

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ  
FAKULTA STAVEBNÍ  
KATEDRA ZDRAVOTNÍHO A EKOLOGICKÉHO INŽENÝRSTVÍ



**REKONSTRUKCE KANALIZACE V ULICI  
ČERNOMOŘSKÁ**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**Tomáš Spilka**

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Marcela Synáčková, CSc



## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Spilka Jméno: Tomáš Osobní číslo: 410117  
Zadávací katedra: K144 - Katedra zdravotního a ekologického inženýrství  
Studijní program: Stavební inženýrství  
Studijní obor: Vodní hospodářství a vodní stavby

### II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Rekonstrukce kanalizace v ulici Černomořská

Název bakalářské práce anglicky: Reconstruction of sewer in street the Černomořská

Pokyny pro vypracování:

Práce v rozsahu 40 stran s grafickými přílohami. Rešerše literatury k problematice stokování se zaměřením k rekonstrukcím stokových sítí. Návrh variantních řešení rekonstrukce. Výpočet návrhového průtoku Máslovou metodou, ověření kapacity nově požadovaného profilu. Závěr.

Seznam doporučené literatury:

Hlavínek P., Mičín J., Prax P.: Příručka stokování a čištění. NOEL 2000, s.r.o., Brno, 2001

Klepsatel F., Raclavský J.: Bezvýkopová výstavba a obnova podzemních vedení. Jaga Group, 2007 Bratislava

SOVAK: Zásady pro využití bezvýkopových technologií v oboru vodovodů a kanalizací. Medim, Líbeznice, 2008

Jméno vedoucího bakalářské práce: Ing. Marcela Synáčková, CSc

Datum zadání bakalářské práce: 22.2.2016 Termín odevzdání bakalářské práce: 22.5.2016

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“.*

22.2.2016

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

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

V Praze dne 16. 5. 2016

---

Tomáš Spilka

## Anotace

Teoretická část bakalářské práce je zaměřena na materiály kanalizačních stok, jejich návrh a výstavbu. Praktická část práce se zabývá rekonstrukcí kanalizace v ulici Černomořská v Praze. Rekonstrukce stoky bude provedena v původní trase hloubením v pažené rýze, pouze poslední část - oblouk před spojnou komorou - nabízí dvě řešení sanace, které jsou blíže zkoumány. Kromě návrhu variantních řešení oblouku stoky je Máslovou metodou ověřeno, zda bude kapacita nově požadované DN 600 vyhovovat, místo původního vejčitého profilu 500/875.

### Klíčová slova

Kanalizace, trouba, šachta, kapacita, odtokové množství

## Annotation

Theoretical part of bachelor thesis focuses on materials, design and construction of sewers. Practical part deals with the reconstruction of a sewer in the street Černomořská in Prague. Reconstruction of the sewer will be made in the original line by digging and trench shoring. The last part before junction chamber provides two solutions of remediation. They are studied in more detail. Besides designing the two alternative solutions of the sewer arc, a verification of the new DN 600 capacity instead of the original 500/875 profile is provided.

### Keywords

Sewerage, pipe, shaft, capacity, amount of runoff

## Poděkování

Zde bych chtěl poděkovat všem, kteří mi pomáhali s vypracováním bakalářské práce. Vedoucí práce Ing. Marcele Synáčkové za pomoc s vyhledáváním podkladů, rady a připomínky. Ing. Doris Šachlové a Lud'kovi Ulrichovi za poskytnutí praktických zkušeností v oboru navrhování kanalizací a Ing. Tomášovi Spilkovi za rychlé zodpovídání všetečných dotazů. V neposlední řadě bych chtěl poděkovat firmě Ko-ka za poskytnutí návodu řešení kapacity vejčité stoky.

# Obsah

Úvod .....	8
1. Materiály trub tuhé a polotuhé.....	9
1.1. Kamenina .....	9
1.2. Beton a železobeton .....	12
1.3. Litina .....	13
1.4. Ocel .....	15
1.5. Čedič .....	15
1.6. Polymerbeton .....	15
2. Materiály trub pružné .....	16
2.1. Sklolaminát .....	16
2.2. Plasty .....	18
3. Zděné konstrukce.....	20
3.1. Kámen .....	20
3.2. Keramické výrobky.....	21
3.3. Výrobky z taveného čediče .....	23
3.4. Malty .....	25
4. Beton a betonové prefabrikáty.....	25
4.1. Podkladní a výplňový beton .....	25
4.2. Betonové zdivo .....	25
4.3. Betonové prefabrikáty.....	26
5. Návrh stokové sítě .....	27
5.1. Hranice odvodňované plochy .....	27
5.2. Máslova metoda .....	27
6. Výstavba stok .....	29
6.1. Podklady .....	29

6.2.	Vytyčení.....	30
6.3.	Technologie stavby v otevřeném výkopu .....	30
6.4.	Bezvýkopová technologie.....	32
6.5.	Bezvýkopová technologie rekonstrukce a oprav stok.....	32
7.	Rušení stok, objektů a přípojek .....	33
7.1.	Rušení stoky.....	33
7.2.	Rušení objektů .....	33
7.3.	Rušení přípojek .....	33
8.	Rekonstrukce kanalizace ul. Černomořská, Praha 10.....	34
8.1.	Údaje o stavbě.....	34
8.2.	Varianty rekonstrukce.....	38
8.3.	Připojení na stávající infrastrukturu.....	39
8.4.	Postup výstavby .....	40
8.5.	Výpočet.....	41
9.	Odhad ceny .....	44
10.	Závěr.....	46
11.	Seznam literatury a podkladů .....	47
12.	Seznam obrázků.....	49
13.	Seznam tabulek.....	50
14.	Seznam příloh.....	50
15.	Seznam grafických příloh.....	50

## Úvod

Kvalitní a funkční kanalizační systém je základem každého velkoměsta. Zvyšuje životní úroveň obyvatel a výrazně zlepšuje hygienu obce. Obyvatelé nejvyspělejších zemí světa, mezi které se řadí i Česká republika, jsou dnes na pohodlí „splachovací toalety“ zvyklí. Upravené a odvodněné ulice jsou také samozřejmostí. Vždy tomu tak nebylo a v méně vyspělých státech to standardem stále není.

Na přelomu 19. a 20. století položil anglický inženýr William Heerlein Lindley základy dnešního pojetí stokové sítě v Praze. Z jeho návrhů se vychází dodnes a mnoho tehdy postavených stok je stále funkčních. Po změně režimu v roce 1948 se kladl důraz na rozvoj města a výstavbu nových sídlišť, tím byla podpořena i výstavba nových stok. Kanalizační síť se tedy rozrůstala, ale stávající se udržovala jen velmi málo nebo vůbec. Některé části sítě jsou tedy v havarijním stavu. Dnes se postupně odhalují poruchy prováděním průzkumů v inkriminovaných místech a samozřejmě vznikají i havárie na přestárlé síti, které na poruchy upozorní. Od roku 1989 došlo k výraznému zlepšení stavu stokové sítě, protože je na rekonstrukci kladen důraz a do údržby sítě se investuje. Mnoho stok však na rekonstrukci stále čeká. S nadsázkou tvrdím, že bychom měli být za zanedbání údržby rádi, jelikož poskytuje práci pro další generace.

Cílem bakalářské práce je navrhnout variantní řešení rekonstrukce kanalizace v ulici Černomořská v Praze a zvážení výhod a nevýhod jednotlivých variant. Práce je rozdělena na dvě části – teoretickou a praktickou část.

Teoretická část práce obsahuje rešerši literatury zabývající se materiály, návrhem a výstavbou stok. Z materiálů jsou popsány nejčastěji používané a jsou uvedeny jejich výhody a nevýhody. Návrh a výstavba je zaměřena na pražskou stokovou síť.

Praktická část práce se zabývá samotnou rekonstrukcí kanalizace v ulici Černomořská a nabízí variantní řešení oblouku stoky. Proveden byl i hydrotechnický výpočet variant řešení rekonstrukce a odhad ceny. Samozřejmostí je popis současného stavu stoky.

Součástí práce jsou grafické přílohy obsahující situaci rekonstrukce a podélný profil, pro potřeby výpočtu odtokového množství byla zhotovena situace odvodňovaných ploch.



# 1. Materiály trub tuhé a polotuhé

Materiály stok v hl. m. Praze se volí především dle účelu, životnosti a umístění stoky. Samozřejmostí jsou požadavky na odolnost proti mechanickým, chemickým a biologickým vlivům dopravované odpadní vody. [1] Proto je kladen důraz na zhotovení a kvalitu materiálu obzvláště namáhaných detailů, jako je např. žlab vejčité zděné stoky.

## 1.1. Kamenina

Kamenina dodnes patří k nejpoužívanějším materiálům potrubí. Provozovatelé mají ověřené vlastnosti materiálu dlouholetou provozní zkušeností. Životnost materiálu se pohybuje kolem sta let.

Materiál se skládá ze směsi jílu (50–65 %), šamotu (20–30 %) a vody (15–20 %). Vytvarované trouby se po usušení namáčí do glazury a vypalují. Jedná se tedy o materiál šetrný k přírodě, což podporuje jeho oblíbenost. [2]

V dnešní době se používají kameninové trouby s vyšší mezní únosností ve vrcholovém zatížení tzv. silnostěnné kameninové trouby. Výjimku tvoří přípojky, kde se používá potrubí s normální únosností. [3]

Běžně se vyrábí kameninové trouby DN 150 až DN 600 a do DN 1400 po dohodě s výrobcem. [1]

Přípojky se napojují pod úhlem 90° nebo profily DN 300 a menší je možno napojit i s úhlem 45°. DN 200 a DN 150 se používá pouze pro přípojky. DN 250 je povolováno při rekonstrukci stávající kanalizace, ale pouze po předchozím projednání s provozovatelem. [3]

### Ukládání (viz grafická příloha 9)

Kameninové trouby se ukládají do podkladního betonu nebo, při výskytu podzemní vody, na podkladní betonovou desku. Podkladní beton nebo podkladní betonová deska s podkladním betonem musí mít minimální celkovou tloušťku 150 mm. V případě nízkého krytí, pod vozovkami silně zatížených komunikací, železničními tělesy, potoky a v odůvodněných případech je, na základě statického výpočtu, potrubí obetonováno celé. Tloušťka kompletního obetonování je minimálně 100 mm nad vrcholem potrubí pro DN 300–400, 150 mm pro DN 500–600 a tloušťka obetonování pro větší profily se určuje dle statického výpočtu. Betonové sedlo, do kterého se ukládá kameninové potrubí, se zhotovuje o středovém úhlu 120°. [3]

Podkladní deskou a případným celkovým obetonováním se řeší dřívější negativní zkušenosti s ukládáním kameninových trub. Při nevhodném uložení docházelo k rozlámání trub. [4] Obsyp trub se provádí písčitou zeminou s maximální zrnitostí kameniva do 11 mm pro trouby DN  $\leq$  900 a zeminou se zrnitostí kameniva do 22 mm pro trouby DN 1000–1400 do výšky 30 cm nad vrchol potrubí. [3] Řádné zhutnění obsypu se dělá po 15 cm vrstvách, u profilů nad DN 600 po vrstvách až 25 cm. [5]

### Spojování

Norma uvádí čtyři druhy hrdlových spojů.:

*Spojovací systém F (spoj L):*

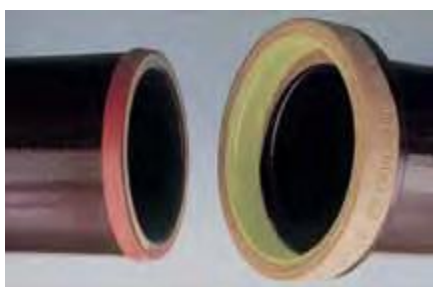
Jedná se o spoj určený pro profily DN 150 a DN 200. Pryžové těsnění je vlepeno v hrdle trouby. [3; 6]



Obrázek 1: *Spojovací systém F, spoj L* [6]

*Spojovací systém C (spoj K):*

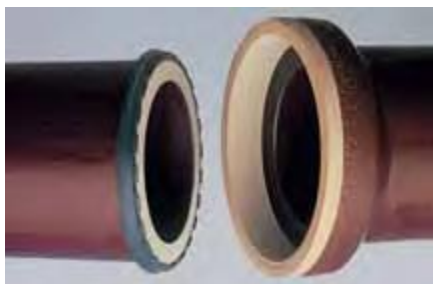
Již při výrobě se na hrdlo aplikuje vrstva tvrdého polyuretanu a na dřík vrstva měkkého polyuretanu. [3; 6]



Obrázek 2: *Spojovací systém C, spoj K* [6]

### *Spojovací systém C (spoj S):*

Spojovací systém spočívá ve vybroušení hrdla a dříku po výpalu. Pryžové těsnění je aplikováno pouze na dřík. Od spoje K se liší pouze provedením, rozměry jsou stejné. [3; 6]



*Obrázek 3: Spojovací systém C, spoj S [6]*

### *Spojovací systém V (bezhrdlový spoj):*

Spoj je určen pro protlačovací kameninové trouby CreaDig. Bezhrdlový spoj je opatřen pryžovým těsněním a speciální manžetou. Provedení se liší dle výrobce. [3; 6]



*Obrázek 4: Spojovací systém V, bezhrdlový spoj [6]*

#### **Výhody**

- Přírodní, chemický stálý, snadno zlikvidovatelný materiál,
- odolnost proti obrusu,
- dlouhá životnost a chemická odolnost,
- vodotěsnost,
- poměrně malá hydraulická drsnost. [4; 2]

#### **Nevýhody:**

- Křehkost materiálu (nebezpečí poškození při manipulaci),
- vyšší hmotnost,
- nutnost obetonování,
- malá pevnost ve smyku. [4; 2]

## 1.2. Beton a železobeton

Betonové potrubí musí být odolné proti agresivitě chemického prostředí XA2 podle ČSN EN 206-1. Ve zvláště agresivním prostředí se používá speciální vnější ochrana formou nátěrů, plastových povlaků, čedičovou výstelkou apod. Potrubí pak plně vyhovuje provozním požadavkům na odolnost proti obrusu a agresivním chemickým látkám. Pro splaškovou a jednotnou kanalizaci musí mít potrubí vnitřní ochranu o minimálním úhlu 180°. [2; 3]

Profily menší než DN 600 se vyrábějí pouze s ochranou v úhlu 360°. Čedičová výstelka zamezuje výbrusu potrubí a lépe odolává agresivnímu prostředí než beton. [7]

Vyrábí se klasické potrubí s kruhovým průřezem nebo vejčité trouby. Kromě známé výhody, kdy vejčitý profil umožňuje větší unášecí sílu proudící vody a z toho plynoucí menší zanášení potrubí, disponuje i vyšší únosností ve vrcholovém zatížení než potrubí kruhové. [2]



Obrázek 5: Vejčité betonové potrubí [8]



Obrázek 6: Kruhové potrubí s čedičovou výstelkou [9]

### Ukládání (viz grafická příloha 9)

Potrubí je ukládáno na betonovou desku s betonovými pražci se sedlem o středovém úhlu 120°. Obsyp trub je nutné řádně zhutnit. Dle standardů je způsob uložení stejný jako u kameniny. [3]

## Spojování

Spojování trub je prováděno do hrdel s integrovaným pryžovým těsněním. Potrubí pro protlačování je bezhrdlové s manžetou (ocelovou, sklolaminátovou apod.) nebo s perodrážkou. [3; 7]

Otvory pro napojování přípojek se zhotovují již při výrobě trub. Na stávající stokové síti se používá vývrt. [3]

### Výhody

- Přírodní, snadno zlikvidovatelný materiál,
- dostatečná statická únosnost,
- vyhovující vodotěsnost,
- možnost použití vnitřní ochrany,
- dobrá mezní únosnost ve vrcholovém zatížení,
- kruhový i vejčitý profil,
- teplotní odolnost. [4; 2]

### Nevýhody

- Nižší odolnost proti abrazi,
- vyšší hydraulická drsnost,
- vysoká hmotnost,
- složitější pokládka,
- složité dodatečné napojování přípojek,
- nízká odolnost proti agresivním účinkům splaškové vody, pokud není použita vnitřní ochrana. [4; 2]

## 1.3. Litina

Dříve byla využívána litina šedá, dnes je nahrazována litinou tvárnou. V šedých litinách je grafit ve tvaru lamel, což vede ke křehkosti materiálu. Tvárná litina obsahuje grafit v kuličkové formě. Materiál tedy není křehký, jako šedá litina, ale tvárný. Tvárná litina je proti šedé litině odolnější vůči nárazů, pevnější v tahu, má vysokou mez elasticity a významnou průtažnost. Zároveň si zachovává příznivé vlastnosti šedé litiny, jako je odolnost na stlačení, proti korozi, opracovatelnost, odolnost na únavu, na abrazi a možnost odlévání materiálu. [1; 10]

Trouby z tvárné litiny se zhotovují v rozmanitém počtu druhů vnější a vnitřní ochrany. Mezi klasický druh vnitřní ochrany patří použití malty z hlinitanového cementu, speciálním druhem je výstelka z polyuretanu. Jako vnější ochrana se využívá zinkový povlak s epoxidovým nátěrem, což je možné zesílit další vrstvou – obalem z polyuretanu. Stupeň vnější ochrany je volen dle korozivity půd a zásypů. [2]

Tvárná litina se využívá především na přípojky. Pro stoky je vhodná do větších spádů, jelikož je její otěruvzdornost lepší než u kameniny. Využití litiny je možné jak pro gravitační, tak pro tlakové kanalizace.

Vyráběné jsou všechny standardní profily pro stokování. [10]

Napojování přípojek je prováděno tvarovkami.

#### Ukládání (viz grafická příloha 8)

Potrubí se ve výkopu ukládá do šterkopiskového lože po celé délce trub. Sedlo, do kterého se ukládá litinové potrubí, se zhotovuje o středovém úhlu 120°. Obsyp se hutní po vrstvách a provádí se do výšky minimálně 30 cm nad vrchol trub. Ve spodní vodě se zhotovuje drenážní potrubí průměru 13–16 cm, obsypané drenážním šterkem. Další vrstvou je podkladní beton tloušťky 100 mm, na podkladní beton se dává šterkopiskové lože se sedlem a obsypem, jako je tomu v případě bez spodní vody. [3]

#### Spojování

Spojování trub je prováděno do hrdel s integrovaným pryžovým těsněním. Pro tlakovou kanalizaci se může využít zámkových spojů.

#### Výhody

- Menší nároky na kvalitu podkladu a obsypu,
- možnost vnitřní ochrany potrubí a tím zvýšení odolnosti proti agresivním účinkům splaškových vod,
- vyšší odolnost proti obrušování než u kameniny,
- vyšší odolnost proti mechanickému namáhání,
- odolnost proti nárazu,
- dlouholetá životnost,
- použití pro tlakové i gravitační stoky,
- rozmanité druhy vnější a vnitřní ochrany. [4; 2]

#### Nevýhody:

- Vyšší náchylnost na korozi,
- vyšší hmotnost,
- vyšší cena,
- v agresivním prostředí nutná vnější ochrana trub,
- v prostředí bludných proudů nutná katodová ochrana trub. [4; 2]

#### 1.4. Ocel

Ocel se využívá v objektech na stokové síti. Klasické ocelové potrubí je dnes nahrazováno nerezovou ocelí, která má vyšší odolnost proti korozi. [3]

#### 1.5. Čedič

Čedičové potrubí vyrobené tavením čediče a odléváním do formy je velice odolné na otěr. [3]

Využívá se spíš pro potřeby provozů (např.: doprava betonu). Ve stokování se používá do objektů např. do spadišť na tzv. fajfky. Naopak běžné je vložkování betonových trub, či použití čedičových cihel (viz Beton a železobeton a Čedičové cihly)

#### 1.6. Polymerbeton

Polymerbeton je kompozitní materiál, který se skládá z plniva a pojiva. Plnivo představují vybrané písky ze silikátové kameniny, jako mikroplnivo je použit kamenný prach. Druh pojiva se volí dle použití: vinylester, polyester nebo epoxidová pryskyřice. [11]

Je to dobrá alternativa a doplněk k betonovým výrobkům. Vykazuje výrazně lepší odolnost proti chemickým vlivům, vyšší mechanickou pevnost a lepší odolnost proti abrazi. Proti klasickému betonu má polymerbeton vyšší statickou a dynamickou pružnost. Další výhodou je nulová nasákavost, čímž je polymerbeton mrazuvzdorný. [3; 11]

Výroba jednotlivých tvarovek a trub se provádí litím materiálu do formy. Tím je zajištěna vysoká rozměrová přesnost dílců. Odléváním do forem je možné vyrábět dílce rozmanitých tvarů. [3]

Kanalizační trouby jsou vyráběny od DN 200, maximální DN je různé dle výrobce.

## 2. Materiály trub pružné

### 2.1. Sklolaminát

Sklolaminátové potrubí, označované jako GRP (Glass Reinforced Pipes), je v pražské kanalizační síti povoleno používat pouze pro dešťovou kanalizaci. [3]

Sklolaminát se vyznačuje vysokou pevností, stálostí a nízkou hmotností. Výrobci udávají životnost sto let, ta ale není praxí ověřena. Nízká hmotnost umožňuje snadnou manipulaci a zpracování. Zkracování trub na požadovanou délku je rovněž snadné. Výhody jsou však vykoupeny křehkostí materiálu, proto se musí při pokládce dodržovat zvýšená opatrnost.



Obrázek 7: Příklad výstavby [12]



Obrázek 8: Příklad výstavby [12]

Materiálově se v podstatě vždy jedná o polyesterovou pryskyřici se skelným vláknem a jako plnivo je použit křemičitý písek. Existují dva způsoby výroby GRP. Starší způsob je navíjení, kdy se na tuhé válcové jádro navíjí skelné vlákno a současně se dává pryskyřice. Nedochází však k tlakovému zhutnění jednotlivých vrstev, proto je v praxi spíše voleno potrubí vyrobené odstředivým litím. Na rotující formu se nanášejí suroviny, které jsou hutněny odstředivou silou vzniklou rotováním formy. [1; 2]

Materiál je různě vrstven, v závislosti na výrobcích. Pro praktické použití ve stokování nás zajímá především vnitřní, nevyztužená, staticky neúnosná vrstva. Její tloušťka je minimálně 1,5 mm a zajišťuje ochranu proti abrazi. [3]

Vyráběné jsou profily DN 150–3600. [12]





Obrázek 9: Odstředivé lití [12]

### Ukládání (viz grafická příloha 7)

Ukládání GRP je povoleno pouze do pískového lože. Sedlo, do kterého se ukládá GRP potrubí, se zhotovuje o středovém úhlu  $120^\circ$ . Tím se vyvarujeme bodovému podepření trub a následnému poškození. Boční obsyp se provádí hutněnou písčitou zeminou do výšky 30 cm nad vrchol trub. Ve spodní vodě, se pod pískové lože provádí podkladní betonová vrstva tloušťky 10 cm. Pod podkladní beton se umístí drenážní potrubí průměru 13–16 cm, obsypané drenážním štěrkem. Nutné je vyvarovat se ukládání trub do horizontu podzemní vody. Teplota při pokládce trub nesmí být nižší než  $5^\circ\text{C}$ . [3]

Zasypávání a hutnění trub musí být prováděno s velkou opatrností, aby nedocházelo k poškození trub. Sklolaminátové potrubí je velmi křehké, proto je nebezpečí poškození větší než u jiných materiálů. Dalším nebezpečím u větších profilů je nezachování ovality trub vlivem zasypávání.

### Spojování

Trouby jsou bezhrdlové, spojování je prováděno speciálními spojkami. Předepsané jsou spojky s dvoukomorovým těsnícím profilem, pro zajištění požadované těsnosti spojů. Pro odbočky je povoleno používat pouze odbočné tvarovky od výrobce. Používání sedlových odboček, které jsou k potrubí připojovány laminováním, je zakázané. [3]

## Výhody

- Lehký materiál,
- možné větší výrobní délky,
- snadné řezání potrubí,
- rozsáhlý sortiment profilů,
- možná výroba různé síly stěn trub a tedy získání různých tuhostních tříd,
- dobrá chemická odolnost,
- nízká hodnota hydraulické drsnosti. [4; 2]

## Nevýhody:

- Křehký materiál, nebezpečí poškození trub úderem, bodovým zatížením,
- okamžitá i dlouhodobá plastická přetvárnost materiálu při zatížení,
- nutnost precizního uložení,
- nemožnost laminování na stavbě,
- maximální kapacitní rychlost  $5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ,
- nutnost nakládání s materiálem při likvidaci jako s nebezpečným odpadem. [4; 2]

## 2.2. Plasty

Termoplasty představují rozsáhlou skupinu materiálů. Nabídka je velká a výrobců zabývajících se dodáváním plastových trub je mnoho. Z toho plyne i velká škála systémů trub, které se liší různě zpracovanou vnitřní vrstvou trub, vnější ochrannou, různými druhy spojování apod.

Pro stokování se využívají následující tři druhy polymerních materiálů: PVC, PE a PP. [3] Obzvláště bohatá je nabídka profilů stěn plastových trub. PVC-U a PP trouby se vyrábějí v plnostěnné, jednovrstvé korugované a žebrované konstrukci. Rozdíl mezi žebrovanou a korugovanou konstrukcí stěny je v provedení žeber trub. Duté a široké žebro se provádí u korugované konstrukce, žebrovaný typ má žebra plná a úzká. PP a PE se dále vyrábí ve verzi dvojstěnné korugované konstrukce. Sendvičové provedení stěn s odlehčeným pěnovým jádrem je výsadou pouze PVC-U. [2]

Obsáhnout všechny nabízené druhy trub by bylo na samostatnou práci, proto se zaměřuji pouze na základní typy.

### Tvrzený polyvinylchlorid (PVC-U)

Nejvýznamnějším termoplastem je PVC, pro stokování se konkrétně využívá PVC-U nazývané též neměkčené, tvrdé nebo tvrzené PVC. Jedná se o nestarší a nejrozšířenější termoplast pro výrobu kanalizačních trub. Jak je z názvu patrné, tvrzené PVC neobsahuje změkčovadla. Kromě podzemní kanalizace je tvrzený polyvinylchlorid využíván pro pitnou vodu apod. Je vhodný pro odvod odpadních vod v rozsahu pH 2–12 do teploty média 60°C (DN 100–200) resp. 40 °C (DN 250–500). [1]

Odolnost PVC-U proti obrusu je dobrá, v porovnání s PE a PP je však nejnižší. Při nízkých teplotách hrozí nebezpečí porušení trub, vlivem vyšší křehkosti materiálu. Nedoporučuje se tedy pokládka pod 5°C. [2]

Pro spojování slouží hrdla s pryžovým těsněním.

Běžně vyráběné jsou trouby do DN 500. Zpravidla se potrubí dodává ve dvou třídách tuhosti SN 4 a SN 8. [13]

### Vysokohustotní polyetylen (PE - HD)

Vysokohustotní PE se využívá především pro tlakové kanalizace (typ PE100) a dále pro odvádění dešťové vody. Další možnou aplikací je využití tzv. rukávu pro sanaci poškozeného potrubí vyvločkováním. Potrubí se spojuje svařováním. [1; 14]

### Polypropylen PP

PP potrubí je podobné troubám z PE, avšak oproti PE má nižší hustotu, vyšší odolnost proti praskání, odolává vyšším teplotám (krátkodobě až 135°C). Dále má vyšší odolnost oděru, pevnost v tlaku a tahu. Při teplotách pod 0°C je však křehčí. [15]

Spojování se provádí podobně jako u PVC, tedy na hrdla s pryžovým těsněním.

### Ukládání (viz grafická příloha 7)

Ukládání plastů se provádí do pískového lože výšky 10 cm. Boční obsyp se provádí hutněnou písčitou zeminou do výšky 30 cm nad vrchol trub. Ve spodní vodě se pod pískové lože provádí podkladní betonová vrstva tloušťky 10 cm. Pod podkladní beton se umístí drenážní potrubí průměru 13–16 cm, obsypané drenážním štěrkem. Nutné je vyvarovat se ukládání trub do horizontu podzemní vody. [3]

Zasypávání a hutnění trub musí být prováděno opatrně, aby nedocházelo k mechanickému poškození trub. Plastová potrubí jsou opatřena ochrannými vnějšími vrstvami, přesto je při pokládce stanovena maximální možná míra poškození vnější vrstvy.

### Výhody

- Snadná manipulace, proti kamenině, betonu nebo litině je plastové potrubí lehké,
- malá hydraulická drsnost vnitřního povrchu trub,
- nízké náklady na dopravu, skladování a rychlá instalace,
- snadně dosažitelná vodotěsnost systému. [4]

### Nevýhody

- Postupná degradace trub,
- deformace trub ihned po zatížení, ustálení deformace až po 3 letech. [4]

## 3. Zděné konstrukce

Zděné konstrukce jsou budovány na místě. Jednotlivé zdící prvky jsou spojovány maltou nebo jiným vhodným pojivem. Použití je vhodné pro stoky o velkém profilu (kruhové od DN 800, vejčité stoky) a pro budování objektů na stokové síti. [4]

### 3.1. Kámen

Mezi tradiční materiály patří kámen. Využívá se pro zdění extrémně namáhaných konstrukcí – spadiště, skluzy, dešťové oddělovače, přepadové hrany. [3]

Požadovaná je pevnost kamene v tlaku minimálně 150 MPa, nízká nasákavost (1 %), odolnost proti abrazi, nevyluhovatelnost, odolnost proti chemickým vlivům a samozřejmostí je opracovatelnost. Pro potřeby stokování se používají pouze granity (žuly, diority apod.). Minimální rozměry prvků pro zdivo a obezdívky je šířka 150 mm, výška 150 mm a délka 250 mm. [3]

Maximální hmotnost jednoho prvku je přibližně 50 kg, aby byla možná manipulace s prvkem.

Pro zhotovování složitých konstrukcí jako jsou skluzy, průniky válcových ploch apod., se používají individuálně vyráběné kamenné prvky. Výroba na zakázku značně prodražuje stavbu a prodlužuje lhůty dodání. Projektová dokumentace se zpracovává v měřítku 1:10 a musí být provedena precizně. Případné chyby jsou téměř nenapravitelné kvůli dlouhé dodací lhůtě kamenných dílů a jejich vysoké ceně. [3]

Kamenné dílce se spojují cementovou maltou průmyslově vyráběnou, shodných vlastností jako malty pro cihelné zdivo stok. Maximální šířka spár je 12 mm. [3]

### Výhody

- Velká odolnost materiálu na otěr,
- není nutné používat speciální malty, jako je tomu u čediče,
- přírodní materiál.

### Nevýhody

- Velká hmotnost prvků,
- nutný výkres s přesnými rozměry jednotlivých kamenů,
- dlouhá dodací lhůta kamenných výrobků,
- vysoká cena.

## 3.2. Keramické výrobky

V minulosti byly keramické cihly spolu s kamenem jediným používaným zdícím materiálem. Nyní je často nahrazovaná jinými materiály, jako jsou beton a čedič. Důvodem je velká pracnost výstavby. V dnešní době se při výstavbě nových stok vejčitého tvaru stále častěji využívají prefabrikované díly z čediče pro žlab, betonové a, u nás poměrně krátce, i sklolaminátové prefabrikáty pro klenbu. Keramické cihly však stále mají a ještě budou mít své místo mezi materiály pro stavbu stok. Technický stav historických stok ukazuje, že jsou materiálem kvalitním. Většina havárií na stokové síti není způsobena nekvalitním materiálem, ale špatnými technologickými postupy při výstavbě stokové sítě.

### Cihly

Rozměr cihel je stanoven dle německého normálu 250 x 120 x 65 mm. Podle výrobce mají cihly drobné rozměrové odchylky. Stejně jako u čedičových cihel výrobci nabízí i kantovky pro zdění hran stokových žlabů v šachtách a různě dlouhé klíny pro zdění kleneb (rozměry viz [Čedičové cihly](#)). Musí být použity cihly I. jakosti o minimální pevnosti v tlaku 10 MPa. [4]

Požadovaná vnitřní šířka spár v prvním pase má být 7–9 mm. Venkovní šířka spáry musí být do 12 mm. V místech hrozícího vnitřního přetlaku se druhé a třetí pasy nahrazují železobetonovou klenbou minimální tloušťky 200 mm. [3]

Cihly s dutinami a malty měkké konzistence jsou preferovány pro zdění kleneb, dnové části stoky se zhotovují z plných cihel a čedičových žlabů případně doplněnými bočnicemi. [3]



Obrázek 10: Rekonstrukce OK [16]



Obrázek 11: Rekonstrukce OK [16]

### Stokové žlaby

Dno vejčitých stok se zhotovuje z kameninových žlabů, které jsou osazeny na betonové desce. Zbytek klenby je vyzděn z kanalizačních cihel nebo segmentů. Proti čedičovým žlabům mají menší odolnost na obrus, proto jsou vhodné pro kapacitní průtoky do  $5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . [2]

### Segment

Výhoda použití segmentů proti klasickým cihlám je rychlost výstavby. Jeden segment nahradí větší počet cihel (řádově 10), to snižuje pracnost a urychluje výstavbu. Další výhodou je menší počet styčných spár, než u zděné konstrukce z cihel. Segmenty je možné kombinovat s kanalizačními cihlami. [2]

Povolená minimální tloušťka dutinových tvárnice je 125 mm. Část dutiny u styčné svislé spáry obou sousedních tvárnice se vyplňuje maltou. Požadovaná tloušťka spár je 8–12 mm. Vnější část tvárnice je glazovaná, vnitřní část glazovaná být nesmí, aby docházelo k dobrému kontaktu se zdící maltou. [3]

Jednotlivé keramické tvárnice se nevyrábějí ve všech potřebných křivostech, z tohoto důvodu se povoluje použít tvárnice s jinou křivostí, pokud nepřesáhne odchylka od teoretického profilu stoky ve středu tvárnice + 5 mm. [3]

## Stokové vložky

Stokové vložky jsou keramické prvky vhodné pro napojování přípojek do zděné stoky. [2]

### Výhody

- Ověřený materiál,
- dostatečná odolnost na obrus při kapacitních rychlostech do  $5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ,
- není nutné používat speciální malty jako u čediče. [2]

### Nevýhody

- Horší odolnost na obrus při vyšších rychlostech,
- nasákavost. [2]

## 3.3. Výrobky z taveného čediče

Čedičové tvarové prvky jsou velice odolné na otěr. Vytěžená a následně drcená hornina z čedičového lomu se taví při teplotě  $1300^\circ\text{C}$ . Pro odlévání taveniny se používají pískové nebo kovové formy. [2]

Nasákavost čedičových výrobků je nulová. Výrobce uvádí objemovou hmotnost  $2900\text{--}3000 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ , pevnost v tlaku  $300\text{--}450 \text{ MPa}$  a pevnost v ohybu  $40 \text{ MPa}$ . Obrusnost  $5 \text{ cm}^3/50 \text{ cm}^2$ , což je 2x méně než u keramických výrobků a 5x méně než u betonových výrobků. Nasákavost a zdánlivá pórovitost je 0 %. [9; 2]

Pro potřeby stokování je hlavní výhodou čediče odolnost na průtoky do  $10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Čedič se proto využívá při velkých sklonech stokové sítě. Použitelný je v prostředí s pH 3 – 13. [3]

### Cihly

Zásady použití jsou stejné jako při zdění z kanalizačních cihel. Čedičové cihly je vhodné využívat ve zvláště namáhaných místech, jako jsou dešťové oddělovače, spadiště a dna stok. [3]

Požadované rozměry zdících prvků jsou stejné jako u keramických cihel, aby byly navzájem kompatibilní:

Cihla -  $240 \times 115 \times 65 \text{ mm}$ , cihla půlená –  $116,5 \times 115 \times 65 \text{ mm}$

Kantovka -  $240 \times 115 \times 65 \text{ mm}$ , R = 60, kantovka půlená –  $116,5 \times 115 \times 65 \text{ mm}$ , R = 60

Klín  $240 \times 115 \times 85 - 50 \text{ mm}$  [9]

## Stokové žlaby

Velice běžným důvodem propadu historických zděných stok je probroušení keramického žlabu, zborcení spodní klenby a následné destrukci celého profilu. Čedičové žlaby tomuto jevu předchází, jelikož jsou výrazně odolnější než keramické žlaby.



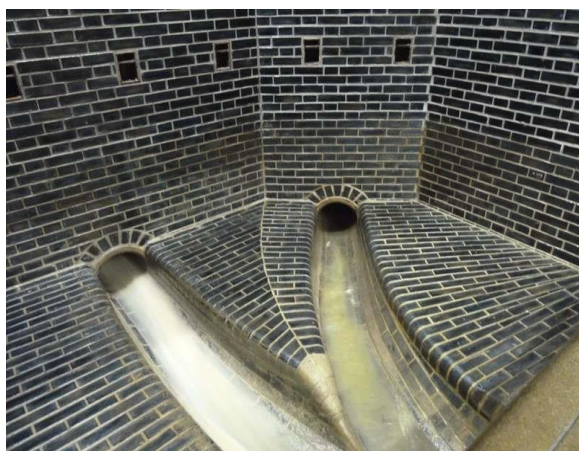
Obrázek 12: Čedičový žlab



Obrázek 13: Žlab s bočnicí

## Bočnice

V případě potřeby ochrany vnitřního povrchu stoky i nad úroveň žlabu se používají bočnice. Spojení se žlabem se zabezpečuje kloubovým zámekem, možné je provádět jednu nebo dvě řady bočnic dle potřeby. [2]



Obrázek 14: Rekonstrukce OK [16]



Obrázek 15: Rekonstrukce OK [16]



### Výhody

- Odolnost proti obrusu,
- odolnost proti chemickým vlivům,
- minimální nároky na opravy,
- homogenita výrobku,
- nízká hydraulická drsnost,
- nulová nasákovost výrobku a tím mrazuvzdornost. [2]

### Nevýhody

- Vyšší hmotnost,
- špatná dodatečná opracovatelnost prvku na stavbě,
- nutnost použití malt určených pro zdění z čedičových prvků. [2]

## 3.4. Malty

Povolené je používat pouze průmyslově vyráběné malty. Důležitá je pevnost a chemická i mechanická odolnost malty. [3]

Běžně výrobci zdících prvků dodávají i pojivo, které se hodí pro jejich výrobky. Jedná se o malty dodávané jako hotové prefabrikované směsi kameniva, cementu, speciálních přísad, případně dalších anorganických plniv. Přidáním záměsové vody v doporučeném poměru vznikne malta vlastností přesně vhodných pro daný typ zdících prvků. [9]

## 4. Beton a betonové prefabrikáty

### 4.1. Podkladní a výplňový beton

Kromě zdění se používá beton především pro podkladní desky trubních a zděných stok nebo pro zhotovení sedel tuhých trub ukládaných do betonového lože. Další využití je v oblasti obetonování trub a zděných stok budovaných v otevřeném výkopu. [2]

Nejpoužívanější pevnostní třída pro uvedené účely je C12/15. [2; 3]

### 4.2. Betonové zdivo

Betony pro stoky a stokové objekty se používají třídy: C25/30 XC2, XA2 pro svislé konstrukce a C20/25 XC2 pro ostatní konstrukce. [3]

#### Stupně vlivu prostředí:

XC2 - Koroze vyvolaná karbonatací, prostředí mokré, občas suché. Pro povrchy betonů vystavených dlouhodobému působení vody. [17]

XA2 – Chemické působení, středně agresivní chemické prostředí, příklad výskytu dle normy - přírodní zemina a podzemní voda. [17]

Ochrana vnitřních povrchů proti mechanickým a chemickým účinkům se provádí vnitřní vyzdívkou z kanalizačních cihel pro svislé konstrukce, kameninovými tvárnicemi pro vodorovné konstrukce. Další možností ochrany je pomocí čedičových prvků, zejména žlabů. Použitím vhodného síranovzdorného cementu se řeší ochrana proti síranové agresivitě. [3]

### 4.3. Betonové prefabrikáty

Betonové prefabrikáty se používají především pro objekty na stokových sítích, jako jsou šachty (vstupní, spojné, průběžné) a uliční vpusti. Stále častěji se povoluje používat prefabrikované klenby vejčitých stok. Použité prefabrikáty musejí být průmyslově vyrobené, aby byla zaručena kvalita provedení dílce. [3]

Třída betonu pro výrobu prefabrikátů je minimálně C 40/50, XA2, XF4.

#### Stupně vlivu prostředí:

XA2 – Chemické působení, středně agresivní chemické prostředí, příklad výskytu dle normy - přírodní zemina a podzemní voda. [17]

XF4 – Střídavé působení mrazu a rozmrazování, prostředí značně nasycené vodou s rozmrazovacími prostředky nebo mořskou vodou, příklad výskytu dle normy - betonové povrchy vystavené přímému ostříku rozmrazovacími prostředky a mrazu. [17]

#### Šachty

Šachetní skruže se vyrábějí v rozměrech DN 800 a DN 1000, přechodové skruže DN 800/1000. Pro osazení poklopu je určena přechodová skruž DN 625/800 nebo přechodová deska DN 625/1000 a vyrovnávací prstence. Výškový modul prefabrikátů nově budovaných šachet je 250 mm. Výškový modul prefabrikátů starších, dříve budovaných šachet je 300 mm. [3]

## 5. Návrh stokové sítě

### 5.1. Hranice odvodňované plochy

Před výpočtem jednotné stokové soustavy (těž oddílné dešťové soustavy) se pro každý výpočtový úsek stoky určí jednotlivá povodí. Je třeba zohledňovat odtokové poměry území. Na malých povodích se nejčastěji užívá metoda ideálních střech. Pro hustou pražskou zástavbu, je metoda ideálních střech více než vhodná. [4]

Výpočtové úseky se volí v délce přibližně 150–200 m nebo v případě změny sklonu stoky kratší.

### 5.2. Máslova metoda

Máslova metoda výpočtu stokové sítě je, proti Bartoškově metodě, méně využívaná a známá. Pro dimenzování pražské stokové sítě se však využívá. Dle Máslovy metody je dosahováno nejpřesnějších výsledků v rámci racionálních metod výpočtu. Jedná se však o metodu poměrně pracnou. [5]

#### Princip

Hlavní princip Máslovy metody spočívá ve výpočtu průtoku úsekem z aritmetického průměru množství, které do úseku vtéká, a množství, které z úseku vytéká. [4]

Odtokové množství úseku se spočítá dle vzorce (1).

$$Q = A \cdot \Psi \cdot i \quad (1)$$

Q	průtok dešťových vod [l.s <sup>-1</sup> ]
A	plocha povodí [ha]
Ψ	součinitel odtoku [-]
i	intenzita návrhového deště [l.s <sup>-1</sup> .ha <sup>-1</sup> ]

$A \cdot \Psi$  je tedy redukovaná plocha [4]

Periodicita zatěžujícího deště mnou počítané jednotné stokové soustavy se stanovuje dle standard  $p = 0,5$  a  $i_{10} = 205 \text{ l.s}^{-1} \cdot \text{ha}^{-1}$ . U oddílné soustavy vždy a na jednotné síti nepřipojené

na centrální stokový systém po souhlasu správce a provozovatele je  $p = 1,0$  a  $i_{10} = 160 \text{ l.s}^{-1}.\text{ha}^{-1}$ . [4]

Jelikož vypočítáme odtokové množství každého úseku, první vrcholová trať se dimenzuje na polovinu průtoku dešťových vod. Další úseky už počítáme z aritmetického průměru odtokového množství příslušného úseku a úseků předchozích. Návrhový průtok vypočteme dle vzorce (2)

$$Q_s = \frac{Q_{i-1} + Q_i}{2} \quad (2)$$

$Q_s$  návrhový průtok [ $\text{l.s}^{-1}$ ]

$Q_i$  odtokové množství řešeného úseku [ $\text{l.s}^{-1}$ ]

$Q_{i-1}$  odtokové množství předchozího úseku [ $\text{l.s}^{-1}$ ] [4]

Podle návrhového průtoku navrhujeme dimenzi stoky. V závislosti na sklonu stoky odečteme z tabulek nebo spočítáme kapacitní průtok a rychlost v úseku. Spočítáme  $Q/Q_{\text{kap}}$  v některé literatuře též označováno jako  $\lambda$  a z tabulek odečteme  $\kappa = v/v_{\text{kam}}$  a  $h/H$ . Nyní můžeme zjistit skutečnou rychlost v potrubí a výšku plnění stoky.

Na závěr spočítáme dobu toku v úseku vzorcem (3).

$$t = \frac{v}{l} \quad (3)$$

$t$  doba toku v úseku

$v$  skutečná rychlost v úseku [ $\text{m.s}^{-1}$ ]

$l$  délka úseku [m] [4]

Takto pokračujeme až do doby, dokud celková doba dotoku na hlavní trati nepřesáhne 10 minut, pak je nutné řešit retardaci. [4]

## Retardace

Je-li doba dotoku kratší než nejkratší uvažovaný déšť, dimenzuje se stoka na největší odtok. Trvá-li déšť kratší dobu, než je doba dotoku od začátku povodí do počítaného místa, dojde ke zpoždění – retardaci. Vrchol povodňové vlny se pohybuje dolními úseky, zatímco déšť skončil. [4]

Řešení retardace Máslovou metodou se provádí kreslením odtokových obrazců. Obrazce znázorňují závislost velikosti povodí na době toku. Plochy povodí jsou vynášeny podle pásem. Hlavní stoku rozdělujeme na pásma:

- I. pásmo            doba toku hlavním sběračem trvá na tomto území od 0 do 10 minut.
  - II. pásmo           doba toku hlavním sběračem trvá na tomto území od 10 do 15 minut.
  - III. pásmo          doba toku hlavním sběračem trvá na tomto území od 15 do 20 minut.
- atd. [4]

Základní krok vykreslování obrazců je tedy 5 minut. Překročí-li doba toku v hlavní trati 10 minut, uvažuje se vliv retardace. [4]

Na vedlejších stokách jsou hranice pásem řešeny tak, že odtok z hranice pásma vedlejší stoky k řešenému průřezu musí trvat stejnou dobu jako odtok z hranice pásma hlavní stoky k tomuto řešenému průřezu. [4]

Hlavní stokou uvažujeme tu stoku, která má nejdelší dobu toku. Nezáleží na velikosti jejího povodí a profilu. [4]

## 6. Výstavba stok

### 6.1. Podklady

Kvalitní podklady jsou pro správné provedení výstavby nové nebo rekonstrukce staré stoky naprosto zásadní.

Mnohými projektanty často opomíjeným podkladem, dá-li se to tak nazvat, je vlastní průzkum terénu, zakreslení šachet, uličních vpustí, stromů, případně dalších prvků dle skutečnosti. Digitální podklady se často neshodují se skutečností a jejich kontrola prohlídkou terénu je nezbytná.

Prvním potřebným podkladem jsou geologické poměry v místě stavby. Geologický, hydrologický nebo geotechnický průzkum se pro běžné stavby neprovádí. Pro návrh a následnou výstavbu jsou dostatečné geologické, geomorfologické a hydrogeologické

charakteristiky zjištěné z mapových podkladů Geofondu v podrobné inženýrsko-geologické mapě 1:5000.

Z praxe se příliš neosvědčilo navrhovat na základě jednotlivých konkrétních vrtů z archivu geofondu. Vrty jsou často staršího data a geologické podmínky, především v Praze, se s místem často mění, proto konkrétní vrty nemusí vypovídat o geologickém složení v místě stavby. Mapové podklady jsou dostatečné.

Důležité jsou geodetické podklady buď z digitálních mapových podkladů nebo vlastním zaměřením. Dále zákres stávajících sítí v řešené oblasti od správců sítí. [4]

Pasportizace stavbou ohrožených objektů většinou provádí specializovaná firma. Zkoumání ohrožených objektů je důležité především pro budoucí soudní spory s majiteli objektů. [4]

## 6.2. Vytyčení

Vytyčení stoky se provádí podle schváleného projektu GNSS (Global Navigation Satellite System) stanicí. V projektu jsou dány souřadnice systému S–JTSK a výškový systém je Balt po vyrovnání. Přesnost GPS (Global Positioning System) přijímačů je pro potřeby stokování dostatečná. Pro hustou zástavbu je vhodnější standardní polární metoda pomocí totální stanice.

Výstupem zaměření jsou lomové body a umístění šachet.

## 6.3. Technologie stavby v otevřeném výkopu

Tato technologie se používá při stavbě nové kanalizace nebo sanaci staré stoky, kde je hloubka zakládání přibližně do 6 m. Při hlubokém zakládání se z ekonomického hlediska vyplácí volit bezvýkopové technologie výstavby či sanace. [3]

Rozlišujeme dva typy zakládání v otevřeném výkopu:

### Nepažený výkop

Nepažený výkop je možné využít v dobrých prostorových podmínkách bez velkého množství inženýrských sítí. Tento způsob výkopu je tedy problematické využívat v ulicích měst a uplatnění nalezne např. v okrajových částech obcí. Sklony svahů výkopu se stanovují na základě geologického posudku. Vhodné je používat nepažený výkop nad hladinou podzemní vody. Právě kvůli nutnosti dodržení sklonů svahu je velikost rýhy a objem zemních prací větší než v případě paženého výkopu. [4]

## Pažený výkop

Běžnějším typem výkopu v intravilánu obcí je výkop pažený. Šířka výkopu se určuje dle typu pažení, materiálu trub a hloubce založení. Obecně platí, že šířka rýhy je světlá šířka stoky plus prostor nutný pro správné zhotovení konstrukce a přidává se přibližně 50 mm z každé strany pro pažení. Běžnými typy pažení jsou záporové, hnané, příložné, zátažné a pažení boxy. [3]

Nejvyužívanějším způsobem pažení pro běžné případy je pažení boxy. Jejich výhodou je nenáročnost instalace a malé požadavky na přesnost provedení. Ve složitějších prostorových podmínkách je box těžko využitelný z důvodu přítomnosti velkého množství ostatních sítí, které kříží sanovanou nebo nově budovanou stoku. Dále je těžko využitelný v případě hloubení složitých komor či jiných objektů. Pro tyto případy je vhodnější pažení příložné, zátažné nebo hnané. Pro hluboké výkopy a štoly se používají LB rámy.



Obrázek 16: Příklad špatného pažení



Obrázek 17: Pažení boxy [18]

## 6.4. Bezvýkopová technologie

Bezvýkopové technologie se dělí na dvě skupiny metod: metody bez obsluhy a s obsluhou. [19]

### Metody bez obsluhy

Metody bez obsluhy se dále rozlišují dle způsobu řízení na neřízené a řízené. Neřízené metody mohou být bez odběru zeminy nebo s odběrem zeminy. [19]

Mezi řízené metody patří mikrotunelování, protlak s vodící troubou a směrové vrtání. [19]

### Metody s obsluhou

Metody s obsluhou zahrnují trubní protlak.

## 6.5. Bezvýkopová technologie rekonstrukce a oprav stok

Není-li narušena statická funkce stok, provádí se pouze lokální opravy. U průlezných stok je možné provést opravu spár, čištění, odstranění kořenů apod. ručně. U neprůlezných stok jsou drobné opravy prováděny dálkově řízenými roboty a větší bodové poruchy, jako jsou trhliny, posuny potrubí atd., ve vyhloubené šachtě. [4]

Celková oprava stoky, kde není narušena statická únosnost, je možné provést zavedením inverzního rukávce. Rukávec je ze syntetických vláken, sycený pryskyřicí. Po vytvrnutí vytvoří pryskyřice s rukávцем vyztuženou vystýlku. Původní potrubí funguje v podstatě jako chránička. Při tomto typu sanace je nutné brát ohled na zmenšení profilu trub a počítat tedy se zmenšením kapacity trub. Ve většině případů je však zmenšení kapacity zanedbatelné. [4]

Při vážnějším porušení stoky je možné stávající potrubí vyvložkovat potrubím menší dimenze a vzniklý meziprostor vyplnit nízkotlakou injektáží nebo betonovou směsí. Zde je otázka zmenšení kapacity vážnější než v předchozím případě, proto musí být kapacita zmenšeného profilu ověřena hydrotechnickým výpočtem. [4]



## 7. Rušení stok, objektů a přípojek

### 7.1. Rušení stoky

Stávající stoky se ruší vytěžením a odvezením materiálu na skládku, nebo zaplněním stoky hubeným betonem či popílkobetonem. Zaplnění se provádí, aby nedošlo v budoucnosti ke zborcení stoky a následnému propadu terénu. [3]

### 7.2. Rušení objektů

#### Vstupní šachty

Při rušení kanalizace zaplněním inertním materiálem se vstupní šachty rozeberou do hloubky minimálně 3 m pod úroveň terénu a zbývající prostor se vyplní hubeným betonem. Vzniklý prostor po rozebrání šachty se zasype a kvalitně zhutní. [3]

#### Ostatní objekty

Ostatní objekty, jako jsou např. rozdělovací komory, spojné komory a odlehčovací komory, jsou rozbity a vytěženy. Získaný materiál musí být odvezen na skládku. [3]

### 7.3. Rušení přípojek

Přípojky se musí od stoky odpojit a zaslepit. Stejně jako u rušení stok je možné vytěžení trub přípojky nebo zaplnění hubeným betonem či popílkobetonem.

## 8. Rekonstrukce kanalizace ul. Černomořská, Praha 10

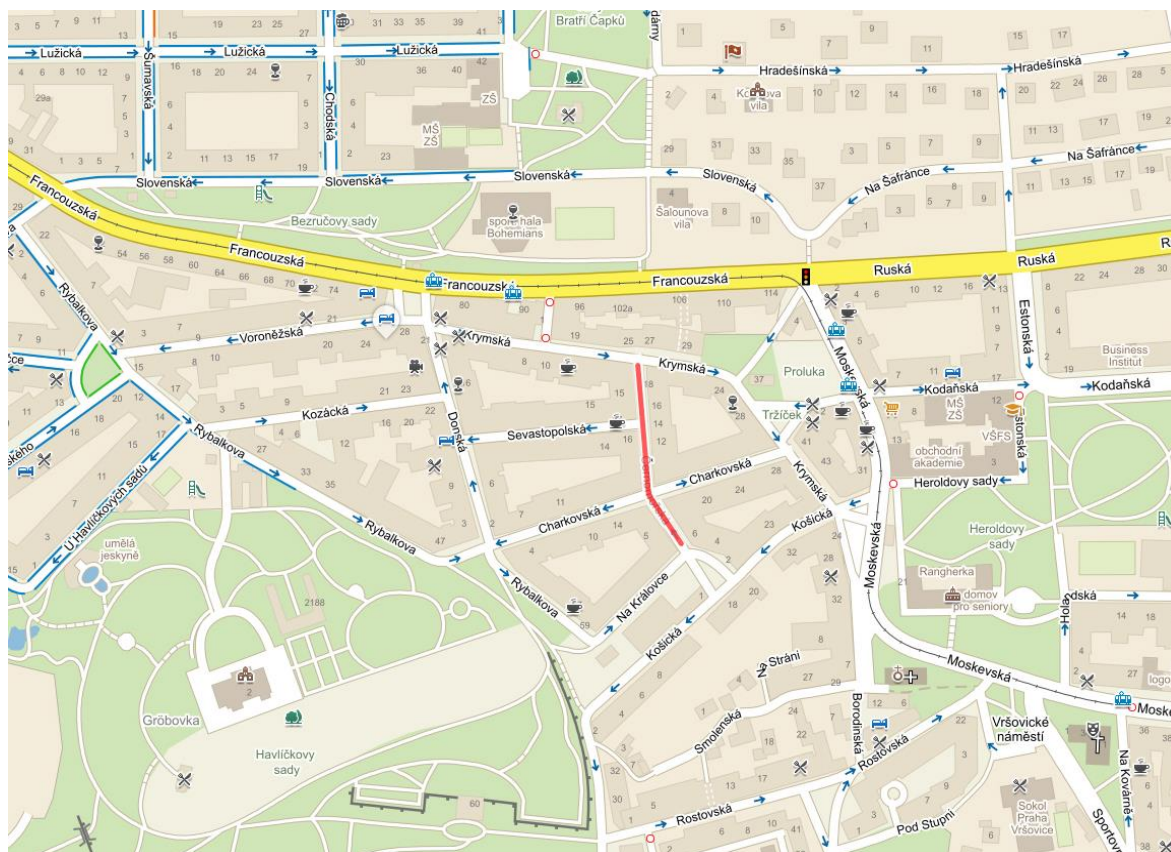
### 8.1. Údaje o stavbě

#### Předmět studie

Jedná se o studii rekonstrukce trubní stoky DN 300 a vejčitého profilu 500/875 včetně vstupních šachet. Trubní stoka bude pouze nahrazena novou DN 300 ze silnostěnné kameniny a vejčitý profil bude nahrazen trubním profilem DN 600 též ze silnostěnné kameniny. Studie zkoumá, zda kapacita DN 600 bude vyhovující a předkládá dvě řešení pro rekonstrukci oblouku před spojnou komorou.

#### Místo stavby

Praha 10, katastrální území Vršovice 732257



Obrázek 18: Mapa zájmové oblasti, červeně vyznačena ul. Černomořská [20]

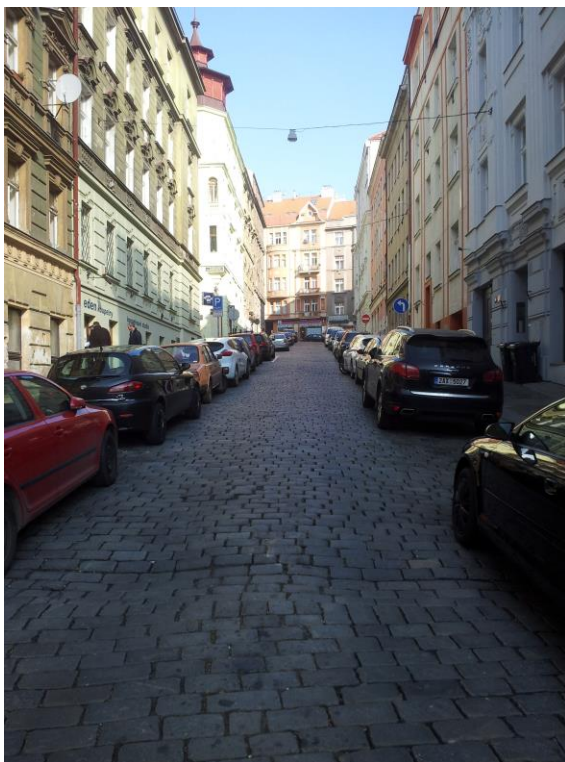
#### Katastrální čísla pozemků

Ulice Černomořská 188, 152

## Popis území

Celé odtokové území se nachází v zastavěném území s činžovními domy. V oblasti jsou úzké ulice. Povrch vozovek je tvořen velkými žulovými kostkami a chodníky jsou živičné. Plochy zeleně jsou zanedbatelně malé a pro odtokové poměry nepodstatné.

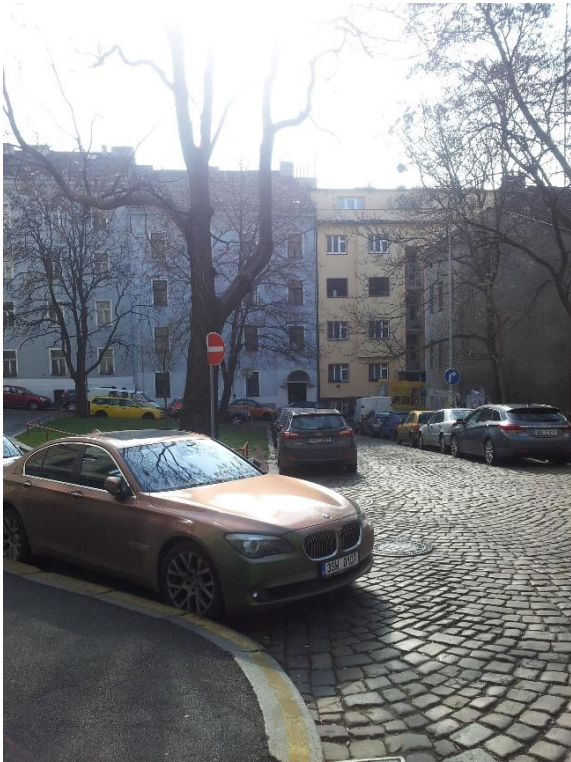
Ulice Černomořská je vedlejší, bez veřejné dopravy.



Obrázek 19: Ul. Černomořská pohled na sever



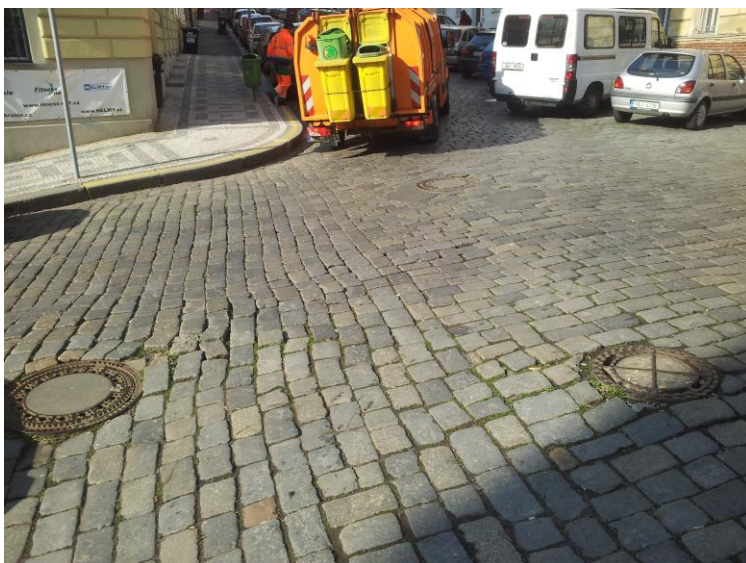
Obrázek 20: Ul. Černomořská, pohled na jih



*Obrázek 21: Ul. Černomořská, jižní část*



*Obrázek 22: Pohled do ulice Košická na západ*



*Obrázek 23: Šachty v křižovatce ulic Černomořská a Charkovská*

### **Geologické poměry**

Geologická, geomorfologická a hydrogeologická charakteristika zájmového území byla zjišťována z mapových podkladů z Geofondu v Podrobné inženýrsko-geologické mapě 1:5000, listy Praha 6-2.

### *Mapa geologických poměrů a mapa mocností pokryvných útvarů*

#### *Horniny skalního podkladu:*

Území je zařazeno do oblasti, kde jsou záhořanské vrstvy se siltovou příměsí, ve vyšších polohách šedé, při větrání šedohnědé siltovce, místy s polohami pelokarbonátů. V ulici Černomořské, od ulice Charkovské směrem na sever až po ulici Krymská, se nacházejí vinické černé slídnaté břidlice se slabou vrstvou příměsí.

#### *Horniny pokryvných útvarů:*

V 1. vrstvě jsou hlíny a písčité hlíny s úlomky a sutěmi břidlic. Občas jsou přítomny úlomky pískovců (zvětraliny ordovických břidlic). Vše se nachází v hloubce do 2–4 m, pouze v úseku mezi ulicemi Charkovská a Na Královce je první vrstva pokryvných útvarů do hloubky 4–6 m.

Ve 2. vrstvě jsou navážky s neověřeným omezením o mocnosti 2–4 m.

### *Mapa hydrogeologických poměrů*

Hloubka podzemní vody, v ulici Černomořská v úseku od Krymské po Charkovskou, je 4–6 m pod povrchem. V úseku od ulice Charkovská po Košickou se spodní voda nachází 2–4 m pod povrchem. V zájmovém území je omezená puklinová propustnost s malou vodnatostí.

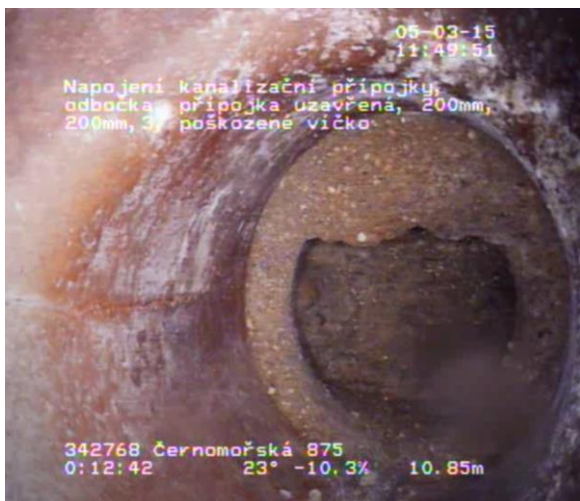
Celé oblast se nachází nad hladinou 100 leté vody.

### *Stávající stav*

Stávající kanalizační síť je jednotná, odvádí tedy z přilehlého území dešťové a splaškové odpadní vody. V zájmovém místě leží v ulici Černomořské od ulice Krymské do Sevastopolské stoka z kameninových trub DN 250. Kanalizace pokračuje po toku profilem DN 300. Od ulice Charkovské do Košické je zděná stoka 500/875. Z ulice Sevastopolská se ze západu napojuje stoka DN 250. Z ulice Charkovská je z východu zaústěna stoka 500/875 do stoky v ul. Černomořské a ze západu je zaústěna stoka DN 400. Kanalizace z ulice Černomořské se napojuje do spojné komory v ulici Košická.

Kanalizace trubní i zděná jsou poškozeny množstvím prasklin a vymletým dnem. Vstupní šachty neodpovídají Městským standardům na území hl. m. Prahy, mají degradované zdivo. Napojení přípojek výsekem je převážně přesazeno do profilu a brání plynulému odtoku splašků. Velké množství víček nefunkčních odboček je poškozeno.

Dešťové vody v území jsou odváděny uličními vpustěmi při kraji komunikace. Dotčený úsek stavby se nenachází v památkově chráněném území a leží mimo záplavové území.



Obrázek 24: Příklad poškozeného víčka odbočky [21] Obrázek 25: Příklad poškozené přípojky [21]



Obrázek 26: Stav zděné stoky v oblouku [21]

Obrázek 27: Spojná komora v ul. Košická [21]

## 8.2. Varianty rekonstrukce

Původní kameninové potrubí DN 300 bude nahrazeno novým ze silnostěnné kameniny ve stejné dimenzi. Zděná vejčitá stoka 500/875 v jižní části ulice Černomořská bude nahrazena kameninovým potrubím DN 600. Rekonstrukce vstupních šachet bude provedena výměnou za nové, odpovídající požadavkům Městských standardů pro hl. m. Prahu. Zrekonstruovány budou také všechna napojení nového potrubí na funkční kanalizační přípojky a napojení na uliční vpusti.

V úseku 12,45 m od spojné komory, která leží v ulici Košická, je stávající stoka 500/875 provedená v oblouku. Možné jsou dvě varianty řešení původního oblouku:

### Varianta 1

Veřejitá stoka bude ponechána. Technický stav tohoto úseku je podle průzkumu dobrý. Rekonstrukce proběhne zednickým způsobem zevnitř stoky. Dojde k opravě spár stoky a k sanaci drobných poruch. V místě napojení nové DN 600 a původní, rekonstruované 500/875 bude zřízena nová vstupní šachta s přechodem z DN 600 na stávající stoku 500/875. Ve spojně komoře dojde také k opravě spár a sanaci drobných poruch.

### Varianta 2

Veřejitá stoka bude zcela nahrazena kameninovým potrubím DN 600. Oblouk bude nahrazen přímým úsekem. Stejně jako ve variantě 1 bude zřízena nová vstupní šachta, tentokrát z důvodu změny směru stoky. Spojná komora bude navržena nová, jelikož původní napojení 500/875 nebude možné pro DN 600 využít či drobně upravit.

## 8.3. Připojení na stávající infrastrukturu

### Stoka 1

Na jižním konci ulice Černomořská stoka navazuje na stávající zděnou stoku veřejitého tvaru 500/875 v případě varianty 1. Varianta 2 počítá s napojením až na veřejitý profil 600/1100 v ulici Košická do nové spojně komory.

Napojení v křižovatce s ulicí Na Královce, kde se připojuje potrubí DN 300, bude proveden do nové šachty, která bude zbudována na místě šachty stávající.

V křižovatce s ulicí Charkovskou bude stoka DN 400 ze západní strany připojena do nové šachty zbudované na místě šachty původní. Napojení z východní strany 500/875 bude připojen do stejné šachty.

### Stoka 2

Z ulice Sevastopolské bude stoka DN 250 napojena do nové šachty, která bude zbudována na úrovni šachty stávající.

Konec stoky DN 300 bude napojen v ulici Černomořské o 12 m severněji vstupní šachtou, kde je řešen přechod na stávající stoku DN 250 z kameninových trub. Prodloužení sanovaného úseku DN 300 bylo provedeno z důvodu úpravy směrového vedení stoky.

## 8.4. Postup výstavby

Sanace stoky bude provedena přibližně v původní trase stávající kanalizace. Jako technologie provedení bude zvoleno hloubení v pažené zemní rýze. Pažit se bude pomocí pažících boxů.

Výstavba bude prováděna jako jeden objekt, postupovat je možné po úsecích od šachty k šachtě proti směru toku. Během stavby se zřídí provizorní obtoky z jednotlivých objektů uvnitř stoky nebo se bude odpadní voda přečerpávat do níže uložených míst (např. vstupních šachet).

Pro zajištění průjezdnosti ulic budou výkopy provedeny vždy tak, aby byl umožněn průjezd ulicí pro obsluhu (sanitní, hasičské vozy apod.) a stavbu.

Vstupní šachty budou provedeny dle Městských standardů pro hl. m. Prahu. Stávající šachty budou vytěženy a posléze zbudovány v nové skladbě.

Výkopy budou provedeny vždy do hloubky 2,0 m opatrným ručním způsobem s ohledem na možnost neevidovaných, zrušených nebo odlišně položených sítí. Dokumentace správců sítí nemusí být shodná se skutečností. Vytěžená zemina bude odvezena na předem určenou skládku. Dlažební kostky budou uloženy na meziskládku k dalšímu použití.

Zásypy se provedou průmyslově těženým štěrkopískem, případně štěrkodrtí. Hutnění zásypu je nutné provádět po vrstvách, povrch bude uveden do původního stavu.

### Rušení

V místech vedení kanalizace v původní trase bude stávající potrubí a objekty vytěženy a nahrazeny novými. V místech, kde je navrženo nové směrové vedení, budou původní objekty a stoka rušeny dle Městských standardů pro hl. m. Prahu (viz kapitola 7. Rušení stok, objektů a přípojek).



## 8.5. Výpočet

Nejprve byly určeny hranice odvodňované plochy území (viz grafické přílohy 1 a 2).

Jedná se o zastavěné území, proto byla zvolena metoda ideální střech. „Hřeben střech“ byl vždy situován přibližně do středu bloku domů. Jihozápadní část na hranici Havlíčkových sadů je obehnána zdí, nad kterou je svah, proto je hranice odvodňovaného území umístěna na vrchol svahu.

Výpočet byl proveden Máslovou metodou (teorie výpočtu viz kapitola 5.2. Máslova metoda). Vedlejší stoky jsou značeny jako P1–P5, jejich sklon nebyl zjišťován, protože doba dotoku na těchto stokách nepřesáhne 10 minut, není tedy řešena retardace a dimenze stok je daná. Doba dotoku na hlavní stoce v povodíčku je ve všech variantách sanace také menší než 10 minut (přibližně 4 minuty), proto ani zde nebyla řešena retardace. [5]

### Kapacitní plnění stok

Pro kruhový a vejčitý profil byly určeny základní údaje – obvod  $O$ , obsah  $S$  a hydraulický poloměr trub  $R$ , kde  $R = \frac{S}{O}$ .

Koeficient drsnosti byl určen jako  $m = 0,30$  pro kameninové potrubí,  $m = 0,35$  pro zděnou stoku. [21]

Tabulka 1: Základní parametry pro kruhové potrubí

DN	200	DN	300	DN	400	DN	600
S =	0.0491 m <sup>2</sup>	S =	0.0707 m <sup>2</sup>	S =	0.1257 m <sup>2</sup>	S =	0.2827 m <sup>2</sup>
O =	0.7854 m	O =	0.9425 m	O =	1.2566 m	O =	1.8850 m
R =	0.0625	R =	0.0750	R =	0.1000	R =	0.1500
m =	<b>0.30</b>	m =	<b>0.30</b>	m =	<b>0.30</b>	m =	<b>0.30</b>

Pro vejčitý profil 500/875 nejsou dostupné žádné podklady, proto byly rozměry odvozeny na základě výtvarného zákona stok pražského normálu. Měření plochy a obvodu bylo provedeno v programu AutoCAD.

Tabulka 2: Základní parametry pro vejčitý profil

### Vejčitá stoka 500/875

$$S = 0.3387 \text{ m}^2$$

$$O = 2.1977 \text{ m}$$

$$R = 0.1541 \text{ m}$$

$$m = \mathbf{0.35}$$

Kapacitní rychlost  $v_{kap}$  byla vypočtena podle vzorce (4).

$$v_{kap} = \frac{100 \cdot R}{m + \sqrt{R}} \sqrt{I}. \quad [21] \quad (4)$$

Kapacitní průtok  $Q_{kap}$  je tedy

$$Q_{kap} = v_{kap} \cdot S \quad (5)$$

z toho vyplývá, že

$$Q_{kap} = S \cdot \frac{100 \cdot R}{m + \sqrt{R}} \sqrt{I}. \quad [21] \quad (6)$$

$v_{kap}$	kapacitní rychlost [ $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ]
$Q_{kap}$	kapacitní průtok [ $\text{l} \cdot \text{s}^{-1}$ ]
$S$	plocha celého profilu [ $\text{m}^2$ ]
$m$	koeficient drsnosti [-]
$R$	hydraulický poloměr [m]
$I$	poměrný sklon potrubí [-]

Pro určení  $\kappa = v/v_{kam}$  a  $h/H$ , na základě spočteného  $\lambda = Q/Q_{kap}$ , byly použity Hydraulické tabulky stok autorů J. Herle, O. Štefan aj. Turi Nagy. [22]

### Původní stav

Tabulka výpočtu viz příloha 1

Původní stoka je v dolním zděném úseku značně předimenzovaná. Kapacitně vyhovuje bez problému.

### Varianta 1

Tabulka výpočtu viz příloha 2

Kapacita DN 600 je menší než kapacita vejčitého profilu 500/875. Původní stoka je však několikanásobně předimenzovaná a dle předpokladu kapacitně vyhovuje i kruhový profil DN 600. Oblouk je kapacitně nezmenšen, naopak dojde k vyčištění a sanaci zdiva, tím se kapacita zlepšuje.

### Varianta 2

Tabulka výpočtu viz příloha 3

V této variantě návrhu kapacita části stoky před spojnou komorou provedené z kameninových trub DN 600 vyhovuje také. I přes zmenšení profilu stoky bude kapacita přibližně dvojnásobná proti návrhovému průtoku.

### Tečné napětí

Sklon a profil gravitačních stok musí být takový, aby nedocházelo k zanášení stoky. Tečné napětí na dně stoky tedy musí být větší než 4 Pa a spočte se dle vzorce (7).

$$\tau_u = \rho \cdot g \cdot R \cdot I \geq 4 \text{ Pa} \quad [23] \quad (7)$$

$\rho$  hustota odpadní vody [ $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ ]

$g$  gravitační zrychlení [ $\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$ ]

$R$  hydraulický poloměr [m]

$I$  poměrný sklon potrubí [-]

## 9. Odhad ceny

Tabulka 3: Odhad ceny

Popis	Měrná jednotka	Množství	Jednotková cena	Cena celkem
<b>Stoka 1</b>				
DN 600 z kameninových trub včetně povrchů vozovky (dlažba z žulových kostek) a výkopu	m	77.05	30 000.00	2 311 500.00
Vstupní šachta	ks	4	30 000.00	120 000.00
Napojení z ul. Na Královce - DN 300	m	1	25 000.00	25 000.00
Napojení z ul. Charkovská západ - DN 400	m	1	35 000.00	35 000.00
Napojení z ul. Charkovská východ - 500/875	m	4	45 000.00	180 000.00
Napojení z přípojky uličních vpustí	ks	4	10 000.00	40 000.00
Napojení z domovních přípojek	ks	6	10 000.00	60 000.00
<b>Cena celkem</b>				<b>2 771 500.00</b>
<b>Stoka 2</b>				
DN 300 z kameninových trub včetně povrchů vozovky (dlažba z žulových kostek) a výkopu	m	66.34	25 000.00	1 658 500.00
Vstupní šachta	ks	3	30 000.00	90 000.00
Napojení z ul. Sevastopolská - DN 300	m	2	25 000.00	50 000.00
Napojení z přípojky uličních vpustí	ks	4	10 000.00	40 000.00
Napojení z domovních přípojek	ks	6	10 000.00	60 000.00
<b>Cena celkem</b>				<b>1 898 500.00</b>
<b>Varianta 1</b>				
VP 500/875 - sanace zednický	m	12.45	5 000.00	62 250.00
Skojná komora - sanace zednický	ks	1	20 000.00	20 000.00
<b>Cena celkem</b>				<b>82 250.00</b>
<b>Varianta 2</b>				
DN 600 z kameninových trub včetně povrchů vozovky (dlažba z žulových kostek) a výkopu	m	12.45	30 000.00	373 500.00
Nová spojná komora	ks	1	120 000.00	120 000.00
<b>Cena celkem</b>				<b>493 500.00</b>
<b>Rušení</b>				
DN 250 z kameninových trub	m	12.00	500.00	6 000.00
DN 300 z kameninových trub	m	54.00	500.00	27 000.00
Vstupní šachta	ks	3	10 000.00	30 000.00
<b>Cena celkem</b>				<b>63 000.00</b>

Tabulka 4: Rekapitulace odhadu ceny

**Rekapitulace varianta 1**

Stoka 1	2 771 500.00
Stoka 2	1 898 500.00
Varianta 1	82 250.00
Rušení	63 000.00
<b>Celkem</b>	<b>4 815 250.00</b>

**Rekapitulace varianta 2**

Stoka 1	2 771 500.00
Stoka 2	1 898 500.00
Varianta 2	493 500.00
Rušení	63 000.00
<b>Celkem</b>	<b>5 226 500.00</b>

Z odhadu ceny je zřejmé, že varianta 1 s ponecháním původního zděného oblouku vejčitého profilu a jeho sanace je levnější než varianta 2 s nahrazením vejčitého profilu profilem kruhovým DN 600.

Cenový rozdíl je přibližně 400 000 Kč, který není tak podstatný, jako zachování průjezdnosti ulice Na Královce a rychlejší výstavba v případě varianty 1.

## 10. Závěr

V praktické části práce jsem se věnoval rekonstrukci kanalizaci v ulici Černomořská, která zahrnovala dva problémy nutné k přezkoumání.

Hlavním problémem rekonstrukce bylo zachování původní kapacity kanalizace v původně zděném úseku, protože vejčitý profil 500/875 je kapacitnější než nově požadovaný profil kruhových kameninových trub DN 600. Po výpočtu odtokových množství Máslovou metodou nově požadovaný profil DN 600 vyhověl.

V ostatních úsecích kanalizace se kapacita stoky zachovává, dojde pouze k nahrazení trub přibližně v původní trase. V případě části stoky z trub DN 250 dokonce dojde ke zvětšení profilu na DN 300, protože DN 250 se pro nově budované nebo sanované jednotné kanalizace pražské kanalizační sítě nepoužívají.

Druhý zkoumaný problémem byl v části stoky před spojnou komorou, která se nachází v křižovatce ulice Černomořské a Košické. Tento úsek stoky je v oblouku a jeho celková délka činí 12,45 m. Možnosti navržené možnosti sanace jsou dvě.

První varianta je zachování původního zděného vejčitého profilu 500/875. Došlo by pouze k sanaci zednickým způsobem. Stoka by byla vyčištěna a spáry opraveny. Nevýhodou možnosti sanace je zachování profilu, který není dle Městských standardů pro hl. m. Prahu povolen. Po projednání s provozovatelem je to ale varianta možná. Výhodou prvního způsobu sanace je, že odpadá nutnost zhotovení nové spojné komory a dojde k finanční úspoře proti druhé variantě. Dalším kladným aspektem je, že rychlost výstavby bude větší.

Druhá varianta uvažuje zhotovení nové vstupní šachty na začátku úseku, stejně jako varianta první. Tentokrát není zřízena z důvodu změny profilu, ale kvůli změně směrového vedení stoky. Oblouk bude nahrazen přímým úsekem z kameninových trub DN 600. Dle výpočtu by nově provedený úsek kapacitně vyhověly. Výhodou této varianty je dodržení Městských standardů pro hl. m. Prahu, nevýhodou je nutnost zhotovení nové spojné komory. Druhá varianta bude proti první dražší.

## 11. Seznam literatury a podkladů

- [1] HLAVÍNEK, Petr, Jan MIČÍN a Petr PRAX. *Stokování a čištění odpadních vod*. Vyd. 1. Brno: CERM, 2003, 283 s. ISBN 8021425350.
- [2] ŠEJNOHA, Jiří. *Stavební materiály pro výstavbu stokových sítí*. Praha: Česká vědeckotechnická vodohospodářská společnost, 2003.
- [3] *Městské standardy vodovodů a kanalizací na území hl. města Prahy: Kanalizační část*. 3. aktualizace. Praha: Hl. m. Praha, 2015.
- [4] *Městské standardy vodárenských a kanalizačních zařízení na území hl. m. Prahy: Kanalizační část*. Praha: Hl. m. Praha, 2001.
- [5] NYPL, Vladimír a Marcela SYNÁČKOVÁ. *Zdravotně inženýrské stavby 30: Stokování*. 1. vyd. Praha: ČVUT, 1998, 149 s. ISBN 800101729X.
- [6] *Technické podklady*. Keramo Steinzeug, s.r.o., 2009.
- [7] FLEKOVÁ, Monika. *Uživatelská příručka kanalizace*. Brno: Prefa Brno a.s., 2012.
- [8] Prefa Brno: Trouby vejčité. *Prefa Brno* [online]. b.r. [cit. 2016-05-06]. Dostupné z: <http://www.prefa.cz/produkty/kanalizace-pro-odborniky/trouby/trouby-vejcite>
- [9] *Eutit* [online]. Stará Voda: Eutit, 2010 [cit. 2016-03-26]. Dostupné z: [www.eutit.cz](http://www.eutit.cz)
- [10] *Integral: Katalog materiálů z tvárné litiny pro gravitační a tlakové kanalizační systémy*. Saint-Gobain, s.r.o., b.r.
- [11] *Notig: Zpravodaj české společnosti pro bezvýkopové technologie*. Praha: CzSTT, 2013, **19**(3). ISSN 1214-5033.
- [12] *Hobas* [online]. HOBAS CZ spol. s r.o., b.r. [cit. 2016-03-23]. Dostupné z: <http://www.hobas.cz>
- [13] *Kanalizační systémy: Katalog výrobků a technický manuál*. Wawin, b.r..
- [14] *Wawin: Ekoplast* [online]. b.r. [cit. 2016-03-26]. Dostupné z: [cz.wavin.com](http://cz.wavin.com)
- [15] MLEZIVA, Josef. *Polymery - výroba, struktura, vlastnosti a použití*. 1. vyd. Praha: Sobotáles, 1993, 525 s. ISBN 8090157041.

- [16] Ko-ka: Rekonstrukce odlehčovací komory - Plečnickova výust'. *Ko-ka* [online]. Praha, 2005 [cit. 2016-05-06]. Dostupné z: [http://www.ko-ka.cz/cz/kanalizace\\_Plecnikova\\_vyust.asp](http://www.ko-ka.cz/cz/kanalizace_Plecnikova_vyust.asp)
- [17] ČSN EN 1992-1-1: *Navrhování betonových konstrukcí*. 11/06. 2006.
- [18] Testa: Standartní pažení SBH 600. *Testa s.r.o.: Technika pro stavebnictví* [online]. b.r. [cit. 2016-05-06]. Dostupné z: <http://www.testa-jesenice.cz/pazeni/zatlacovaci-systemy-pazeni/standartni-pazeni-sbh-600/>
- [19] KLEPSATEL, František a Jaroslav RACLAVSKÝ. *Bezvýkopová výstavba a obnova podzemních vedení*. 1. české vyd. Bratislava: Jaga, 2007. ISBN 9788080760533.
- [20] *Mapy.cz* [online]. Praha: Seznam.cz, 2016 [cit. 2016-03-07]. Dostupné z: [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz)
- [21] *Kamerový průzkum stoky v ulici Černomořská*. Praha, 2015.
- [22] *Soubor normálií pražské kanalizace*. Praha: Pražska kanalizace a vodní toky Praha 1, 1975.
- [23] HERLE, Jaromír, Oldřich STEFAN a Jozef NAGY. *Hydraulické tabulky stok*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1971, 136 s.
- [24] ČSN 75 6101 - *Změna 1*. 1997.



## 12. Seznam obrázků

Obrázek 1: Spojovací systém F, spoj L [6] .....	10
Obrázek 2: Spojovací systém C, spoj K [6].....	10
Obrázek 3: Spojovací systém C, spoj S [6] .....	11
Obrázek 4: Spojovací systém V, bezhrdlový spoj [6] .....	11
Obrázek 5: Vejčité betonové potrubí [8] .....	12
Obrázek 6: Kruhové potrubí s čedičovou výstelkou [9].....	12
Obrázek 7: Příklad výstavby [12] .....	16
Obrázek 8: Příklad výstavby [12] .....	16
Obrázek 9: Odstředivé lití [12].....	17
Obrázek 10: Rekonstrukce OK [16] .....	22
Obrázek 11: Rekonstrukce OK [16] .....	22
Obrázek 12: Čedičový žlab .....	24
Obrázek 13: Žlab s bočnicí	24
Obrázek 14: Rekonstrukce OK [16] .....	24
Obrázek 15: Rekonstrukce OK [16] .....	24
Obrázek 16: Příklad špatného pažení .....	31
Obrázek 17: Pažení boxy [18] .....	31
Obrázek 18: Mapa zájmové oblasti, červeně vyznačena ul. Černomořská [20].....	34
Obrázek 19: Ul. Černomořská pohled na sever .....	35
Obrázek 20: Ul. Černomořská, pohled na jih .....	35
Obrázek 21: Ul. Černomořská, jižní část .....	36
Obrázek 22: Pohled do ulice Košická na západ .....	36
Obrázek 23: Šachty v křižovatce ulic Černomořská a Charkovská .....	36
Obrázek 24: Příklad poškozeného víčka odbočky [21].....	38
Obrázek 25: Příklad poškozené přípojky [21].....	38
Obrázek 26: Stav zděné stoky v oblouku [21] .....	38
Obrázek 27: Spojná komora v ul. Košická [21] .....	38

## 13. Seznam tabulek

Tabulka 1: Základní parametry pro kruhové potrubí.....	41
Tabulka 2: Základní parametry pro vejčitý profil .....	41
Tabulka 3: Odhad ceny.....	44
Tabulka 4: Rekapitulace odhadu ceny.....	45

## 14. Seznam příloh

Příloha 1:	Tabulka dimenzování dle Másla - původní stav
Příloha 2:	Tabulka dimenzování dle Másla - varianta 1 (oprava spár)
Příloha 3:	Tabulka dimenzování dle Másla - varianta 2 (nová DN 600)
Příloha 4:	Mapa zájmové oblasti, červeně vyznačena ul. Černomořská, formát A4 [20]

## 15. Seznam grafických příloh

Grafická příloha 1:	Rekonstrukce kanalizace v ulici Černomořská Odvodňované plochy - Varianta 2, 1:1500
Grafická příloha 2:	Rekonstrukce kanalizace v ulici Černomořská Odvodňované plochy - Varianta 2, 1:1500
Grafická příloha 3:	Rekonstrukce kanalizace v ulici Černomořská Situace - Varianta 1, 1:500
Grafická příloha 4:	Rekonstrukce kanalizace v ulici Černomořská Situace - Varianta 2, 1:500
Grafická příloha 5:	Rekonstrukce kanalizace v ulici Černomořská Podélný profil - Varianta 1, 1:500/100
Grafická příloha 6:	Rekonstrukce kanalizace v ulici Černomořská Podélný profil - Varianta 2, 1:500/100
Grafická příloha 7:	Vzorové příčné řezy uložení kanalizačního potrubí – poddajné trouby (SKL, PVC, PP, PEHD)
Grafická příloha 8:	Vzorové příčné řezy uložení kanalizačního potrubí z tvárné litiny
Grafická příloha 9:	Uložení potrubí, tuhé potrubí – kamenina, žel. beton

**Příloha 1: Tabulka dimenzování dle Másla - původní stav**

č.	A [ha]	ψ [-]	Redukovaná plocha		i [l/s.ha]	Q [l/s]	I [%]	Q <sub>s</sub> = (Q <sub>i-1</sub> +Q)/2 [l/s]	DN/VP [mm]	Q <sub>kap</sub> [l/s]	V <sub>kap</sub> [m/s]	Q/Q <sub>kap</sub> [%]	v/V <sub>kap</sub> * [%]	h/H* [%]	v [m/s]	h [mm]	l [m]	t [s]	Σt [min]	R [m]	τ <sub>u</sub> [Pa]	τ <sub>u</sub> -POSUDEK	
			úsek	větev																			
1	0.63	0.8		0.504	205	103	74.9	52	600 / 1100	3367	7.29	3.069	53.298	14.382	3.89	158	103.2	27	27	0.44			
2	0.24	0.8		0.194	205	143	17.8	123	600 / 1100	1641	3.56	8.724	65.470	21.821	2.33	240	46.6	20	47	0.78			
3	0.63	0.8		0.503	205	246	70.6	195	600 / 1100	3268	7.08	7.535	63.114	20.229	4.47	223	94.9	21	68	1.13			
4	0.16	0.8		0.128	205	273	19.9	259	600 / 1100	1735	3.76	15.707	75.616	29.563	2.84	325	33.0	12	79	1.32			
5	0.35	0.8		0.282	205	304	98.7	275	400	641	5.10	47.478	98.688	48.501	5.03	194	97.7	19	99	1.65			
6	0.43	0.8		0.346	205	375	76.8	340	400	565	4.50	66.389	106.916	59.554	4.81	238	90.9	19	118	1.96			
7	0.24	0.8		0.192	205	415	48.3	395	400	448	3.57	92.497	113.421	76.015	4.05	304	92.7	23	141	2.34			
8	0.51	0.8		0.407	205	498	35.3	456	600 / 1100	2311	4.51	21.548	81.568	34.869	3.68	384	86.9	24	164	2.74			
P1	0.09	0.8		0.075	205	513																	
9	0.05	0.8		0.038	205	521	49.1	517	600 / 1100	2726	5.32	19.125	79.277	32.753	4.22	360	11.0	3	167	2.78			
P2	0.19	0.8		0.153	205	553																	
10	0.46	0.8		0.366	205	628	22.6	590	600 / 875	1057	3.12	59.373	102.441	60.525	3.20	530	102.2	32	199	3.31			
11	0.19	0.8		0.152	205	31	78.9	16	250	157	3.19	19.887	77.998	30.217	2.49	76	54.5	22	22	0.36			
P3	0.71	0.8		0.567	205	147																	
12	0.19	0.8		0.153	205	179	76.3	163	300	255	3.61	70.052	108.158	61.703	3.90	185	53.9	14	36	0.59	0.0843	63	OK
P4	0.64	0.8		0.508	205	283																	
13	0.18	0.8		0.146	205	313	91.4	298	500 / 875	2126	6.28	14.721	74.443	28.585	4.67	250	45.3	10	209	3.48	0.1625	146	OK
P5	3.72	0.8		2.974	205	923																	
14	0.09	0.8		0.073	205	938	94.1	930	500 / 875	2157	6.37	43.470	95.858	50.794	6.10	444	37.9	6	215	3.58	0.2378	220	OK

A plocha povodí [ha]

ψ součinitel odtoku

i intenzita návrhového deště [l.s<sup>-1</sup>.ha<sup>-1</sup>]

Q průtok dešťových vod [l.s<sup>-1</sup>]

I poměrný sklon potrubí [-]

Q<sub>s</sub> návrhový průtok [l.s<sup>-1</sup>]

Q<sub>i</sub> odtokové množství řešeného úseku [l.s<sup>-1</sup>]

Q<sub>i-1</sub> odtokové množství předchozího úseku [l.s<sup>-1</sup>]

V<sub>kap</sub> kapacitní rychlost [m.s<sup>-1</sup>]

Q<sub>kap</sub> kapacitní průtok [l.s<sup>-1</sup>]

v skutečná rychlost v úseku [m.s<sup>-1</sup>]

h hladina vody v potrubí při návrhovém průtoku [mm]

H hladina vody v potrubí při kapacitním plnění [mm]

l délka úseku [m]

t doba toku [s]

R hydraulický poloměr [m]

τ<sub>u</sub> tečné napětí [Pa]

\* v některé literatuře je označováno v/V<sub>kap</sub> jako α a Q/Q<sub>kap</sub> jako λ

**Příloha 2: Tabulka dimenzování dle Másla - varianta 1 (oprava spar)**

č.	A [ha]	ψ [-]	Redukovaná plocha		i [l/s.ha]	Q [l/s]	I [%]	$Q_s = (Q_{s-1} + Q_i)/2$ [l/s]	DN/VP [mm]	$Q_{kap}$ [l/s]	$V_{kap}$ [m/s]	$Q/Q_{kap}$ [%]	$v/V_{kap}^*$ [%]	$h/H^*$ [%]	v [m/s]	h [mm]	l [m]	t [s]	Σt [s]	R [m]	$\tau_u$ [Pa]	$\tau_u$ -POSUDEK
			úsek	větev																		
1	0.63	0.8	0.504		205	103	74.9	52	600 / 1100	3367	7.29	3.069	53.298	14.382	3.89	158	103.2	27	27			
2	0.24	0.8	0.194	0.698	205	143	17.8	123	600 / 1100	1641	3.56	8.724	65.470	21.821	2.33	240	46.6	20	47			
3	0.63	0.8	0.503	1.201	205	246	70.6	195	600 / 1100	3268	7.08	7.535	63.114	20.229	4.47	223	94.9	21	68			
4	0.16	0.8	0.128	1.330	205	273	19.9	259	600 / 1100	1735	3.76	15.707	75.616	29.563	2.84	325	33.0	12	79			
5	0.35	0.8	0.282	1.484	205	304	98.7	275	400	641	5.10	47.478	98.688	48.501	5.03	194	97.7	19	99			
6	0.43	0.8	0.346	1.830	205	375	76.8	340	400	565	4.50	66.389	106.916	59.554	4.81	238	90.9	19	118			
7	0.24	0.8	0.192	2.022	205	415	48.3	395	400	448	3.57	92.497	113.421	76.015	4.05	304	92.7	23	141			
8	0.51	0.8	0.407	2.429	205	498	35.3	456	600 / 1100	2311	4.51	21.548	81.568	34.869	3.68	384	86.9	24	164			
P1	0.09	0.8	0.075	2.505	205	513																
9	0.05	0.8	0.038	2.543	205	521	49.1	517	600 / 1100	2726	5.32	19.125	79.277	32.753	4.22	360	11.0	3	167			
P2	0.19	0.8	0.153	2.696	205	553																
10	0.46	0.8	0.366	3.061	205	628	22.6	590	500 / 875	1057	3.12	59.373	102.441	60.525	3.20	530	102.2	32	199			
11	0.19	0.8	0.152		205	31	78.9	16	250	157	3.19	19.887	77.998	30.217	2.49	76	54.5	22	22			
P3	0.71	0.8	0.567	0.719	205	147																
12	0.19	0.8	0.153	0.872	205	179	76.3	163	300	255	3.61	70.052	108.158	61.703	3.90	185	53.9	14	36	0.0843	63	OK
P4	0.64	0.8	0.508	1.380	205	283																
13	0.18	0.8	0.146	1.526	205	313	91.4	298	600	1866	6.60	16.773	74.315	27.682	4.90	166	45.3	9	208	0.0959	86	OK
P5	3.72	0.8	2.974	4.501	205	923																
14	0.08	0.8	0.064	4.565	205	936	93.8	929	600	1890	6.68	49.519	99.750	49.714	6.67	298	25.5	4	212	0.1494	138	OK
15	0.01	0.8	0.008	4.574	205	938	94.8	937	500 / 875	2165	6.39	43.309	95.780	50.690	6.12	444	12.5	2	214	0.2375	221	OK

A plocha povodí [ha]

ψ součinitel odtoku

i intenzita návrhového deště [l.s<sup>-1</sup>.ha<sup>-1</sup>]

Q průtok dešťových vod [l.s<sup>-1</sup>]

I poměrný sklon potrubí [-]

$Q_s$  návrhový průtok [l.s<sup>-1</sup>]

$Q_i$  odtokové množství řešeného úseku [l.s<sup>-1</sup>]

$Q_{i-1}$  odtokové množství předchozího úseku [l.s<sup>-1</sup>]

$V_{kap}$  kapacitní rychlost [m.s<sup>-1</sup>]

$Q_{kap}$  kapacitní průtok [l.s<sup>-1</sup>]

v skutečná rychlost v úseku [m.s<sup>-1</sup>]

h hladina vody v potrubí při návrhovém průtoku [mm]

H hladina vody v potrubí při kapacitním plnění [mm]

l délka úseku [m]

t doba toku [s]

R hydraulický poloměr [m]

$\tau_u$  tečné napětí [Pa]

\* v některé literatuře je označováno  $v/V_{kam}$  jako  $\alpha$  a  $Q/Q_{kap}$  jako  $\lambda$

**Příloha 3: Tabulka dimenzování dle Másla - varianta 2 (nová DN 600)**

č. ú.	A [ha]	ψ [-]	Redukovaná plocha		i [l/s.ha]	Q [l/s]	I [‰]	Q <sub>s</sub> = (Q <sub>i-1</sub> +Q <sub>i</sub> )/2 [l/s]	DN/VP [mm]	Q <sub>kap</sub> [l/s]	V <sub>kap</sub> [m/s]	Q/Q <sub>kap</sub> [%]	v/V <sub>kap</sub> * [%]	h/H* [%]	v [m/s]	h [mm]	l [m]	t [s]	Σt [s]	Σt [min]	R [m]	τ <sub>u</sub> [Pa]	T <sub>u</sub> -POSUDEK
			úsek	větev																			
1	0.63	0.8		0.504	205	103	74.9	52	600 / 1100	3367	7.29	3.069	53.298	14.382	3.89	158	103.2	27	27	0.44			
2	0.24	0.8		0.194	205	143	17.8	123	600 / 1100	1641	3.56	8.724	65.470	21.821	2.33	240	46.6	20	47	0.78			
3	0.63	0.8		0.503	205	246	70.6	195	600 / 1100	3268	7.08	7.535	63.114	20.229	4.47	223	94.9	21	68	1.13			
4	0.16	0.8		0.128	205	273	19.9	259	600 / 1100	1735	3.76	15.707	75.616	29.563	2.84	325	33.0	12	79	1.32			
5	0.35	0.8		0.282	205	304	98.7	275	400	641	5.10	47.478	98.688	48.501	5.03	194	97.7	19	99	1.65			
6	0.43	0.8		0.346	205	375	76.8	340	400	565	4.50	66.389	106.916	59.554	4.81	238	90.9	19	118	1.96			
7	0.24	0.8		0.192	205	415	48.3	395	400	448	3.57	92.497	113.421	76.015	4.05	304	92.7	23	141	2.34			
8	0.51	0.8		0.407	205	498	35.3	456	600 / 1100	2311	4.51	21.548	81.568	34.869	3.68	384	86.9	24	164	2.74			
P1	0.09	0.8		0.075	205	513																	
9	0.05	0.8		0.038	205	521	49.1	517	600 / 1100	2726	5.32	19.125	79.277	32.753	4.22	360	11.0	3	167	2.78			
P2	0.19	0.8		0.153	205	553																	
10	0.46	0.8		0.366	205	628	22.6	590	600 / 875	1057	3.12	59.373	102.441	60.525	3.20	530	102.2	32	199	3.31			
11	0.19	0.8		0.152	205	31	78.9	16	250	157	3.19	19.887	77.998	30.217	2.49	76	54.5	22	22	0.36			
P3	0.71	0.8		0.567	205	147																	
12	0.19	0.8		0.153	205	179	76.3	163	300	255	3.61	70.052	108.158	61.703	3.90	185	53.9	14	36	0.59	0.0843	63	OK
P4	0.64	0.8		0.508	205	283																	
13	0.18	0.8		0.146	205	313	91.4	298	600	1866	6.60	16.773	74.315	27.682	4.90	166	45.3	9	208	3.47	0.0959	86	OK
P5	3.72	0.8		2.974	205	923																	
14	0.09	0.8		0.073	205	938	94.1	930	600	1893	6.69	49.531	99.756	49.721	6.68	298	37.9	6	214	3.56	0.1495	138	OK

A plocha povodí [ha]

ψ součinitel odtoku

i intenzita návrhového deště [l.s<sup>-1</sup>.ha<sup>-1</sup>]

Q průtok dešťových vod [l.s<sup>-1</sup>]

I poměrný sklon potrubí [-]

Q<sub>s</sub> návrhový průtok [l.s<sup>-1</sup>]

Q<sub>i</sub> odtokové množství řešeného úseku [l.s<sup>-1</sup>]

Q<sub>i-1</sub> odtokové množství předchozího úseku [l.s<sup>-1</sup>]

V<sub>kap</sub> kapacitní rychlost [m.s<sup>-1</sup>]

Q<sub>kap</sub> kapacitní průtok [l.s<sup>-1</sup>]

v skutečná rychlost v úseku [m.s<sup>-1</sup>]

h hladina vody v potrubí při návrhovém průtoku [mm]

H hladina vody v potrubí při kapacitním plnění [mm]

l délka úseku [m]

t doba toku [s]

R hydraulický poloměr [m]

τ<sub>u</sub> tečné napětí [Pa]

\* v některé literatuře je označováno v/V<sub>kap</sub>, jako α a Q/Q<sub>kap</sub>, jako λ

**Příloha 4: Mapa zájmové oblasti, červeně vyznačena ul. Černomořská, formát A4 [20]**

