

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta životního prostředí

**Katedra vodního hospodářství a environmentálního
modelování**



Diplomová práce

Hostínský sběrač, sběrač S a metody výstavby ražených stok

Lukáš Havlíček

© 2024 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Lukáš Havlíček

Krajinné inženýrství

Název práce

Hostínský sběrač, sběrač S a metody výstavby ražených stok

Název anglicky

Hostín trunk sewer, collector sewer S and methods of construction of tunelled sewers

Cíle práce

Cílem práce bude představit projekt Hostínského sběrače a sběrače S pro výhledové vybudování nové vodní linky pro Prahu, Kladno, Kralupy a Neratovice. Práce se detailně zaměří na stoky a sběrače budované hornickým způsobem, různých stavebních a materiálových provedení, zejména na území České republiky v různých geologických podmínkách. Je detailně rozebrána jak vlastní konstrukce sběračů, tak přípojných stok. Velký zřetel bude brán na průzkum stávajícího odkanalizování připojovaných lokalit a významných objektů. Z průzkumu vyplyne návrh nových stok a sběračů. Bude shrnut přínos v případě vybudování Hostínského sběrače a sběrače S.

Metodika

Z realizovaných ražených stok v Praze i jinde v České republice či po světě jsou představena jednotlivá řešení a na základě zjištěných poznatků navrženo vlastní řešení provedení stavby Hostínského sběrače a sběrače S spolu s objekty na trase. Řešené území bude projito, zdokumentováno a ověřeno skutečné provedení stávajících objektů. Na základě zjištěných poznatků budou tyto skutečnosti zahrnuty do návrhu. Hlavním zdrojem informací bude vlastní pasportizace objektů, jejich zaměření a fotodokumentace v terénu. Dalším zdrojem informací budou vložkové plány kanalizace (PVS a. s., 2007), kanalizační řády pro Prahu a karty obcí z Plánu rozvoje vodovodů a kanalizací Středočeského kraje. Zdrojem geografických dat bude Český úřad zeměměřičský a katastrální, a to zejména data digitálního modelu terénu a snímky ortofotomap. Geografická data budou zpracovávána v programu QGIS. Náčrty a úprava mapových výstupů pak v programu Inkscape.

Doporučený rozsah práce

60

Klíčová slova

kanalizace, ražba, stoka, sběrač

Doporučené zdroje informací

- Barták J. a Pruška J., 2011: Podzemní stavby. 1. vyd. Praha: ČVUT. 170 s. ISBN 978-80-01-04789-7
Hanuš Z., 1978: Hostín. Vodohospodářský rozvoj a výstavba Praha. Hydroprojekt Praha. 32 s.
Klepsatel F., Kusý P. a Mařík L., 2003: Výstavba tunelů ve skalních horninách. 1. vyd. Bratislava: Jaga. 215 s., ISBN 80-88905-43-5.
Klepsatel F., Mařík L., 2005: Městské podzemní stavby. 1. české vyd. Bratislava: Jaga. 285 s., ISBN 80-8076-021-7.
Maidl B., Herrenknecht M., Maidl U., Wehrmeyer G., 2012: Mechanised Shield Tunnelling. Berlin: Wilhelm Ernst & Sohn, Verlag für Architektur und technische Wissenschaften GmbH & Co. KG

Předběžný termín obhajoby

2023/24 LS – FŽP

Vedoucí práce

Ing. Lenka Pavlíčková, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

Elektronicky schváleno dne 22. 2. 2024

prof. Ing. Martin Hanel, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 23. 2. 2024

prof. RNDr. Michael Komárek, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 26. 02. 2024

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma: „Hostínský sběrač, sběrač S a metody výstavby ražených stok“ vypracoval samostatně a citoval jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použil a které jsem rovněž uvedl na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

Jsem si vědom, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

Jsem si vědom, že odevzdáním diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V Praze dne 18.3.2024

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval: Ing. Lence Pavlíčkové, Ph.D za vedení práce,
Ing. Zdeňku Kankrlíkovi a firmám INSET s.r.o., SČVK a.s., PVS a.s. a PVK a.s.

Hostínský sběrač, sběrač S a metody výstavby ražených stok

Abstrakt

Práce pojednává o problematice ražby kanalizačních stok a různých metod budování štol dle místních podmínek. Následuje představení zajímavých řešení ze světa, České republiky a Prahy. Hlavním tématem je představení projektu nového hlubinného sběrače z Prahy - Troji do obce Hostín u Vojkovic a severního obvodového sběrače – sběrače S. Je detailně rozebrán popis jednotlivých míst napojení a řešení objektů na trase.

Klíčová slova: kanalizace, kmenová stoka, ražba, kanalizační sběrač, spadiště, technická infrastruktura

Hostín Trunk Sewer, Collector Sewer S and Methods of Construction of Tunelled Sewers

Abstract

The work deals with the issue of excavation of sewers and different methods of building tunnels according to local conditions. This is followed by a presentation of interesting solutions from the world, the Czech Republic and Prague. The main topic is the presentation of the project of the new deep collector from Prague - Troja to the village of Hostín u Vojkovic and the northern peripheral collector - collector S. The description of individual connection points and solution of objects on the route is analyzed in detail.

Keywords: sewerage, trunk sewer, excavation, sewer collector, drop shaft, technical infrastructure

Obsah

1. Úvod.....	10
2. Cíl práce a metodika	11
2.1 Cíl práce	11
2.2 Metodika	11
3. Teoretická východiska	13
3.1 Metody budování hluboko uložených stok	13
3.1.1 Třídy těžitelnosti hornin.....	14
3.1.2 Třídy ražnosti hornin	14
3.1.3 Třídění hornin podle míry zavodnění	16
3.1.4 Klasická ražba.....	17
3.1.5 Razičí štít	22
3.1.6 Mikrotuneláž (pipe jacking).....	26
3.2 Ražené stoky a sběrače ve světě.....	29
3.2.1 Edogawa river, Tokio	29
3.2.2 Túnel Emisor Oriente (TEO), Mexico City	29
3.2.3 Emscher tunnel	31
3.3 Ražené stoky a sběrače na území České republiky	32
3.3.1 Kanalizační sběrač „B“ Jablonec nad Nisou – Liberec	32
3.3.2 Úhlavský kanalizační sběrač „F“ Plzeň	34
3.3.3 Kanalizační sběrač Hradec Králové.....	36
3.3.4 Kmenová stoka „Y“ Ústí nad Labem	38
3.4 Ražené stoky a sběrače na území Prahy.....	41
3.4.1 Kmenová stoka A.....	41
3.4.2 Kmenová stoka K.....	43
3.4.3 Kmenová stoka F	44
4. Hostínský sběrač – SO1	46
4.1 Návrh profilu.....	47
4.2 Návrh metody ražby	47
4.3 Návrh definitivního ostění.....	48
4.3.1 Úsek 0,0 km až 0,375 km	48
4.3.2 Úsek 0,375 km až 20,8 km	49
4.4 Návrh objektů na trase	50
4.4.1 Vzorové napojení přivaděčů	50
4.4.2 SO2 – přivaděč Kralupy	51
4.4.3 Výhled Neratovice	53

4.4.4	SO3 – přivaděč a spadiště Odolena Voda.....	54
4.4.5	SO4 – přivaděč Libčice a větrací komín.....	56
4.4.6	SO5 – přivaděč a spadiště Klecany.....	59
4.4.7	SO6 – přivaděč Roztoky	61
4.4.8	SO7 – přivaděč Suchdol, Sedlec a větrací komín.....	64
4.4.9	SO8 – lapák štěrku, rozbočná komora	67
5.	Sběrač S – SO1	69
5.1	Návrh profilu.....	70
5.2	Návrh metody ražby	70
5.3	Návrh definitivního ostění.....	71
5.3.1	Úsek 0,0 km až 3,86 km	71
5.3.2	Úsek 3,86 km až 8,38 km	72
5.3.3	Úsek 8,38 km až 17,48 km	72
5.3.4	Úsek 17,48 km až 18,06 km	72
5.4	Návrh objektů na trase	72
5.4.1	SO2 přivaděč a spadiště Dolní Chabry	72
5.4.2	SO3 přivaděč a spadiště staré Ďáblice	74
5.4.3	SO4 přivaděč a spadiště Červený mlýnek	75
5.4.4	SO5 spadiště Třeboradice	77
5.4.5	SO6 spadiště Miškovice.....	79
5.4.6	SO7 přivaděč a spadiště Kbely	81
5.4.7	SO8 přivaděč Vinoř	84
5.4.8	SO9 spadiště Horní Počernice	85
6.	Výsledky	88
7.	Diskuze	90
8.	Závěr.....	94
9.	Seznam použitých zdrojů	95
10.	Seznam obrázků.....	100

1 Úvod

V této diplomové práci je rozebráno řešení výhledového stavu odkanalizování hlavního města Prahy a okolních měst a obcí. Budování kanalizace či inženýrských sítí je v Praze a okolí velkou výzvou především kvůli velmi členitému reliéfu, značně složitě geologii a omezenému prostoru.

V první, teoretické, části práce jsou rozebrány metody výstavby / ražby stok ve velkých hloubkách. Jsou představeny vybrané realizované stavby na území Prahy, České republiky i ve světě.

Ve druhé části je řešena možnost aplikace některé z metod na vybudování Hostínského přivaděče. V Praze je v současné podobě systém odkanalizování vybudován pomocí hluboko ražených stok A, C, K, F a hloubených B, D, E vedoucích na ústřední čistírnu odpadních vod (ÚČOV) na Císařském ostrově (nová a stará vodní linka), kde tato čistírna je omezena jak prostorově, tak je ohrožena díky poloze povodněmi.

Výhledový, v práci uvažovaný, stav předpokládá vybudování 20 km dlouhého, hluboko raženého přivaděče z prostoru stávající čistírny odpadních vod severním směrem, do prostoru v okolí obce Hostín u Vojkovic a vybudování nové čistírny odpadních vod jak pro Prahu, tak pro okolní města a obce podél trasy přivaděče – Roztoky u Prahy, Neratovice, Kladno, Kralupy atd.

Spolu s výstavbou přivaděče předpokládám vybudování hlubinného sběrače S, který by odkanalizoval severní části Prahy, dosud odkanalizované do pobočných čistíren či problematicky přečerpávané do povodí ÚČOV.

2 Cíl práce a metodika

2.1 Cíl práce

Cílem práce je představit výhledové řešení odkanalizování hlavního města Prahy a přilehlých měst a obcí na novou čistírnu odpadních vod v Hostíně u Vojkovic, 20 km dlouhým, hluboko raženým sběračem a také vybudování nového kmenového sběrače S v severní části Prahy, kde je v současnosti řada pobočných čistíren či se odpadní vody nákladně přečerpávají do povodí ústřední čistírny odpadních vod na Císařském ostrově. Hlavní náplní je technický popis jak samotného Hostínského sběrače a sběrače S, tak i detailní rozebrání jednotlivých objektů na trase. Jsou představena povodí, která se na trasu napojují a řešení jejich přepojení. Velký zřetel bude brán na průzkum stávajícího odkanalizování připojovaných lokalit a významných objektů. Z průzkumu vyplyne návrh nových stok a sběračů. Bude shrnut přínos v případě vybudování Hostínského sběrače a sběrače S.

2.2 Metodika

Řešené území bylo projito, zdokumentováno a ověřeno skutečné provedení stávajících objektů.

Pro neexistenci bližších podkladů je celá trasa navržena nově podle současné situace – ať už z hlediska průtoků či z hlediska zástavby na povrchu. Návrh vychází především z vlastního průzkumu, kdy niveleta žlábků koncových úseků hlavních stok z jednotlivých území byla zhruba zaměřena pro potřebu návrhu podélného profilu. Výšky na začátku a konci navrhovaných sběračů byly známy, zatímco jednotlivé připojovací body byly dopočítávány. Zdrojem informací o nadmořské výšce stok na území Prahy byly vložkové plány. (PVS a. s., 2007) Nadmořské výšky reliéfu byly zjišťovány z datových sad projektu INSPIRE pomocí WMS přístupu v prostředí programu QGIS. (Český úřad zeměměřičský a katastrální, 2023) Pro napojování bočních větví bylo bráno vždy dostatečné převýšení připojované stoky do stoky hlavní z důvodu zamezení zpětného vzduť z hlavní stoky do stoky vedlejší za srážkových událostí. Skutečné provedení stok se často rozcházelo s podklady. Pro potřebu práce byly brány informace zjištěné přímým průzkumem. Na základě zjištěných poznatků byly tyto skutečnosti zahrnuty do návrhu.

Hlavním zdrojem informací byla vlastní pasportizace objektů, jejich zaměření a fotodokumentace. Dalším zdrojem informací byly vložkové plány kanalizace (PVS a. s., 2007), kanalizační řády pro Prahu a karty obcí z Plánu rozvoje vodovodů a kanalizací Středočeského kraje. Zdrojem geografických dat byl Český úřad zeměměřičský a katastrální, a to zejména data digitálního modelu terénu a snímky ortofotomap. Geografická data byla zpracovávána v programu QGIS. Nákresy a úprava mapových výstupů pak v programu Inkscape.



Obr. 2-1– z terénního průzkumu [zdroj: Lukáš Havlíček]

3 Teoretická východiska

3.1 Metody budování hluboko uložených stok

Základním předpokladem pro budování technické infrastruktury moderních měst je snaha minimalizovat dopady stavby na okolí z hlediska dopravy, ostatních inženýrských sítí a vlivu na kvalitu života obyvatel dané lokality. Dalším faktorem, zejména pro stoky, je reliéf, který určuje hloubku uložení potrubí. Proto je většina stok budována hornickým způsobem.

Definice činnosti prováděné hornickým způsobem a podzemních objektů vytvořených ražbou:

Podle zákona č. 61/1988 Sb. (Zákon České národní rady o hornické činnosti, výbušninách a o státní báňské správě) v platném znění, druhá část, oddíl první, § 3, písmeno i) je definována činnost prováděná hornickým způsobem následovně:

„podzemní práce spočívající v hloubení důlních jam a studní, v ražení štol a tunelů, jakož i ve vytváření podzemních prostorů o objemu větším než 300 m krychlových horniny.“

Podle stejného zákona, čtvrté části, § 37, jsou pak definovány podzemní objekty takto:

„(1) Za podzemní objekty se pro účely tohoto zákona považují podzemní prostory vytvořené ražením včetně jejich přístupových částí, jedná-li se o

- a) tunely a štoly metra,*
- b) ostatní tunely a štoly, pokud jejich délka přesahuje 50 m,*
- c) kolektory včetně jejich hloubených částí a spojovacích šachet,*
- d) jiné prostory o objemu větším než 1000 m³ zpřístupněné veřejnosti nebo využívané k podnikatelské činnosti,*
- e) stavby pro účely ochrany obyvatelstva,*
- f) kanalizační stoky o světlém průřezu větším než 2 m², pokud jejich délka přesahuje 50 m,*
- g) odvodňovací a vodovodní štoly o světlém průřezu větším než 2 m², pokud jejich délka přesahuje 50 m,*
- h) bývalá stará nebo opuštěná důlní díla následně zpřístupněná veřejnosti nebo využívaná k podnikatelské činnosti.“*

3.1.1 Třídy těžitelnosti hornin

Pro úspěšné budování podzemních staveb (dopravní stavby, inženýrské sítě, kanalizace atp.) je zcela zásadní inženýrskogeologický průzkum. Rozsah zjišťování se odvíjí od plánované stavby, geologických poměrů, ovlivnění povrchu, časového harmonogramu a rozpočtu. (Aldorf, Müllerová, 1984)

Pro budoucí záměr se provede geologický průzkum především pro určení takzvané třídy těžitelnosti (rozpojitelnosti) hornin. Tento faktor je velmi důležitý pro zvolení vhodné metody budování podzemních objektů – například pro návrh vhodného těžního stroje / nožů pro razící štít a jinou technologii. (Aldorf, Müllerová, 1984)

Posouzení hornin z hlediska těžitelnosti a rozpojitelnosti vychází z klasifikace stanovené normou ČSN 73 3050 o zemních pracích (dnes nahrazena normou ČSN 73 6133).

Tříd těžitelnosti je 7 a lze je kvalifikovat následujíc:

1. **třída** – horniny sypké – dají se nabírat lopatou, nakladačem.
2. **třída** – horniny rypné – rozpojitelné rýčem, nakladačem.
3. **třída** – horniny kopné – rozpojitelné rýčem, nakladačem.
4. **třída** – pevné horniny drobivé – rozpojitelné klínem, rypadlem.
5. **třída** – pevné horniny lehko trhatelné – rozpojitelné rozrývačem nebo těžkých rypadlem (hmotnost nad 40 t), trhavinami.
6. **třída** – pevné horniny těžko trhatelné – rozpojitelné těžkým rozrývačem, trhavinami.
7. **třída** – pevné horniny těžko trhatelné – rozpojitelné trhavinami.

3.1.2 Třídy ražnosti hornin

Ražnost hornin udává odborně hodnocený soubor vlastností daných přírodou, které udávají míru obtížnosti při provádění razících prací a jsou určující pro zvolení dočasné či trvalé výztuže. Dále se pomocí tříd ražnosti určuje hospodárně účelná metoda ražby při zachování bezpečnosti budování i budoucím používání podzemního díla. (České stavební standardy, 2023)

Stupně ražnosti jsou definovány následovně:

„I. stupeň ražnosti

Ražnost I. stupně mají horniny celkem pevné a soudržné, avšak vrstevnaté, rozpukané a lasovité, u nichž je nestejná tvrdost jednotlivých vrstev; horniny jsou netlačivé nebo slabě tlačivé, u nichž lze předpokládat ražení bez výstroje anebo jen se zajišťovací výstrojí, ražení porubem a jako ostění užít obkladných až středně tlakových typů obezdívky. Těžení je obtížné a při vrtání zdlouhavý postup. Jsou to povětšinou horniny třetí a lehčí skaliny čtvrté těžné třídy. Je-li hornina silně vodnatá, může toto ztlížení způsobit přeražení do II. stupně ražnosti,

II. stupeň ražnosti

Ražnost II. stupně mají horniny málo soudržné, tlačivé, vyžadující současně s výrubem vestavění dočasného vstrojení a ostění tlakových typů. Zpravidla lze užít jen ražby piliřové, tj. nemůže být otevřen další pás, pokud není v předešlém dokončeno ostění. Rozpojování horniny méně obtížné – většinou jen sbíjecími kladivy. Je-li hornina silně vodnatá, může být posuzována jako hornina III. stupně ražnosti.

III. stupeň ražnosti

Ražnost III. stupně mají horniny nesoudržné a zavodněné až rozbředlé, silně tlačivé, které vyžadují ve štole hnané pažení, v plných výlomech nejsilnější vstrojení a zpravidla zvláštní tunelovací způsoby; pro ostění se užívá nejsilnějších tlakových typů. Vyžaduje se velmi opatrný a odborný pracovní postup.

Litá skála

Horniny 4. těžební třídy, velmi nesnadno těžitelné, u nichž je postup vrtání minimální a nadměrná spotřeba trhavin pro rozpojení hornin. Pro výlom není potřeba dočasného vstrojení (jen ochranné opatření proti náhodně uvolněným částem horniny ve stropě) a výruby mohou být ponechány bez ostění (skalní průřezy) anebo jen s obkladní obezdívkou minimální tloušťky (postříky). Těžitelnost je velmi nesnadná, postup vrtání velmi pomalý s nadměrným tvořením prachu. Stupeň ražnosti hornin se posuzuje podle celkových vlastností horniny a zvláště podle její těžitelnosti a možnosti vzniku a zvětšování tlaků, nikoliv podle petrografického označení horniny. “

3.1.3 Třídění hornin podle míry zavodnění

Neméně důležitým faktorem je stanovení míry zavodnění horninového prostředí. Existují tři třídy. (ČSN EN ISO 14689-1)

Horniny suché – takové horniny, které jsou úplně suché či se na stropě ojediněle objevuje tvorba kapek s intervalem skapu několik sekund a netvoří souvislý „déšť“. Za suchou horninu lze označit i takovou horninu, kde se objevují soustředěné výrony na bocích štoly (výrubu) a které lze bez zhoršení podmínek výstavby odvést do svodného kanálku.

Horniny mokré – takové horniny, kdy se ze stropu štoly objevují rovnoměrně distribuované výrony ve formě deště nebo se vyskytují ze stropu ojedinělé výrony, které je nutno svést do kanálku na dně (počvě) štoly.

Horniny silně zavodněné – takové horniny, kde voda vytéká ze stropu nebo boků ve formě hustého deště s výskytem soustředěných vývěrů pod tlakem. Je nutné vybudovat opatření pro ochranu technologie stavby a pracovníků v podobě přístřešků, svodů a žlabů a odvést vodu do kanálku na počvě štoly.



Obr. 3-1 – pohled do štoly v suché hornině [zdroj: Lukáš Havlíček]

3.1.4 Klasická ražba

Klasickou ražbou se rozumí ruční rozpojování hornin a kladení důlní výztuže v krocích. Dochází k opakování určitých kroků, kdy po jejich dokončení se přistoupí opět k prvnímu kroku a celý cyklus se tak opakuje – hovoříme o takzvaném cyklickém způsobu. Jeden takový postup se rovná jednomu postupu ražby. U klasické ražby se dle geofyzikálních podmínek volí vhodná výztuž štoly (a lze flexibilně reagovat na změnu podmínek – například zahuštěním výztuže, změnou typu výztuže atd.) (Barták, 2014). Ukázka takového postupu je na následujícím obrázku:



Obr. 3-2 – pohled na přeražbu stoky v ulici Prokopova klasickou ražbou [zdroj: Lukáš Havlíček]

Typy dočasné výztuže při budování štol klasickou ražbou:

Výdřeva

Výdřeva je nejstarším prostředkem pro zajištění výrubu.

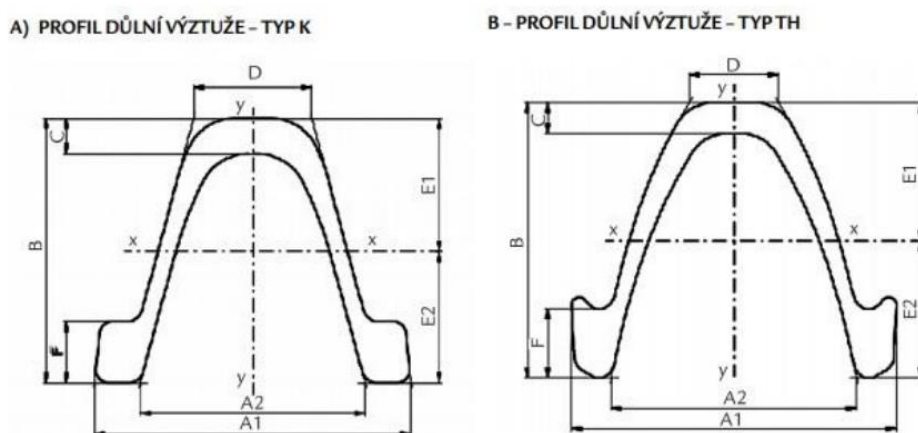
Používala se po staletí pro zajišťování důlních děl či tunelů až do 20. století. Za určitých okolností se s ní lze setkat i dnes.

Její použití se váže na rakouskou tunelovací metodu, kdy výrub je prováděný po částech, průběžně se zajišťoval výdřevou a teprve po dokončení ražby v krátkém úseku se vybudovalo definitivní ostění štoly – typicky u železničních tunelů. (Klepsatel a kol, 2003)

Pro výdřevu byl charakteristický smrk, který při rozumné finanční náročnosti splňoval příznivé mechanické vlastnosti. Lze se setkat i s jiným dřevem, převážně jehličnatým. Dřevo se používalo jako nahrubo opracovaná kulatina z ekonomických důvodů. (Klepsatel a kol., 2003)

Ocelová plnostěnná důlní poddajná výztuž (K, TH)

Historie ocelové výztuže sahá do druhé poloviny 19. století. Dodnes se jedná o nejrozšířenější typ výztuže používaný v důlních dílech a podzemních stavbách, zejména menších průřezů. Jedná se o žebra tvořená poddajnou ocelovou výztuží typu K (korýtková výztuž) nebo systému TH (Touissant – Heitzmann). (Rozdíl mezi nimi je pouze v drobných geometrických odchyškách viz Obr. 3-3. U nás se používá tvar typu K.) Za tuto výztuž se vkládá výdřeva, betonové segmenty či ocelové profilované profily – takzvané pažnice „Union“. Pro větší profily se využívá též stříkaný beton vyztužený ocelovými sítěmi či drátěnými sítěmi. (Barták, 2014; Klepsatel, Mařík, 2005)



Obr. 3-3 – rozdíl mezi tvarem výztuže typu K a TH [zdroj: Dlesek 2005]

Válcované ocelové profily

Při budování štol větších rozměrů, šachet a jiných atypických objektů je možné použít i jiné typy výztuže – zejména válcované profily ve tvaru I, U, H (HEB) a trubky. Jejich použití je vhodné vzhledem k vysoké únosnosti při malé materiálové náročnosti a hospodárnosti. Výhodou je jejich okamžité aktivování o výrub. (Barták, Pruška, 2011)

Profily typu „HEBREX“

Dalším typem je takzvaný „HEBREX“, což je spojení válcovaného profilu HEB a ocelových prutů, které dohromady tvoří příhradovou konstrukci. Jejich hlavní výhodou je dobré zastříkávání / prostříknutí betonem (torkretem) a úspora materiálu. Nevýhodou je jejich pracnost výroby svařováním. (Barták, Pruška, 2011)

Další typy ocelových profilů

Kromě výše uvedených profilů existuje celá řada variant příhradových či válcovaných výztuží a jejich vzájemných kombinací. Například hvězdicový válcovaný profil, který je podélně zdrsňený pro lepší přilnutí betonu a oproti běžné korýtkové výztuži je pevnější při menší spotřebě oceli. (Barták, Pruška, 2011)

Betonové tvárnice

Pro výztuž štol je možné též použít nejrůznějších betonových tvárníc a segmentů, které se ukládají na maltu. Takováto výztuž je i definitivní konstrukcí. Tloušťka tvárníc bývá 30 – 50 cm. (Ďuriš, 2018)

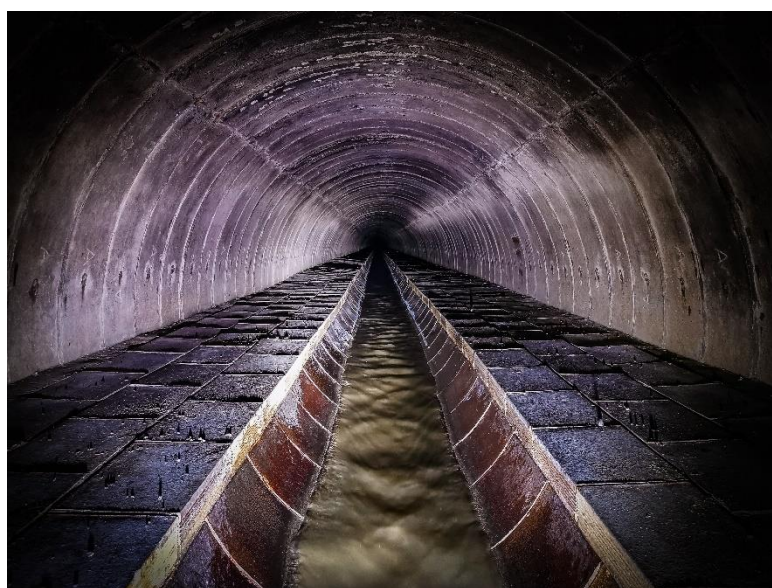
Ukázka štol vybudované z tvárníc je na následujícím obrázku:



Obr. 3-4 – pohled na ostění z betonových tvárníc – vodovodní štola Radejčín [zdroj: Lukáš Havlíček]

Betonové segmenty

Dalším možným způsobem budování ostění jak primárního, tak definitivního je skládání ostění z prefabrikovaných obloukových dílců. Tyto se vyskládají do klenby pomocí manipulátoru (erektoru) či v případě malých profilů i ručně. Následně se prostor mezi segmenty a výrubem zainjektuje betonovou směsí. Tento způsob byl použit na stavbě sběrače B v Mladé Boleslavi a také na sběrači LKS v Praze. (Červený, 1992) Jak vypadá definitivní ostění je patrné na následujícím obrázku:



Obr. 3-5 – pohled na ostění z betonových segmentů – kanalizační sběrač Mladá Boleslav – třída Václava Klementa [zdroj: Lukáš Havlíček]

Stříkaný beton

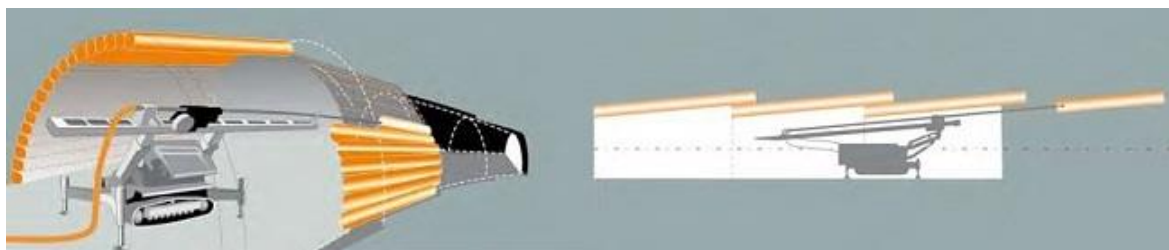
Stříkaný beton je široce uplatnitelný jak pro dočasné, tak pro trvalé zajištění štoly. Lze kombinovat se širokou škálou výztuže (krom dřeva). Stříkaný beton tvoří kamenivo frakce 0-8 mm, rychletuhnoucí cement, voda, urychlovače a zušlechťující přísady. Nanáší se speciálními tryskami. (Barták, Pruška, 2011; Ďuriš, 2018)



Obr. 3-6 – pohled na ostění ze stříkaného betonu – kanalizační štola Nové Spolí (Český Krumlov) [zdroj: Lukáš Havlíček]

Trysková injektáž

Speciálním postupem budování štoly je trysková injektáž. Jedná se o cyklický postup, kdy v prvním kroku je vytvořena obálka štoly – pažení – z vyvrtaných a vyplněných vrtů injektážní směsí. Tato obálka je lehce kónického tvaru rozšiřujícího se směrem od vrtací soupravy pro zajištění dostatečného prostoru pro vrtání následujícího postupu. Ve druhém kroku je odtěžen materiál pod klenbou takto vytvořené obálky. Na konci obálky se opět přistoupí k zahájení vrtání a vyplňování obálky následující. Díky kónickému tvaru má pak štola „odskákaný“ profil. Schéma takto budované štoly je na následujícím obrázku. (Zakládání staveb, 2023)



Obr. 3-7 – schéma postupu budování štoly za pomoci trykové injektáže [zdroj: Zakládání staveb a. s.]

Svorníková výztuž

Jinou metodou zajištění štoly je využití svorníků. Předpokladem použití je vhodné horninové prostředí. Principem je navrtání dlouhých vrtů do horniny radiálně po obvodu klenby štoly. Do nich se vloží ocelové či sklolaminátové tyče a připevní se do horniny. Připevnění je buďto mechanické – na principu hmoždiny – či lepené na cementovou maltu nebo pryskyřičný tmel. U stěny výrubu se pak na tyč osadí podložka a matice. Pomocí matice se předepne tyč a spolu s tlakem horniny na výrub se aktivuje horninová klenba v okolí výrubu. (Barták, Pruška, 2011)

3.1.5 Razicí štít

Razicí štít (mechanizované tunelování) představuje moderní metodu budování liniových staveb o neměnném příčném průřezu. Jedná se o progresivní dynamicky se rozvíjející obor. (Barták, 2014)

Historie

Historie razícího štítu sahá do Anglie první poloviny 19. století, kdy byl mezi léty 1825 až 1843 vyražen v Londýně tunel délky 460 m pod Temží za pomoci nemechanizovaného štítu o obdélníkovém profilu 7,1x11,4 m a jehož vynálezce je Marc Isambard Brunel. Štít byl posouván ručně a pod ochranným pláštěm štítu se budovala definitivní cihelná vyzdívka tunelu. V průběhu prací došlo k opakovaným problémům s průvalem podzemních vod a práce byly na 7 let přerušeny. Od roku 1913 až do současnosti tento tunel slouží jako část londýnského metra. (Barták, 2014; Encyclopaedia Britannica, 2021)

Prvním mechanizovaným štítem byl štít vynalezený Ch. Wilsonem a nasazený roku 1853 na ražbě tunelu Hoosack v Massachusetts. Avšak po vyražení necelých 3 m jeho práce skončila pro neopravitelné problémy s řeznou hlavou. Úspěšnějšími se stala dvojice razicích strojů Beaumont/English o průměru 2,13 m, které byly v roce 1881 použity na ražbu průzkumných štol pod kanálem La Manche. Během dvou let vyrazily 2,65 km dlouhou stolu z anglické strany a 1,65 km ze strany francouzské. Z politických důvodů však byly práce v roce 1883 zastaveny. (Barták, 2014)

V dalších letech se štíty postupně zdokonalovaly a vznikla celá řada nemechanizovaných a mechanizovaných štítů pro různá určení a geologické podmínky.

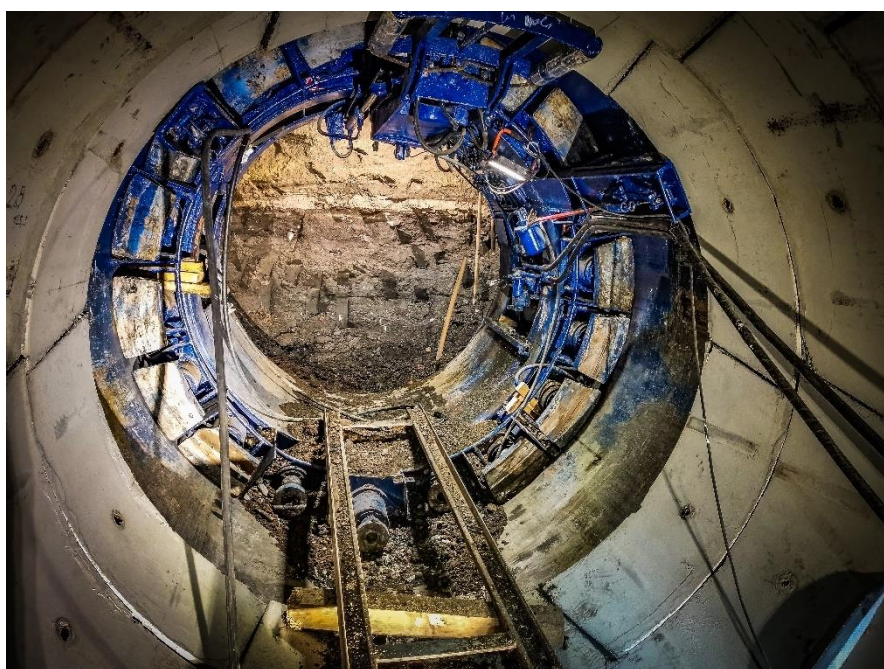
Rozdělení razicích štítů

Nemechanizované štíty

Jedná se o nejjednodušší štít. Je to jednoduchý ocelový válec s břitem, po jehož vnitřním obvodu jsou osazeny hydraulické lisy (tzv. štítové lisy). Štít nemá žádné zařízení k rozpojování horniny ani žádný systém na nakládání rubaniny. Mají otevřené čelo. Klasický štít má tři základní části – břit (břítový prsteneček), trup (trupový prsteneček) a plášť. V přední části břítového prstenečku dochází k ručnímu rozpojování horniny / zeminy a jejímu nakládání do vozíků. V prostřední části – trupovém prstenečku – se nachází hydraulické lisy, a jelikož zde dochází ke značnému namáhání, je trup proveden jako příhradová svařovaná konstrukce. Poslední částí je plášť, pod jehož ochranou se skládá prefabrikované ostění z betonových, železobetonových či litinových segmentů – tubingů. Segmenty se vkládají buďto ručně či pomocí erektoru a hydraulické lisy je zapřou do konečné polohy. Takto vybudované ostění je ostěním definitivním. (Barták, Pruška, 2011; Maidl a kol.; 2012)



Obr. 3-8 – pohled na kanalizační sběrač C provedený nemechanizovaným štítem v Brně – Řečkovících [zdroj: Lukáš Havlíček]



Obr. 3-9 – pohled na nemechanizovaný štít při budování přeložky Hradební stoky v Praze v ulici Na Florenci [zdroj: Lukáš Havlíček]

Mechanizované štíty

Mechanizované štíty jsou z anglického označení „tunnel boring machine“ označovány zkratkou TBM.

Díky svým výhodám, jako je vysoká účinnost ražby a vysoká bezpečnost, se TBM stal nezbytným multifunkčním zařízením při výstavbě tunelů. Avšak vzhledem k jeho nízké možnosti adaptace na různé geologické podmínky se výběr a úprava provozních parametrů TBM opírá především o kvalitní zhodnocení geologických podmínek horninového masivu a zkušenostech realizátorů. Bez správného pochopení reakce skalního útvaru však budou zvolené provozní parametry pravděpodobně nepřiměřené. To ztěžuje přizpůsobení vybraných provozních parametrů TBM geologickým změnám, což má za následek nízkou rychlost ražby nebo míru využití, abnormální opotřebení řezné hlavy nebo hlavního ložiska či závažné následky, jako je zablokování TBM. (Liu, 2023)

TBM bez štítu – „gripper TBM“

Nejjednodušší razicí štít TBM. Je určen pro vrtání ve zdravých, pevných horninách bez nutnosti zajišťování ražby. Stroj je tvořen řeznou hlavou, exkavátorem rubaniny na dopravníkový pás, ochranným štítkem nad technologií řezné hlavy a hydraulickým posunem, který se zapírá o stěny vyraženého tunelu a který umožňuje změnu směru. (Herrenknecht AG, 2020)



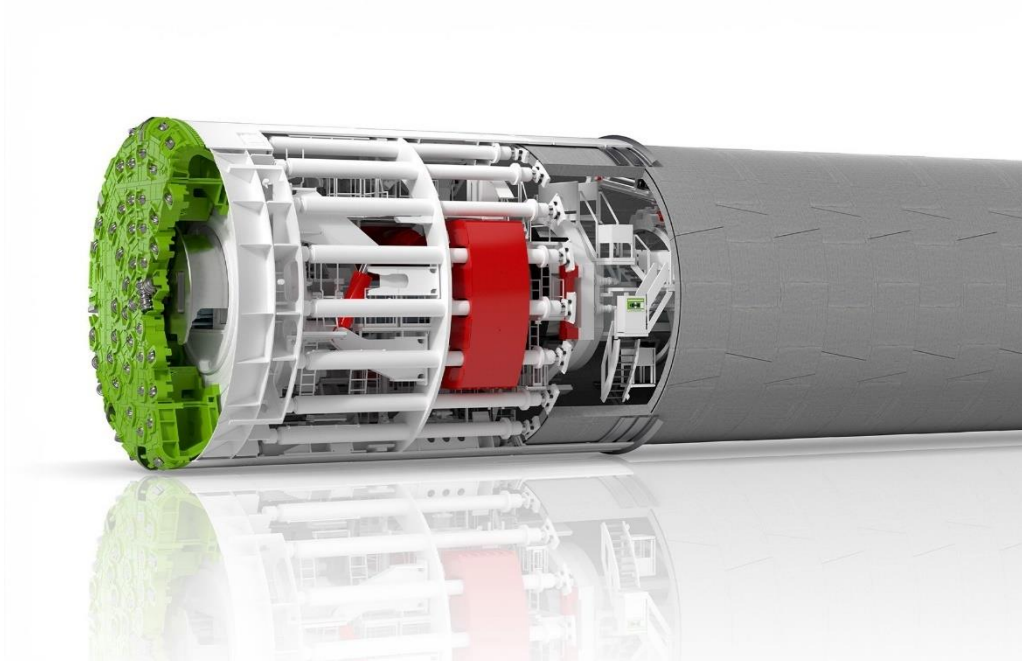
Obr. 3-10 – pohled na vrtaný vodovodní tunel Bedřichov – Liberec DN 2650 štítem Demag v neporušené hornině – liberecké žule [zdroj: Lukáš Havlíček]

TBM s jednoduchým štítem

Jedná se o pokročilý razicí štít, který je vhodný do nejrůznějších typů hornin a zemin. Při konfiguraci s přetlakovou přepážkou je vhodný také pro ražbu ve zvodnělých a nestabilních horninách či zeminách. Je tvořen řeznou hlavou s dláty a kotouči dle geologických podmínek, exkavátorem rubaniny na dopravníkový pás (dle podmínek může být šnekový exkavátor či metoda hydraulického odtěžování), celoplášťovým zapouzdřením (štítem) a erektorem pro usazování jednotlivých dílců ostění – tubingů. Díky jeho konfiguraci je postup ražby rozdělen na dva kroky. Prvním je ražba a posun štítu vpřed pomocí hydraulických pístů, které se opírají o již hotové ostění. Druhým je přerušení ražby, zasunutí pístů a vložení dalšího prstence dílců tubingů. (Herrenknecht AG, 2023)

TBM s dvojitým štítem

Nejdokonalejší variantou štítu je takzvaný dvojitý štít, kdy krom běžného uspořádání, které má TBM s jednoduchým štítem, je zde navíc druhý prstenec hydraulických pístů s vlastním pláštěm, který umožňuje posun štítu kontinuálně vpřed bez přerušení ražby pro vkládání dílců tubingů. Řez štítem je patrný na následujícím obrázku. (Herrenknecht AG, 2023)



Obr. 3-11 – řez TBM s dvojitým štítem [zdroj: Herrenknecht AG, 2023]

3.1.6 Mikrotuneláž (pipe jacking)

Mikrotuneláž či anglicky pipe jacking / ramming je metoda založená na protlačování trub různých profilů. Jedná se o plně mechanizovanou dálkově ovládanou metodu. Dle normy ČSN EN 12889 se jedná o řízenou metodu ražby bez obsluhy. Mikrotunelováním je možné instalovat potrubí do přesně požadované trasy a sklonu. Stejně jako v případě TBM se jedná o velmi rychle se rozvíjející metodu ukládání inženýrských sítí, kterou je možné aplikovat ve většině horninových a zemních prostředích. Je vhodná pro profily od DN 250 až po DN 4000. Systém mikrotuneláže sestává z pěti komponent:

1 Řezná hlava / razící štít

Rotující řezná hlava rozpojuje zeminu / horninu mechanicky pomocí disků a dlát. Rotace je možná na obě strany a rychlost otáčení je závislá na prostředí a průměru stroje. Pohybuje se od 2 do 44 otáček za minutu. Zpětný chod se používá v případě komplikací, kdy by hrozilo zaseknutí hlavy. Za řeznou hlavou je umístěn drtič, který rozmělní rubaninu, Za drtičem je pak mísící komora, kde dochází k mísení s výplachovou vodou. V komoře výplachu se udržuje odpovídající tlak, jakým působí podzemní voda, čímž je docíleno aktivní podpory čelby a zamezuje se tak tvorbě kaveren a sedání nadloží. Razící štít je vždy nakonfigurován pro konkrétní situaci – geologické podmínky, materiál trub, podzemní vodu atd.

2 Hydraulický tlačný systém

Tlačný systém tvoří dva rámy a sestava hydraulických pístů. Zadní rám se opírá o podpůrný blok ve startovací jámě. Přední rám pak tlačí trouby a razící štít. Tlačná síla bývá 1000-10 000 kN a je ovlivněna mnoha faktory – profilem a délkou mikrotuneláže, velikostí nadvýrubu (prostor mezi razícím štítem a okolní horninou / zeminou), změnami směru, materiálem protlačovaných trub a samozřejmě samotným horninovým / zemním prostředím.

3 Systém výplachu

Systém výplachu zajišťuje odvod rubaniny v suspenzi. Rubanina se mísí v mísící komoře za drtičem a je potrubím dopravována na separační jednotku. Zde se oddělí pevné částice a voda se následně přes sedimentační nádrž vrací zpět do systému.

4 Naváděcí a řídicí systém

Pro navádění se nejčastěji používá laser. S jeho pomocí se velmi přesně určují směrové a výškové poměry instalované trouby. Zdroj laserového paprsku se umístí do startovací šachty a je promítán na terč na zadní straně razícího štítu – viz následující obrázek. Informace jsou předávány kabelem do řídicí kabiny na povrchu, kde jsou promítány na kontrolní panel stroje.



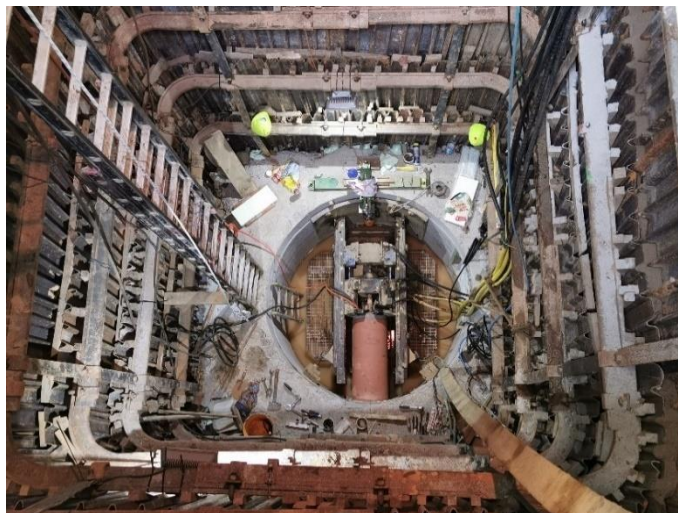
Obr. 3-12 – pohled do vnitřku razícího štítu a na umístění naváděcího štítku [zdroj: Lukáš Havlíček]

5 Protlačovaná trouba

Trouby pro protlačování musejí mít kruhový profil, hladký vnější povrch včetně spojů. Trouby musejí být navrženy tak, aby vydržely tlačné síly.

(Najafi M., 2013; Barták J., 2014; ISEKI Poly-Tech, Inc., 2023)

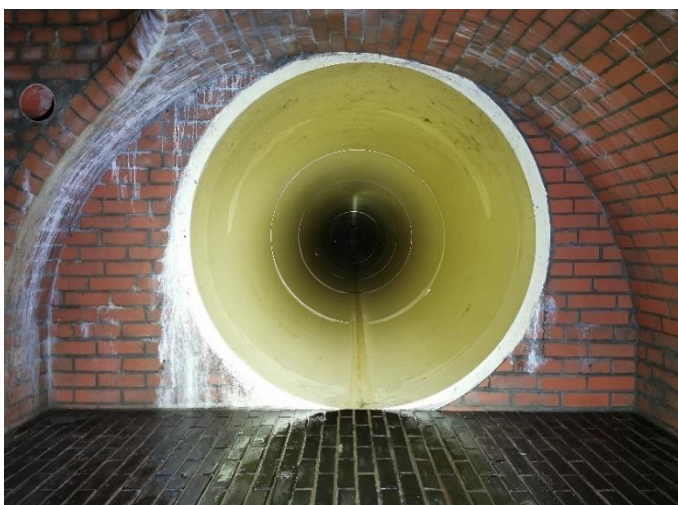
Trouby pro protlačování se používají z různých materiálů. Široce používaný materiál jsou trouby ze železobetonu. Mohou být opatřeny čedičovou či jinou výstélkou. Dále pak trouby z polymerbetonu. Jako vhodný materiál k protlačování jsou též sklolaminátové trouby. Jejich velká výhoda je velmi hladký vnější povrch a nenasákavost. Sklolaminátové trouby pro protlačování se vyrábí v profilech od DN 300 až po DN 3600. Pro zhotovení protlaků malých profilů lze též použít kameninové či čedičové silnostěnné trouby. Ty se používají v profilech od DN 150 po DN 600. Pro vytvoření chráničky, do které se následně uloží běžné potrubí, se používají ocelové trouby. (Amiblu, 2023; Najafi M., 2013; Steinzeug-Keramo, 2023;)



Obr. 3-13 – pohled na protlačování kameninových trub stoky na Kamýcké ulici [zdroj: Lukáš Havlíček]



Obr. 3-14 – pohled na železobetonovou troubu s celočedičovým obkladem na stavbě protlaku sběrače H2 v Běchovicích [zdroj: Lukáš Havlíček]



Obr. 3-15 – pohled na sklólaminátovou troubu stoky C-03 vybudované mikrotuneláží pod Královským letohrádkem [zdroj: Lukáš Havlíček]

3.2 Ražené stoky a sběrače ve světě

V posledních třiceti letech byly postaveny velmi zajímavé projekty kanalizačních sběračů po celém světě. Dále uvádím výběr těch nejzajímavějších z nich.

3.2.1 Edogawa river, Tokio

Vzhledem k opakujícím se povodním v níže položených částech Tokia bylo rozhodnuto o vybudování unikátního projektu protipovodňového tunelu. Tunel byl vybudován metodou TBM o průměru 10 m v hloubce okolo 50 m a celkové délce 6,3 km. Jeho funkcí je pomocí 4 spadišťových šachet převádět povodňové průtoky z řek Nakagawa River, the Kuramatsu River, the Ootoshi-Furutone River, No.18 water channel, a Koumatsu River přes vyrovnávací nádrž a čerpací stanici přímo do Edogawa river. Výstavba trvala od roku 1993 do roku 2006. Tunel je v provozu zpravidla sedmkrát do roka během silných dešťů. (Edogawa River Office, 2020)

3.2.2 Túnel Emisor Oriente (TEO), Mexico City

Obří projekt kanalizačního sběrače vyřešil problémy s odvodněním Mexického hlavního města Mexico City.

Město se rozprostírá v sopečném kráteru, kde v minulosti bylo pět jezer: Texcoco, Xaltocan, Zumpango, Xochimilco a Chalco. Uprostřed jezera Texcoco leželo historické město Tenochtitlan. S příchodem Španělských kolonizátorů se započalo s přestavěním a s odvodněním jezer pro umožnění výstavby města Mexico City. Byl vybudován odvodňovací kanál - The Grand Canal – s tunelem Túnel de Tequisquiatic, který slouží dodnes. Odvodnění a využívání vody ze zvodně ze sopečných sedimentů uvnitř kráteru však s sebou nese problémy se sesedáním povrchu. Za posledních 100 let se město na některých místech sesedlo až o 12 m, a tak se kapacita Grand Canalu snížila a vyžádala instalaci čerpadel.

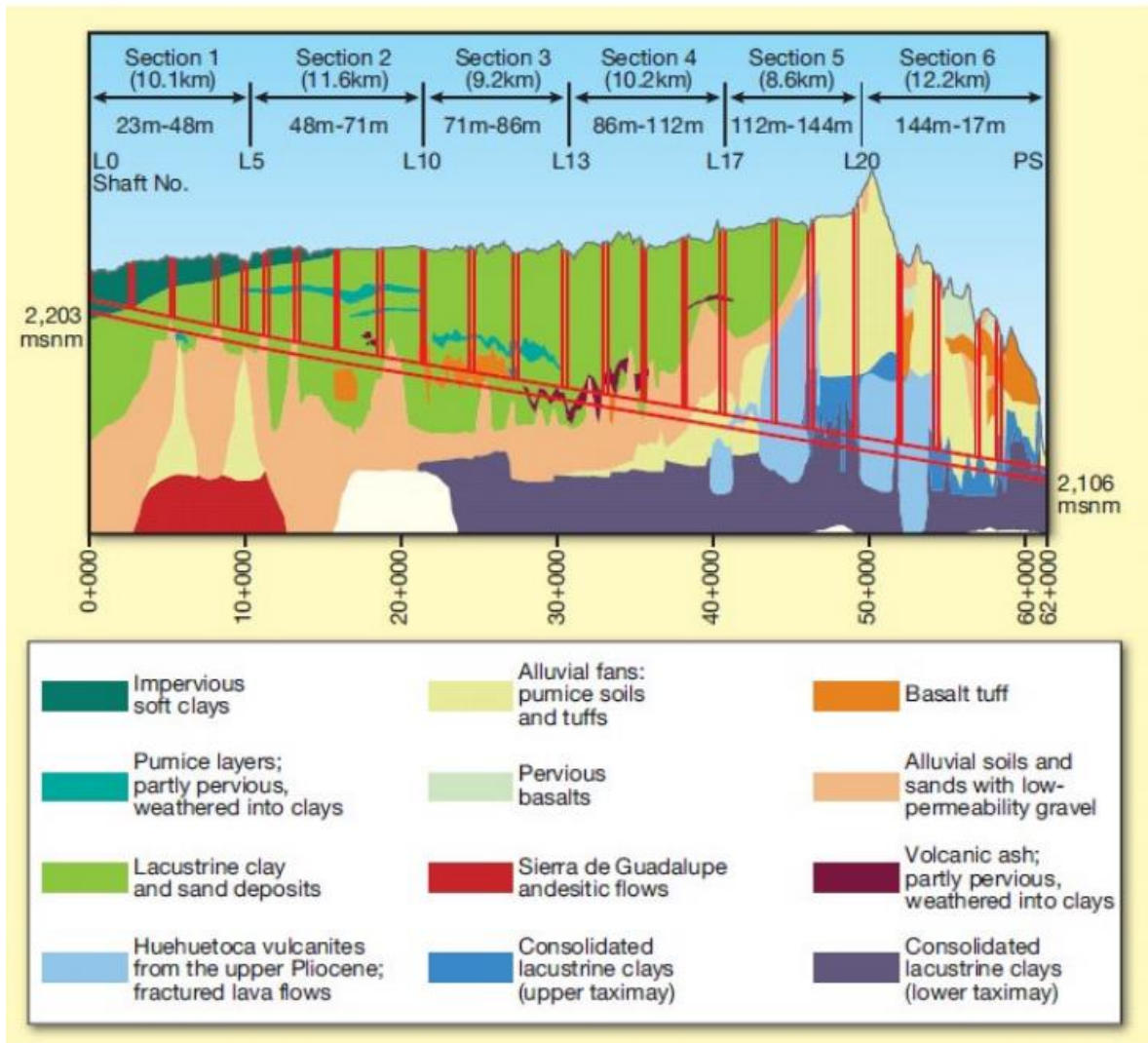
Mezi lety 1970 a 2000 vzrostla populace Mexico City dvojnásobně a se svými 19 miliony obyvatel tak patří mezi největší města světa. Produkce odpadních vod je kolem 40m³/s. Většina odpadních vod je nečištěná a je odváděna systémem povrchových stok. Hlavní sběrač – Túnel Emisor Central – vybudovaný v roce 1975 se během let propadl natolik, že ze své původní kapacity 170 m³/s má kapacitu pouze 120 m³/s a v několika místech se vytvořil protisklon.

Tyto důvody uspíšily nutnost řešení a tak v roce 2007 mexický prezident Felipe Calderon označil situaci za „národní pohotovost“ a prioritu. V polovině roku 2008 společnost COAGUA rozhodla o vybudování nového kanalizačního sběrače.

Nový kanalizační sběrač je 62 km dlouhý o průměru DN 7000 s kapacitou 150 m³/s. Na sběrači je 24 šachet, jejichž hloubka se pohybuje od 24 m do 150 m. Stavba byla rozdělena na 6 dílčích úseků po cca 10 km a všechny se budovaly současně za pomoci razících štítů TBM. Na konci sběrače byla ve městě Atotonilco vybudována čistírna

odpadních vod, druhá největší na světě. Vycištěné odpadní vody se následně využívají pro závlahu v zemědělství.

Při výstavbě se čelilo spoustě problémům - podzemní vody s tlakem 4-6 barů, velmi měkké zeminy, vysoce abrazivní materiály, rozhraní mezi měkkým a tvrdým podložím a tak podobně. Tyto skutečnosti kladly vysoké nároky na štíty TBM, které musely být několikrát modifikovány přímo na stavbě. Podélný řez geologickým prostředím je na následujícím obrázku. (Breuning, 2012; Gonzalez, 2020; Hernandez, 2007)



Obr. 3-16 – podélný řez geologií tunelu TEO [zdroj: Tunneling Journal North America]

3.3 Ražené stoky a sběrače na území České republiky

Na území České republiky se díky značně členitému terénu vyskytuje nepřeborné množství ražených stok a sběračů, které si vyžádaly specifické řešení dle místních podmínek. Dále je uveden výběr těch nejzajímavějších realizací, kde bylo provedeno osobní šetření.

3.3.1 Kanalizační sběrač „B“ Jablonec nad Nisou – Liberec

Meziměstský, 11 km dlouhý sběrač „B“ se začal budovat v 70. letech 20. století pro připojení města Jablonec nad Nisou a přilehlých obcí na novou čistírnu v Liberci – Pavlovicích. První štola byla zprovozněna v roce 1974 s provizorním vyústěním do Lužické Nisy. Celá stavba byla dokončena až v roce 1994. Většina trasy je vybudována konvenčním štolováním ve skalním masivu liberecké žuly za pomoci trhavin. Finální ostění je tvořeno buďto stříkaným betonem – torkretem – či litým betonem na systémové bednění o profilu 1800x2200 mm až 3500x2400 mm. Hlubinné šachty jsou pak kruhového profilu DN 3600 z litého betonu. Ražená část je díky krátkým hloubeným úsekům rozdělena na několik částí:

štola I – ČOV Liberec až spadiště Švermova

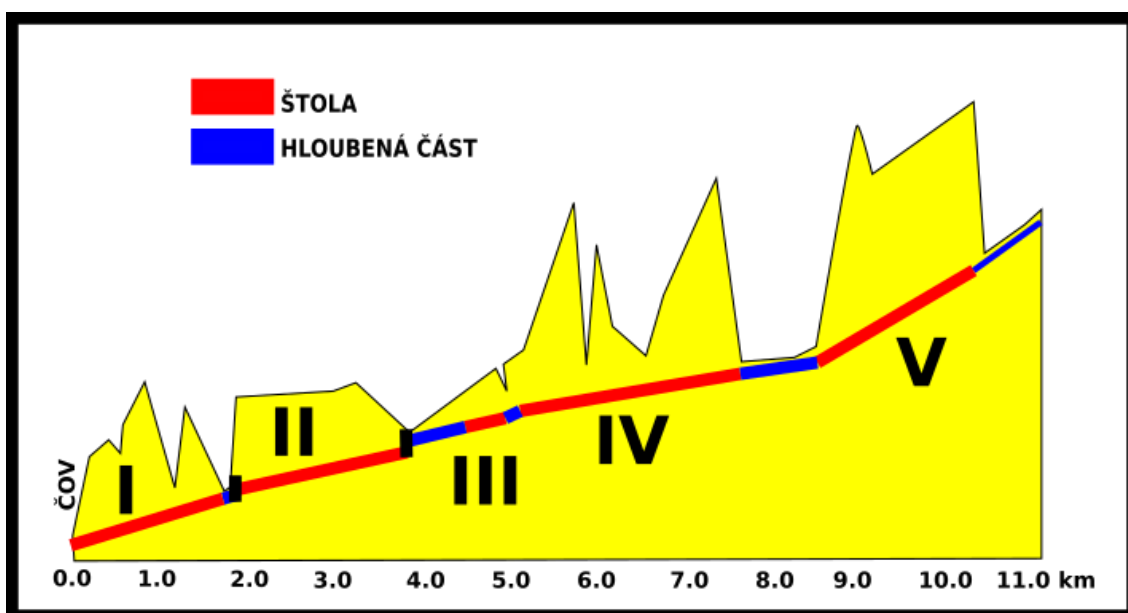
štola II – spadiště Švermova až spadiště v ulici Na Bělidle

štola III – šachta pod dálničním přivaděčem až k ulici Vesecká, kde je konec skluzu

štola IV – začátek skluzu v ulici Nad Údolím až k ulici Za Kinem

štola V – štola pod Prosečským vrchem

Kromě samotné štoly sběrače je na trase realizováno několik rozrážek pro připojení bočních větví a další objekty jako jsou hlubinná spadiště či ventilační šachta na Prosečském vrchu. (Archiv SČVK)



Obr. 3-18 – schématický podélný profil sběrače a jednotlivé části štoly [vytvořil: Lukáš Havlíček]



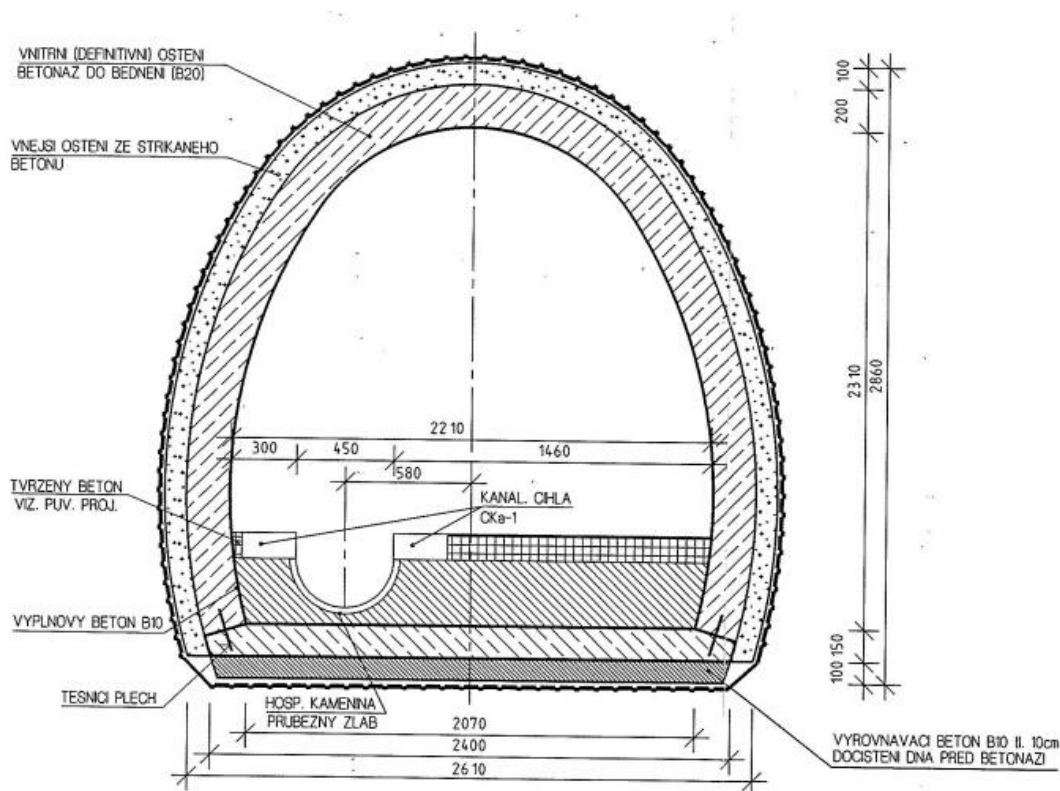
Obr. 3-19 – pohled do štoly sběrače B a na rozrážku přítoku [zdroj: Lukáš Havlíček]



Obr. 3-20 – pohled na typickou šachtu na sběrači B [zdroj: Lukáš Havlíček]

3.3.2 Úhlavský kanalizační sběrač „F“ Plzeň

Úhlavský kanalizační sběrač „F“ – nebo také „UKS“ je sběrač vedoucí od městské části Radobyčice přes Černice směrem na Doudlevec. Jedná se o jednotnou kanalizaci, do které je přes retenční nádrž odváděna voda i z dálnice D5 z důvodu ochrany vodárenského toku – Úhlavy. Štolovaná část je dlouhá kolem 4 km vybudována konvenční ražbou podkovovitého profilu. Sběrač byl vybudován v hloubce až 40 m. Definitivní ostění štoly je provedeno jako litý beton na systémové bednění o podkovovitém profilu 2200x1800 mm s plochým dnem a kynetou při levém boku štoly (viz následující obrázek). Štola má celou řadu přítoků, které jsou pomocí spadišť a rozrážek napojeny na hlavní štolu. Šachty spadišť mají i oddělené ležní a těžní oddělení a přístupovou chodbu do štoly. Dále je pak na trase ražený privaděč od Hradiště v délce cca 700 m. (Voráčková Z., 2017, archiv INSET)



Obr. 3-21 – charakteristický příčný řez sběrače F [zdroj: archiv INSET]



Obr. 3-22 - pohled na napojení přívaděče Hradiště na hlavní štolu [zdroj: Lukáš Havlíček]



Obr. 3-23 – pohled na spadiště přípojně stoky do sběrače [zdroj: Lukáš Havlíček]

3.3.3 Kanalizační sběrač Hradec Králové

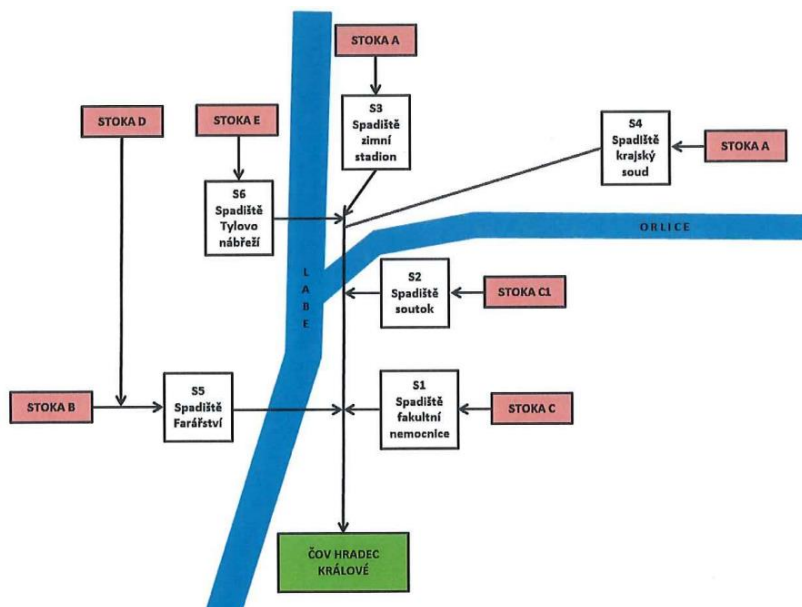
Hlavní kanalizační sběrač v Hradci Králové byl vybudován mezi lety 1991 až 1995 pro vyřešení odkanalizování města. Doposud byla kanalizace svedena volnými výpustmi do Orlice a Labe (stoky „A“ a „E“) a otevřeného zavlažovacího kanálu v oblasti ulice Na Rybárně (stoky „B“, „C“, „D“).

Stavba sestává z 25 objektů z nichž 9 je budováno hornickým způsobem.

Jedná se o:

- hlavní stoka „A“ délky 4,1km DN 2800
- přivaděč stoky „E“ délky 330 m DN 2800
- přivaděč stok „B“ a „D“ v délce 700 m DN 2800
- spadiště S1 o průměru 7,1 m
- spadiště S2 o průměru 4,8 m
- spadiště S3 o průměru 7,1 m
- spadiště S4 o průměru 7,1 m
- spadiště S5 o průměru 4,8 m
- spadiště S6 o průměru 4,8 m
- čerpací stanice ČOV o průměru 20 m a hloubce 35 m se spadištěm stoky F

Schéma sítě je znázorněno na následujícím obrázku:



Obr. 3-24 – schéma sítě a hlubinného sběrače [zdroj: Kanalizační řád Hradec Králové]

Štoly byly budovány klasickou ražbou v křídových slínovcích a následně bylo vybetonováno kruhové definitivní ostění o světlosti 2800 mm. Stavba je v rámci České republiky svým řešením velmi ojedinělá. Za běžného stavu je voda odváděna gravitačně s volnou hladinou na čerpací stanici na ČOV. Za deště se celý systém zaplaví a voda vystoupá odlehčovací komínem na čerpací stanici a bez čerpání přepadá do odlehčovací stoky. (Formánek A., 1995, Kanalizační řád Hradec Králové)



Obr. 3-25 – pohled do spadiště s tangenciálním nátokem stoky C [zdroj: Lukáš Havlíček]



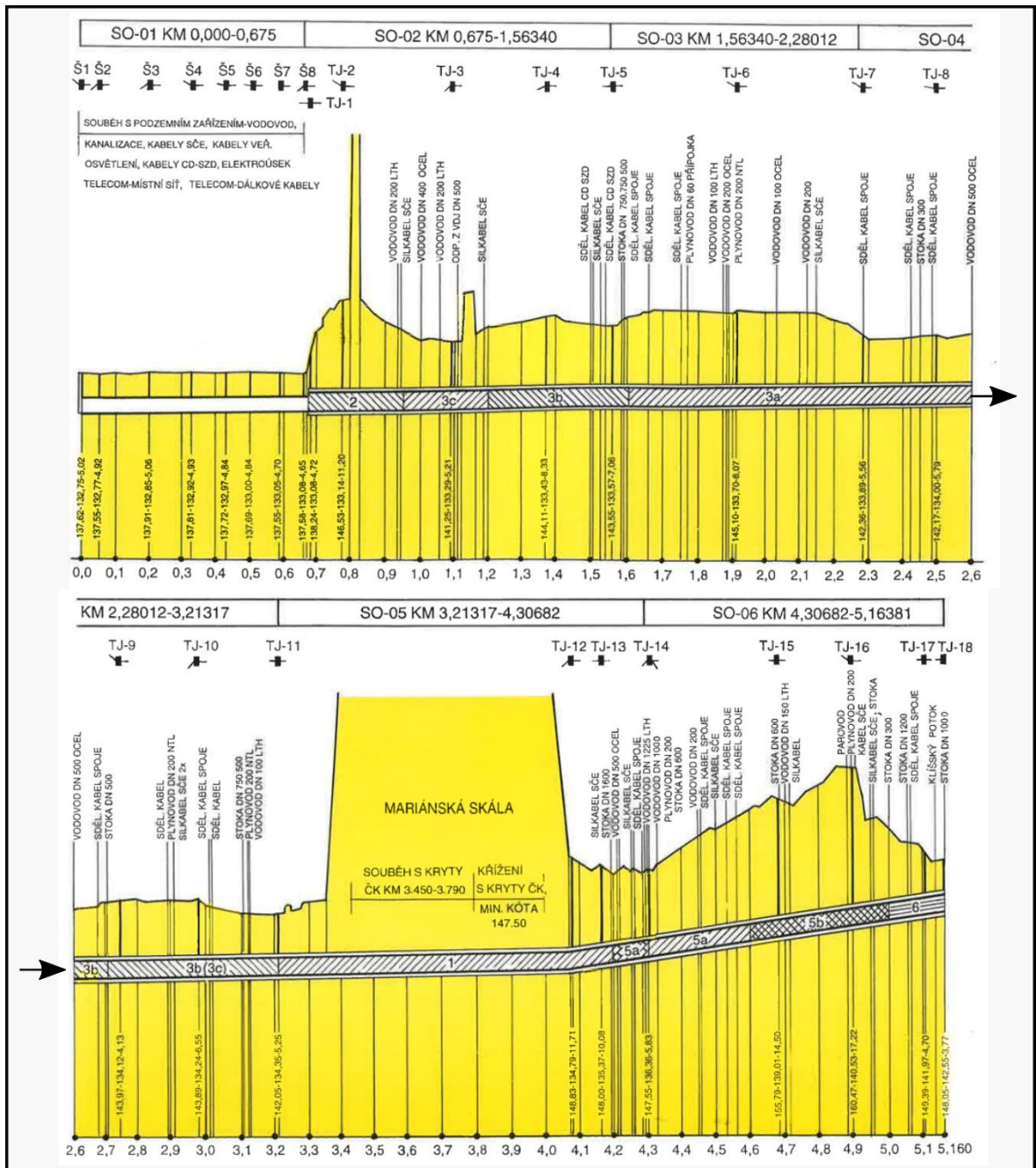
Obr. 3-26 – pohled na vstupní schodiště do štoly [zdroj: Lukáš Havlíček]

3.3.4 Kmenová stoka „Y“ Ústí nad Labem

Obdobně jako v Hradci Králové nemělo ani Ústí nad Labem kanalizační síť zakončenou čistírnou a všechny odpadní vody byly svedeny do Labe. Proto bylo v roce 1995 započato s výstavbou nové kmenové stoky Y a dokončena byla v roce 1997. Nová stoka je dlouhá 5030 m – z toho 675 m je hloubených a 4355 m ražených. Díky různým geologickým podmínkám se zvolili celkem 4 různé druhy ražby:

- pod Mariánskou skálou byly použity trhací práce a díky vhodným geologickým podmínkám je štola bez jakéhokoliv ostění – provedena byla pouze kyneta
- ražba se zajištěním stropu hnaným pažením – cca 1000 m
- ražba se zajištěním stropu i boků hnaným pažením – cca 1713 m
- ražba pomocí polomechanizovaného štítu – cca 427 m

Výsledný profil štoly je zpravidla DN 2000, úsek provedený štítováním poté DN 1600. Ražba štoly byla poměrně komplikovaná díky velkému množství inženýrských sítí v okolí, rozdílné geologii od velmi pevné skály po silně zvodnělé sedimenty a také blízkost zástavby. (Tesař J. 1995, archiv INSET)



Obr. 3-27 – podélný profil kmenové stoky „Y“ [zdroj: časopis Tunel 95/04, Tesař J.]



Obr. 3-28 – úsek kmenové stoky v hornině bez ostění – pod Mariánskou skálou [zdroj: Lukáš Havlíček]



Obr. 3-29 – vstupní šachta 17 a betonové ostění [zdroj: Lukáš Havlíček]

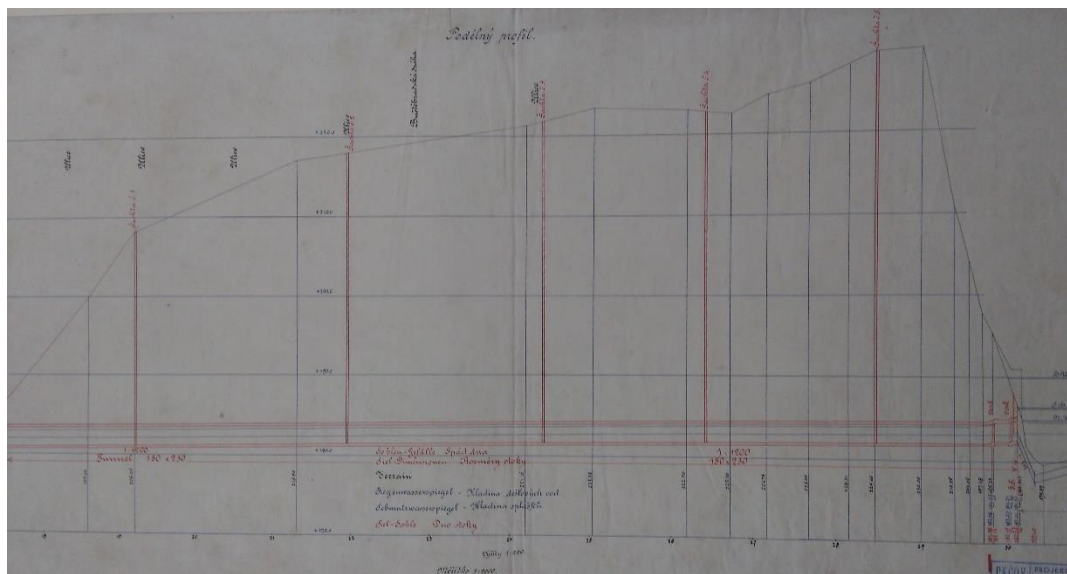
3.4 Ražené stoky a sběrače na území Prahy

Pro Prahu je specifické, že absolutní většina stok je provedena ražbou. Toto je pravidlem jak pro uliční stoky (a to jak v centru tak i v okrajových částech města s řidší zástavbou), tak pro sběrače a velké kmenové stoky. Výjimkou jsou sběrače B, D a E vedoucí podél řeky, které byly uloženy do rýhy. Důvodem je velmi členitý terén a také minimalizace vlivu stavby na dopravu. Historicky se v Praze používaly pro ražbu sběračů tzv. Pražské rámy, což jsou výztuže eliptického tvaru z ocelových plochých profilů. Od roku 1971 se pak z důvodu nové báňské vyhlášky přestaly používat pro svůj malý profil. (Šejnoha J., 1993, PVS a. s., 2007)

Dále je uveden výběr několika specifických staveb velkých kmenových stok – ražba běžných uličních stok kruhového či vejčitého profilu je zpravidla velmi podobná a proto není blíže popisována.

3.4.1 Kmenová stoka A

Nejstarší raženou kmenovou stokou na území Prahy je kmenová stoka A. Ražená štola se pohybuje v hloubce kolem 50m pod Letenskou plání a její délka je 1250m. Stavba byla dokončena v roce 1899. Kmenová stoka A má eliptický profil pražského normálu o rozměru 1800x2600 mm a nachází se na ní několik hlubinných vstupů – v Letenských sadech (kde dříve stála ventilační věž, která však byla při stavbě Stalinova pomníku zbořena), v ulici Dr. Milady Horákové a na náměstí Borise Němcova, které sloužily při výstavbě jako těžní šachty. Na začátku štoly u Čechova mostu byla vybudována velkolepá spojná komora Malostranských sběračů I a II s kmenovou stokou A podcházející šybkou Vltavu, kde se byl osobně podívat i císař. Na opačném konci, na výtoku ze štoly ve Stromovce, byl vybudován podobně honosný vstup – Severní portál stoky A, jenž kromě přístupu ke stoce a možnosti jejímu proplachování pomocí vrátek a umístění limnigrafu pro měření průtoku, nabízí pohodlný sestup po schodech na galerii pro návštěvy, které se sem vodí na ukázkou pražské kanalizace. Zatímco na začátku štoly u Čechova mostu je niveleta žlábků stoky hluboko pod hladinou Vltavy (okolo 3 až 4 m), na konci štoly ve Stromovce je niveleta pak naopak vysoko nad úrovní hladiny. To umožňuje díky pásmovému uspořádání stokové sítě bezproblémový provoz i za povodňového stavu bez použití čerpadel. Stoka byla ražena klasickou metodou ražby s použitím výdřevy. (PVK a. s., Historické plány kmenové stoky A)



Obr. 3-30 - podélný profil štolý pod Letnou [zdroj: archiv PVK]

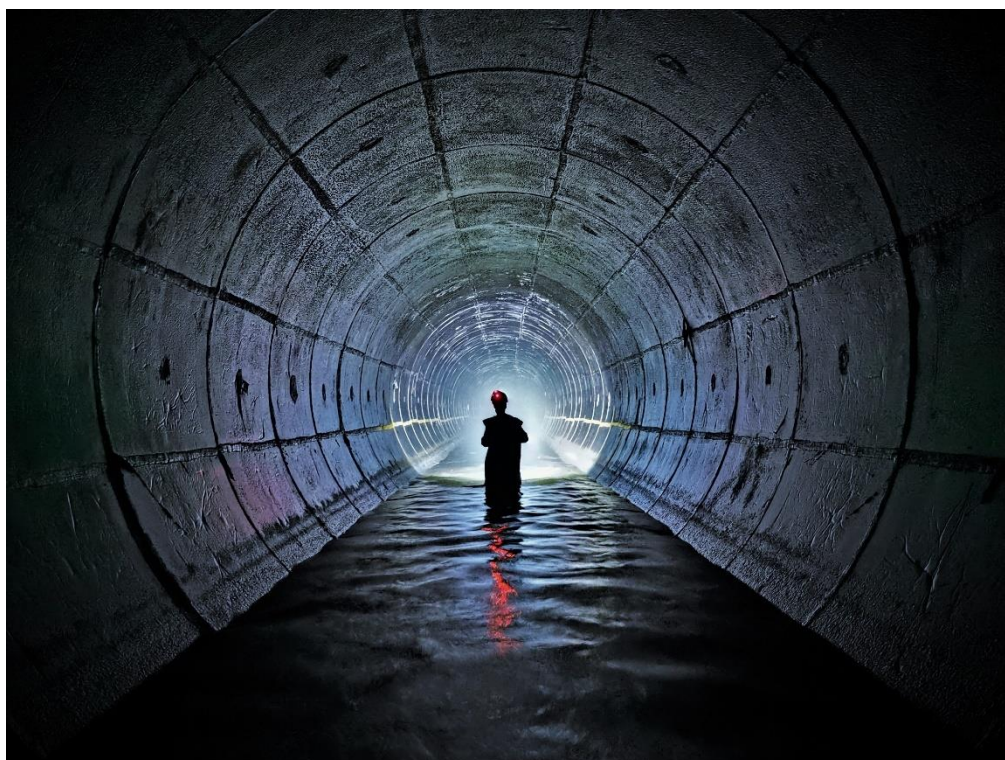


Obr. 3-31 – pohled do štolý pod Letnou [zdroj: Lukáš Havlíček]

3.4.2 Kmenová stoka K

Prudký rozvoj Prahy vedl k tomu, že od roku 1960 pomalu přestávala stačit kapacita Lindleyho kanalizace a to zejména kritický bod v podobě Staroměstské shybky, kde jsou dvě ramena o světlosti 1000 mm. Proto se začalo uvažovat o vybudování nové kmenové stoky – stoky K. Od roku 1969 začal projektovat N.P. Hydroprojekt velkorysé řešení v podobě 12 km dlouhého sběrače K o světlosti 2000 – 3600 mm. S výstavbou se započalo v roce 1971 a dokončena byla v roce 1979. Většina trasy je ražená a to ve značných hloubkách až 80m (Petřínská štola). Nejobtížnější částí výstavby bylo projít hustou zástavbou na Smíchově a to konkrétně od Janáčkova nábřeží ulicí Kořenského, přes Arbesovo náměstí a ulicí Štefánikova na náměstí Kinských, kde bylo nutno podejít stávající kanalizace s nepřerušением funkčnosti a samozřejmě nepoškodit ani jiné inženýrské sítě a budovy.

Ražba byla prováděna klasickým způsobem se zajištěním ostění obloukovou ocelovou důlní výztuží a stříkaným betonem - torkretem. Pro finální ostění byl použit velmi moderní materiál a to takzvaný „Berol“ neboli polymerbetonové dílce na bázi furenových pryskyřic. Pomocí speciálního přípravku se vždy sesadil prstenec z dílců, které k sobě byly slepeny epoxidovým lepidlem a následně byl prstenec zvenku zalit betonem. K zalití betonem v prostředí ražby sloužily speciální dílce s otvory pro připojení hadice, které byly následně zapraveny zátkou. (PVK a. s., kmenová stoka K; Hanuš Z., 1978)

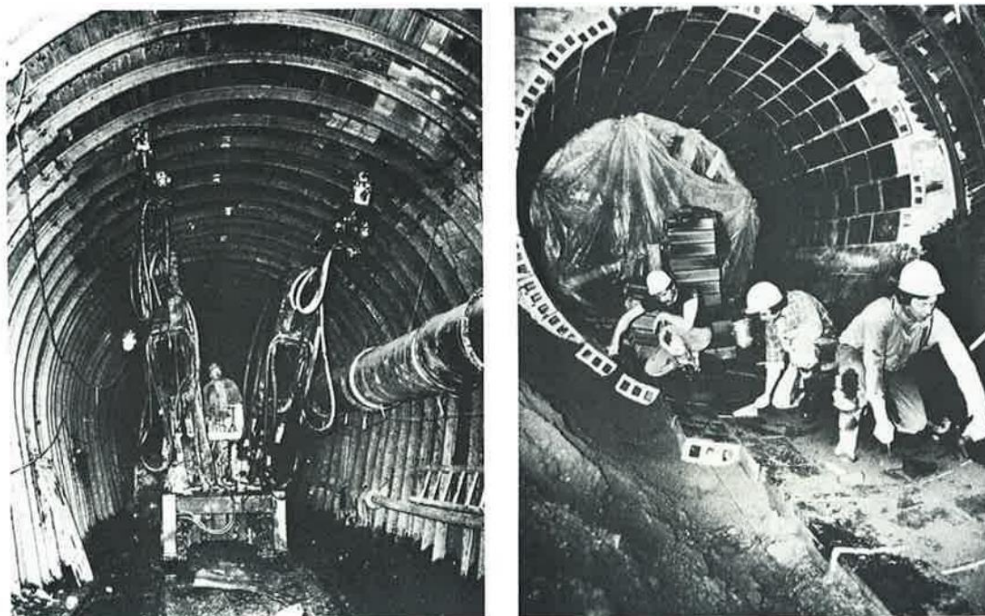


Obr. 3-32 – pohled do Petřínské štoly o průměru 3600 mm; na bocích a stropě jsou patrné dílce s otvory pro vyplnění okolí dílců betonem [zdroj: Lukáš Havlíček]

3.4.3 Kmenová stoka F

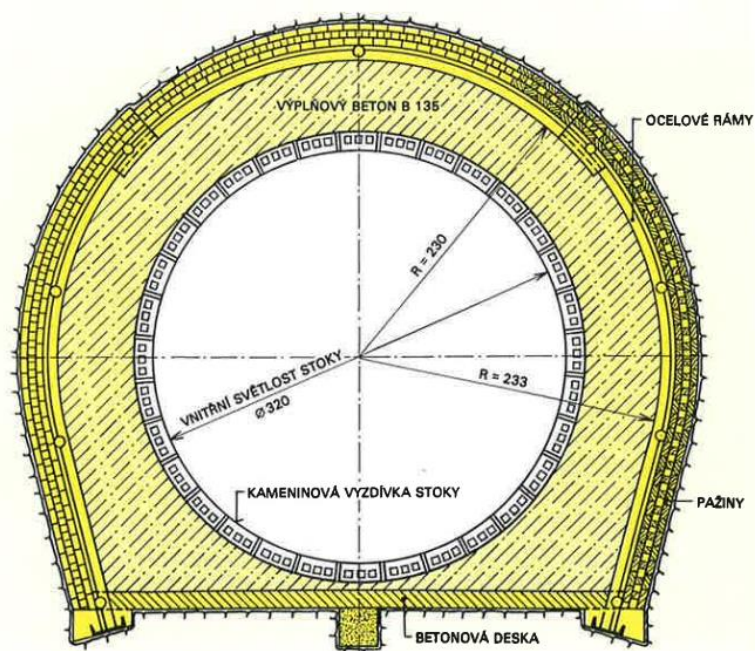
Kmenová stoka F je mladší, jak kmenová stoka K a odvodňuje území od Černého Mostu směrem k ZOO v Troji. Nutnost její výstavby vyvolala nekapacitní kanalizační síť v povodí kmenové stoky E a sběračů CCI a CCII, které byly historicky prodlužované podél říčky Rokytky až do Vysočan. Kmenová stoka E navíc do roku 1967 končila volnou výústí pod zoologickou zahradou. První stavba kmenové stoky F zahrnovala soubor šesti staveb a byla budována mezi lety 1976 až 1988. Dále se pokračovalo na stavbě nové Hrdlořezské štolky a štolky v Troji s dokončením v roce 1994, kde byl již vybudován první experimentální úsek přivaděče na Hostín DN 4800.

Kmenová stoka F je v celé své délce provedena ražbou, kromě krátkého úseku pod Kyjským rybníkem, kde je vedena v rýze na pravém břehu říčky Rokytky. Profilově i materiálově je trasa velmi rozmanitá, převažuje však ostění z keramických segmentů PKZ. Stoka byla převážně ražena klasickou metodou ražby s vystrojením obloukovou důlní výztuží. Výjimkou je úsek pod Kyjemi, kde je štola provedena nemechanizovaným štítem ze železobetonových tubingů o průměru 2400 mm. Na území Vysočan je kmenová stoka F vedena již dříve vybudovanou stokou vejčitého profilu 2200x3000 mm a to od ulice Freyova až po ulici Sokolovskou. Jednotlivé úseky se stavěly víceméně na přeskáčku a tak se stávalo, že nová kapacitní stoka končila provizorními propoji ve starých stokách. Tak tomu bylo například v Hrdlořezích před vybudováním nové Hrdlořezské štolky, kde nová sklolaminátová stoka o průměru DN 2200 z roku 1974 končila ve stávající stoce DN 1000. (PVK a. s., kmenová stoka F; Šejnoha J., 1993)

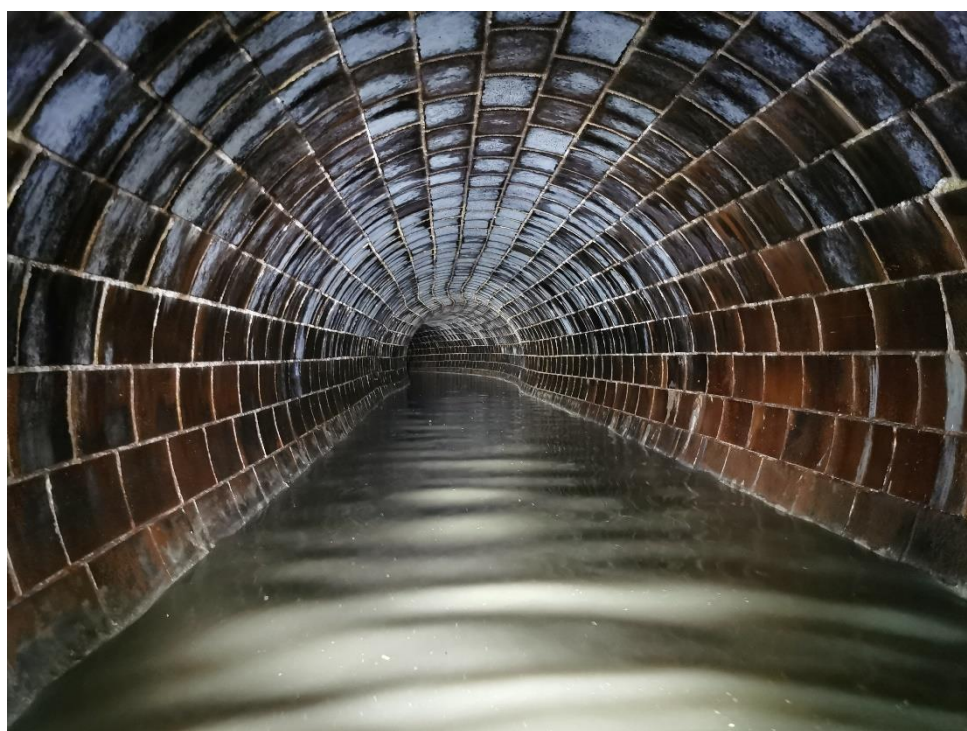


Obr. 3-33 – z výstavby kmenové stoky F [zdroj: časopis Tunel 93/02, Šejnoha J.]

VZOROVÝ PŘÍČNÝ ŘEZ KMENOVÉ STOKY F DN 3200mm



Obr. 3-34– vzorový příčný řez stoky F [zdroj: časopis Tunel 93/02, Šejnoha J.]



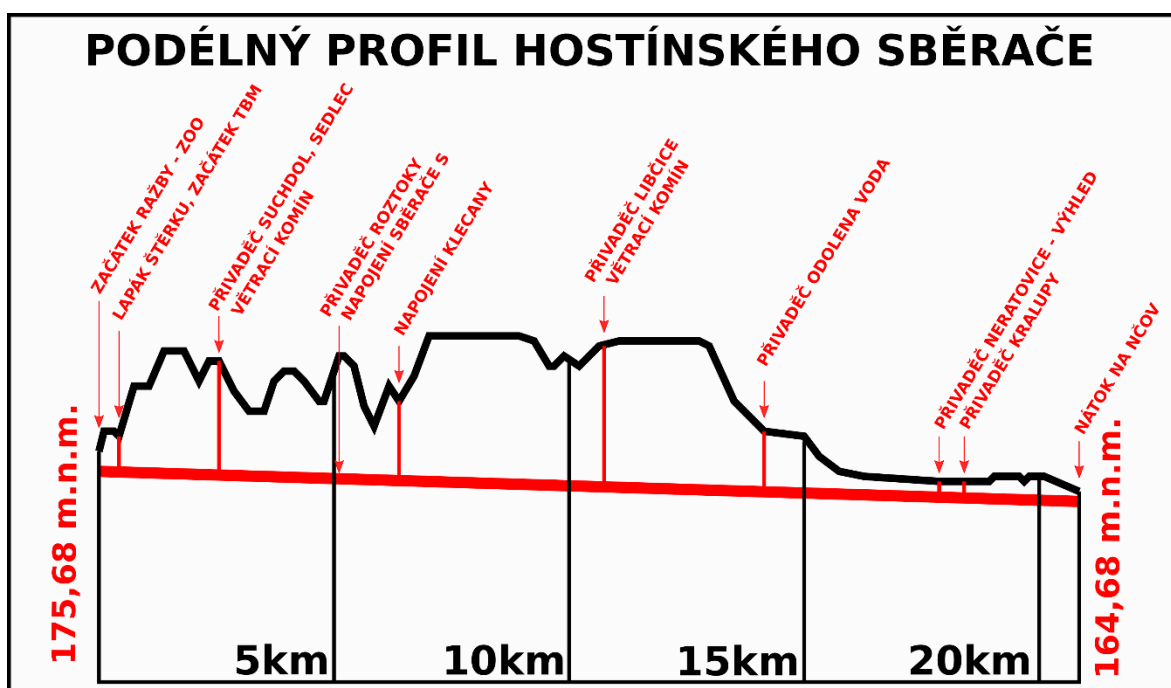
Obr. 3-35 – pohled do kmenové stoky F U Kříže [zdroj: Lukáš Havlíček]

4.1 Návrh profilu

Celková délka sběrače činí 20,8 km s výškovým rozdílem 11 m. Kóta dna začátku sběrače je 175,68 m.n.m. v zoologické zahradě, 159 m.n.m. je úroveň hladiny Vltavy u Lužce nad Vltavou – pro novou vodní linku je brán výškový rozdíl 5,68 m, a to i pro protipovodňovou ochranu. Konec sběrače má tedy kótu 164,68 m.

Běžný bezdeštný průtok od zoologické zahrady – kmenové stoky A, B, C, D, E, F a K – vychází mezi 3,2 až 4 m³/s. Pro výhledový sběrač S je pak počítáno kolem 0,5m³/s. Dešťové průtoky pak mohou činit i přes 30 m³/s. (PVK a. s.) Při sklonu 1:1890 lze navrhnout profil DN 5000 jako dostačující i pro napojení nového sběrače S, sběrače F bez odlehčení a dalších obcí podél sběrače. Kapacita profilu DN 5000 vychází na 44 m³/s při 90 % výšce plnění (při vyšší výšce plnění dochází ke snížení průtoku vlivem tření). Za bezdeštného stavu bude v návrhovém profilu hladina na 20 % výšky profilu při rychlosti 1,4 m/s. Voda tak od zoologické zahrady na novou vodní linku v Hostíně poteče lehce přes 4 h. Průtoky spočítány pomocí vztahu Colebrook-White. (Pipelife s. r. o., © 2024)

Podélný profil sběrače je uveden na následujícím obrázku:



Obr. 4-2 – podélný profil sběrače [vytvořil: Lukáš Havlíček]

4.2 Návrh metody ražby

Vzhledem k délce, podloží a profilu se jeví jako nejvhodnější metoda ražby pomocí mechanizovaného štítu TBM s řeznou hlavíci pro různé typy podloží a tlakovou přepážkou. Převážná část trasy se nachází v břidlicích a drobách, koncová část u Hostína pak ve šterkopísčitých sedimentech. Bližší geologické podmínky by se určovaly z historických či nových vrtů. Vzhledem k uvažované světlosti stoky 5000 mm se jeví jako nejvhodnější nasazení štítu o vnějším průměru 6000 mm a o vnitřním průměru již

vybudovaného tunelu 5500 mm. Štít o takovémto průměru se používá pro ražbu tunelů metra, a tak by se hlavní komponenty nemusely dělat atypické, což by snížilo náklady. Vzhledem k možnosti budoucích revizí vybudovaného sběrače se jeví jako vhodné vybudovat paralelně ještě jeden tunel o stejném průměru, kde by bylo vloženo menší potrubí a zbytek profilu by sloužil jako kolektorová chodba pro vedení elektrických vedení, tepelného napáječe z elektrárny Mělník, vodovodu a dalších sítí. (Schéma možného uspořádání je uvedeno dále.)

Nasazení štítu by však nešlo z prostorových důvodů realizovat v místě začátku sběrače v zoologické zahradě, nýbrž až v místech výběhu pro žirafy, při ulici Pod Hrachovkou. První úsek dlouhý 375 m by tak musel být ražen konvenčním způsobem. Vzhledem k velikosti profilu a geologickým podmínkám lze uvažovat o ocelové příhradové výztuži typu HEBREX v kombinaci s ocelovými sítěmi a stříkaným betonem.

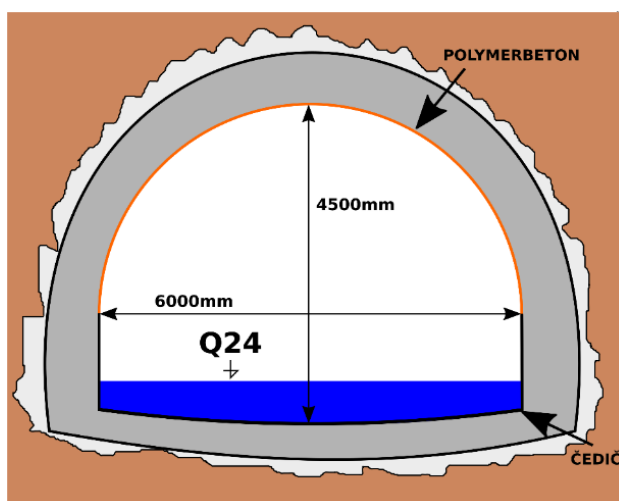
4.3 Návrh definitivního ostění

4.3.1 Úsek 0,0 km až 0,375 km

Vzhledem k výše zmíněné nemožnosti nasazení štítu v úseku od lanovky v zoologické zahradě až po ulici Pod Hrachovkou, se jeví jako nejvhodnější profil tlamový o rozměrech 6000x4500 mm. Mírně prohnuté dno a rovná část bočních stěn do výšky 1500 mm bude obloženo čedičovým obkladem. Klenba bude tvořena z polymerbetonových dílců. Díky velké šíři profilu bude hladina běžného průtoku kolem 30-50 cm, což umožňuje prohlídku stoky i za provozu. Z tohoto důvodu se v této části neuvažuje se zdvojením sběrače.

Tlamový profil naváže na současný o rozměrech 4100x3350 mm (existující pokusný úsek DN 4800 bude přeražen). Na staničení 45 m bude spojná komora s kmenovou stokou F – tato spojná komora nebude mít vstupní šachtu.

Návrhový profil a stávající tlamový profil v ZOO jsou uvedeny na následujících obrázcích:



Obr. 4-3 – návrhový profil ve staničení 0,0 km až 0,375 km [vytvořil: Lukáš Havlíček]

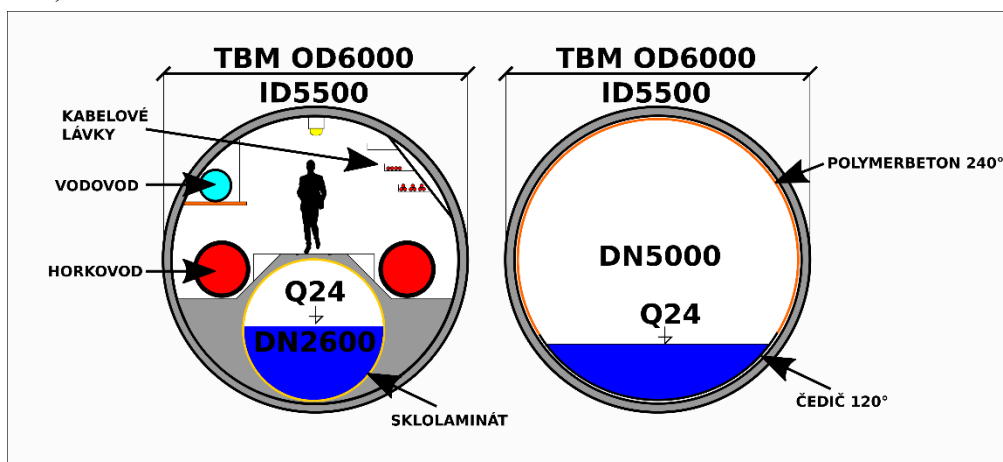


Obr. 4-4 – pohled na stávající tlakový profil (v současnosti slouží jako kmenová stoka F tekoucí opačným směrem) [zdroj: Lukáš Havlíček]

4.3.2 Úsek 0,375 km až 20,8 km

Od ulice Pod Hrachovkou až na portál štoly na nové čistírně odpadních vod v Hostíně je sběrač proveden jako kruhový DN 5000 v profilu od štítu TBM 5500 mm. Jako definitivní ostění je použit v dolní části čedičový obklad ve výšce 120° a v horní části 240° polymerbetonové dílce. Využití vybudovaného betonového ostění štítem jako definitivní ostění rozhodně není vhodné z důvodu nízké chemické odolnosti dílců.

V celé délce tohoto úseku by bylo realizováno zdvojení sběrače. Trouba uložená v druhé štole by byla o světlosti 2600 mm ze sklolaminátu a byla by obetonována. Za běžného režimu by byly v provozu obě větve – DN 5000 a DN 2600 – v případě odstavení hlavní štoly DN 5000 by se DN 2600 plnila do necele poloviny. Příčný řez oběma tunely je na následujícím obrázku (hladina běžného stavu je pro stav, kdy by byla v provozu jen daná štola):

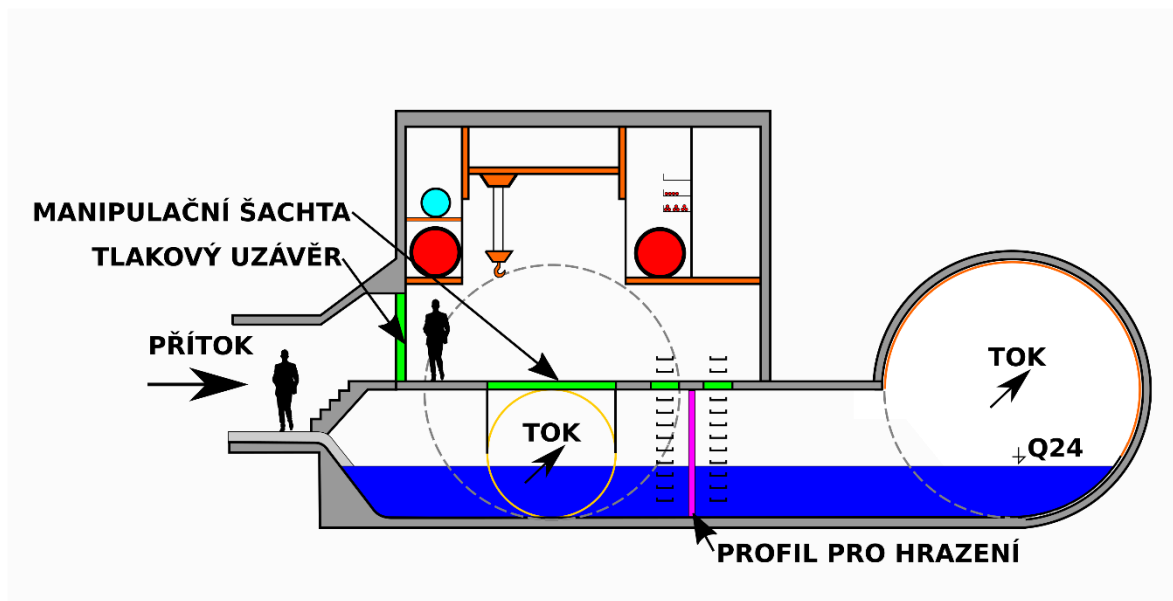


Obr. 4-5 – příčný řez oběma tunely [vytvořil: Lukáš Havlíček]

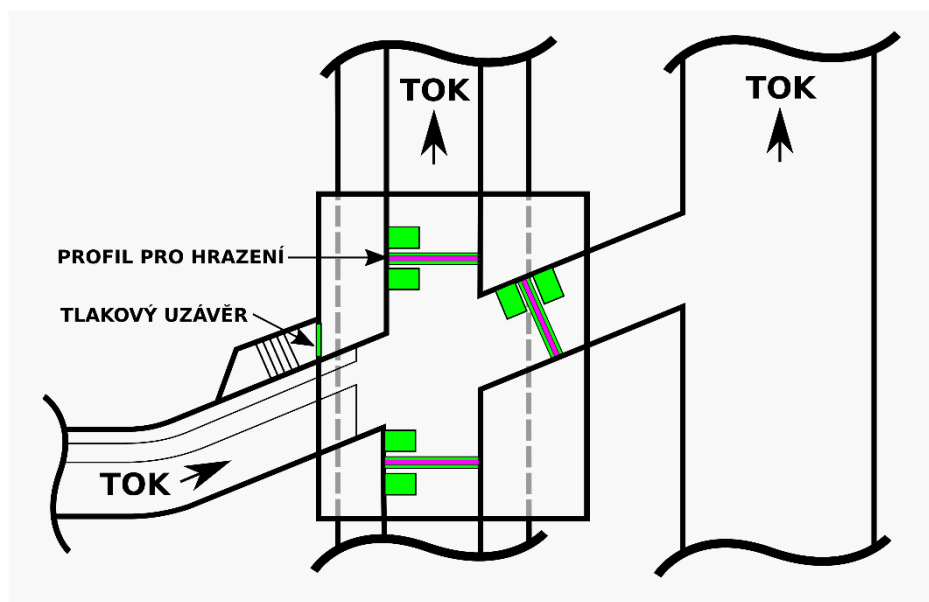
4.4 Návrh objektů na trase

4.4.1 Vzorové napojení přivaděčů

Pro napojení na Hostínský sběrač je třeba vybudovat na každém přivaděči speciální objekt napojení, kde bude možné v případě revize provést vypnutí hlavní či pobočné větve. V tomto objektu budou připraveny hradící prvky a potřebné nářadí. Vstupní šachty budou vždy provedeny tak, aby byl přístup z obou stran hrazení. Vzorový návrh objektu je uveden na následujících obrázcích:



Obr. 4-6 – boční řez komorou napojení přivaděče na Hostínský sběrač [vytvořil: Lukáš Havlíček]



Obr. 4-7 – půdorys komory napojení přivaděče na Hostínský sběrač [vytvořil: Lukáš Havlíček]

4.4.2 SO2 – přivaděč Kralupy

Město Kralupy má převážně jednotnou kanalizační síť s běžným denním bezdeštným průtokem kolem 100 l/s. Páteří stoku je kmenová stoka A na pravém břehu a kmenová stoka B, která obsluhuje levý břeh a je do povodí kmenové stoky A přečerpávána. (Plán rozvoje vodovodů a kanalizací Středočeského kraje, 2004)

Dešťové vody jsou odděleny na oddělovacích komorách, z nichž největší se nachází na přivaděči na ČOV v ulici Ke Koupališti – profil přítokové stoky je zděný vejčítý 1400x2200 mm, profil pokračující stoky je pak DN 1200 ze železobetonových trub Vianini a profil výpusti je tlamový o rozměrech 1800x1600 mm z monolitického železobetonu. Fotodokumentace oddělovače je na následujících obrázcích:



Obr. 4-8 – pohled z nátoky vejčité stoky zděné cihelné do oddělovací komory a na pokračující stoku ze železobetonových trub Vianini [zdroj: Lukáš Havlíček]

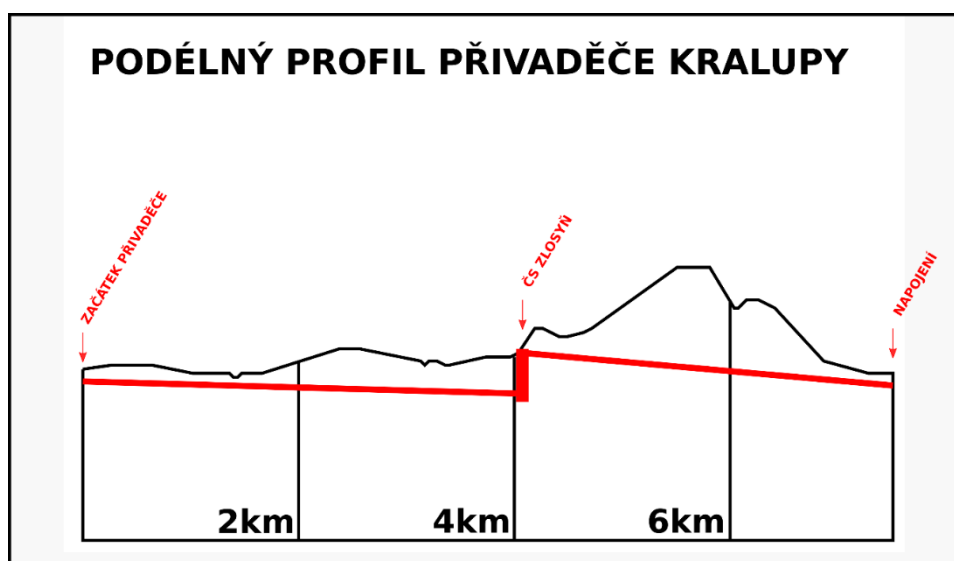


Obr. 4-9 – pohled do výpusti tlamového profilu [zdroj: Lukáš Havlíček]

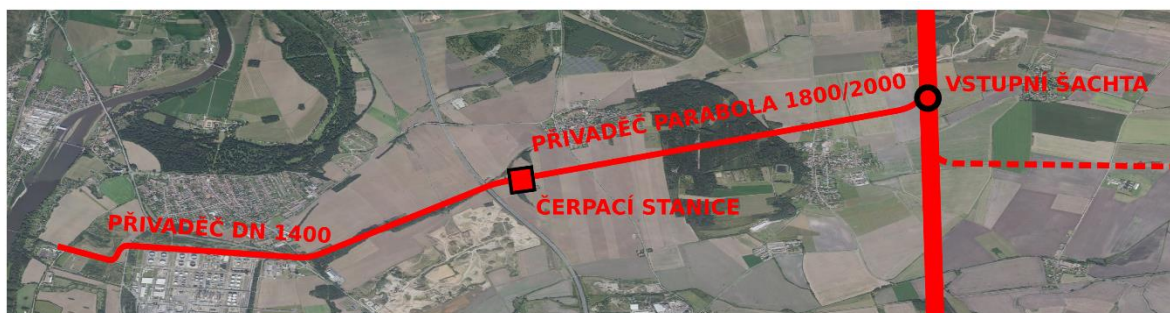
Napojení kanalizace města Kralupy gravitačním způsobem není možné. Proto je třeba zřízení přečerpávací stanice. Obecně platí, že pokud je třeba odpadní vody přečerpávat, je vhodné volit co nejkratší délku výtlačku. Další důležitým faktorem je, aby čerpací jímka byla pokud možno tvarově volena tak, aby v ní byl za normálního stavu co nejmenší objem vody a tedy nedocházelo k jejímu zahňívání.

Délka přivaděče Kralupy činí 7,625 km. Přivaděč bude tvořen kruhovou stokou DN 1400 ze železobetonu s 360° čedičovým obkladem vedenou ve sklonu 1 promile od stávající čistírny odpadních vod (v areálu stávající čistírny odpadních vod se dá zřídit objekt hrubého předčištění a retenční zdrž) podél závodu Synthesie, dále podél remízku, podejde dálnici D8, kde bude ve staničení 4,0 km přitékat na přečerpávací stanici odpadních vod Zlosyň. Kóta přivaděče na jeho začátku činí 168 m.n.m. a na nátoku do přečerpávací stanice 164 m.n.m. V přečerpávací stanici je voda čerpána do úrovně 180 m.n.m. – tedy výškový rozdíl činí 12 m. Za přečerpávací stanicí přivaděč pokračuje štolou podkovovitého profilu 1800x2000 mm s kynetou DN 600 při levém boku štolky až k napojení na Hostínský sběrač. V tomto úseku dlouhém 3,625 km je sklon 2,8 promile. Napojení na Hostínský sběrač je provedeno stupňovitým spadištěm a dále spojnou komorou s možností přepojování do levé či pravé větve sběrače.

Schematický podélný profil je uveden na následujícím obrázku:



Obr. 4-10 – schematický podélný profil přivaděče Kralupy [vytvořil: Lukáš Havlíček]



Obr. 4-11 – průběh stoky na ortofotomapě s vyznačením ČS Zlosyň [vytvořil: Lukáš Havlíček, zdroj ortofotomap: ČÚZK]

4.4.3 Výhled Neratovice

Město Neratovice má v současné době čistírnu odpadních vod v areálu chemických závodů Spolana Neratovice, na kterou jsou odpadní vody čerpány potrubím DN 400 z hlavní čerpací stanice Labská. Kanalizační systém je jednotný s oddělovacími komorami a jednou retenční zdří. Největší oddělovací komora se nachází při ulici Mládežnická na kmenové stoce DN 1500. (Středočeské vodárny 2019 - KŘ Neratovice)

Pro napojení města Neratovice je ponechána rezerva v podobě spojné komory na sběrači Hostín. Výhledový přívaděč od Neratovic by měřil 7,5 km. Na jeho trase by bylo zapotřebí zřídit přečerpávací stanici. Z hlediska metody výstavby by bylo nejvýhodnější použití paženého výkopu a mikrotuneláže. Profil stoky by byl DN 800 či DN 1000.



Obr. 4-12 – pohled do oddělovací komory kmenové stoky na ulici Mládežnická [zdroj: Lukáš Havlíček]

4.4.4 SO3 – přivaděč a spadiště Odolena Voda

Město Odolena Voda je vybaveno z větší části jednotnou a z menší části oddílnou kanalizací zakončenou čistírnou odpadních vod. Kmenová stoka vede Velkoveskou ulicí, kde sbírá jednotlivé hlavní stoky, aby se následně stočila do remízku, kterým vede až na čistírnu. Na síti je jeden oddělovač deště, a to v areálu čistírny. Jedná se o vírový separátor. (Plán rozvoje vodovodů a kanalizací Středočeského kraje, 2004) Profil přítokové stoky na čistírnu je DN 800 sklolaminát. Profil odlehčení je DN 1200 ze železobetonu. Fotodokumentace kmenové stoky a vírového separátoru je na následujících obrázcích:



Obr. 4-13 - pohled na atypickou spojnou komoru stok DN 800 a DN 600 při ulici Velkoveská [zdroj: Lukáš Havlíček]



Obr. 4-14 – pohled na přepadovou hranu vírového separátoru [zdroj: Lukáš Havlíček]

Pro napojení do sběrače Hostín je zapotřebí vybudovat hlubinné spadiště v areálu současné čistírny odpadních vod. Výškový rozdíl činí 40 m. Typově nejvhodnější se jeví spadiště s tangenciálním obtokem, jaké bylo vybudováno v ulici Nad Novou Libní – viz následující obrázek:



Obr. 4-15 – pohled na spadiště s tangenciálním obtokem v ulici Nad Novou Libní [zdroj: Lukáš Havlíček]

Stoku propojující spadiště se sběračem v délce 350 m bude nejvhodnější provést metodou klasické ražby. Jako definitivní profil by byly použity vejčité železobetonové trouby o profilu 900/1600 mm s čedičovým obložení do poloviny výšky profilu a epoxydovým nátěrem v horní polovině profilu. Tyto trouby by byly osazeny kolečky a zaváženy po důlních kolejnicích do štoly.

Současný objekt ČOV lze využít s ponecháním současné oddělovací komory s možností přebudováním nádrží na retenční zdrž.



Obr. 4-16 – umístění spadiště a přivaděče na ortofotomapě [vytvořil: Lukáš Havlíček, zdroj ortofotomap: ČÚZK]

4.4.5 SO4 – přivaděč Libčice a větrací komín

Město Libčice se rozkládá při levém břehu řeky Vltavy a má vybudovanou oddílnou i jednotnou kanalizaci. Historicky byly veškeré vody vypouštěny volnou výpustí pod areálem šroubáren do řeky. Od roku 1991 byla spuštěna čistírna odpadních vod v areálu šroubáren. Staré stoky byly zpravidla ponechány jako dešťové a nově vybudované stoky slouží jako splaškové. Spodní část města, včetně areálu šroubáren, má jednotnou kanalizaci s oddělovací komorou na hlavní stoce DN 1200 na nátoku na ČOV. (Středočeské vodárny 2014 - KŘ Libčice nad Vltavou)

Vzhledem ke stáří dešťových stok a jejich velkému znečištění vlivem ne zcela přepojené kanalizace, ale i smyvem z komunikací, lze navrhnout obnovu kanalizační sítě s vybudováním oddělovače na dešťové stoce či kompletní rekonstrukci na jednotnou kanalizaci. Fotodokumentace dešťové stoky je na následujících obrázcích:



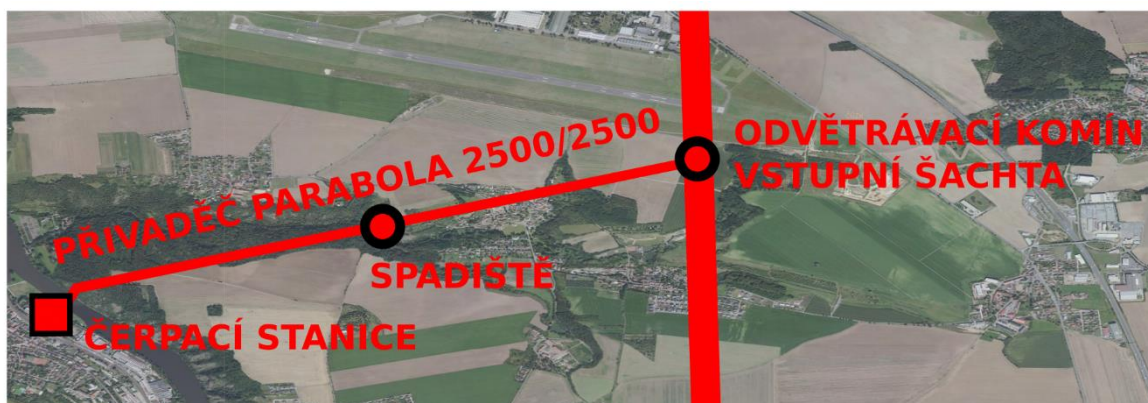
Obr. 4-17 – pohled do hlavní dešťové stoky (dříve výpusti) DN 1400 – patrný splaškový průtok [zdroj: Lukáš Havlíček]



Obr. 4-18 – pohled na vzájemné křížení stok a netěsnosti splaškové stoky křížící stoku dešťovou [zdroj: Lukáš Havlíček]

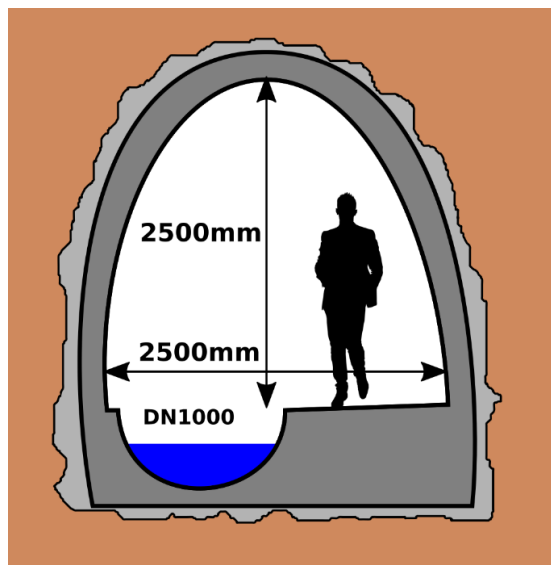
Pro napojení Libčic na Hostínský sběrač je potřeba vybudovat čerpací stanici odpadních vod, která by byla umístěna v místech současné čistírny odpadních vod. Tato čerpací stanice by měla výtlaky vedeny pomocí trubního mostu přes řeku Vltavu (most lze koncipovat jako lávku pro pěší s uložením výtlaků pod mostovkou). Profil výtlaků by byl 2x DN 300.

Výtlaky by byly zakončeny v uklidňovací komoře a dále by vedla ražená štola délky 3,050 km se sklonem 1:1000 – tedy jedno promile. Začátek štoly by měl kótu dna 175 m.n.m. a napojení na Hostínský sběrač pak 172 m.n.m. Napojení na sběrač by bylo s převýšením a stupňovitým spadištěm. Štola by byla ražena klasickou ražbou. Vzhledem k možnému budoucímu napojení Kladna se uvažuje s profilem o dostatečné kapacitě. Lze navrhnout definitivní ostění parabolického profilu o rozměrech 2500x2500 mm s kynetou DN 1000 při levém boku štoly. Vstupní objekt na začátku štoly by byl tvořen mělce uloženou komorou ve svahu s poklopy a odvětrávacím roštem. Na staničení 1,5 km pak lze navrhnout spadiště hloubky 40 m pro připojení obce Vodochody. Toto spadiště by bylo řešeno svislou troubou DN 300 s čedičovou výstélkou vedenou skrze prostor vstupního schodiště a tlumicí komorou na dně spadiště.

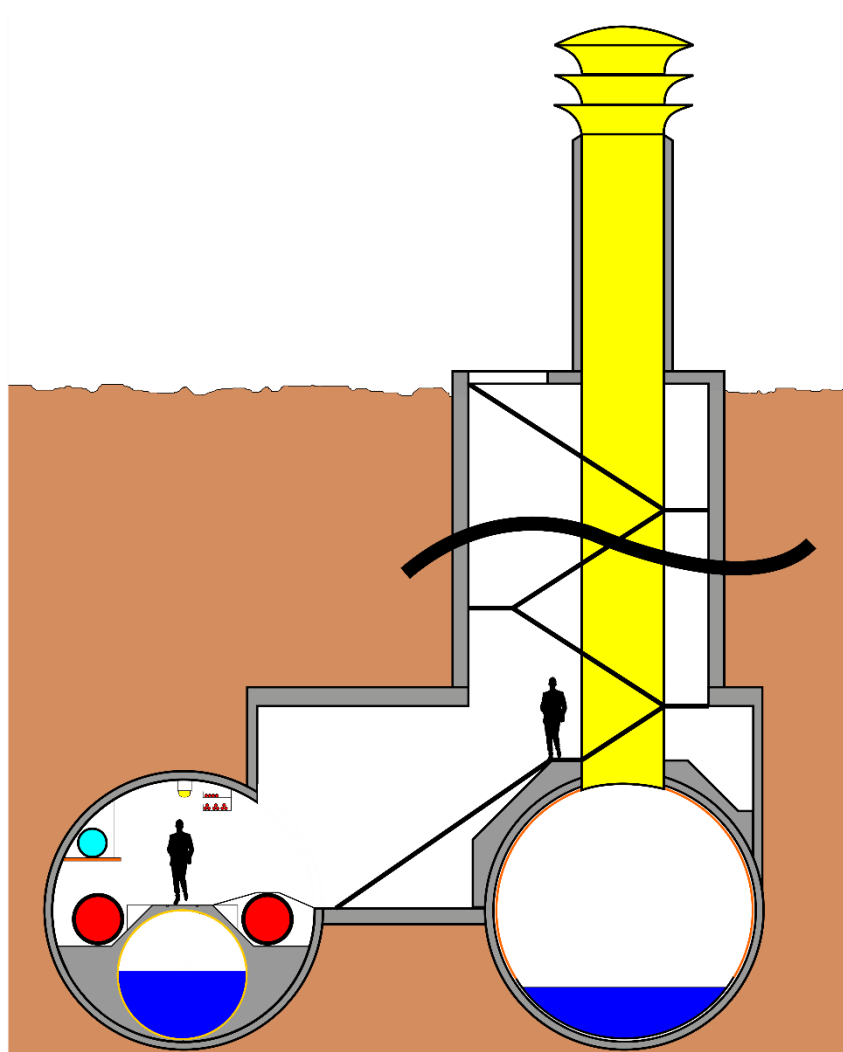


Obr. 4-19 – umístění přívaděče na ortofotomapě [vytvořil: Lukáš Havlíček, zdroj ortofotomap: ČÚZK]

V místě napojení na Hostínský sběrač, nedaleko letiště Vodochody, by se nacházela vstupní šachta o hloubce 105 m. Díky její hloubce a umístění daleko od zástavby je vhodné zde vybudovat odvětrávací komín sběrače. Jednalo by se o vybudování vertikální trouby ze sklolaminátu o průměru DN 1600 s vyvedením cca 10 m nad úroveň terénu. Tímto řešením by se dosáhlo dostatečného tahu a výměny vzduchu jak v letním, tak v zimním období. Kvalitní odvětrání kanalizačních stok hraje velmi důležitou roli v jejich životnosti. Špatné odvětrání způsobuje tvorbu aerosolů, které pak kondenzují na konstrukci a způsobují její biochemickou korozi.



Obr. 4-20 – vzorový příčný řez štolou [vytvořil: Lukáš Havlíček]



Obr. 4-21 – vstupní šachta s odvětrávacím komínem Vodochody [vytvořil: Lukáš Havlíček]

4.4.6 SO5 – přivaděč a spadiště Klecany

Město Klecany je odvodněno z velké části jednotnou kanalizací, okrajové oblasti mají vybudovanou splaškovou, tlakovou či podtlakovou kanalizaci – především oblasti podél Vltavy. (Středočeské vodárny 2011: KŘ města Klecany)

Hlavní stoka vede od sídliště ulic Československé armády a dále ulicí Do Klecánek přes střed obce údolím až k ulici U Kovárny, kde se nachází oddělovací komora. Stoka je provedena ze železobetonových trub Vianini DN 600. Oblast kolem ulic Na Vinici, Na Hradišti a U Háje je odvodněna stokou DN 400 bez odlehčení. Stoka se připojuje do šachty hlavní stoky a společně pokračují na čistírnu. Odlehčení je pak společné pro obě stoky na čistírně po průchodu hrubým předčištěním. Běžný průtok hlavní stokou před ČOV je kolem 25 l/s.



Obr. 4-22 – pohled do spojné šachty hlavní stoky a stoky z oblasti kolem ulic Na Vinici, Na Hradišti a U Háje [zdroj: Lukáš Havlíček]

Pro napojení na Hostínský sběrač by bylo třeba vybudovat spadiště hluboké 20 m. Toto spadiště by bylo klasické konstrukce se spadišťovým prostorem s rozřažčí a obtokovou troubou DN 400 čedič v ocelové chráničce. Jako vstup by sloužilo schodiště ze sklolaminátu. Propojovací stoka od spadiště k Hostínskému sběrači délky 200 m by byla provedena klasickou ražbou a definitivní ostění by bylo tvořeno z vejčitých železobetonových trub o profilu 900/1600 mm s čedičovým obložení do poloviny výšky profilu a epoxydovým nátěrem v horní polovině profilu se sklonem 2 promile. Tyto trouby

by byly osazeny kolečky a zaváženy po důlních kolejnicích do štoly. Spojná komora na sběrači by neměla vstupní šachtu. Pro obsluhu možnosti přepojení větví Hostínského sběrače by sloužil přístup z kolektorové chodby přes vodotěsné dveře.

V souvislosti s napojením na Hostínský sběrač by bylo vhodné zkapacitnění dolního úseku hlavní stoky po spadiště a to v dimenzi DN 800 s možností zrušení oddělovací komory při ulici U Kovárny. Oddělovací komora je šikmý přeliv s nízkou přelivnou hranou. Pohled do oddělovací komory je na následujícím obrázku:



Obr. 4-23 – pohled do oddělovací komory – přeliv je tvořen mělkým žlábkem a plechovou hranou [zdroj: Lukáš Havlíček]

Při výstavbě spadiště by byla ponechána zaslepená rezerva profilu 900/1600 mm pro možnost budoucího napojení Zdib. Ty by byly napojeny gravitačně štolou pod Černou skálou délky 630 m od areálu současné čistírny.



Obr. 4-24 – umístění přivaděče na ortofotomapě [vytvořil: Lukáš Havlíček, zdroj ortofotomap: ČÚZK]

4.4.7 SO6 – přivaděč Roztoky

Město Roztoky u Prahy je odkanalizováno z velké části jednotnou kanalizací. Lokality Solníky, Tiché údolí a Pod Řivnáčem pak mají oddílnou kanalizaci. Na síti se nachází dvě oddělovací komory:

ČS Roztoky – Žalov, která zároveň slouží jako oddělovač

OK Nádražní na kmenové stoce DN 1200

Na kanalizační systém města Roztoky je dále napojeno odkanalizování z části městské části Prahy 6 – Suchdol, obce Únětice a obce Statenice, a to do oddílné stoky v Tichém údolí. (Severočeské vodovody a kanalizace a. s., 2019)

Kmenová stoka vedoucí z Tyršova náměstí ulicemi Jungmannova, Kroupka a Nádražní na oddělovací komoru překonává značný výškový rozdíl. Největší sklon je řešen atypickým skluzem vedeným ulicí Kroupka zakončeným tlumicí komorou. Jedná se o DN 350 kameninové trouby pro běžný průtok, nad kterými je umístěn železobetonový obdélníkový profil 1200x1000 mm. Od křižovatky ulic Kroupka a Nádražní pokračuje stoka profilem DN 1200 ze železobetonových trub Vianini se řadou skluzů a spadišť. Výpusti oddělovací komory pak tvoří dvojice polypropylenových žebrovaných trub Uporol DN 800. Do oddělovací komory přichází škrťící tratí ještě voda z oddělovací komory dešťové stoky, která vede také od Tyršova náměstí pod schodištěm a dále ulicí Nádražní a do které je napojena řada splaškových přípojek. Fotodokumentace kmenové a dešťové stoky je uvedena na následujících obrázcích:



Obr. 4-25 – pohled na jeden ze skluzů na kmenové stoce [zdroj: Lukáš Havlíček]



Obr. 4-26 – pohled do dešťové stoky – patrný splaškový průtok [zdroj: Lukáš Havlíček]



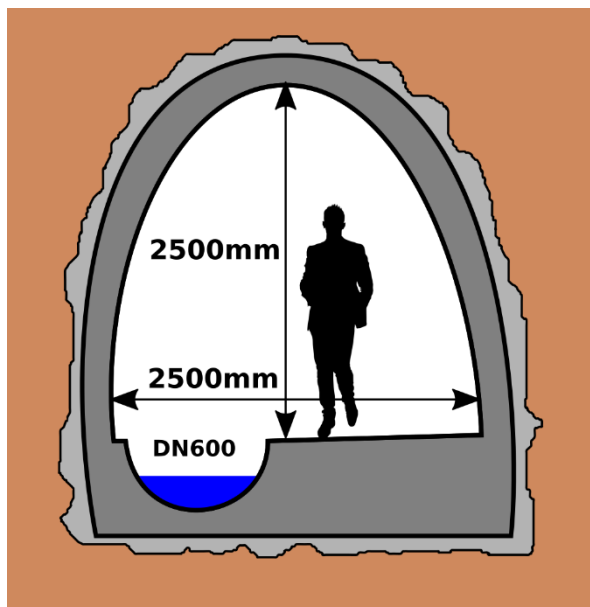
Obr. 4-27 – pohled na oddělovací komoru – vlevo je přítok z oddělovače na dešťové stoce – DN 400 kamenina [zdroj: Lukáš Havlíček]

Pro napojení na Hostínský sběrač by bylo nutné vybudovat přečerpávací stanici v areálu současné čistírny, kdy nádrže by se daly přebudovat na dešťové zdrže. Z přečerpávací stanice by vedla dvojice výtlačků 2x DN 350 na potrubní most přes Vltavu. Potrubní most by opět šel, jako v případě Libčic, postavit jako lávka pro pěší se zavěšením trub pod mostovkou.

Výtlačky by byly zakončeny uklidňovací komorou na nátoku do štol. Štola délky 420 m by začínala ve stráni nad ulicí Nábřežní. Štola by byla ražena metodou klasické ražby s definitivním ostěním ze železobetonu o podkovovitém profilu 2500x2500 mm s kynetou DN 600 při levém boku se sklonem jednoho promile. Vstupní objekt na začátku štol by byl tvořen mělce uloženou komorou ve svahu s poklopy a odvětrávacím roštem. Napojení na Hostínský sběrač by bylo s převýšením ve speciální spojné komoře bez vstupní šachty, kde by se napojoval i sběrač S z protější strany. V této komoře by bylo opět možné převádění průtoků mezi obě větve. Pro obsluhu možnosti přepojení větví Hostínského sběrače by sloužil buď přístup z kolektorové chodby přes vodotěsné dveře nebo přístup štolou přivaděče Roztoky.



Obr. 4-28 – umístění přivaděče na ortofotomapě [vytvořil: Lukáš Havlíček, zdroj ortofotomap: ČÚZK]



Obr. 4-29 – vzorový příčný řez štolou [vytvořil: Lukáš Havlíček]

4.4.8 SO7 – přivaděč Suchdol, Sedlec a větrací komín

Kanalizační systém městských částí Praha 6 – Suchdol a Praha 6 – Sedlec je tvořen jak jednotnou, tak oddílnou soustavou. Část povodí Suchdola je odvodněna do povodí Roztok u Prahy. Na jednotné kanalizaci se nacházejí dvě oddělovací komory:

1. Na ulici Kamýcká na soutoku stok DN 600, DN 300 a DN 250 s odlehčovací stokou DN 800 do údolí Sedleckého potoka. Na této odlehčovací stoce se nachází další oddělovací komora. Tato komora slouží pro převádění vody do stoky DN 500 (pokračující na oddělovač V Sedlci) a jen při opravdu extrémních srážkových událostech voda přepadá do potoka.
2. Na ulici V Sedlci na vejčité stoce 600/1100 mm s pokračující stokou DN 250 a odlehčovací stokou DN 700.

Fotodokumentace oddělovací komory na Kamýcké ulice je na následujících obrázcích:

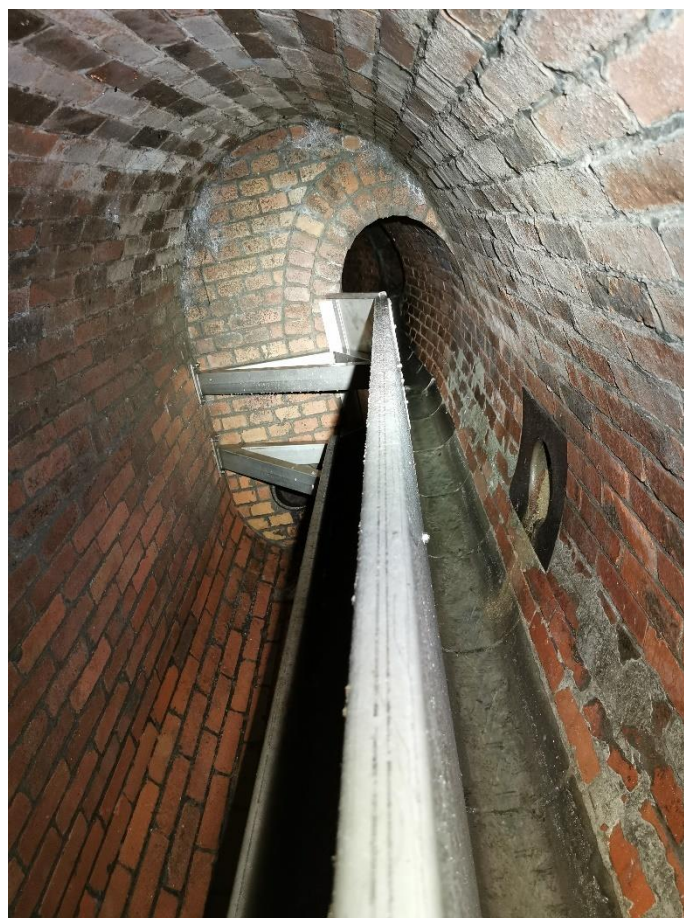


Obr. 4-30 – pohled na trojici nátoků, na přelivnou hranu z hradících prvků a na odlehčovací stoku [zdroj: Lukáš Havlíček]



Obr. 4-31 – pohled na škrťící trat' se šoupětem a na odlehčovací stoku [zdroj: Lukáš Havlíček]

Fotodokumentace oddělovací komory v ulici V Sedlci je na následujících obrázcích:



Obr. 4-32 – pohled na nátok stoky 600/1100 mm [zdroj: Lukáš Havlíček]

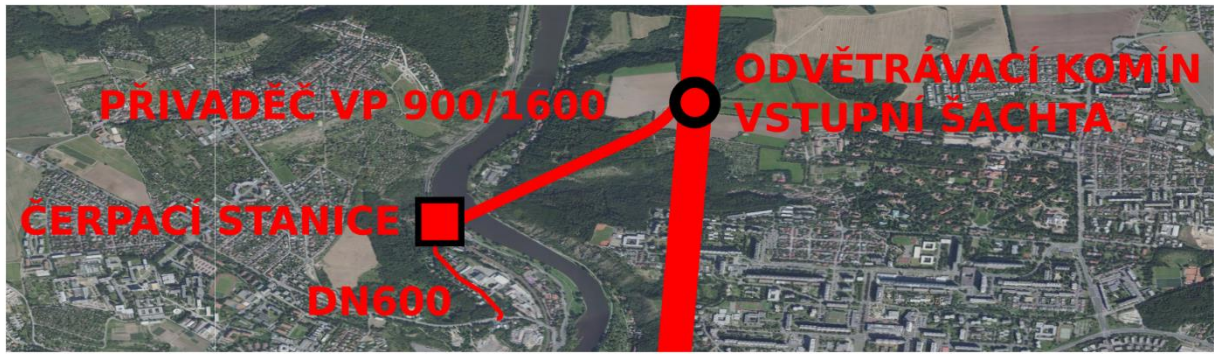


Obr. 4-33 – pohled na pokračující a odlehčovací stoku [zdroj: Lukáš Havlíček]

Odpadní vody z oblasti napojené na ústřední čistírnu odpadních vod Praha jsou přečerpávány, a to čerpací stanicí Kamýcká a V Sedlci.

U oddílné kanalizace je v převážné části Suchdola vybudována pouze splašková stoka. Za srážkových událostí tak natéká voda ventilací šachet do stok a dochází ke značnému přetížení. Pro budoucí napojení na Hostínský sběrač je tak uvažováno dobudování kanalizace v oblasti jako jednotné.

Pro napojení na Hostínský sběrač se předpokládá gravitační převedení vod z Kamýcké ulice do ulice V Sedlci stokou DN 600. Stávající čerpací stanice u Kamýcké ulice bude zrušena. Stoka DN 600 bude pokračovat ulicí V Sedlci až k ulici Na Svahu, kde se připojuje trubní stoka DN 600. Zde bude vybudována spojná komora s rezervou DN 800 do ulice Na Svahu. Pokračující stoka od spojné komory bude ze železobetonových vejčitých trub 700/1250 mm s čedičovou výstelkou do poloviny profilu. Vejčitá stoka bude pokračovat až ke stávající oddělovací komoře, kde se po spojení se stokou 600/1100 mm napojí do oddělovací komory. Stávající oddělovací komora bude zachována, odlehčovací stoka bude zkapacitněna z DN 700 na vejčitý profil 700/1250 mm. Stoka za oddělovací komorou bude pokračovat profilem DN 400 do čerpací stanice, odkud povede dvojice výtlačů přes Vltavu pomocí trubního mostu – opět vybudovaného jako lávka pro pěší. Na konci výtlačů bude zřízena uklidňovací komora a voda bude natékat do štol. Na začátku štol bude vstupní objekt s ventilačními rošty. Štola délky 1000 m bude vybudována klasickou ražbou a vystrojena železobetonovými vejčitými trouby o profilu 900/1600 mm s čedičovou výstelkou do poloviny profilu. Po 100 m budou vyzděny odpočívkové výklenky.



Obr. 4-34 – umístění přivaděče na ortofotomapě [vytvořil: Lukáš Havlíček, zdroj ortofotomap: ČÚZK]

Na spojné komoře s Hostínským sběračem je vhodné vybudovat, stejně jako v případě vstupní šachty u Vodochod, ventilační komín. V tomto případě je hloubka vstupní šachty 90 m. Ventilační komín by zde byl vyveden 30 m nad úroveň terénu pro minimalizaci zápachu.

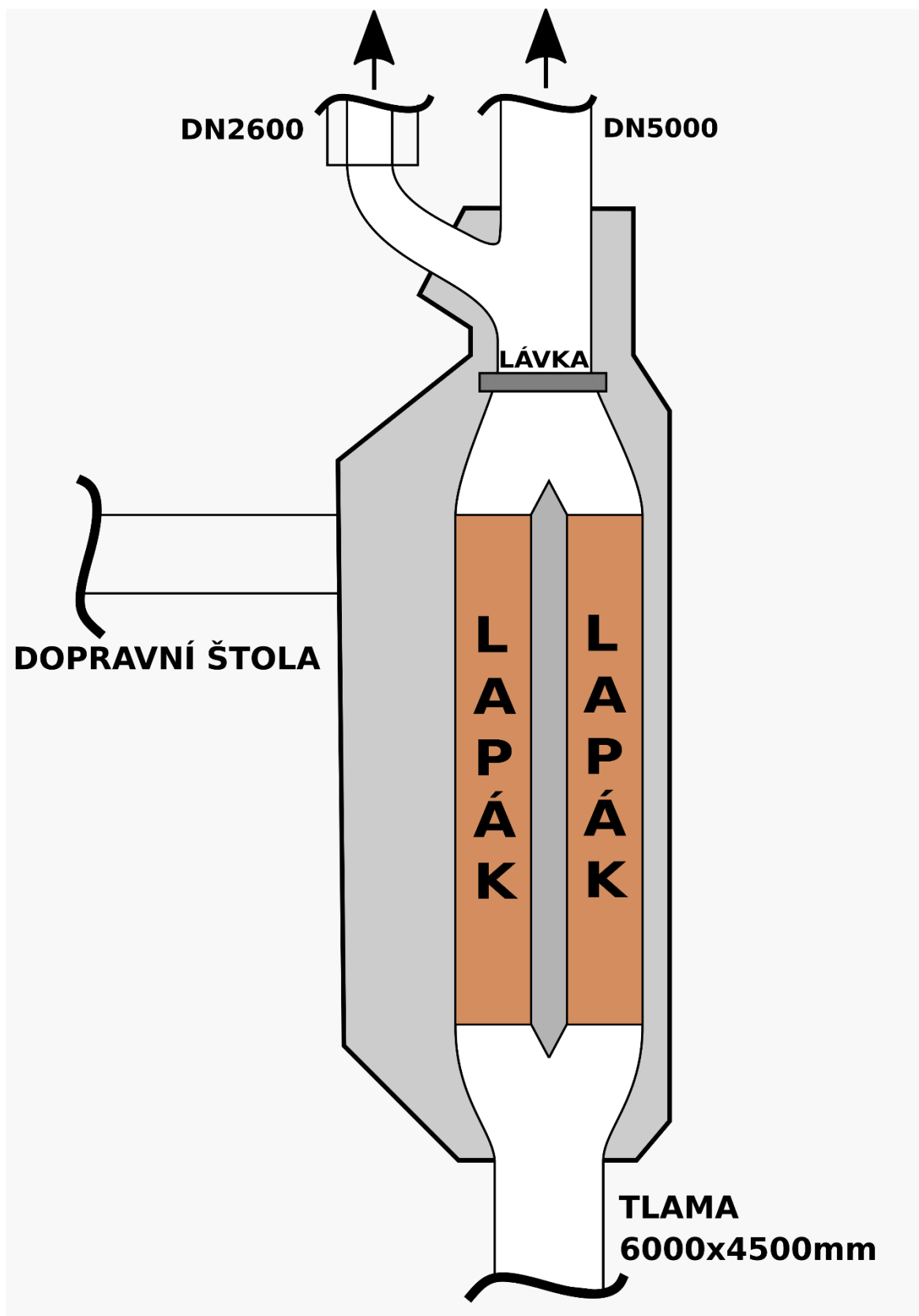
4.4.9 SO8 – lapák štěrku, rozbočná komora

Na staničení 0,375 km – tedy v místech, kde se mění profil z tlamového na kruhový a začíná druhá větev sběrače by se nacházela rozdělovací komora pro umožnění manipulace s převedením vod do jedné či do druhé větve. Za normálního stavu by byly v provozu obě větve s tím, že v přímém směru by byla větev DN 5000. Nátok do větve DN 2600 by byl napojen obloukem.

Vzhledem k tomu, že by se v tomto místě nacházela cílová jáma pro razící štíty, byl by zde vybudován lapák štěrku. Nátok by byl veden z tlamového profilu do dvou podélných bazénů. Ty by byly dlouhé 25 m široké 4 m a proměně hluboké od 1 do 4 m. Kolem bazénů by vedl ochoz pro obsluhu a pod stropem podzemní komory by se nacházely kolejnice portálového jeřábu s drapákem pro těžbu sedimentu. Pro vyvážení sedimentu by byla vyražena dopravní štola vedoucí pod ulicí Pod Hrachovkou až do míst hospodářských budov zoologické zahrady, kde by byla vyvedena na povrch. Zde by také byly umístěny kryté kontejnery pro vyvezený materiál, které by se pomocí nákladních vozidel po naplnění odvážely.

Zamezení plavení hrubých nečistot štolou výrazně prodlouží její životnost a zmenší nároky na čištění/údržbové práce.

Uspořádání objektů je uvedeno na následujícím obrázku:



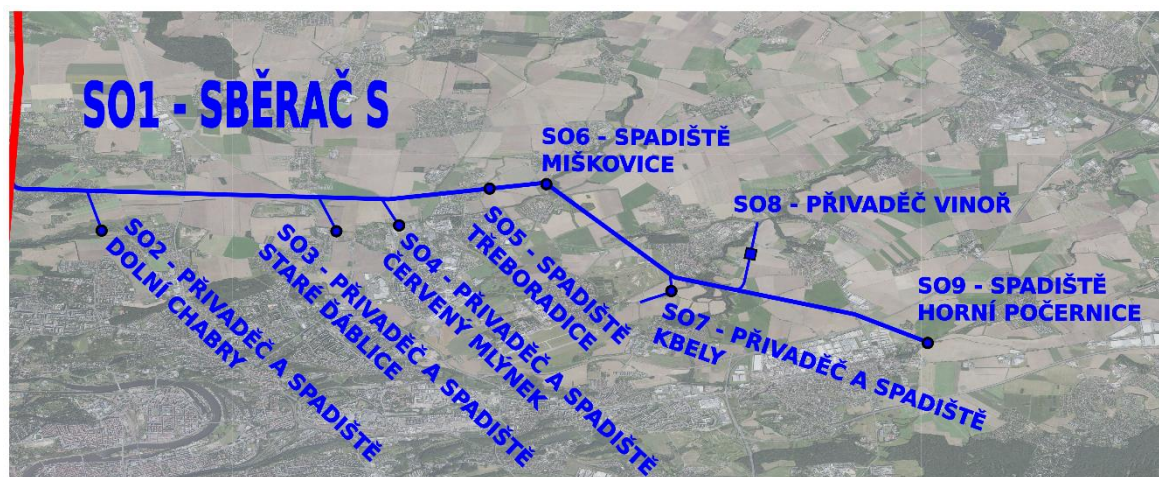
Obr. 4-35 – schéma lapáku šterku a rozbočné komory [vytvořil: Lukáš Havlíček]

5 Sběrač S – SO1

Sběrač S – nazývaný též severní obvodový sběrač řeší odkanalizování velmi dynamicky se rozvíjejících čtvrtí na severu Prahy. O potřebě sběrače S se psalo již v 70. letech minulého století v souvislosti s plánovanou výstavbou Hostínského sběrače. (Hanuš Z., 1978) Sever Prahy má značnou překážku v odkanalizování na stávající ústřední čistírnu odpadních vod, a to v podobě reliéfu, který se zde svažuje směrem k Labi. Díky tomu se tak odkanalizování řešilo výstavbou dílčích čistíren odpadních vod – Horní Počernice – ČOV Horní Počernice; Vinoř – ČOV Vinoř; Satalice a Kbely – ČOV Kbely; Letňany (část), Čakovice, Třeboradice a Miškovice – ČOV Miškovice. V případě Letňan došlo při výstavbě nového sídliště k velmi rychlému vyčerpání jak kapacity stok, tak kapacity čistírny, a proto byla vybudována čerpací stanice Červený Mlýnek. Z této čerpací stanice vede dvojice výtlačků DN 400 až do ulice Žernosecká do stoky v povodí ústřední čistírny odpadních vod. Výtlačky jsou dlouhé 3400 m a překonávají výškový rozdíl kolem 60 m. Povodí starých Ďáblic je také čerpáno do povodí ústřední čistírny, a to z čerpací stanice ve Chříbské ulici. Tento výtlak je napojen do dvojice výtlačků z čerpací stanice Červený Mlýnek. Dolní Chabry pak mají také svou pobočnou čistírnu – ČOV Dolní Chabry – ta je v povodí Vltavy. (PVK a. s.)

Návrhová trasa začíná v Horních Počernicích a sbírá veškerá povodí podél trasy až k napojení na Hostínský sběrač u Zdib. Veškerá povodí krom Vinoře jsou napojena gravitačně.

Přehledné schéma trasy je zobrazeno na následujícím obrázku:



Obr. 5-1– umístění návrhu sběrače S na ortofotomapě [vytvořil: Lukáš Havlíček, zdroj ortofotomap: ČÚZK]

5.1 Návrh profilu

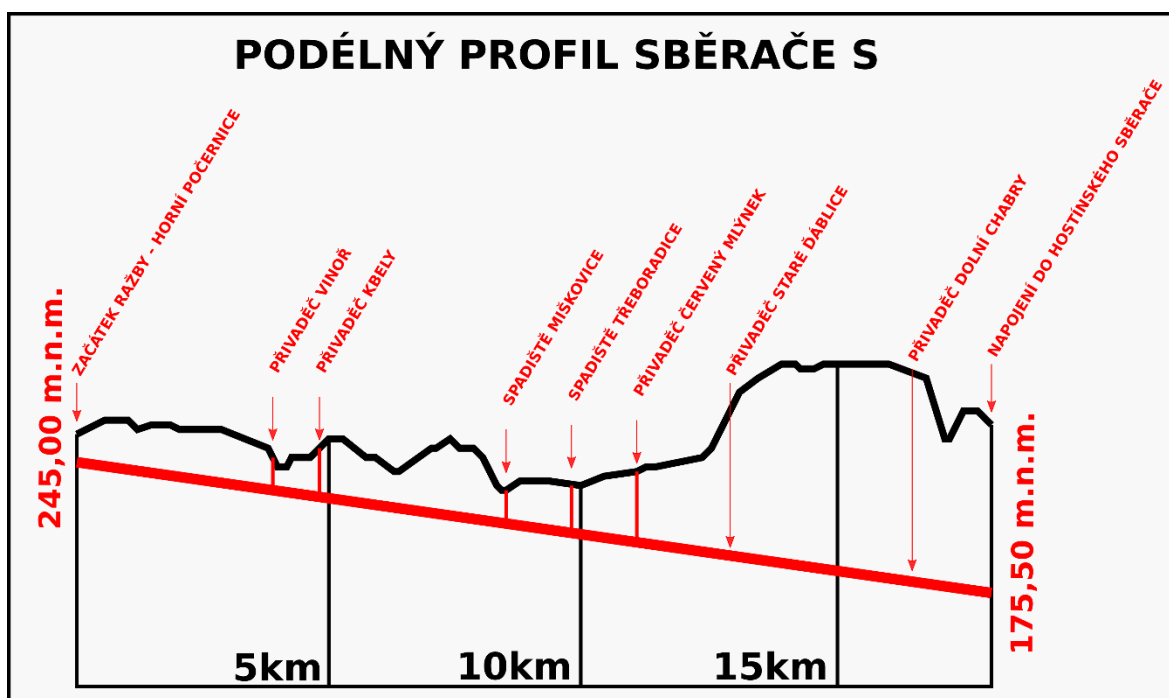
Celková délka sběrače je 18,06 km. Začíná v prostoru současné čistírny odpadních vod Horní Počernice na kótě 245,0 m.n.m. a končí napojením na Hostínský sběrač na kótě 175,5 m.n.m. – výškový rozdíl je tak 69,5 m. Sklon stoky je 3,8 promile.

Vzhledem k postupnému napojování jednotlivých povodí lze navrhnout profil ve třech různých velikostech:

- 0,0 km až 3,86 km – vejčitý profil 900/1600 s kapacitou 3 m³/s při 90% plnění
- 3,86 km až 8,38 km – kruhový profil DN 2000 s kapacitou 11 m³/s při 90% plnění
- 8,38 km až 18,06 km – kruhový profil DN 2600 s kapacitou 22 m³/s při 90% plnění

Průtoky spočítány pomocí vztahu Colebrook-White. (Pipelife s. r. o., © 2024)

Podélný profil trasy je uvedený na následujícím obrázku:



Obr. 5-2 – podélný profil sběrače [vytvořil: Lukáš Havlíček]

5.2 Návrh metody ražby

Vzhledem k různým profilům stoky lze navrhnout tři různé metody ražby:

- První úsek od Horních Počernic po spojení s přivaděčem od Vinoře – tedy v délce 3,86 km – bude proveden klasickou metodou ražby na důlní výztuž typu TH pro následné uložení železobetonových vejčitých trub.

- Druhý úsek od staničení 3,86 km po staničení 8,38 km – tedy v délce 4,52 km – se jeví, díky své přímosti trasy a možnosti zřízení těžních šachet mimo zástavbu, jako nejvhodnější pro nasazení mikrotuneláže – řízeného protlaku trub DN 2000.
- Třetí úsek od staničení 8,38 km až téměř k napojení na Hostínský sběrač na staničení 17,48 km bude, vzhledem ke své délce, proveden mechanizovaným razícím štítem o vnitřní světlosti DN 2800.
- Čtvrtý úsek od staničení 17,48 km po napojení na Hostínský sběrač v délce 580 m bude proveden opět klasickou metodou ražby pro následné vystrojení štoly kruhovým profilem DN 2600. Tato metoda je zde použita z důvodu nemožnosti rozebrání razicího štítu v místech spojné komory s Hostínským sběračem, neboť v těchto místech nebude vybudována šachta kvůli zástavbě na povrchu.

5.3 Návrh definitivního ostění

5.3.1 Úsek 0,0 km až 3,86 km

Pro tento úsek by bylo použito vejčité potrubí ze železobetonových trub o vnitřním profilu 900/1600 mm s čedičovým obkladem do poloviny výšky profilu a s epoxydovým nátěrem druhé poloviny profilu. Trouby by byly zaváženy po dálních kolejnicích do štoly a následně obbetonovány.



Obr. 5-3 – železobetonové vejčité trouby [zdroj: Lukáš Havlíček]

5.3.2 Úsek 3,86 km až 8,38 km

V tomto úseku bude použito potrubí pro protlačování – železobetonové trouby DN 2000 s čedičovým obkladem do poloviny profilu a epoxydovým nátěrem druhé poloviny profilu.

5.3.3 Úsek 8,38 km až 17,48 km

Tento, nejdelší úsek, bude proveden pomocí mechanizovaného štítu. Díky tomu bude výsledný profil vhodný k obložení spodní poloviny čedičovými radiálkami a na horní polovinu budou použity polymerbetonové dílce. Prostor mezi polymerbetonovými dílci a ostěním ze segmentů bude následně zainjektován.

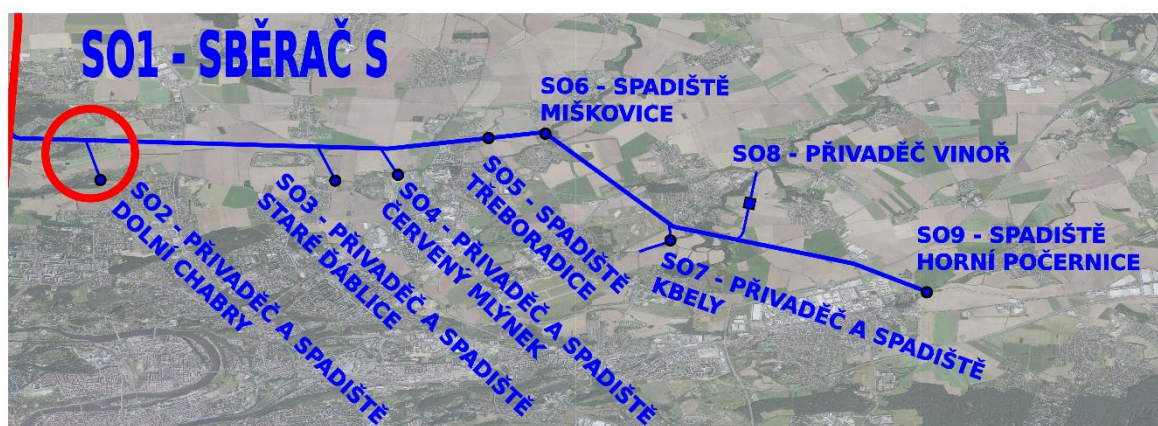
5.3.4 Úsek 17,48 km až 18,06 km

Poslední úsek bude proveden klasickým vyzdáním profilu ve štole do poloviny výšky z čedičových radiálek, na které pak budou opět usazovány polymerbetonové dílce. Následně bude prostor mezi výrubem a polymerbetonovými dílci zafoukán betonem.

5.4 Návrh objektů na trase

5.4.1 SO2 přivaděč a spadiště Dolní Chabry

Kanalizační systém městské části Dolní Chabry je vybudován jako oddílný, avšak některé ulice mají svedené uliční vpusti do splaškových stok. Za srážkových událostí tak dochází ke značnému zvýšení průtoku a k tlakovému režimu v dolní části systému. Hlavní stoka DN 300 vede ulicí Krbickou do ulice Na Dolíku, kde se mění na DN 400. Dále pokračuje stoka ulicí Pod Zámečkem a K Drahaní na současnou čistírnu odpadních vod. (PVS a. s., 2007; PVK a. s., Kanalizační řády)



Obr. 5-4 – umístění stavby na trase sběrače S [vytvořil: Lukáš Havlíček, zdroj ortofotomap: ČÚZK]



Obr. 5-5 – pohled do hlavní stoky DN 400 a na přítok DN 300 v ulici K Drahani – 400 m před nátokem na ČOV [zdroj: Lukáš Havlíček]

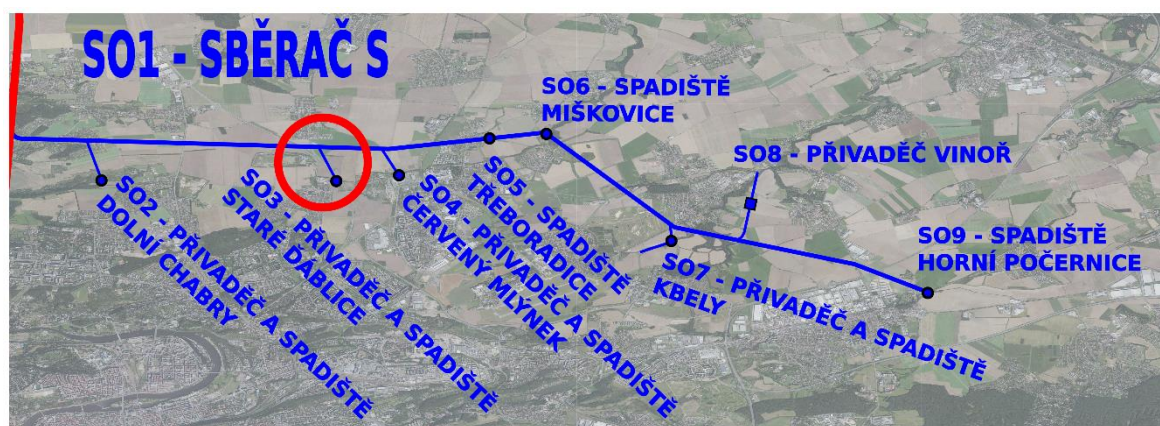
Pro napojení na sběrač S by bylo vybudováno spadiště v prostoru současné čistírny. Do tohoto spadiště by byla přepojena jak splašková stoka profilem DN 800 (bráno jako rezerva pro budoucí rozvoj oblasti), tak část dešťové stoky profilem DN 300. Na dešťové stoce by byla vybudována oddělovací komora pro eliminaci vnosu znečištění do Drahanského potoka. Dešťová stoka by byla vybudována v profilu DN 1200 pro podchycení dešťové stoky DN 600 od ulice Pod Zámečkem a také stoky DN 500 z oblasti kolem ulic Velemínská, Libochovická a Milana Kadlece. Na této nové dešťové stoce DN 1200 bude vybudována oddělovací komora s pokračujícím profilem DN 300 směrem do spadiště a odlehčovací stokou DN 1200 do Drahanského potoka.

Spadiště hloubky 50 m by bylo vybudováno jako dvojice svislých trub – DN 400 čedič v ocelové chrániče pro běžný průtok a DN 800 litina pro dešťové průtoky s tangenciálním náběhem.

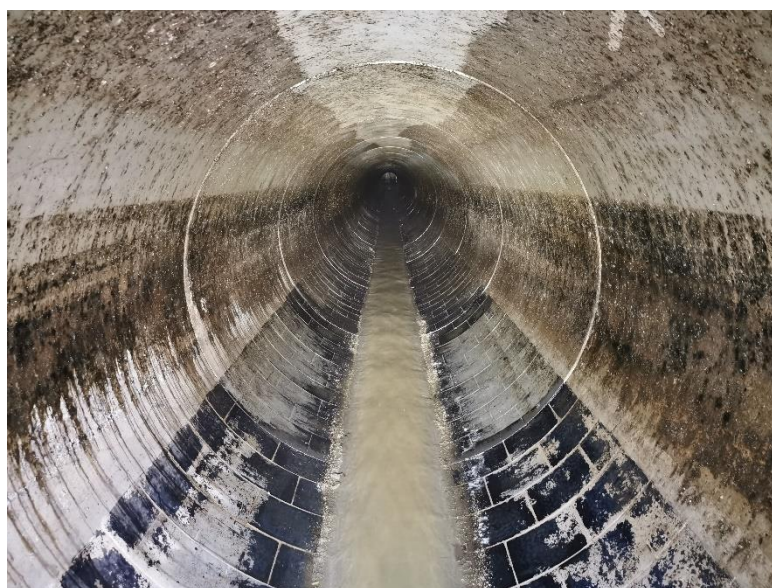
Přivaděč délky 1170 m do sběrače S by byl vybudován klasickou ražbou ve sklonu 2 promile. Jako definitivní ostění budou použity vejčité železobetonové trouby 900/1600 mm s čedičovým obkladem do poloviny výšky profilu a epoxydovým nátěrem vrchní části. Napojení bude provedeno jako klasická spojná komora s hlavní stokou v přímé a vedlejší stokou v oblouku.

5.4.2 SO3 přivaděč a spadiště staré Ďáblice

Kanalizace městské části Ďáblice – specificky zástavby starých Ďáblic – je vybudován jako oddílný. Avšak stejně jako v případě Dolních Chaber je zaústěno značné množství dešťových přípojek (i uličních vpustí) do splaškových stok. Všechny splaškové stoky v oblasti jsou shodného profilu DN 300. Vzhledem k reliéfu a značnému přetěžování splaškových stok při srážkových událostech dochází v ulici Chřibská k výronu odpadních vod ze vstupních šachet na komunikaci. Splašková stoka je v současnosti zaústěna do čerpací stanice Chřibská s trubní retenční stokou DN 2000 a přepadem DN 400. V oblasti se nachází i rozvětvená dešťová stoka. Tato stoka vykazuje značné přetěžování a není dostatečné kapacity. V koncovém úseku DN 800 v ulici Chřibská také dochází k výronu vody ze vstupních šachet. (PVS a. s., 2007; PVK a. s., Kanalizační řády)



Obr. 5-6 – umístění stavby na trase sběrače S [vytvořil: Lukáš Havlíček, zdroj ortofotomap: ČÚZK]



Obr. 5-7 – pohled do retenční stoky DN 2000 [zdroj: Lukáš Havlíček]



Obr. 5-8 – pohled do hlavní stoky v ulici Chřibská, vlevo přítok z ulice U Chaloupek [zdroj: Lukáš Havlíček]

Pro napojení na sběrač S by bylo vybudováno spadiště v prostoru současné čerpací stanice. Do tohoto spadiště by byla přepojena jak splašková stoka profilem DN 600 (bráno jako rezerva pro budoucí rozvoj oblasti), tak část dešťové stoky profilem DN 300. Na dešťové stoce by byla vybudována oddělovací komora pro eliminaci vnosu znečištění do Mratínského potoka. Dešťová stoka by byla zkapacitněna na profil DN 1400.

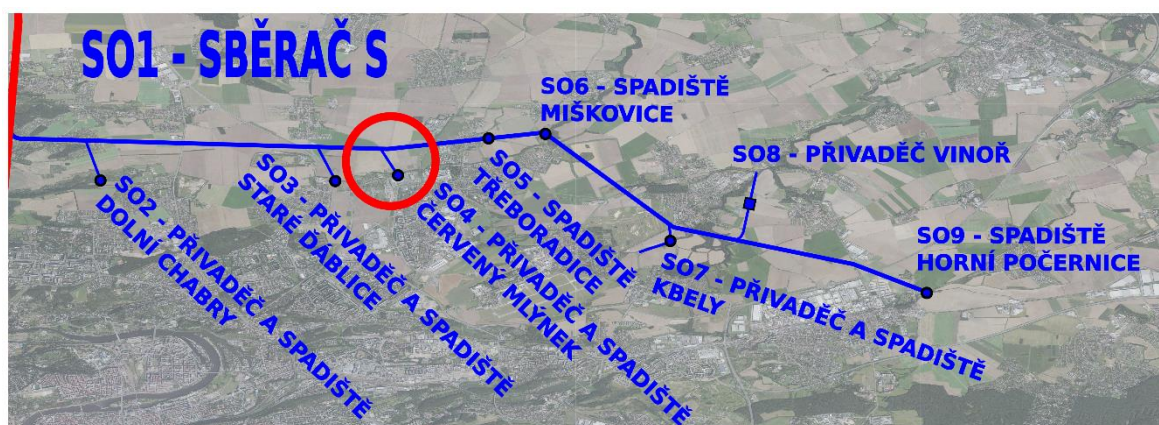
Spadiště hloubky 45 m by bylo vybudováno jako dvojice svislých trub – DN 400 čedič v ocelové chrániče pro běžný průtok a DN 800 litina pro dešťové průtoky s tangenciálním náběhem.

Přivaděč délky 1000 m do sběrače S by byl vybudován klasickou ražbou ve sklonu 2 promile. Jako definitivní ostění budou použity vejčité železobetonové trouby 900/1600 mm s čedičovým obkladem do poloviny výšky profilu a epoxydovým nátěrem vrchní části. Napojení bude provedeno jako klasická spojná komora s hlavní stokou v přímé a vedlejší stokou v oblouku.

5.4.3 SO4 přivaděč a spadiště Červený mlýnek

Povodí spadající pod čerpací stanici Červený mlýnek zahrnuje část Letňan – sídliště podél ulice Tupolevova; obchodní centrum Letňany; oblast ulic Novosvětská, Chocoňská, Běloveská; oblast ulic Kurta Huberta, Schollova; obchodní centrum Globus a oblast ulic Na Blatech – U Červeného mlýnku. Toto povodí bylo vybudováno jako oddílné, ale stejně jako v předešlých případech dochází při srážkových událostech ke značnému zvýšení průtoku. V povodí se nachází v Místecké ulici rozdělovací komora na hlavní splaškové

stoce DN 500 pro možnost přepojení do povodí ČOV Miškovice. Hlavní splašková stoka dimenze DN 800 začíná v soutokové šachtě stok DN 400 a DN 300 v louce v trojúhelníku ulic Tupolevova, Veselská a Strakova. Stoka pokračuje severním směrem vegetací podél Tupolevovy až ke Kostelecké, kterou kříží a pokračuje za obchodní centrum Globus, kde se stáčí východním směrem k čerpací stanici. Úsek za obloukem je proveden v DN 600 litinovém potrubí jako skluz. Výtlak je zdvojený o profilu 2x DN 400 a vede až do ulice Žernosecká do povodí Trojského sběrače. Rozvětvená dešťová stoka z trub Vianini DN 1600 sbírá rozsáhlé plochy sídlišť a obchodních center. Je na ní zřízeno několik retenčních nádrží, trubní retence či zdvojení pod obchodem Lidl. Vyústíuje v ulici Za Tratí do Mratínského potoka. (PVS a. s., 2007; PVK a. s., Kanalizační řády)



Obr. 5-9 – umístění stavby na trase sběrače S [vytvořil: Lukáš Havlíček, zdroj ortofotomap: ČÚZK]



Obr. 5-10 – začátek profilu DN 800 nedaleko křižovatky ulic Tupolevova a Veselská [zdroj: Lukáš Havlíček]



Obr. 5-11 – šachta na hlavní stoce DN 600 těsně před čerpací stanicí Červený mlýnek [zdroj: Lukáš Havlíček]

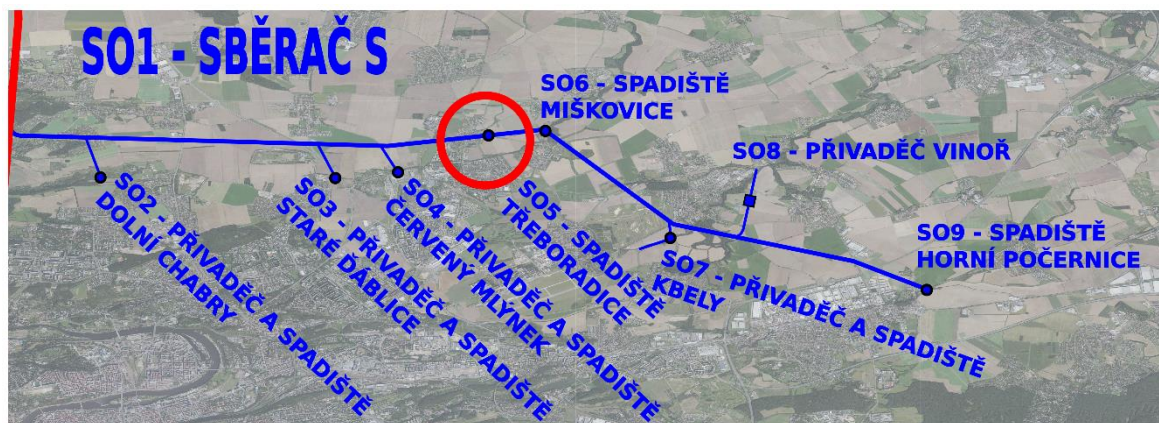
Pro napojení na sběrač S je vhodné provést novou stoku DN 1200 od ulice Kostelecká délky 475 m. Tato stoka by převáděla jak splaškovou, tak část dešťové stoky do prostoru stávající čerpací stanice. Ta by byla přebudována na retenční zdrž. V areálu by bylo vybudováno spadiště hloubky 36 m. Spadiště by bylo klasické konstrukce s obtokovým potrubím DN 400. Od spadiště by vedl přivaděč délky 775 m vybudovaný metodou klasické ražby ve sklonu 2 promile. Jako definitivní ostění budou použity vejčité železobetonové trouby 900/1600 mm s čedičovým obkladem do poloviny výšky profilu a epoxydovým nátěrem vrchní části. Napojení bude provedeno jako klasická spojná komora s hlavní stokou v přímé a vedlejší stokou v oblouku.

5.4.4 SO5 spadiště Třeboradice

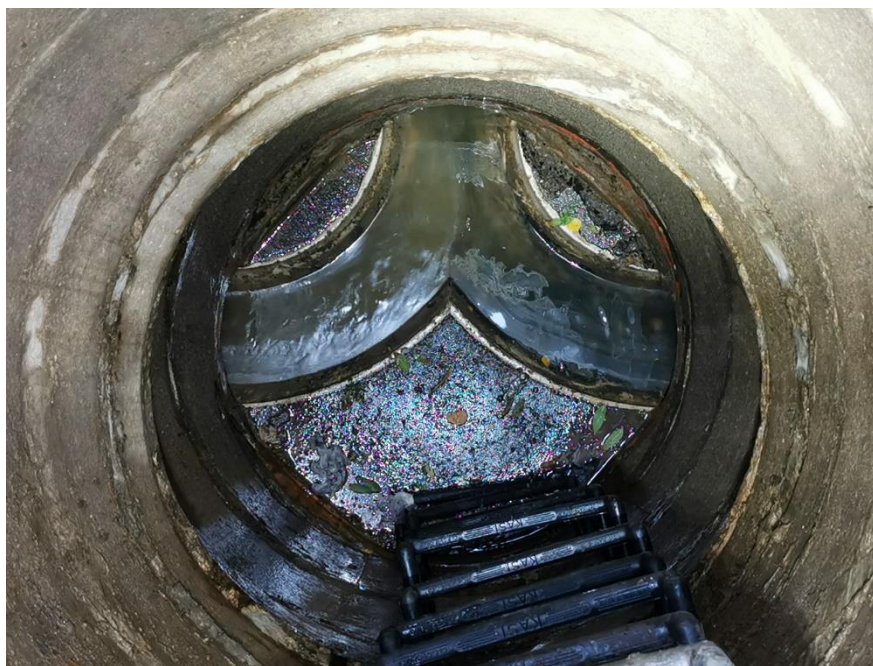
V městské části Třeboradice byl v relativně nedávné době vybudován oddílný kanalizační systém. Původní stoky, vybudované zpravidla v akci Z (mělko uložené, uliční vpusti sloužící jako revizní šachty a podobné nedostatky), byly ponechány jako dešťové. Splaškové stoky směřují na Slaviborské náměstí, kde se nachází čerpací stanice a odpadní vody jsou čerpány výtlaky DN 110 a DN 200 ulicí Svěceného až k Mratínskému potoku, kde se napojují do stoky DN 800 směřující na ČOV Miškovice. Krom této hlavní čerpací stanice se v povodí nachází několik menších. (PVS a. s., 2007; PVK a. s., Kanalizační řády)

Veškeré splaškové stoky jsou dimenze DN 300 a jako v předchozích případech vykazují značné zatížení během srážkových událostí. Dešťové stoky původní kanalizace, nezanesené v mapových podkladech, jsou zaústěny do podzemního toku Třeboradického potoka o profilu DN 1000 respektive parabolického profilu 1500x1350 mm.

Pro napojení do sběrače S by bylo vybudováno spadiště v zelené ploše mezi ulicemi Na Zlaté, Bělomlýnská a Svěceného hloubky 15 m. Spadiště by bylo napojeno přímo do sběrače S pomocí výklenku ve stěně sběrače. Ve výklenku by byl vybudován tlumicí bazén. Svislá část spadiště by byla tvořena troubou DN 400 čedič v ocelové chrániče. Pro napojení stok do spadiště by byla vybudována stoka délky 160 m v profilu DN 500 od stávající čerpací stanice. Stávající čerpací stanici lze přebudovat na retenční zdrž.



Obr. 5-12 – umístění stavby na trase sběrače S [vytvořil: Lukáš Havlíček, zdroj ortofotomap: ČÚZK]

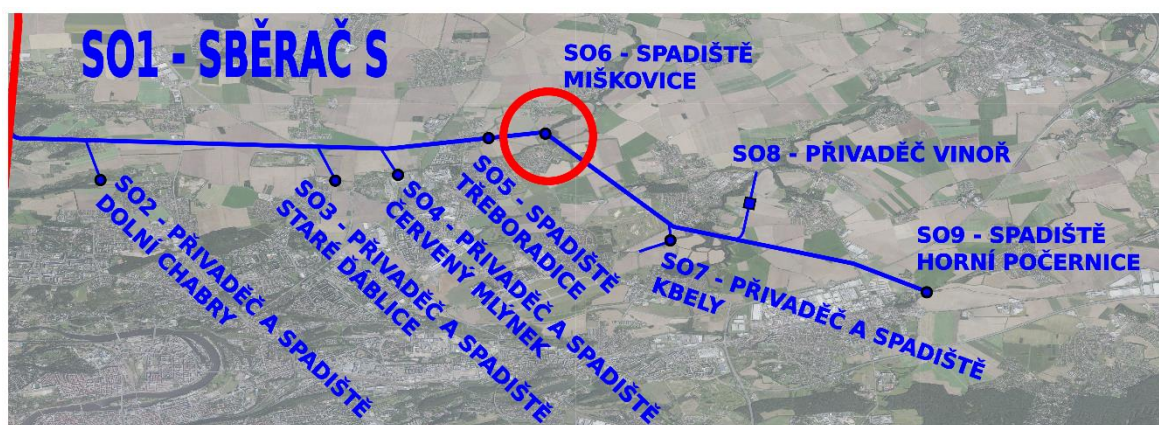


Obr. 5-13 – pohled do spojné šachty před čerpací stanicí na Slaviborském náměstí [zdroj: Lukáš Havlíček]

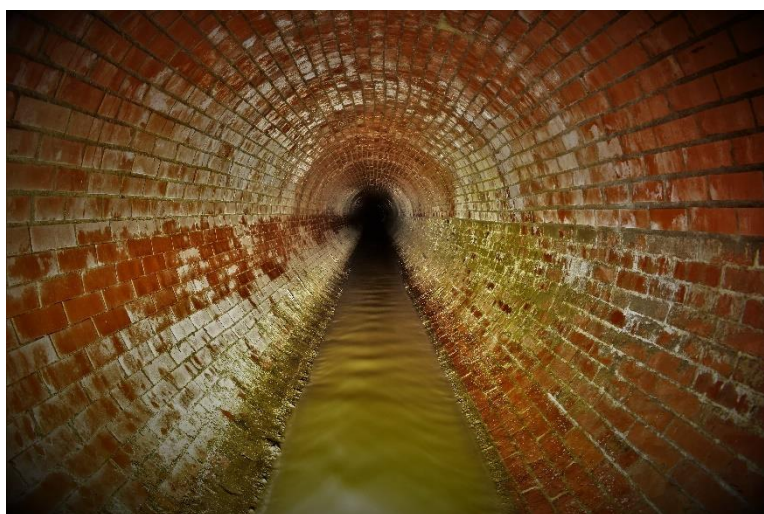
5.4.5 SO6 spadiště Miškovice

Povodí pobočné čistírny odpadních vod v Miškovicích zahrnuje většinu území Letňan (krom novějšího sídliště, které spadá do povodí čerpací stanice Červený mlýnek), Čakovice, Miškovice a výtlačkem napojené Třeboradice. Většina území je odvodněna jednotnou kanalizací. Oddílná kanalizace je v Miškovicích a Třeboradicích. (PVS a. s., 2007; PVK a. s., Kanalizační řády)

Hlavní stoka, na kterou se postupně napojují všechna povodí, začíná na křižovatce ulic Beranových a Opočenská profilem DN 1100 a je zděná. Dále pokračuje ulicí Beranových severním směrem v neměnném profilu až na křižovatku s ulicemi Dudkova a Bechyňská, kde se po napojení stoky DN 600 z ulice Dudkova zvětšuje na profil DN 1450 a pokračuje do ulice Bechyňská. Profil DN 1450 pokračuje ke křižovatce s ulicí Tvrdého, kde se zmenšuje na DN 900. Tímto profilem vede stoka parkem směrem k Prachatické ulici a touto ulicí pak zpět k ulici Beranových. Pod křižovatkou ulic Prachatická a Beranových se profil mění na DN 1000. Pod ulicí Beranových stoka pokračuje severním směrem, prochází areálem bývalé Avie a postupně se zvětšuje na DN 1500. Dále pokračuje ulicí K Avii a stáčí se východním směrem do ulice Cukrovarská. Cukrovarskou stoka pokračuje až ke křižovatce s ulicí Ke Stadionu, kde se nachází spojná komora se stokou DN 1200 přicházející z této ulice. Stoka od spojně komory v profilu DN 1600 pokračuje severním směrem skrze park zámku Čakovice. V parku se zvětšuje na profil DN 1800 a směřuje na oddělovací komoru pod Schoellerovou ulicí. Výpusť do Mratínského potoka je DN 1500 a pokračující stoka DN 800. Stoka za komorou vede podél Mratínského potoka a postupně se zvětšuje až na DN 2000. Na okraji Čakovic, nedaleko od ulice Na Barikádách, se nachází oddělovací komora. Tato komora má výpusť z rámových propustí 1600x1600 mm. Hned za komorou se nachází rozbočná komora s automatizovanými šoupaty. Levá stoka z rozbočné komory vede na odlehčení – vírový separátor – a v běžném režimu je uzavřena. Aktivuje se pouze za deště. Pravá stoka pak pokračuje profilem DN 800 na ČOV Miškovice. Stoka dále sleduje tok Mratínského potoka až na ČOV Miškovice v profilu DN 800 až DN 1100. Nedaleko ČOV se nachází oddělovací komora s oboustranným přelivem – nátok na komoru je DN 1100, pokračující stoka je DN 600 a výpusť pak DN 1200. Přímo na ČOV se pak nachází ještě jedna oddělovací komora.



Obr. 5-14 – umístění stavby na trase sběrače S [vytvořil: Lukáš Havlíček, zdroj ortofotomap: ČÚZK]



Obr. 5-15 – pohled do hlavní stoky DN 1800 u zámku Čakovice [zdroj: Lukáš Havlíček]



Obr. 5-16 – pohled do oddělovací komory na stoce DN 2000 u ulice Na Barikádách [zdroj: Lukáš Havlíček]



Obr. 5-17 – pohled do oddělovací komory na stoce DN 1200 před ČOV Miškovice [zdroj: Lukáš Havlíček]

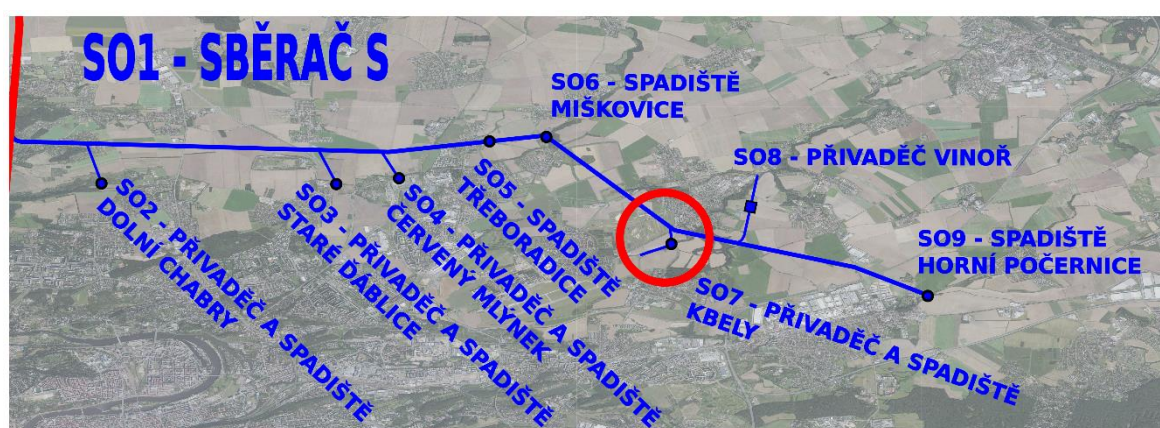
Pro napojení na sběrač S by bylo vybudováno spadiště hloubky 8 m. Spadiště by bylo klasické konstrukce s obtokem DN 400 a spadišťovým prostorem čtvercového profilu. Napojení do sběrače S by bylo provedeno pomocí spojné komory, kde spadiště by bylo v bezprostřední blízkosti. Nátok do spadiště by byl proveden profilem DN 800 ze železobetonových trub s celočedičovým obkladem. Nádrže aktivace ve stávající čistírně lze přebudovat na dešťovou retenční zdrž.

5.4.6 SO7 přivaděč a spadiště Kbely

Kanalizační systém městské části Kbely je spolu s městskou částí Satalice zakončen čistírnou odpadních vod Kbely. V celém povodí se jedná o jednotnou kanalizaci. Pouze malá část Kbel okolo ulic Pod Nouzovem, Dalešická a Herlíkovická má vybudovanou oddílnou kanalizaci, a to z důvodu nutnosti přečerpávání odpadních vod do povodí hlavní stoky. Obdobně je tomu v případě Satalic, kde zástavba kolem ulic Vlasty Buriana, Nového či Rážova má oddílnou kanalizaci z důvodu nutnosti přečerpávání odpadních vod. Na stokové síti se nachází jedna oddělovací komora, a to přímo v areálu ČOV Kbely. Jedná se o boční přeliv, kde odlehčená voda pokračuje do vírového separátoru. Při jeho aktivaci následně voda přepadá do Vinořského potoka. (PVS a. s., 2007; PVK a. s., Kanalizační řády)

Hlavní stoka ze Kbel začíná vtokovým objektem povrchové dešťové stoky odvodňující Vojenské letiště Praha Kbely při ulici Polaneckého. Jedná se o profil DN 1600 ze železobetonových trub. Stoka pokračuje areálem firem až ke garážím při ulici Železnobrodská, kde se nachází výškový stupeň cca 50 cm a mění se profil stoky na DN 1000 z trub Vianini. Tímto profilem pokračuje stoka až k Semilské ulici, kde se mění

profil na DN 1200 z trub Vianini. Neměnný profil zůstává až k Bakovské ulici, kde se profil zvětšuje na DN 1500. Od křižovatky se Žacléřskou ulicí se profil opět mění, a to na DN 1000. Stoka pokračuje Železnobrodskou ulicí až na křižovatku s ulicí Na Ovesníku, kde se po soutoku se stokou DN 800 stáčí do parku a podchází zdvojením 2x DN 600 Vinořský potok. Za podchodem se nachází spojná komora se stokou DN 1000 odvodňující jižní část Kbel. Za spojnou komorou následuje rozbočná komora, a to do dvojice paralelních stok DN 1000 – jedná se o zdvojení původního Kbelského sběrače. Toto zdvojení vede ulicí Semčickou a za křižovatkou s Mladoboleslavskou se v trojramenné spojné komoře spojuje ještě se stokou DN 800 vedoucí z Mladoboleslavské ulice. Výsledný profil je atypický ovál 1600x2000 mm, který se po cca 300 m mění na kruhový DN 1600 vedoucí na ČOV.



Obr. 5-18 – umístění stavby na trase sběrače S [vytvořil: Lukáš Havlíček, zdroj ortofotomap: ČÚZK]



Obr. 5-19 – pohled na trojspojnou komoru nedaleko ulice Mladoboleslavská [zdroj: Lukáš Havlíček]



Obr. 5-20 – pohled na spojnou komoru v areálu ČOV – přímá je stoka DN 1600 ze Kbel, v oblouku se připojuje profilem DN 1200 stoka ze Satalic [zdroj: Lukáš Havlíček]

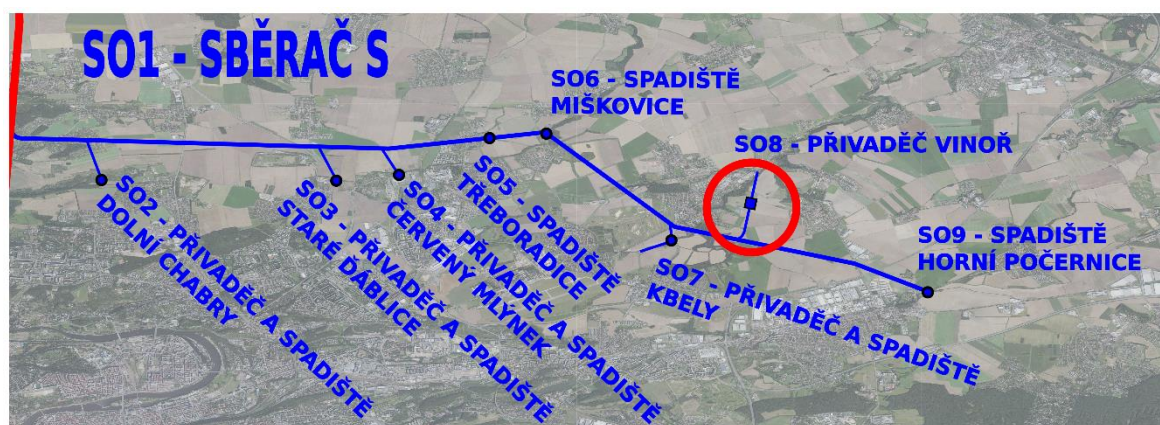
Hlavní stoka ze Satalic začíná profilem DN 400 v ulici K Cihelně v areálu České pošty. Pokračuje ulicemi Pod Garážemi, Zahrádkářů, Za Stodolami, K Rokli, Za Kapličkou a Vinořská, kde dosahuje profilu DN 1000 z trub Vianini. Druhá, hlavní větev, začíná na ulici Budovatelská profilem DN 400 a pokračuje do ulice Za Školou, kde dosahuje rovněž profilu DN 1000 z trub Vianini. Spojení obou stok je v poli. Od spojné komory pokračuje profil DN 1200 až na ČOV.

Pro napojení na sběrač S by se vybuďovala stoka délky 730 m vedoucí z areálu současné ČOV Kbely podél Vnořského potoka až k ulici Vnořská. Tato stoka by byla vybudována v rýze. Současná oddělovací komora a vírový separátor v prostoru ČOV by byly zachovány. Profil pokračující stoky se tak jeví vhodné použít vejčité 700/1250 mm ze železobetonových trub s čedičovou výstélkou do poloviny profilu. U ulice Vnořská by bylo vybudováno spadiště o hloubce 20 m. Spadiště by bylo tvořeno svislou troubou DN 400 pro běžný průtok a troubou DN 800 s tangenciálním náběhem pro dešťový průtok s tlumícím bazénem pod. Od spadiště do sběrače S by vedl přivaděč délky 460 m vybudovaný metodou klasické ražby ve sklonu 2 promile. Jako definitivní ostění budou použity vejčité železobetonové trouby 900/1600 mm s čedičovým obkladem do poloviny výšky profilu a epoxydovým nátěrem vrchní části. Napojení bude provedeno jako klasická spojná komora s hlavní stokou v přímé a vedlejší stokou v oblouku.

5.4.7 SO8 přivaděč Vinoř

Kanalizační systém městské části Vnoř byl vybudován jako oddílný gravitační. Kanalizační systém je spolu s obcemi Radonice a Přezletice (část obce) zakončený čistírnou odpadních vod Vnoř. Avšak stejně jako v předchozích případech vykazuje splašková kanalizace značné přetěžování v období srážkových událostí. Krom srážkových vod se do systému dostává značné množství balastních vod. Srážkové vody jsou zpravidla odváděny po povrchu či dílčími systémy dešťových stok. Souvislé odvodnění dešťovou kanalizací je pouze z lokality sídliště „Vocel“ a okolí. Výsledná dešťová stoka má profil DN 800 a ústí do rybníku Malá Obůrka. Na této stoce byla vybudována rozdělovací komora pro možnost napojení do splaškové stoky. (PVS a. s., 2007; PVK a. s., Kanalizační řády)

V povodí Vnoře jsou vybudovány čtyři čerpací stanice. Z toho dvě – V Obůrkách a Štěpánovská – jsou na hlavní stoce vedoucí na ČOV. Radonice mají dvě čerpací stanice. Přezletice jsou vybaveny v převážné části obce tlakovou kanalizací.



Obr. 5-21 – umístění stavby na trase sběrače S [vytvořil: Lukáš Havlíček, zdroj ortofotomap: ČÚZK]



Obr. 5-22 – pohled na konec výtlaků čerpací stanice Štěpánovská [zdroj: Lukáš Havlíček]



Obr. 5-23 – stoka těsně před ČOV [zdroj: Lukáš Havlíček]

Pro napojení na sběrač S by byl vybudován přivaděč délky 1995 m od areálu stávající ČOV Vinoř vybudovaný metodou klasické ražby ve sklonu 2 promile. Jako definitivní ostění budou použity vejčité železobetonové trouby 900/1600 mm s čedičovým obkladem do poloviny výšky profilu a epoxydovým nátěrem vrchní části. Vzhledem k nepříznivým sklonitostním poměrům, kdy sběrač S vychází výše jak přivaděč od Vinoře, byla by na přivaděči vybudována na staničení 910 m přečerpávací stanice. Tato stanice by čerpala vodu o 27 m výše do pokračování přivaděče ke sběrači S. V případě výpadku elektrického proudu by se voda vzdula štolou zpět a havarijní výpustí by přetékala do Vinořského potoka. Napojení na sběrač S bude provedeno jako klasická spojná komora s hlavní stokou v přímé a vedlejší stokou v oblouku.

Hlavní stoka vedoucí podél Vinořského potoka by byla vybudována nová, plně gravitační o vejčitém profilu 700/1250 mm – tím by došlo ke zrušení čerpací stanice V Obůrkách a Štěpánovská.

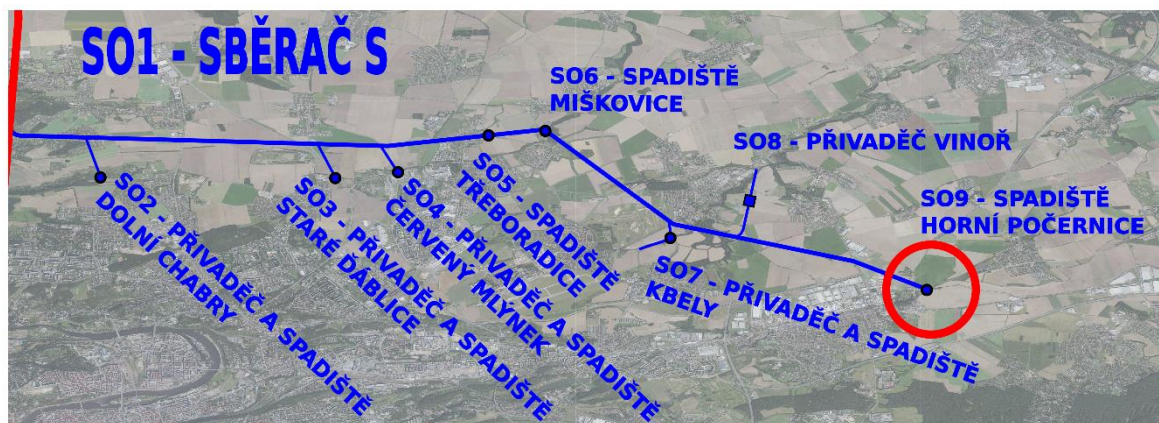
5.4.8 SO9 spadiště Horní Počernice

Kanalizační systém městské části Horní Počernice tvoří dvě povodí – jednak je to povodí čistírny odpadních vod Svěpravice (v blízké budoucnosti bude přepojeno do povodí kmenové stoky F) a jednak čistírny odpadních vod Čertousy. Povodí spadající pro přepojení do sběrače S je tak dáno povodím ČOV Čertousy.

Celé povodí je vybudováno jako jednotná kanalizace – výjimku tvoří průmyslový park položený severně nad tratí, kde je v novější části vybudována kanalizace oddílná. (PVS a. s., 2007; PVK a. s., Kanalizační řády)

Hlavní stoka vede v údolnici ulicí Třebešovská, kde začíná profilem DN 300 a postupně se zvětšuje až na DN 1500 ze železobetonových trub Vianini. Význačné přípojné stoky vedou z ulic Dobšická – DN 700, Komárovské – DN 800 a Ve Žlábku – DN 700. U křižovatky ulic Třebešovská a Tlustého se profil mění na DN 1600 a stoka se stáčí k ulici

Náchodská, kde se do ní zleva připojuje stoka DN 1000 z této ulice. Dále pak stoka v neměnném profilu DN 1600 ze sklolaminátového potrubí Hobas pokračuje do ulice Bártlova. Za železničním koridorem se stoka kvůli nízkému nadloží dělí do dvou paralelních větví o profilu 2x DN 1200. Obě větve pak vcházejí na ČOV Čertousy. Na ČOV se pak připojuje zleva ještě stoka DN 1000 od ulice Na Staré silnici. Po soutoku stok se nachází oddělovací komora – vírový separátor a retenční zdrž.



Obr. 5-24 – umístění stavby na trase sběrače S [vytvořil: Lukáš Havlíček, zdroj ortofotomap: ČÚZK]



Obr. 5-25 – pohled na rozdělovací komoru stoky DN 1600 na 2x DN 1200 [zdroj: Lukáš Havlíček]



Obr. 5-26 – pohled na nátokovou komoru na ČOV [zdroj: Lukáš Havlíček]

Pro napojení na sběrač S by bylo vybudováno spadiště v prostoru současné čistírny. Spadiště by bylo hluboké 15 m. Spadiště by bylo tvořeno svislou troubou DN 400 pro běžný průtok a troubou DN 1200 s tangenciálním náběhem pro dešťový průtok s tlumicím bazénem pod. Tímto spadištěm začíná samotná trasa sběrače S. Stávající oddělovací komora a retenční zdrž by zůstaly zachovány.

6 Výsledky

Práce představila možné řešení budoucího systému odvodnění Prahy a přilehlých obcí, který zajistí bezproblémové gravitační odvádění odpadních vod na novou čistírnu odpadních vod v Hostíně u Vojkovic.

Ústřední čistírna odpadních vod na Císařském ostrově prošla celou řadou intenzifikací a přestaveb. Její rozšiřování je však značně prostorově omezené a čerpání odpadních vod o úroveň výše nehospodárné. V severní části Prahy, kde v posledních letech dochází k masivní zástavbě, se nachází v současné době řada pobočných čistíren odpadních vod a čerpacích stanic. To si vyžádalo opakovanou intenzifikaci či rozšíření čerpacích stanic. Tento stav do budoucna by byl velmi nákladný na provoz, a tak je vhodné vybudovat nové sběrače s gravitačním odváděním odpadních vod v maximální možné míře.

Byly představeny nejrůznější metody budování hluboko uložených stok, z nichž nejmodernější – mechanizovaný razicí štít, by byla použita pro vybudování převážné trasy sběračů.

Celková délka nových sběračů bez přívaděčů činí 38,86 km (z toho 20,43 km zdvojeně). Co do náročnosti výstavby se jedná o ambiciózní projekt, který však z pohledu realizovaných staveb, ať již u nás či ve světě není nereálný a jeho přínos by byl značný.

Terénním průzkumem byla projita veškerá povodí, která by byla napojena do nových stok. Z reálného provedení odkanalizování daných oblastí pak byly brány v potaz zjištěné skutečnosti, které byly zahrnuty do výsledného řešení. Byl brán zřetel na budoucí rozvoj v povodí napojovaných oblastí a napojení proto bylo navrženo v dostačující dimenzi.

Veškeré objekty a stoky byly navrhovány dle poznatků z fungování jiných, podobných staveb a jejich přednosti byly do návrhu zahrnuty. Důraz byl kladen na upřednostňování hydraulicky vhodných profilů, které zároveň maximálně využijí ražený profil štol s minimální spotřebou výplňového materiálu za rub ostění stok. Z hlediska volby materiálů pro vnitřní obklad stok bylo vycházeno z těch, které jsou lety vyzkoušené. V Praze bylo v průběhu historie vyzkoušeno mnoho různých materiálů. Dobrým příkladem je kmenová stoka K a její polymerbetonový obklad, který po více jak čtyřiceti pěti letech nevykazuje sebemenší známku poškození. Dalším takovým příkladem je použití sklolaminátu, kdy v Ruzyni byly v 60. letech minulého století vybudovány dvě paralelní stoky – jedna klasická zděná cihelná a druhá ze sklolaminátu. Od 90. let minulého století se pak úspěšně prosadil obklad z čedičových prvků pro svou mimořádnou mechanickou a chemickou odolnost. Navíc jsou prvky z taveného čediče šetrné k životnímu prostředí, protože jsou nezávadné a dají se snadno recyklovat či druhotně využít.

Zvláštní zřetel byl brán na ne zcela vhodnou koncepci odvodnění v určitých oblastech v podobě oddílné kanalizace, kdy dešťové stoky ve většině případů vykazují značné znečištění a splaškové stoky bývají za srážkových událostí velmi výrazně přetěžovány. Z těchto poznatků bylo zpravidla navrženo řešení v podobě zkapacitnění splaškových stok a vybudování oddělovacích komor na stokách dešťových pro omezení vnosu znečištění do vodních toků. Zároveň by se většina stávajících objektů v podobě čistíren odpadních vod či čerpacích stanic v maximální možné míře využila a přebudovala na retenční zdrže.

Představený návrh na vybudování Hostínského sběrače a sběrače S by byl zajisté značně nákladnou investicí. S ohledem na budoucí minimální nároky na údržbu, velkou úsporu elektrické energie, zlepšení životního prostředí a rozvoj Prahy a okolí však toto řešení dává smysl. Vzhledem ke sklonitostním poměrům sběrače by navíc nová čistírna v Hostíně nepotřebovala přečerpávat vodu mezi jednotlivými technologickými bloky, a tak by byla energeticky soběstačná či v přebytku.

7 Diskuze

Mnou navržené řešení vychází z historických podkladů, kdy se uvažovalo o přemístění čistírny odpadních vod za Prahu, a to v různých variantách. Nejdetailnějším podkladem byla publikace „Čistírna odpadních vod Hostín“ vydaná společností Hydroprojekt v roce 1978. (Hanuš Z., 1978) Pro neexistenci bližších podkladů je celá trasa navržena nově podle současné situace – ať už z hlediska průtoků či z hlediska zástavby na povrchu. Návrh vychází především z vlastního průzkumu, kdy niveleta žlábků koncových úseků hlavních stok z jednotlivých území byla zhruba zaměřena pro potřebu návrhu podélného profilu. Výšky na začátku a konci navrhovaných sběračů byly známy, zatímco jednotlivé přípojovací body byly dopočítávány. Zdrojem informací o nadmořské výšce stok na území Prahy byly vložkové plány. (PVS a. s., 2007) Nadmořské výšky reliéfu byly zjišťovány z datových sad projektu INSPIRE pomocí WMS přístupu v prostředí programu QGIS. (Český úřad zeměměřičský a katastrální, 2023) Pro napojování bočních větví bylo bráno vždy dostatečné převýšení připojované stoky do stoky hlavní z důvodu zamezení zpětného vzduť z hlavní stoky do stoky vedlejší za srážkových událostí. Skutečné provedení stok se často rozcházelo s podklady. Pro potřebu práce jsem bral informace zjištěné přímým průzkumem.

Navrhované metody ražby vycházejí z teoretické části a vlastních poznatků z realizovaných staveb na území České republiky a Prahy. Uvažované postupy jsou brány tak, aby při výstavbě byly minimalizovány dopady na okolí. Pro Hostínský sběrač jsem volil mechanizovaný razicí štít o vnitřním průměru 5500 mm, stejný, jaký se používá pro výstavbu tunelů metra. Z toho plyne výhoda, kdy štít má společné náhradní díly atp. a tudíž je výstavba tunelů s jeho pomocí levnější. (Herrenknecht AG, ©2023) Ostění je navrženo vlastní, vycházející z projektu Tůnel Emisor Oriente, kde bylo po realizaci primárního ostění z dílců TBM realizováno ještě ostění sekundární. (Breuning, 2012; Gonzalez, 2020; Hernandez, 2007)

Pro trasu Hostínského sběrače jsem také vycházel z poznatků o možnostech revize takto velkých stok a došel jsem k závěru, že je vhodné vybudovat zdvojení sběrače. Pro ekonomičnost tohoto řešení by byl druhý tunel vystrojen menším potrubím ze sklolaminátu a zbylý prostor by byl využit pro kolektor. Při návrhu jsem vycházel z publikace „Čistírna odpadních vod Hostín“, kde se toto řešení objevilo také a také z řešení na projektu „Emscher sewage system“ v Německu. (Teichgräber B., Geisler W., Martini G, Althoff H., 2005)

Profily pro dílčí přivaděče jsem volil dle délky a možnosti revidovatelnosti. Pro kratší, propojovací úseky, jsem volil vejčité trouby 900/1600 mm. Pro delší úseky, které by sloužily i jako přístupové štoly do dalších objektů, jsem volil osvědčený, podkovovitý profil, jaký byl použit na sběrači F v Plzni. (Voráčková Z., 2017, archiv INSET)

Co se týče konstrukce spadišť pro napojení do hlubinných sběračů, tak jsem jejich provedení volil z léty prověřených realizovaných konstrukcí. A to sice ze spadiště v ulici

Nad Novou Libní, ze spadišť na sběrači F v Plzni a také z konstrukce klasických spadišť používaných dle podkladů PVS. (Stach V., 2020, Voráčková Z., 2017, archiv INSET)

V povodích, kde se nacházejí oddílné kanalizace bylo v naprosté většině případů zjištěno, že splaškovými stokami odtéká za srážkových událostí i voda dešťová. V případě zástavby starých Ďáblic dochází při srážkových událostech v ulici Chřibská k výronu vody vstupními šachtami na komunikaci. Obdobně je tomu v případě stoky vedoucí ze Suchdola do údolí Únětického potoka. U dalších povodí oddílné kanalizace jsou patrné vodoznaky v šachtách vysoko nad šachtovým dnem. V případě Vnoře, kde z velké části není vybudována dešťová kanalizace a odvodnění je řešeno povrchovým odtokem či povrchem komunikací ze zámkové dlažby, je patrné, že dešťová voda se sice vsakuje do podlahy, ale záhy na to infiltruje do stokového systému splaškové kanalizace. I v bezdeštných obdobích vykazuje odkanalizování Vnoře značné zatížení balastními vodami. U dešťových stok pak byl, opět v naprosté většině případů, pozorován splaškový průtok. Takový stav je zachycen na následujícím obrázku:



Obr. 7-1 pohled do dešťové stoky DN 800 v ulici Chřibská ve starých Ďáblicích a na splaškový průtok [zdroj: Lukáš Havlíček]

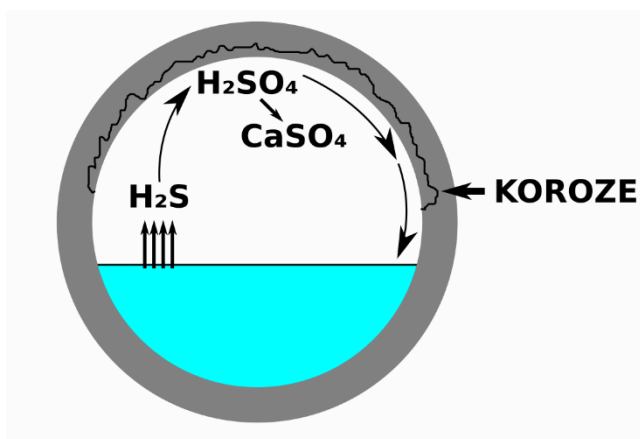
Z těchto poznatků jsem při návrhu bral povodí oddílné splaškové kanalizace do jisté míry jako jednotné a návrhové profily připojení tak byly navrženy s dostatečnou rezervou. U dešťových stok jsem pak uvažoval zřízení oddělovacích komor pro podchycení znečištění. Dešťové stoky jsou totiž značným zdrojem znečištění, neboť u jednotné kanalizace dochází k přepadu do vodního toku až při několikanásobném zvýšení průtoku, a tak běžné srážky pokračují skrze oddělovací komoru na čistírnu, zatímco u dešťové kanalizace se veškerá voda dostává výpustí ven. Tím pádem se smyv z komunikací – odpadky, olej, nafta a jiné kontaminanty okamžitě dostávají do vodotečí. Při dešti malé

intenzity se tento problém ještě násobí vlivem velmi malého naředění. Tento problém lze právě řešit oddělovači na dešťových stokách, kdy malé průtoky budou pokračovat stokou na čištění a větší přepadat do vodních toků.

Spolu s přepojováním jednotlivých povodí by byly upraveny jednotlivé stávající objekty – čistírny či čerpací stanice – na retenční zdrže dešťových vod. V mnohých případech by toho šlo dosáhnout nenáročnou úpravou – například aktivačních nádrží demontáží technologie a vybudováním oplachových sklopek. Přebudování nádrží nepoužívané staré čistírny odpadních vod na retenční zdrž bylo realizováno například pro kmenový sběrač A v Liberci. (Žabková I., 2010) Vybudováním systému retenčních zdrží – v ideálním případě s možností regulace pomocí telemetrie – by bylo možné při mimořádných situacích (únik ropných, chemických látek) zabránit ekologickým haváriím a ochránit tak jak čistírnu, tak životní prostředí. To v souvislosti s vybudováním zmíněných oddělovacích komor na dešťových stokách dává takřka stoprocentní ochranu vodních toků.

V případě, že odvodňované území nelze napojit gravitačně, jsem volil řešení čerpací stanice tak, aby doba zdržení odpadní vody v čerpací stanici i výtlačku byla co nejkratší. Poznatky s problematikou přečerpávání odpadních vod vycházejí přímo ze zájmového území, kde výtlačky z čerpací stanice Červený mlýnek jsou natolik dlouhé a četnost čerpání natolik malá, že dochází ke zdržení odpadní vody ve výtlačích v řádu hodin. To má za následek tvorbu sirovodíku a značné problémy v pokračující gravitační stoce na území Ďáblic. Stoka od konce výtlačů je velmi silně degradovaná vlivem sulfanové koroze. Sulfanová koroze, jak uvádí Nnadi E.O. a Lizarazo-Marriaga J., je způsobena vysrážením sirovodíku na stěně, kde se vytvoří kyselina sírová. Kyselina sírová pak napadá beton za vzniku sádrovce. To způsobuje úbytek materiálu z konstrukce, obnažení a korozi výztuže. (Nnadi E.O., Lizarazo-Marriaga J., 2013)

Princip sulfanové koroze je vyobrazen na následujícím obrázku:



Obr. 7-2 – schéma procesu sulfanové koroze [vytvořil: Lukáš Havlíček]

Pohled na takto poškozenou stoku je na následujícím obrázku:



Obr. 7-3 – pohled na šachtu v ulici Žernosecká na stoce za vyústěním výtlačků z čerpací stanice Červený mlýnek [zdroj: Lukáš Havlíček]

Krom degradace stoky sulfanovou korozi dochází k velmi intenzivnímu zápachu kolem trasy stoky.

Všechna navrhovaná řešení v práci kombinují různé osvědčené metody budování podzemních děl a návrh stok pak vychází z desítky let odzkoušených materiálů použitých v Praze ale i v jiných městech.

8 Závěr

V diplomové práci byly detailně představeny způsoby ražby hluboko uložených stok. Byly probrány jednotlivé typy dočasného a trvalého ostění štol. Byly vybrány zajímavé realizace ze světa a zejména pak z území České republiky. U jednotlivých realizací byly představeny základní technické aspekty díla a metoda, kterou byly vybudovány. Z Pražských realizací byly představeny stavby, které svým charakterem jsou nejbližší zamýšlenému projektu Hostínského sběrače a sběrače S.

Samotný návrh Hostínského sběrače a sběrače S představil trasu sběračů, jejich sklon a návrhový profil. Návrh přivaděčů a dílčích objektů vycházel z detailních terénních průzkumů, které odhalily skutečné provedení stok v dílčích oblastech a odtokové poměry. Průzkumem byly zjištěny rozdílné skutečnosti oproti předpokladu – zejména pak problematika v územích s oddílnou kanalizací. Tyto rozdílné skutečnosti byly zahrnuty do návrhu. Průzkum zahrnoval nejen koncové body, kde by se stoky přepojovaly do nově budovaných sběračů, ale území jako takové v širším kontextu.

Návrh profilu Hostínského sběrače vychází ze získaných předpokladů a kombinuje osvědčené metody a materiály pro výstavbu stok. Jedná se zejména o čedičové prvky, polymerbetonové dílce či sklolaminát. Bylo představeno řešení v podobě vybudování zdvojení Hostínského sběrače pro možnost odklánění vod do druhé větve v případě revize, kdy zároveň druhá větev by byla vybudována jako kolektor pro různé inženýrské sítě – například tepelný napaječ z Mělníka. Do návrhu byl zahrnut prvek, který je často opomíjen, avšak je velmi důležitý, a to je systém ventilace – ventilační komíny Vodochody a Bohnice.

Práce přináší revizi současného stavu v povodí a řeší možnou realizaci projektu přivaděče na novou čistírnu odpadních vod v Hostíně u Vojkovic, o kterém bylo historicky uvažováno za současných podmínek. S rozrůstající se zástavbou v severní části Prahy, a i za obvodem Prahy je otázka řešení kvalitního odkanalizování stále více aktuální.

9 Seznam použitých zdrojů

Aldorf J., Müllerová M., 1984: Inženýrská geologie část I. Ostrava. Vysoká škola báňská v Ostravě. Fakulta hornicko-geologická.

Amiblu Holding GmbH, ©2023: Amiblu GRP pipe solutions for trenchless applications (online). [cit. 2023.26.11] Dostupné z: <<https://www.amiblu.com/trenchless-applications/>>

Archiv INSET s.r.o., kmenová stoka „Y“ „nepublikováno“. Dep.: INSET s.r.o. Lucemburská 1170

Archiv INSET s.r.o., Úhlovský kanalizační sběrač „F“ „nepublikováno“. Dep.: INSET s.r.o. Lucemburská 1170

Archiv SČVK a. s., kanalizační sběrač B. „nepublikováno“. Dep.: SČVK a. s. Sladovnická 1082

Barták J. a Pruška J., 2011: Podzemní stavby. 1. vyd. Praha: ČVUT. 170 s. ISBN 978-80-01-04789-7.

Barták J., 2014: Uživatelská příručka pro mechanizované tunelování v podmínkách ČR. Praha: Česká tunelářská asociace ITA-AITES, Pracovní skupina pro mechanizované tunelování. Dokumenty České tunelářské asociace ITA-AITES. ISBN 978-80-260-5957-8.

Breuning V., 2012: Túnel Emisor Oriente: The biggest Sewage Project in the World. Tunnel 02/2012. s 32-38.

Červený P., 1992: Ražba štoly pro kanalizační sběrač v Mladé Boleslavi. Tunel 23 (02/1992). s 13-18.

České stavební standardy, 2023: Zemní práce -14 - Ražení a hloubení tunelářské (online), [cit. 2023.15.11] Dostupné z: <<https://www.stavebnistandardy.cz/>>

Český úřad zeměměřičský a katastrální, 2023: Geoportál – nadmořská výška (online), [cit. 2023.15.11] Dostupné z: <[https://geoportal.cuzk.cz/\(S\(gestjquwecf3sfzof2qv5j5p\)\)/Default.aspx?lng=CZ&mode=TextMeta&text=INSPIRE_Nadmo_vysk&side=INSPIRE_dSady&menu=420&head_tab=sekce-04-gp](https://geoportal.cuzk.cz/(S(gestjquwecf3sfzof2qv5j5p))/Default.aspx?lng=CZ&mode=TextMeta&text=INSPIRE_Nadmo_vysk&side=INSPIRE_dSady&menu=420&head_tab=sekce-04-gp)>

Český úřad zeměměřičský a katastrální, 2023: Geoportál – ortofoto (online), [cit. 2023.15.11] Dostupné z: <[https://geoportal.cuzk.cz/\(S\(1hv0sciglzkyuq3vicgm1vfo\)\)/Default.aspx?menu=3121&mode=TextMeta&side=wms.verejne&metadataID=CZ-CUZZK-WMS-ORTOFOTO-P&metadataXSL=metadata.sluzba](https://geoportal.cuzk.cz/(S(1hv0sciglzkyuq3vicgm1vfo))/Default.aspx?menu=3121&mode=TextMeta&side=wms.verejne&metadataID=CZ-CUZZK-WMS-ORTOFOTO-P&metadataXSL=metadata.sluzba)>

ČSN 73 3050: Zemné práce. Všeobecné ustanovenia. Vydání neznámé, 1987. 36 s.

ČSN EN 12889: Bezvýkopové provádění stok a kanalizačních přípojek a jejich zkoušení. Praha: Český normalizační institut, 2001. 23 s.

ČSN EN ISO 14689-1: Geotechnický průzkum a zkoušení – Pojmenování a zařďování hornin - Část 1: Pojmenování a popis. Český normalizační institut, 2004. 20 s.

ČVUT v Praze Fakulta stavební, 2014: Prof. Ing. Jiří Barták, DrSc. a kol., Skripta - praktická cvičení ve štole Josef [cit. 2023.15.11] Dostupné z: <https://ceg.fsv.cvut.cz/CEG_site/o-nas/stola-josef/vyuka/skripta-prakticka-cviceni-v-uef-josef>

Dlesek V., 2005: Stavebně konstrukční detaily v obraze: doporučená konstrukční řešení pro projektování a provádění staveb včetně CAD detailů: praktická příručka. Praha: Dashöfer, ISBN 80-86229-99-8.

Đuriš L., 2018: Ražení a vyztužování podzemních a hornických děl (online) [cit. 2023.17.11] Dostupné z: <www.geotechnici.cz/wp-content/uploads/2018/05/Razeni-podzemnich-del.pdf>.

Edogawa River Office, 2020: About the Metropolitan Outer Area Underground Discharge Channel (立坑) [cit. 2023.02.12] Dostupné z: <<https://www.ktr.mlit.go.jp/edogawa/edogawa00576.html> >

Encyclopaedia Britannica, ©2021: Thames Tunnel (online) [cit. 2023.18.11] Dostupné z: <<https://www.britannica.com/place/River-Thames>>

Formánek A., 1995: Podíl Subterra a.s. na dobudování systému odkanalizování Hradce Králové. Tunel 26 (02/1995). s 14-17.

Gonzalez R., 2020: Completing Mexico City's Mixed Ground Mega Tunnel: Emisor Oriente (online) [cit. 2023.02.12] Dostupné z: <https://www.robbinstbm.com/wp-content/uploads/2020/06/NAT2020_TEO_Gonzalez.pdf>

Hanuš Z., 1978: Hostín. Vodohospodářský rozvoj a výstavba Praha. Hydroprojekt Praha. 32 s.

Hernandez R. a Jaime A., 2007: Tunnel Emisor Oriente. Projektová brožura CONAGUA. México: 2007.

Herrenknecht AG, ©2020: Products (online). [cit. 2023.18.11] Dostupné z: <<https://www.herrenknecht.com/en/products/productdetail/gripper-tbm/>>

Herrenknecht AG, ©2023: Products (online). [cit. 2023.18.11] Dostupné z: <<https://www.herrenknecht.com/en/products/productdetail/single-shield-tbm/>>

Herrenknecht AG, ©2023: Products (online). [cit. 2023.18.11] Dostupné z: <<https://www.herrenknecht.com/en/products/productdetail/double-shield-tbm/>>

- Herrenknecht AG, ©2023: Emscher sewage system (online). [cit. 2023.9.12] Dostupné z: <<https://www.herrenknecht.com/en/references/referencesdetail/emscher-sewage-system/>>
- ISEKI Poly-Tech, Inc., ©2023: UNCLEMOLE SUPER (online). [cit. 2023.25.11] Dostupné z: <<http://www.iseki-polytech.com/en/catalog.html>>
- Klepsatel F., Kusý P. a Mařík L., 2003: Výstavba tunelů ve skalních horninách. 1. vyd. Bratislava: Jaga. 215 s., ISBN 80-88905-43-5.
- Klepsatel F., Mařík L., 2005: Městské podzemní stavby. 1. české vyd. Bratislava: Jaga. 285 s., ISBN 80-8076-021-7.
- Liu B., 2023: Intelligent decision-making method of TBM operating parameters based on multiple constraints and objective optimization. Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering. Volume 15, Issue 11. s. 2842-2856.
- Maidl B., Herrenknecht M., Maidl U., Wehrmeyer G., 2012: Mechanised Shield Tunnelling. Berlin: Wilhelm Ernst & Sohn, Verlag für Architektur und technische Wissenschaften GmbH & Co. KG, ISBN:97-83433029-95-4.
- Najafi M., 2013: Trenchless Technology: Planning, Equipment, and Methods. New York, USA: The McGraw-Hill Companies, Inc. 582 s. ISBN 978-0-07-176245-8
- Nnadi E.O., Lizarazo-Marriaga J., 2013: Acid corrosion of plain and reinforced concrete sewage systems. Journal of Materials in Civil Engineering, vol. 25, no. 9, s. 1353-1356.
- Pipelife s. r. o., © 2024: Colebrook-White PF equation (online). [cit. 2023.12.11] Dostupné z: <<https://pip-all-app-tools.azurewebsites.net/ColebrookPF>>
- Plán rozvoje vodovodů a kanalizací Středočeského kraje, 2004: Karta obce CZ021.3206.2111.0482 Kralupy nad Vltavou (online). [cit. 2024.20.1] Dostupné z: <https://gis.kr-stredocesky.cz/dokumenty/ozp/prvkuk_karty/CZ021_0482_01.doc>
- Plán rozvoje vodovodů a kanalizací Středočeského kraje, 2004: Karta obce CZ021.3209.2103.0133 Odolena Voda (online). [cit. 2024.20.1] Dostupné z: <https://gis.kr-stredocesky.cz/dokumenty/ozp/prvkuk_karty/CZ021_0133_01.doc>
- PVK a. s.: Historické plány kmenové stoky A. „nepublikováno“. Dep.: PVK a. s. Ke Kablu 971/1.
- PVK a. s.: Kanalizační řády (online). [cit. 2024.04.02] Dostupné z: <<https://www.pvk.cz/vse-o-vode/odpadni-voda/kanalizacni-rad/>>
- PVK a. s.: kmenová stoka F. „nepublikováno“. Dep.: PVK a. s. Ke Kablu 971/1.
- PVK a. s.: kmenová stoka K. „nepublikováno“. Dep.: PVK a. s. Ke Kablu 971/1.

PVS a. s., 2007: Mapa kanalizační sítě hl. m. Prahy – vložkové plány. „nepublikováno“. Dep.: PVS a. s.

Severočeské vodovody a kanalizace a. s., 2019: Kanalizační řád pro smíšený kanalizační systém města Roztoky (online). [cit. 2024.20.1] Dostupné z: <<https://www.scvk.cz/res/sewerage/Roztoky.pdf> >

Stach V., 2020: Právě se staví – vírové spadiště se spirálovým obtokem Libeň. Nodig. 18-19.

Steinzeug-Keramo, ©2023: Jacking pipes (online). [cit. 2023.25.11] Dostupné z: <<https://www.steinzeug-keramo.com/en-gb/products/pipe-jacking/jacking-pipes/>>

Středočeské vodárny a. s., 2011: Kanalizační řád stokové sítě města Klecany (online). [cit. 2024.20.1] Dostupné z: <<https://www.svas.cz/res/data/049/005520.pdf?seek=5>>

Středočeské vodárny a. s., 2014: Kanalizační řád stokové sítě obce Libčice nad Vltavou (online). [cit. 2024.20.1] Dostupné z: <<https://www.svas.cz/res/archive/1230/124922.pdf?seek=1463482578>>

Středočeské vodárny a. s., 2019: Kanalizační řád stokové sítě města Neratovice (online). [cit. 2024.20.1] Dostupné z: <<https://www.svas.cz/res/archive/1283/231590.pdf?seek=1626343527> >

Šejnoha J., 1993: Minulost a současnost pražské kanalizace. Tunel 24 (02/1993). s 23-25.

Teichgräber B., Althoff H., Elkmann N., 2005: Einsatz von Robotern zur Überwachung von Kanälen – Ferngelenktes Inspektions- und Reinigungssystem für den Abwasserkanal an der Emscher. V: Schriftenreihe Siedlungswasserwirtschaft Bochum

Teichgräber B., Geisler W., Martini G, Althoff H., 2005: Umgestaltung des Emschersystems. 10. Kasseler Siedlungswasser- wirtschaftliches Symposium , Kassel 2005. s141-150.

Tesař J., 1995: Sběrač „Y“ Ústí nad Labem. Tunel 26 (04/1995). s 8-9.

Tunneling Journal North America, ©2023: Tunnelling Journal June/July 2018 (online). [cit. 2023.02.12] Dostupné z: <<https://tunnellingjournal.com/archive/tunnelling-journal-june-july-2018/?highlight=TEO+geology&whatPage=78>>

Vodovody a kanalizace Hradec Králové a.s., 2019: Kanalizační řád Hradec Králové, 35s.

Voráčková Z., 2017: Plán rozvoje vodovodů a kanalizací Plzeňského kraje, Vnitřní Město (karta obce: CZ032_0296_08_N)

Zakládání staveb a. s., ©2023: Trysková injektáž (online) [cit. 2023.25.11] Dostupné z: <<https://zakladani.cz/cs/vyrobni-program/technologie/tryskova-injektaz-3>>

Zákon č. 61/1988 Sb., zákon České národní rady o hornické činnosti, výbušninách a o státní báňské správě, v platném znění.

Žabková I., 2010: Ukončení rekonstrukce ČOV Liberec (online) [cit. 2024.20.02]
Dostupné z: <<https://www.scvk.cz/res/archive/008/001024.pdf> >

10 Seznam obrázků

Obr. 2-1 – z terénního průzkumu [zdroj: Lukáš Havlíček].....	12
Obr. 3-1 – pohled do štol v suché hornině [zdroj: Lukáš Havlíček].....	16
Obr. 3-2 – pohled na přeražbu stoky v ulici Prokopova klasickou ražbou [zdroj: Lukáš Havlíček].....	17
Obr. 3-3 – rozdíl mezi tvarem výztuže typu K a TH [Dlesek V., 2005: Stavebně konstrukční detaily v obraze: doporučená konstrukční řešení pro projektování a provádění staveb včetně CAD detailů: praktická příručka. Praha: Dashöfer, ISBN 80-86229-99-8.].....	18
Obr. 3-4 – pohled na ostění z betonových tvárnic – vodovodní štola Radejčín [zdroj: Lukáš Havlíček].....	19
Obr. 3-5 – pohled na ostění z betonových segmentů – kanalizační sběrač Mladá Boleslav – třída Václava Klementa [zdroj: Lukáš Havlíček]	19
Obr. 3-6 – pohled na ostění ze stříkaného betonu – kanalizační štola Nové Spolí (Český Krumlov) [zdroj: Lukáš Havlíček]	20
Obr. 3-7 – schéma postupu budování štol za pomoci tryskové injektáže [Zakládání staveb a. s., ©2023: Trysková injektáž (online) [cit. 2023.25.11] Dostupné z: < https://zakladani.cz/cs/vyrobni-program/technologie/tryskova-injektaz-3 >].....	20
Obr. 3-8 – pohled na kanalizační sběrač C provedný nemechanizovaným štítem v Brně – Řečkovících [zdroj: Lukáš Havlíček]	23
Obr. 3-9 – pohled na nemechanizovaný štít při budování přeložky Hradební stoky v Praze v ulici Na Florenci [zdroj: Lukáš Havlíček]	23
Obr. 3-10 – pohled na vrtaný vodovodní tunel Bedřichov – Liberec DN 2650 štítem Demag v neporušené hornině – liberecké žule [zdroj: Lukáš Havlíček]	24
Obr. 3-11 – řez TBM s dvojitým štítem [Herrenknecht AG, ©2023: Products (online). [cit. 2023.18.11] Dostupné z: < https://www.herrenknecht.com/en/products/productdetail/double-shield-tbm/ >]	25
Obr. 3-12 – pohled do vnitřku razícího štítu a na umístění naváděcího štítku [zdroj: Lukáš Havlíček].....	27
Obr. 3-13 – pohled na protlačování kameninových trub stoky na Kamýčké ulici [zdroj: Lukáš Havlíček].....	28
Obr. 3-14 – pohled na železobetonovou troubu s celočedičovým obkladem na stavbě protlaku sběrače H2 v Běchovicích [zdroj: Lukáš Havlíček]	28
Obr. 3-15 – pohled na sklolaminátovou troubu stoky C-03 vybudované mikrotuneláží pod Královským letohrádkem [zdroj: Lukáš Havlíček].....	28
Obr. 3-16 – podélný řez geologií tunelu TEO [Tunneling Journal North America, ©2023: Tunnelling Journal June/July 2018 (online). [cit. 2023.02.12] Dostupné z: < https://tunnellingjournal.com/archive/tunnelling-journal-june-july-2018/?highlight=TEO+geology&whatPage=78 >].....	30
Obr. 3-17 – podélný profil sběrače Emscher [Teichgräber B., Geisler W., Martini G, Althoff H., 2005: Umgestaltung des Emschersystems. 10. Kasseler Siedlungswasser- wirtschaftliches Symposium , Kassel 2005. s141-150.]	31
Obr. 3-18 – schématický podélný profil sběrače a jednotlivé části štol [vytvořil: Lukáš Havlíček].....	32

Obr. 3-19 – pohled do štolý sběrače B a na rozrážku přítoku [zdroj: Lukáš Havlíček]	33
Obr. 3-20 – pohled na typickou šachtu na sběrači B [zdroj: Lukáš Havlíček]	33
Obr. 3-21 – charakteristický příčný řez sběrače F [INSET s.r.o.: Úhlovský kanalizační sběrač, „nepublikováno“. Dep.: INSET s.r.o. Lucemburská 1170/7]	34
Obr. 3-22 - pohled na napojení přivaděče Hradiště na hlavní štolu [zdroj: Lukáš Havlíček] ..	35
Obr. 3-23 – pohled na spadiště přípojné stoky do sběrače [zdroj: Lukáš Havlíček]	35
Obr. 3-24 – schéma sítě a hlubinného sběrače [Vodovody a kanalizace Hradec Králové a.s., 2019: Kanalizační řád Hradec Králové, 35s.]	36
Obr. 3-25 – pohled do spadiště s tangenciálním nátokem stoky C [zdroj: Lukáš Havlíček]	37
Obr. 3-26 – pohled na vstupní schodiště do štolý [zdroj: Lukáš Havlíček]	37
Obr. 3-27 – podélný profil kmenové stoky „Y“ [Tesař J., 1995: Sběrač „Y“ Ústí nad Labem. Tunel 26 (04/1995). s 8-9.]	39
Obr. 3-28 – úsek kmenové stoky v hornině bez ostění – pod Mariánskou skálou [zdroj: Lukáš Havlíček]	40
Obr. 3-29 – vstupní šachta 17 a betonové ostění [zdroj: Lukáš Havlíček]	40
Obr. 3-30 - podélný profil štolý pod Letnou [PVK a. s.: Historické plány kmenové stoky A. „nepublikováno“. Dep.: PVK a. s. Ke Kablu 971/1.]	42
Obr. 3-31 – pohled do štolý pod Letnou [zdroj: Lukáš Havlíček]	42
Obr. 3-32 – pohled do Petřínské štolý o průměru 3600 mm; na bocích a stropě jsou patrné dílce s otvory pro vyplnění okolí dílců betonem [zdroj: Lukáš Havlíček]	43
Obr. 3-33 – z výstavby kmenové stoky F [Šejnoha J., 1993: Minulost a současnost pražské kanalizace. Tunel 24 (02/1993). s 23-25.]	44
Obr. 3-34– vzorový příčný řez stoky F [Šejnoha J., 1993: Minulost a současnost pražské kanalizace. Tunel 24 (02/1993). s 23-25.]	45
Obr. 3-35 – pohled do kmenové stoky F U Kříže [zdroj: Lukáš Havlíček]	45
Obr. 4-1 – umístění návrhu Hostínského sběrače a sběrače S na ortofotomapě [vytvořil: Lukáš Havlíček, zdroj ortofotomap: Český úřad zeměměřičský a katastrální, 2023: Geoportál – ortofoto (online), [cit. 2023.15.11] Dostupné z: < https://geoportal.cuzk.cz/(S(1hv0sciglzkyuq3vicgm1vfo))/Default.aspx?menu=3121&mode=TextMeta&side=wms.verejne&metadataID=CZ-CUZZK-WMS-ORTOFOTO-P&metadataXSL=metadata.sluzba >]	46
Obr. 4-2 – podélný profil sběrače [vytvořil: Lukáš Havlíček]	47
Obr. 4-3 – návrhový profil ve staničení 0,0 km až 0,375 km [vytvořil: Lukáš Havlíček]	48
Obr. 4-4 – pohled na stávající tlamový profil (v současnosti slouží jako kmenová stoka F tekoucí opačným směrem) [zdroj: Lukáš Havlíček]	49
Obr. 4-5 – příčný řez oběma tunely [vytvořil: Lukáš Havlíček]	49
Obr. 4-6– boční řez komorou napojení přivaděče na Hostínský sběrač [vytvořil: Lukáš Havlíček]	50
Obr. 4-7 – půdorys komory napojení přivaděče na Hostínský sběrač [vytvořil: Lukáš Havlíček]	50
Obr. 4-8 – pohled z nátoky vejčité stoky zděné cihelné do oddělovací komory a na pokračující stoku ze železobetonových trub Vianini [zdroj: Lukáš Havlíček]	51
Obr. 4-9 – pohled do výpusti tlamového profilu [zdroj: Lukáš Havlíček]	51

Obr. 4-10 – schematický podélný profil přivaděče Kralupy [vytvořil: Lukáš Havlíček].....	52
Obr. 4-11 – průběh stoky na ortofotomapě s vyznačením ČS Zlosyň [vytvořil: Lukáš Havlíček, zdroj ortofotomap: Český úřad zeměměřičský a katastrální, 2023: Geoportál – ortofoto (online), [cit. 2023.15.11] Dostupné z: < https://geoportal.cuzk.cz/(S(1hv0sciglzkuyuq3vicgm1vfo))/Default.aspx?menu=3121&mode=TextMeta&side=wms.verejne&metadataID=CZ-CUZZK-WMS-ORTOFOTO-P&metadataXSL=metadata.sluzba >]	
.....	53
Obr. 4-12 – pohled do oddělovací komory kmenové stoky na ulici Mládežnická [zdroj: Lukáš Havlíček].....	53
Obr. 4-13 - pohled na atypickou spojnou komoru stok DN 800 a DN 600 při ulici Velkoveská [zdroj: Lukáš Havlíček]	54
Obr. 4-14 – pohled na přepadovou hranu vírového separátoru [zdroj: Lukáš Havlíček]	54
Obr. 4-15 – pohled na spadiště s tangenciálním obtokem v ulici Nad Novou Libní [zdroj: Lukáš Havlíček].....	55
Obr. 4-16 – umístění spadiště a přivaděče na ortofotomapě [vytvořil: Lukáš Havlíček, zdroj ortofotomap: Český úřad zeměměřičský a katastrální, 2023: Geoportál – ortofoto (online), [cit. 2023.15.11] Dostupné z: < https://geoportal.cuzk.cz/(S(1hv0sciglzkuyuq3vicgm1vfo))/Default.aspx?menu=3121&mode=TextMeta&side=wms.verejne&metadataID=CZ-CUZZK-WMS-ORTOFOTO-P&metadataXSL=metadata.sluzba >]	
.....	55
Obr. 4-17 – pohled do hlavní dešťové stoky (dříve výpusti) DN 1400 – patrný splaškový průtok [zdroj: Lukáš Havlíček].....	56
Obr. 4-18 – pohled na vzájemné křížení stok a netěsnosti splaškové stoky křížící stoku dešťovou [zdroj: Lukáš Havlíček]	56
Obr. 4-19– umístění přivaděče na ortofotomapě [vytvořil: Lukáš Havlíček, zdroj ortofotomap: Český úřad zeměměřičský a katastrální, 2023: Geoportál – ortofoto (online), [cit. 2023.15.11] Dostupné z: < https://geoportal.cuzk.cz/(S(1hv0sciglzkuyuq3vicgm1vfo))/Default.aspx?menu=3121&mode=TextMeta&side=wms.verejne&metadataID=CZ-CUZZK-WMS-ORTOFOTO-P&metadataXSL=metadata.sluzba >]	
.....	57
Obr. 4-20 – vzorový příčný řez štolou [vytvořil: Lukáš Havlíček]	58
Obr. 4-21– vstupní šachta s odvětrávacím komínem Vodochody [vytvořil: Lukáš Havlíček]	58
Obr. 4-22 – pohled do spojné šachty hlavní stoky a stoky z oblasti kolem ulic Na Vinici, Na Hradišti a U Háje [zdroj: Lukáš Havlíček]	59
Obr. 4-23 – pohled do oddělovací komory – přeliv je tvořen mělkým žlábkem a plechovou hranou [zdroj: Lukáš Havlíček]	60
Obr. 4-24– umístění přivaděče na ortofotomapě [vytvořil: Lukáš Havlíček, zdroj ortofotomap: Český úřad zeměměřičský a katastrální, 2023: Geoportál – ortofoto (online), [cit. 2023.15.11] Dostupné z: < https://geoportal.cuzk.cz/(S(1hv0sciglzkuyuq3vicgm1vfo))/Default.aspx?menu=3121&mode=TextMeta&side=wms.verejne&metadataID=CZ-CUZZK-WMS-ORTOFOTO-P&metadataXSL=metadata.sluzba >]	
.....	60
Obr. 4-25 – pohled na jeden ze skluzů na kmenové stoce [zdroj: Lukáš Havlíček].....	61
Obr. 4-26– pohled do dešťové stoky – patrný splaškový průtok [zdroj: Lukáš Havlíček].....	62

Obr. 4-27 – pohled na oddělovací komoru – vlevo je přítok z oddělovače na dešťové stoce – DN 400 kamenina [zdroj: Lukáš Havlíček]	62
Obr. 4-28 – umístění přivaděče na ortofotomapě [vytvořil: Lukáš Havlíček, zdroj ortofotomap: Český úřad zeměměřičský a katastrální, 2023: Geoportál – ortofoto (online), [cit. 2023.15.11] Dostupné z: < https://geoportal.cuzk.cz/(S(1hv0sciglzkyuq3vicgm1vfo))/Default.aspx?menu=3121&mode=TextMeta&side=wms.verejne&metadataID=CZ-CUZZK-WMS-ORTOFOTO-P&metadataXSL=metadata.sluzba >]	63
Obr. 4-29 – vzorový příčný řez štolou [vytvořil: Lukáš Havlíček]	63
Obr. 4-30 – pohled na trojici nátoků, na přelivnou hranu z hradících prvků a na odlehčovací stoku [zdroj: Lukáš Havlíček]	64
Obr. 4-31 – pohled na škrťací trať se šoupětem a na odlehčovací stoku [zdroj: Lukáš Havlíček]	65
Obr. 4-32 – pohled na nátok stoky 600/1100 mm [zdroj: Lukáš Havlíček]	65
Obr. 4-33 – pohled na pokračující a odlehčovací stoku [zdroj: Lukáš Havlíček]	66
Obr. 4-34 – umístění přivaděče na ortofotomapě [vytvořil: Lukáš Havlíček, zdroj ortofotomap: Český úřad zeměměřičský a katastrální, 2023: Geoportál – ortofoto (online), [cit. 2023.15.11] Dostupné z: < https://geoportal.cuzk.cz/(S(1hv0sciglzkyuq3vicgm1vfo))/Default.aspx?menu=3121&mode=TextMeta&side=wms.verejne&metadataID=CZ-CUZZK-WMS-ORTOFOTO-P&metadataXSL=metadata.sluzba >]	67
Obr. 4-35 – schéma lapáku štěrku a rozbočné komory [vytvořil: Lukáš Havlíček]	68
Obr. 5-1 – umístění návrhu sběrače S na ortofotomapě [vytvořil: Lukáš Havlíček, zdroj ortofotomap: Český úřad zeměměřičský a katastrální, 2023: Geoportál – ortofoto (online), [cit. 2023.15.11] Dostupné z: < https://geoportal.cuzk.cz/(S(1hv0sciglzkyuq3vicgm1vfo))/Default.aspx?menu=3121&mode=TextMeta&side=wms.verejne&metadataID=CZ-CUZZK-WMS-ORTOFOTO-P&metadataXSL=metadata.sluzba >]	69
Obr. 5-2 – podélný profil sběrače [vytvořil: Lukáš Havlíček]	70
Obr. 5-3 – železobetonové vejčité trouby [zdroj: Lukáš Havlíček]	71
Obr. 5-4 – umístění stavby na trase sběrače S [vytvořil: Lukáš Havlíček, zdroj ortofotomap: Český úřad zeměměřičský a katastrální, 2023: Geoportál – ortofoto (online), [cit. 2023.15.11] Dostupné z: < https://geoportal.cuzk.cz/(S(1hv0sciglzkyuq3vicgm1vfo))/Default.aspx?menu=3121&mode=TextMeta&side=wms.verejne&metadataID=CZ-CUZZK-WMS-ORTOFOTO-P&metadataXSL=metadata.sluzba >]	72
Obr. 5-5 – pohled do hlavní stoky DN 400 a na přítok DN 300 v ulici K Drahaní – 400 m před nátokem na ČOV [zdroj: Lukáš Havlíček]	73
Obr. 5-6 – umístění stavby na trase sběrače S [vytvořil: Lukáš Havlíček, zdroj ortofotomap: Český úřad zeměměřičský a katastrální, 2023: Geoportál – ortofoto (online), [cit. 2023.15.11] Dostupné z: < https://geoportal.cuzk.cz/(S(1hv0sciglzkyuq3vicgm1vfo))/Default.aspx?menu=3121&mode=TextMeta&side=wms.verejne&metadataID=CZ-CUZZK-WMS-ORTOFOTO-P&metadataXSL=metadata.sluzba >]	74
Obr. 5-7 – pohled do retenční stoky DN 2000 [zdroj: Lukáš Havlíček]	74

Obr. 5-8 – pohled do hlavní stoky v ulici Chřibská, vlevo přítok z ulice U Chaloupek [zdroj: Lukáš Havlíček].....	75
Obr. 5-9 – umístění stavby na trase sběrače S [vytvořil: Lukáš Havlíček, zdroj ortofotomap: Český úřad zeměměřičský a katastrální, 2023: Geoportál – ortofoto (online), [cit. 2023.15.11] Dostupné z: < https://geoportal.cuzk.cz/(S(1hv0sciglzkyuq3vicgm1vfo))/Default.aspx?menu=3121&mode=TextMeta&side=wms.verejne&metadataID=CZ-CUZZK-WMS-ORTOFOTO-P&metadataXSL=metadata.sluzba >]	76
Obr. 5-10 – začátek profilu DN 800 nedaleko křižovatky ulic Tupolevova a Veselská [zdroj: Lukáš Havlíček].....	76
Obr. 5-11 – šachta na hlavní stoce DN 600 těsně před čerpací stanicí Červený mlýnek [zdroj: Lukáš Havlíček].....	77
Obr. 5-12 – umístění stavby na trase sběrače S [vytvořil: Lukáš Havlíček, zdroj ortofotomap: Český úřad zeměměřičský a katastrální, 2023: Geoportál – ortofoto (online), [cit. 2023.15.11] Dostupné z: < https://geoportal.cuzk.cz/(S(1hv0sciglzkyuq3vicgm1vfo))/Default.aspx?menu=3121&mode=TextMeta&side=wms.verejne&metadataID=CZ-CUZZK-WMS-ORTOFOTO-P&metadataXSL=metadata.sluzba >]	78
Obr. 5-13 – pohled do spojné šachty před čerpací stanicí na Slaviborském náměstí [zdroj: Lukáš Havlíček].....	78
Obr. 5-14 – umístění stavby na trase sběrače S [vytvořil: Lukáš Havlíček, zdroj ortofotomap: Český úřad zeměměřičský a katastrální, 2023: Geoportál – ortofoto (online), [cit. 2023.15.11] Dostupné z: < https://geoportal.cuzk.cz/(S(1hv0sciglzkyuq3vicgm1vfo))/Default.aspx?menu=3121&mode=TextMeta&side=wms.verejne&metadataID=CZ-CUZZK-WMS-ORTOFOTO-P&metadataXSL=metadata.sluzba >]	80
Obr. 5-15 – pohled do hlavní stoky DN 1800 u zámku Čakovice [zdroj: Lukáš Havlíček].....	80
Obr. 5-16 – pohled do oddělovací komory na stoce DN 2000 u ulice Na Barikádách [zdroj: Lukáš Havlíček].....	80
Obr. 5-17 – pohled do oddělovací komory na stoce DN 1200 před ČOV Miškovice [zdroj: Lukáš Havlíček].....	81
Obr. 5-18 – umístění stavby na trase sběrače S [vytvořil: Lukáš Havlíček, zdroj ortofotomap: Český úřad zeměměřičský a katastrální, 2023: Geoportál – ortofoto (online), [cit. 2023.15.11] Dostupné z: < https://geoportal.cuzk.cz/(S(1hv0sciglzkyuq3vicgm1vfo))/Default.aspx?menu=3121&mode=TextMeta&side=wms.verejne&metadataID=CZ-CUZZK-WMS-ORTOFOTO-P&metadataXSL=metadata.sluzba >]	82
Obr. 5-19 – pohled na trojspojnovou komoru nedaleko ulice Mladoboleslavská [zdroj: Lukáš Havlíček].....	82
Obr. 5-20 – pohled na spojnovou komoru v areálu ČOV – přímá je stoka DN 1600 ze Kbel, v oblouku se připojuje profilem DN 1200 stoka ze Satalic [zdroj: Lukáš Havlíček].....	83

Obr. 5-21 – umístění stavby na trase sběrače S [vytvořil: Lukáš Havlíček, zdroj ortofotomap: Český úřad zeměměřičský a katastrální, 2023: Geoportál – ortofoto (online), [cit. 2023.15.11] Dostupné z: < https://geoportal.cuzk.cz/(S(1hv0sciglzkyyuq3vicgm1vfo))/Default.aspx?menu=3121&mode=TextMeta&side=wms.verejne&metadataID=CZ-CUZZK-WMS-ORTOFOTO-P&metadataXSL=metadata.sluzba >]	84
Obr. 5-22 – pohled na konec výtlaků čerpací stanice Štěpánovská [zdroj: Lukáš Havlíček]...	84
Obr. 5-23 – stoka těsně před ČOV [zdroj: Lukáš Havlíček].....	85
Obr. 5-24 – umístění stavby na trase sběrače S [vytvořil: Lukáš Havlíček, zdroj ortofotomap: Český úřad zeměměřičský a katastrální, 2023: Geoportál – ortofoto (online), [cit. 2023.15.11] Dostupné z: < https://geoportal.cuzk.cz/(S(1hv0sciglzkyyuq3vicgm1vfo))/Default.aspx?menu=3121&mode=TextMeta&side=wms.verejne&metadataID=CZ-CUZZK-WMS-ORTOFOTO-P&metadataXSL=metadata.sluzba >]	86
Obr. 5-25 – pohled na rozdělovací komoru stoky DN 1600 na 2x DN 1200 [zdroj: Lukáš Havlíček].....	86
Obr. 5-26 – pohled na nátokovou komoru na ČOV [zdroj: Lukáš Havlíček].....	87
Obr. 7-1 pohled do dešťové stoky DN 800 v ulici Chřibská ve starých Ďáblicích a na splaškový průtok [zdroj: Lukáš Havlíček].....	91
Obr. 7-2 – schéma procesu sulfanové koroze [vytvořil: Lukáš Havlíček]	92
Obr. 7-3 – pohled na šachtu v ulici Žernosecká na stoce za vyústěním výtlaků z čerpací stanice Červený mlýnek [zdroj: Lukáš Havlíček].....	93