u OK výšku přelivné hrany.

OK Kamýcká má nastavitelnou výšku přelivné hrany. Podle původních výkresů je nastavena na polovinu profilu (400 mm), ale z aktuální fotografie (obrázek 61) tomu tak není. Přelivná hrana je posazena níže a k odlehčení OV dochází dříve. Tyto údaje by bylo dobré případně v diplomové práci ověřit.



Pokud se do simulačního modelu vnáší nejistoty (podcenění balastních vod, lokální poruchy, funkce OK, ČS, ... ), výsledky se mohou velice lišit od skutečnosti. Velkých odlišností výsledků si inženýr nemusí být vědom. Když se podle takového modelu dělají důležitá rozhodnutí, můžou mít fatální následky. Pokud dojde k podhodnocení průtoku, celá stavba bude špatně navržena. Nadhodnocení výsledků má za následek vysoké investiční náklady, které by mohly být řádově nižší.

Při správném fungování systému GIS (doplnění chybějících dat a jejich aktualizace) by mohla být tvorba modelu snadnější.

## 11. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] R. Haloun, Modelování odtoku z intravilánu, Praha: Vydavatelství ČVUT, 1992.
- [2] D. Butler, M. B. Beck and M. R. Schutze, Modelling, simulation and control of urban wastewater systems, London: Springer Verlag, 2002.
- [3] J. Palas, T. Just, M. Martínek a J. Wanner, O historii pražské kanalisace, Praha: Typoexpedice - Karel Čapek, 1998.
- [4] J. Vítek, „Odvodňování urbanizovaných území podle principů udržitelného rozvoje,“ *Urbanismus a územní rozvoj*, p. 12, 01 08 2008.
- [5] V. Nysl a M. Synáčková, Zdravotně inženýrské stavby 30, Praha: Vydavatelství ČVUT, 1998.
- [6] „Odpadní vody,“ VŠB TU Ostrava, Prosinec 2010. [Online]. Available: [http://homen.vsb.cz/hgf/546/Materialy/Radka\\_2010/ov](http://homen.vsb.cz/hgf/546/Materialy/Radka_2010/ov). [Přístup získán 17 březen 2017].
- [7] P. Hlavínek, J. Mičín a P. Prax, Stokování a čištění odpadních vod, Brno: Akademické nakladatelství CERM, s.r.o. Brno, 2003.
- [8] K. Kříž, Hydraulická kapacita poškozených gravitačních stokových systémů, Praha, 2013.
- [9] P. Hlavínek, J. Mičín, P. Prax, P. Hlušík a R. Mífek, Stokování a čištění odpadních vod, Brno: VUT v Brně, 2006.
- [10] P. Hlavínek, J. Mičín, P. Prax, P. Hlušík a R. Mífek, Stokování a čištění odpadních vod, Brno: VUT Brno, 2006.

- [11] V. Čada, „Přednáškové texty z geodézie,“ Západočeská univerzita, [Online]. Available: <http://gis.zcu.cz/studium/gen1/html/ch02s03.html>. [Přístup získán 10 04 2017].
- [12] SPŠ stavební, „Geodézie - nivelace,“ SPŠ stavební, [Online]. Available: [http://www.spsstavcb.cz/download2/2299\\_2451\\_cs\\_nivelace-mericke\\_body,\\_vyskovy\\_system.pdf](http://www.spsstavcb.cz/download2/2299_2451_cs_nivelace-mericke_body,_vyskovy_system.pdf). [Přístup získán 10 04 2017].
- [13] V. Václavík, „Vodohospodářská zařízení II,“ 2014. [Online]. Available: <http://hgf10.vsb.cz/546/VHZ2/>. [Přístup získán 6 April 2017].
- [14] P. Hlavínek, J. Mičín a P. Prax, Příručka stokování a čištění, Brno: NOEL 2000 s.r.o., 2001.
- [15] PVK a.s., „PVK v roce 2016,“ *PÉVÉKÁČKO*, p. 12, 01 03 2017.
- [16] ČTK, „PRAŽSKÝdeník.cz,“ [Online]. Available: [http://prazsky.denik.cz/zpravy\\_region/prazske-vodovody-odskodni-lidi-kvuli-strevnim-potizim-dostanou-5-tisic-korun-20150526-h8el.html](http://prazsky.denik.cz/zpravy_region/prazske-vodovody-odskodni-lidi-kvuli-strevnim-potizim-dostanou-5-tisic-korun-20150526-h8el.html). [Přístup získán 02 05 2017].
- [17] V. a. k. Krejčí, Odvodňování urbanizovaných území - koncepční přístup, NOEL 2000, s.r.o., 2000.
- [18] DHI, “Mike Urban,“ DHI, [Online]. Available: <https://www.mikepoweredbydhi.com/products/mike-urban>. [Accessed 10. květen 2017].
- [19] V. Kučera, „PPO SS – Povodňový matematický model dolního povodí Rokytky a kmenových stok "E" a "F" - závěrečná zpráva - SWECO,“ SWECO Hydroprojekt a.s., Praha, 2017.

## 12. SEZNAM TABULEK

TABULKA 1 MINIMÁLNÍ SKLONY KANALIZACE JEDNOTNÉ A SPLAŠKOVÉ DLE MĚSTSKÝCH STANDARDŮ .....	21
TABULKA 2 HODNOTY DRSNOSTI PRO KANALIZAČNÍ POTRUBÍ [13] .....	23
TABULKA 3 DOPORUČENÉ HODNOTY SOUČINITELŮ HODINOVÉ NEROVNOMĚRNOSTI DLE ČSN EN 75 6101 .....	25
TABULKA 4 DOPORUČENÉ HODNOTY SOUČiniteLE ODTOKU $\psi$ PRO ORIENTAČNÍ VÝPOČET DLE ČSN EN 75 6101 .....	26
TABULKA 5 TŘÍDY A SKUPINY PRO NÁVRH POKLOPŮ DLE ČSN EN 124 .....	28
TABULKA 6 KÓDY PORUCH – KONSTRUKCE POTRUBÍ .....	37
TABULKA 7 KÓDY PORUCH – PROVOZ POTRUBÍ .....	37
TABULKA 8 SPECIFIKACE GEOMETRIE ČS PRO MIKE URBAN .....	76
TABULKA 9 SROVNÁNÍ PŮVODNÍCH A FINÁLNÍCH DAT .....	79
TABULKA 10 MATERIÁL POTRUBÍ V LOKALITĚ PRAHA – SUCHDOL .....	82

## 13. SEZNAM GRAFŮ

GRAF 1 CHYBOVÁ HLÁŠENÍ - ŠACHTY (NODES) .....	80
GRAF 2 CHYBOVÁ HLÁŠENÍ – POTRUBÍ (PIPES) .....	80
GRAF 3 PŘIŘAZENÍ CHYBĚJÍCÍCH DAT (UZLY) .....	81
GRAF 4 ROZDĚLENÍ MATERIÁLŮ POTRUBÍ V LOKALITĚ PRAHA - SUCHDOL .....	82

## 14. SEZNAM OBRÁZKŮ

OBRÁZEK 1 KOLOBĚH SRÁŽKOVÉ VODY V ZÁVISLOSTI NA MÍŘE URBANIZACE ZEMSKÉHO POVRCHU [4] .....	8
OBRÁZEK 2 JEDNOTNÁ STOKOVÁ SOUSTAVA [9].....	13
OBRÁZEK 3 ODDÍLNÁ STOKOVÁ SOUSTAVA [10] .....	14
OBRÁZEK 4 PRŮBĚH KOUŘOVÉ METODY, ŠPATNĚ NAPOJENÝ DŮM, PVK .....	15
OBRÁZEK 5 UMÍSTĚNÍ BÝVALÉ ČSR V SOUŘADNICOVÉM SYSTÉMU S - JTSK [11].....	16
OBRÁZEK 6 1. NIVELAČNÍ VÝŠKOVÝ BOD V ČR – LIŠOV [12] .....	17
OBRÁZEK 7 ZÁKLADNÍ TVARY STOKY POUŽÍVANÉ V SOUČASNOSTI [13] .....	18
OBRÁZEK 8 ZMĚNA HYDRAULICKÉ DRSNOSTI V PŘÍČNÉM PROFILU STOKY [7].....	23
OBRÁZEK 9 PŘÍČNÝ ŘEZ KOMUNIKACÍ; ZNÁZORNĚNÍ POUŽITÍ SKUPIN A TŘÍD POKLOPŮ DLE ČSN EN 124 .....	28
OBRÁZEK 10 VSTUPNÍ ŠACHTA KRUHOVÁ Z ŽELEZOBETONOVÝCH SKRUŽÍ [14].....	30
OBRÁZEK 11 VPUSTI [9] .....	32
OBRÁZEK 12 LAPÁK SPLAVENIN [5] .....	32
OBRÁZEK 13 PŘECHOD OTEVŘENÉHO KORYTA DO TRUBNÍHO SYSTÉMU – SEDLECKÝ POTOK, PRAHA SUCHDOL (MUID OBJEKTU V MODELU 572825) .....	33
OBRÁZEK 14 OK S PŘÍMÝM PŘEPADEM [7].....	34
OBRÁZEK 15 VÝVOJ HAVÁRIÍ NA STOKOVÉ SÍTI, Z TOHO POČET UCPÁVEK [15].....	36
OBRÁZEK 16 KAMERA PVK A.S. [16] .....	37
OBRÁZEK 17 PIPECOMMANDER .....	38
OBRÁZEK 18 <b>BBBB</b> – POLOHA 9 – 3, ULPÍVAJÍCÍ .....	38
OBRÁZEK 19 <b>BAG</b> – POLOHA 9, VYČNÍVAJÍCÍ .....	38
OBRÁZEK 20 VÝPOČTOVÉ SCHÉMA MODELU SWMM [5] .....	41
OBRÁZEK 21 ZJEDNODUŠENÍ SKUTEČNOST X MODEL [17] .....	44
OBRÁZEK 22 ROZDĚLENÍ MČ SUCHDOL NA POVODÍ ČOV ROZTOKY A ÚČOV PRAHA.....	47
OBRÁZEK 23 TOPOLOGIE V PROGRAMU MIKE URBAN – PŮVODNÍ SOUBOR OD PVS .....	49
OBRÁZEK 24 TOPOLOGIE V PROGRAMU MIKE URBAN - PO ÚPRAVĚ LOKALITY .....	50
OBRÁZEK 25 KONTROLA DAT– PRVNÍ SPUŠTĚNÍ .....	51
OBRÁZEK 26 KONTROLA DAT– DALŠÍ SPUŠTĚNÍ .....	51
OBRÁZEK 27 ZAČÁTEK A KONEC EDITACE .....	52
OBRÁZEK 28 NODES - INVERT LEVEL NOT SPECIFIED.....	53
OBRÁZEK 29 NODES - INVERT LEVEL NOT SPECIFIED.....	54
OBRÁZEK 30 PRŮVODCE NA AUTOPŘÍŘAZENÍ.....	55
OBRÁZEK 31 VÝBĚR CÍLOVÉHO POLE .....	55
OBRÁZEK 32 ZDROJ DAT .....	55
OBRÁZEK 33 MOŽNOSTI INTERPOLACE SÍTÍ .....	55
OBRÁZEK 34 CELKOVÉ PŘÍŘAZENÍ.....	56

## Simulační model stokové sítě Praha - Suchdol

---

OBRÁZEK 35 DOKONČENÍ PRŮVODCE - AUTOPŘÍŘAZENÍ.....	56
OBRÁZEK 36 LINEÁRNÍ INTERPOLACE - PŘÍRAZENÁ DATA K ŠACHTÁM.....	57
OBRÁZEK 37 NODES - MANHOLE DIAMETER NOT SPECIFIED .....	58
OBRÁZEK 38 NODES - MANHOLE DIAMETER NOT SPECIFIED .....	59
OBRÁZEK 39 NODES – CRITICAL LEVEL IS SMALLER OR EQUAL TO INVERT LEVEL .....	60
OBRÁZEK 40 NODES – CRITICAL LEVEL IS SMALLER OR EQUAL TO INVERT LEVEL .....	61
OBRÁZEK 41 LINKS - PRŮMĚR POTRUBÍ NENÍ SPECIFIKOVÁN / VELIKOST POTRUBÍ JE 0 .....	63
OBRÁZEK 42 LINKS - VELIKOST POTRUBÍ JE ROVNA 0 / PRŮMĚR POTRUBÍ NENÍ SPECIFIKOVÁN .....	64
OBRÁZEK 43 ZOBRAZENÍ VÝBĚRU .....	65
OBRÁZEK 44 ZOBRAZENÍ „FROMNODE“ .....	66
OBRÁZEK 45 ZOBRAZENÍ „TONODE“ .....	66
OBRÁZEK 46 LAYER PROPERTIES – SYMBOLOGY.....	67
OBRÁZEK 47 MENU .....	67
OBRÁZEK 48 SYMBOL – ARROW RIGHT MIDDLE .....	67
OBRÁZEK 49 LAYER PROPERTIES .....	68
OBRÁZEK 50 POPISKY UZLŮ A ÚSEKŮ (MUID) A SMĚR PROUDĚNÍ OV, UZEL PO PROUDU NENÍ DEFINOVÁN / HORNÍ UZEL POTRUBÍ NENÍ SPECIFIKOVÁN .....	69
OBRÁZEK 51 PODÉLNÝ PROFIL – VOLBA ÚSEKU .....	70
OBRÁZEK 52 PODÉLNÝ PROFIL - VYKRESLENÍ.....	70
OBRÁZEK 53 ZOBRAZENÍ PROBLEMATICKÉHO ÚSEKU .....	70
OBRÁZEK 54 VYKRESLENÍ PODÉLNÉHO PROFILU .....	71
OBRÁZEK 55 TOPOLOGIE V PROGRAMU MIKE URBAN - PO AKTUALIZACI DAT.....	72
OBRÁZEK 56 CHYBOVÁ HLÁŠENÍ PO AKTUALIZACI DAT .....	73
OBRÁZEK 57 ZOBRAZENÍ "KŘIVKY A ZÁVISLOSTI" .....	74
OBRÁZEK 58 KŘIVKY A ZÁVISLOSTI – GEOMETRIE.....	75
OBRÁZEK 59 ZOBRAZENÍ PLOCH A <sub>c</sub> A A <sub>s</sub> NA JEDNOTKOVÉ KRYCHLI.....	75
OBRÁZEK 60 VLOŽENÍ ČERPADLA .....	75
OBRÁZEK 61 OK KAMÝČKÁ .....	76
OBRÁZEK 62 VLOŽENÍ OK .....	77
OBRÁZEK 63 OK V SEDLCI.....	78

## 15. SEZNAM POUŽITÝCH ZÁKONŮ

### A NOREM

- **430/2006 Sb.** - *Nařízení vlády o stanovení geodetických referenčních systémů a státních mapových děl závazných na území státu a zásadách jejich používání*
- **274/2001 Sb.** - Zákon o vodovodech a kanalizacích
- **501/2006 Sb.** - Vyhláška o obecných požadavcích na využívání území
- **268/2009 Sb.** - Vyhláška o technických požadavcích na stavby
- **ČSN EN 75 6101** – Stokové sítě a kanalizační přípojky (04/2012)
- **ČSN EN 124** – Poklopy a vtokové mříže pro dopravní plochy - Konstrukční zásady, zkoušení, označování, řízení jakosti (02/1996)
- **ČSN EN 13 508** – Zjišťování a hodnocení stavu venkovních systémů stokových sítí a kanalizačních přípojek – část 2: Kódovací systém pro vizuální prohlídku (12/2011)
- **ČSN 75 6406** – Odvádění a čištění OV ze zdravotnických zařízení (04/1996)
- **TNV 75 9011** – Hospodaření se srážkovými vodami (03/2013)