ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ
FAKULTA STAVEBNÍ
Katedra technologie staveb

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Rekonstrukce veřejných prostorů sídel – obtížné podmínky jejich řešení a realizace

Bc. Ondřej Sopr

2019

Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Petr Šrytr, CSc.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem předkládanou bakalářskou práci vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

V Praze dne ....

podpis

Poděkování

Rád bych tímto poděkoval svému vedoucímu panu doc. Ing. Petrovi Šrytrovi za jeho konzultace a odborné rady, které vedly ke vzniku a úspěšnému dokončení práce. Chtěl bych poděkovat taktéž své rodině, bez které bych neměl možnost studovat.

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
Fakulta stavební
Thákurova 7, 166 29 Praha 6

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Sopr Jméno: Ondřej Osobní číslo: 410195

Zadávající katedra: Katedra technologie staveb

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Příprava, realizace a provoz staveb

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Rekonstrukce veřejných prostorů sídel - obtížné podmínky jejich řešení a realizace

Název diplomové práce anglicky: Recontruction of public spaces - difficult conditions for ther design and realization

Pokyny pro vypracování:
Zaměření DP bude orientováno především na obnovu inženýrských sítí pod úrovní povrchu veřejného prostoru sídel s konkrétním zaměřením na investiční akci "Stavební úpravy ul. Budějovická v Táboře". DP nabídne celkové zpřehledění problematiky a možnosti řešení vyskytujících se problémů v komplikovaných podmínkách. Pro zpracování DP budou využity disponibilní podklady, včetně ÚPP a ÚPD či případových studií atd. Problematika řešení veřejných prostor měst a obcí je dnes kkomplikovanější aktuálními i dále se vyvýjejícími podmínkami a je proto nezbytné volit adekvátní formy řešení včetně uplatnění sdružených či kombinovaných tras IS. V případě Tábora pak je nezbytné též přihlédnout ke koncepci řešení IS v historickém centru Tábora a jeho dalších částech.

Seznam doporučené literatury:
Městské inženýrství 1 a 2 (Šrytr a kol., Academia, 1998 a 2001),
Městské inženýrství , Stavební kniha 2011 (kol. autorů, ČKAIT, 2011),
Kolektory pro městské a průmyslové sítě (Chlost, J., VÚPS, Praha, 1972), atd.

Jméno vedoucího diplomové práce: doc. Ing. Petr Šrytr, CSc.

Datum zadání diplomové práce: 2.10.2018 Termín odevzdání diplomové práce: 6.1.2019
Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku

[redacted]
Podpis vedoucího práce

[redacted]
Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

2. 10. 2018
Datum převzetí zadání

[redacted]
Podpis studenta(ky)

Anotace

Název:	Rekonstrukce veřejných prostorů sídel – obtížné podmínky jejich řešení a realizace
Anotace:	Diplomová práce je zaměřena na problematiku rozvoje prvků technické infrastruktury ve veřejném prostoru sídel, zejména na obnovu inženýrských sítí v obtížných podmínkách intravilánu měst a obcí. Klíčovými jsou v tomto ohledu strategické dokumenty rozvoje sídel, především pak územně plánovací podklady a dokumentace, které dnes často nezajišťují splnění požadavku trvale udržitelného stavu a rozvoje technické infrastruktury. Metodický postup vyhodnocení a tvorby systémové koncepce rozvoje technické infrastruktury je demonstrován na příkladu správního území města Tábora.
Klíčová slova:	rekonstrukce, veřejný prostor, inženýrské sítě, bezvýkopové technologie, udržitelný stav a rozvoj

Annotation

Title of the diploma thesis:	Reconstructions of public spaces – difficult conditions for their design and realization
Annotation:	The diploma thesis is focused on the development of elements of the technical infrastructure in public spaces, especially on reconstructions of technical utilities in difficult conditions of the built-up areas of towns and cities. Key factors in this regard are strategic documents of urban development, particularly documents of spatial planning which often fail to meet the requirement of sustainable development of the technical infrastructure. The evaluation and design procedure of the development concept of the technical infrastructure is demonstrated on the example of the town of Tábor administrative territory.
Keywords:	reconstruction, public space, technical utilities, trenchless technologies, sustainable development

OBSAH

ÚVOD **10**

1 ÚZEMNÍ PLÁNOVÁNÍ TECHNICKÉHO VYBAVENÍ SÍDEL **12**

1.1 POPIS TÁBORA A VYMEZENÍ ŘEŠENÉHO ÚZEMÍ 13

1.2 PŘEHLED A ZHODNOCENÍ STAVU ÚZEMNĚ PLÁNOVACÍCH PODKLADŮ A DOKUMENTACE 15

1.2.1 Koncepce zásobování vodou 16

1.2.2 Koncepce nakládání s dešťovými vodami 16

1.2.3 Koncepce odkanalizování 17

1.2.4 Koncepce zásobování energiemi 18

1.2.4.1 Koncepce zásobování elektrickou energií 18

1.2.4.2 Koncepce zásobování zemním plynem 19

1.2.4.3 Koncepce centrálního zásobování teplem 19

1.2.5 Koncepce telekomunikační obsluhy 20

1.2.6 Koncepce nakládání s odpady 20

1.2.7 Dílčí závěr a doporučení 21

1.3 MĚSTSKÉ INŽENÝRSTVÍ A JEHO ÚLOHA 21

1.3.1 Sdružené trasy vedení technického vybavení 23

1.3.2 Perspektivní technologie nové instalace a obnovy IS 24

1.3.3 Facility management IS 25

1.4 NÁVRH SYSTÉMOVÉ KONCEPCE ROZVOJE TI 26

1.4.1 Kopané trasy IS 29

1.4.1.1 Instalace IS s uplatněním BT pluhování 31

1.4.1.2 Instalace IS s uplatněním BT horizontálně řízeného vrtání 33

1.4.2 Sdružené trasy IS s využitím historických podzemních chodeb; nedokončený projekt kolektorizace z období 70. a 80. let 20. stol. v historickém centru Tábora 35

1.4.3 Kolektory 38

1.4.3.1 Hlubinné kolektory 38

1.4.3.2 Kolektor pod povrchem terénu veřejného prostoru . 42

1.4.4 Shora přístupné technické podpovrchové kanály 43

1.4.5 Univerzální tvárnicové trati (řešení navržené ve SPB) 46

1.4.6 Transformace jednotné kanalizační sítě na oddílnou užitím BT 47
1.4.6.1 Close-fit lining 48
1.4.6.2 Berstlining 50
1.4.7 IS 4. kategorie 51
1.4.7.1 Sdružené trasy IS 4. kategorie 51
1.4.7.2 Společné trasy IS 4. kategorie pro více objektů 52
1.4.7.3 BT nové instalace IS 4. kategorie 53
1.4.8 Hodnotová analýza 55
1.4.8.1 Výběr hodnotících kritérií 55
1.4.8.2 Zohlednění důležitosti hodnotících kritérií 57
1.4.8.3 Ohodnocení variantních řešení podle hodnotících kritérií 57
1.4.8.4 Vyhodnocení 57
1.4.8.5 Interpretace výsledků 58
2 STAVEBNÍ ÚPRAVY BUDĚJOVICKÉ ULICE V TÁBOŘE 60
2.1 POPIS INVESTIČNÍHO ZÁMĚRU 60
2.2 POPIS ÚZEMÍ STAVBY 60
2.3 ŠIRŠÍ ÚZEMNÍ VZTAHY 61
2.4 GEOLOGIE 62
2.4.1 Hydrogeologie 63
2.4.2 Dílčí závěry 64
2.5 STUDIE PROVEDITELNOSTI BUDĚJOVICKÁ 65
2.6 PARAMETRY OBJEKTŮ IS 68
2.7 DISPOZIČNÍ ŘEŠENÍ 68
2.8 STAVEBNĚ TECHNICKÉ ŘEŠENÍ 68
2.8.1 Navržené materiály a hlavní konstrukční prvky 68
2.8.1.1 Multikanály 69
2.8.1.2 Chráničky 69
2.8.1.3 Manipulační šachty 70
2.8.2 Mechanická odolnost a stabilita užitých materiálů 70
2.8.3 Zemní práce 71
2.8.3.1 Výkopy 71

2.8.3.2 Obsypy, zásypy, hutnění 72
2.8.4 Instalace multikanálu 73
2.8.5 Instalace IS do multikanálu 73
2.8.6 Ochrana stavby před negativními účinky vnějšího prostředí 73
2.8.6.1 Ochrana stavby před bludnými proudy 73
2.8.6.2 Ochrana stavby před seismicitou 73
2.9 RUŠENÍ STÁVAJÍCÍCH IS 74
2.10 VLIV STAVBY NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ, PŘÍRODU A KRAJINU 74
2.11 DOPRAVNĚ INŽENÝRSKÁ OPATŘENÍ 74
2.12 KOORDINACE REKONSTRUKCE IS ŘEŠENÉ VE SPB SE STAVEBNÍMI ÚPRAVAMI BUDĚJOVICKÉ ULICE V TÁBOŘE 75
2.13 ZAJIŠTĚNÍ TECHNICKÉ OBSLUHY DOTČENÉHO ÚZEMÍ BĚHEM STAVEBNÍCH PRACÍ 76
2.14 ZAŘÍZENÍ STAVENIŠTĚ 77
2.15 TECHNOLOGICKÝ POSTUP 78
ZÁVĚRY, NÁMĚTY A DOPORUČENÍ 80
ABECEDNÍ SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK 83
POUŽITÁ LITERATURA A INFORMAČNÍ ZDROJE 85

ÚVOD

Úkolem této diplomové práce (DP) je řešit konkrétní problémy vyplývající z obtížných podmínek vyskytujících se při rekonstrukcích inženýrských sítí (IS) v intravilánech sídel v dnešních komplikovaných a dále se komplikujících podmínkách. Problémy při realizaci nových a obnově stávajících IS autor identifikoval, a jejich možnými způsoby řešení se zabýval, již ve své v bakalářské práci *Zařízení staveniště pro stavby v různých obtížných modelových situacích (studie)*. Jako modelový příklad rekonstrukce vedení technických vybavení (VTV) s velmi složitými prostorovými a dopravně inženýrskými podmínkami posloužila mimo jiné *Studie proveditelnosti Budějovická* (SPB), na které se autor DP podílel. Práce se však nebude omezovat pouze na krátký úsek (cca 530 m) Budějovické ulice v Táboře řešený ve SPB, nýbrž na celé správní území města Tábora. DP tedy v první části nabídne ucelený koncept řešení technické infrastruktury (TI) v Táboře splňující požadavek trvale udržitelného stavu a rozvoje a její výsledky pak bude potenciálně možné aplikovat na systémová řešení rekonstrukcí, kompletací a modernizací IS v intravilánech sídel obecně. Nedílnou součástí konceptu obnovy, kompletace, modernizace i údržby IS z hlediska městského inženýrství je také technická proveditelnost jednotlivých investičních akcí včetně udržovacích prací, umožňující též obslužnost a funkčnost veřejného prostoru i během provádění stavebních prací. Podrobnějšímu technickému řešení, ilustrovanému na příkladu Budějovické ulice bude věnována druhá část DP.

Autor DP si klade za cíl vytvořit pouze metodiku postupu ucelených strategických podkladů koordinace IS pro celá sídla v dnešních složitých podmínkách vyvolávajících rizika vážného charakteru, to ostatně dokumentuje existence a rozvíjení problematiky řízení rizik. Ucelená koncepce rozvoje a koordinace IS vyčerpávajícím způsobem zohledňující všechny podmínky a úskalí území je totiž nad síly jednoho člověka a mimo možnosti DP.

V praxi se ukazuje, že investiční záměry týkající se veřejného prostoru sídel se dnes často dostávají do situace, kterou lze označit za situaci stavu

prostorové nouze, a na kterou je zcela nezbytné reagovat systémově, tj. nikoliv nákladnou a do budoucna nic neřešící improvizací nerespektující požadavek udržitelného stavu a rozvoje sídel. To se pak nejčastěji týká nových instalací a obnov VTV pod úrovní povrchu terénu veřejných prostor sídel.

Výchozí poznatky, které DP využívá, jsou dány *Pravidly a principy územního plánování v úseku technické infrastruktury* [1], které je možné stručně charakterizovat takto: Zajištění splnění požadavku udržitelného stavu a rozvoje technické obsluhy urbanizovaného území vyžaduje prosazení moderních způsobů instalace a obnovy VTV (IS v intravilánech sídel) s využitím moderních technologií postupné realizace, kterými jsou dnes bezvýkopové technologie (BT). Je pak třeba počítat s tím, že takovou transformaci řešení technické obsluhy sídel bude nutné připravit a realizovat po ucelených etapách v závislosti na konkrétních podmínkách jednotlivých sídel. Určitou pomůckou při rozhodování v tomto ohledu je klasifikace VTV dle Mezinárodní společnosti pro bezvýkopové technologie (The International Society for Trenchless Technology) rozšířená o klasifikaci nepřímých BT v podobě sdružených tras VTV a komentář, viz příloha č. 1.

1 Územní plánování technického vybavení sídel

„Cílem (územního plánování, pozn. autora DP) je vytváření předpokladů pro výstavbu a udržitelný rozvoj území a to soustavným a komplexním řešením účelného využití a prostorového uspořádání území. V souladu s tímto cílem koordinují orgány územního plánování veřejné i soukromé záměry změn v území, výstavbu a jiné činnosti ovlivňující rozvoj území.“ [2] Podle zákona č. 183/2006 Sb. o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon) ve znění účinném od 1.1.2007 spočívá udržitelný rozvoj „ve vyváženém vztahu podmínek pro příznivé životní prostředí, pro hospodářský rozvoj a pro soudržnost společenství obyvatel území a který uspokojuje potřeby současné generace, aniž by ohrožoval podmínky života generací budoucích“.

Veřejný prostor sídel je stále více exponovanějším prostorem a v tomto ohledu jsou nejcitlivější prvky technické a dopravní infrastruktury. Jakékoliv stavební či jiné zásahy do povrchu veřejného prostoru představují problém, jehož závažnost závisí na mnoha faktorech. Základním předpokladem k minimalizaci negativních vlivů stavebních prací na veřejný prostor sídel je pečlivá koncepce rozvoje sídel zpracovaná během procesu územního plánování, tedy v rámci zpracování a aktualizace územně plánovacích podkladů a dokumentace.

V oboru územního plánování technického vybavení je koordinace veřejných a soukromých záměrů složitá zejména kvůli překryvu veřejných a soukromých zájmů, kdy zájmy soukromých vlastníků a provozovatelů IS provozovaných ve veřejném zájmu jsou s těmito veřejnými zájmy mnohdy v rozporu. Územní plánovači jsou tak v nelehké situaci, protože musí prosazovat podmínky k zajištění splnění požadavků trvale udržitelného rozvoje sídel a současně s omezenými finančními prostředky vyhovět ekonomickým zájmům soukromých majitelů a provozovatelů IS.

1.1 Popis Tábora a vymezení řešeného území

V této práci je zpracováno celé správní území města Tábor včetně oblastí na jeho periferii se zvláštní pozorností kladenou především na historické centrum a navazující Budějovickou ulici.

Tábor je okresní město v Jihočeském kraji cca 90 km jižně od Prahy ležící ve výšce 437 m nad mořem, kterým protéká řeka Lužnice. Společně se Sezimovým Ústím a Planou nad Lužnicí tvoří trojměstí, na jehož ploše žije téměř 50 tisíc obyvatel. Tábor má bohatou historii (spojenou především s husitským obdobím) a jeho historické centrum rozkládající se kolem Žižkova náměstí je historickou památkově chráněnou rezervací. [3]

Obrázek 1: Letecký snímek historického jádra Tábora a přilehlého okolí
Zdroj: https://cs.wikipedia.org

Vzhledem k rozsáhlému historickému centru s množstvím památkově chráněných staveb (podzemní chodby a sklepy hloubené až 16 m pod úrovní dnešního terénu [4]), vysokou hustotou zalidnění danou jejím historickým vývojem, s bezprostřední blízkostí vodních ploch (vodní nádrž Jordán a řeka Lužnice) jde z hlediska ukládání sítí TI o velice problematickou oblast.

Tábor je vzhledem ke své velikosti vybaven TI uspokojující veškeré potřeby moderního člověka, ačkoliv je tato infrastruktura vzhledem k historickému vývoji značně heterogenní a potýká se se všemi s tím spojenými problémy. Zejména se jedná o potíže s obnovou, kompletací

a modernizací IS, jelikož tato vedení byla v minulosti ve valné většině uložena nekoordinovaně do kopaných tras. Dále se jedná o jednotnou kanalizační síť, která nesplňuje požadavky na trvale udržitelný stav a rozvoj TI sídel. Především je třeba se postarat o transformaci jednotné kanalizační sítě na síť oddílnou včetně zohlednění požadavků na hospodaření se srážkovými vodami a požadavků adekvátní součinnosti s dalšími odvodňovacími subsystémy v daných lokalitách.

V 70. a 80. letech 20. století město Tábor zahájilo ambiciózní projekt rozsáhlé kolektorizace Tábora s cílem přesunout většinu IS do těchto sdružených tras [5]. Z různých důvodů (nedostatek financí, politické změny apod.) nebyl tento investiční záměr dokončen, ale z hlediska zamýšleného (a částečně uskutečněného) unikátního využití historických podzemních chodeb pro účely vedení IS může být vzorem i dnes. Podzemní chodby vybudované v období husitských válek a následujícím století, pro které dnes není jiné využití, byly sanovány a připraveny k instalaci VTV. Dokončením záměru by bylo dosaženo ekonomicky velmi výhodné transformace IS vedených v kopaných trasách do sdružených tras splňujících požadavky trvale udržitelného rozvoje sídel. Po přerušení procesu kolektorizace byly vybudované technické chodby a kolektory zakonzervovány. Podle tohoto příkladu se dá dále pokračovat a navázat na nešťastně přerušený projekt kolektorizace s využitím i dalších podzemních chodeb a jiných podzemních prostor objektů zejména občanského vybavení. Použitím progresivních technologií (např. technologie plně mechanizovaného štítování nebo horizontálně řízeného vrtání) k dokončení záměru by bylo možné minimalizovat negativní dopady na památkovou hodnotu těchto historicky cenných podzemních děl.

Obrázek 2: Snímek veřejně přístupných podzemních chodeb v Táboře
Zdroj: Autor DP

Kromě velkého významu pro kulturní dědictví ČŘ je pak také celý Tábor součástí ekologicky chráněného území. Na jihu a jihozápadě Tábora se rozkládá regionální biokoridor – územní systém ekologické stability ČR (1996), na západě se nachází množství památných stromů a stromořadí a vodní plocha řeky Lužnice je maloplošné zvláště chráněné území a Evropsky významnou lokalitou v soustavě Natura 2000. [6]

1.2 Přehled a zhodnocení stavu územně plánovacích podkladů a dokumentace

Základními podklady pro zpracování koncepce uspořádání IS v Táboře jsou územně analytické podklady (ÚAP) z roku 2016 (zjištění a vyhodnocení stavu území, rozbor udržitelného rozvoje území, určení problémů k řešení v územně plánovací dokumentace), územní plán (ÚP) města Tábor (rok 2018), zásady pro výstavbu v rozvojových obytných zónách města Tábor (rok 2008) a další. Informace o přibližném umístění jednotlivých sítí jsou dostupné v aplikaci Technická infrastruktura, dostupné online

na adrese http://mapy.mutabor.cz/mapa. Další informace nezbytné ke zpracování DP autor získal místním šetřením v Táboře a konzultacemi s pracovníky obecního úřadu s rozšířenou působností Tábor, Husitského muzea v Táboře a pracovníkem podílejícím se na investičním záměru kolektorizace Tábora v 80. letech 20. století, p. Pražákem.

Územně plánovací podklady i samotný územní plán města jsou veřejně dostupné na webových stránkách města Tábor, kde jsou přehledně uspořádány včetně archivních podkladů z minulých let.

V následující kapitole autor práce hodnotí ÚP Tábora [7]. Není předmětem DP komplexně hodnotit kvalitu zpracování územního plánu, proto se autor věnoval pouze části „Koncepce technické infrastruktury“.

1.2.1 Koncepce zásobování vodou

Tábor je zásobován vodou převážně z Vodárenské soustavy Jižní Čechy, pro případ mimořádné situace je v záloze havarijní zdroj úpravna vody Rytíř odebírající vodu z vodní nádrže Jordán. Město má k dispozici pět vodojemů (VDJ) a vodovodní síť je rozdělena do tří tlakových pásem. Součástí ÚP je navržené propojení VDJ Čekanice do VDJ Všechov (který je součástí rozvodné vodovodní sítě Tábora) a zprovoznění zdroje Zavadilka, což dále zvýší schopnost vodovodní sítě Tábora (i Čekanic) reagovat na mimořádné situace. Na okrajových částech Tábora je navržen postupný přechod z individuálního zásobování vodou na napojení těchto periferních oblastí na městskou vodovodní síť. [7]

1.2.2 Koncepce nakládání s dešťovými vodami

V dlouhodobé koncepci nakládání s dešťovými vodami je vyjádřena snaha o zavedení oddílné soustavy kanalizace: „Prakticky se jedná o (...) a zabránění spojování silně znečištěných (splašky + průmysl) a mírně znečištěných (povrchový odtok) odpadních vod.“ [7] Avšak v návrhu technických opatření [7], jakými by splnění vytyčených cílů mělo být dosaženo, je explicitně napsáno, že **ve stávajících zastavěných území se předpokládá klasická jednotná kanalizace a v rozvojových území se existence jednotné kanalizace připouští**! To je v přímém rozporu

s dlouhodobou celostátní koncepcí i s požadavky na trvale udržitelný stav a rozvoj technické infrastruktury. [1]

1.2.3 Koncepce odkanalizování

Jak je zmíněno v předešlé kapitole, koncepce, při níž se nepředpokládá přechod na kanalizační soustavu důsledně oddílnou, není v souladu s požadavky na udržitelný stav a rozvoj sídel. Místo transformace jednotné kanalizační sítě na důsledně oddílnou je v koncepci rozvoje stokové sítě navržena úprava dimenze stokového systému (tedy zvýšení kapacity) ke snížení kapacitních přetížení vlivem srážkových extrémů. Srážky by však vůbec neměly být vedeny splaškovou kanalizací! Dále se předpokládá realizace nové čistírny odpadních vod (ČOV), která by po transformaci na oddílnou kanalizační soustavu vůbec nemusela být potřeba. V severovýchodní části města je navržena realizace nové ražené kmenové stoky, která má za cíl vyřešit současné kapacitní problémy s převáděním přívalových smíšených vod. Nabízí se otázka, proč nová kmenová stoka není navržena již jako oddílná dešťová, kdy by stávající stoka (kapacitně nevyhovující pro srážkové vody) vedla pouze splaškové vody? Podobně je zatím navržena i většina dalších plánovaných investičních akcí rekonstrukce kanalizačních stok.

V rozvojových lokalitách, kde je předpokládaná nová výstavba rodinných domů (RD), je navrženo následující řešení: „V první etapě bude umožněno v jednotlivých zastavitelných plochách postavit konkrétní počet objektů bez podmínky připojení na veřejný vodovod a kanalizaci. Stavba pro individuální čištění odpadních vod bude podmíněně přípustná jako dočasná do doby uvedení do provozu veřejných kanalizačních systémů. (...) V další etapě výstavby (po vyčerpání dohodnutého počtu staveb) bude platit podmínka připojení na veřejný vodovod a kanalizaci.“ [7] I zde je nasnadě otázka, proč se při nové zástavbě území nevybuduje oddílná kanalizační síť (společně se sdruženými trasami pro další IS) pod nově vznikajícími obslužnými komunikacemi (pro napojení nových RD), když po vyčerpání „dohodnutého počtu staveb“ se s její stavbou počítá, avšak v této fázi již

bude nutné zasahovat do povrchu nových pozemních komunikací s nezanedbatelně vyššími náklady na výstavbu?

1.2.4 Koncepce zásobování energiemi

Ani v koncepci zásobování energiemi nebyly dodrženy základní požadavky na udržitelný stav a rozvoj IS. Jak v zastavěných, tak i v rozvojových lokalitách je navrženo ukládání sítí klasickými technologiemi do kopaných tras bez ohledu na budoucí vysoké náklady (jak finanční, tak morální) nutně spojené s údržbou, opravami a případnými rekonstrukcemi IS uložených v zemi bez možnosti přístupu či neinvazivní (bezvýkopové) výměny. Přitom výstavba moderních sdružených tras IS ani z hlediska pořizovacích nákladů není nevýhodná. [8]

1.2.4.1 Koncepce zásobování elektrickou energií

Koncepce obsahuje konstatování [7], že stávající vedení nízkého (NN) a vysokého (VN) napětí mají kapacitní rezervu, po jejímž vyčerpání budou vybudovány nové transformační a rozvodné stanice napojené na stávající rozvody velmi vysokého napětí (VVN), ze kterých bude distribuční soustava VN a NN dále rozšiřována pomocí vedení uložených do kopaných tras pod chodníky. O sdružených trasách IS zde není ani zmínka.

Po vyčerpání rezerv v rozvodech VVN je součástí koncepce [7] návrh nadzemního koridoru vedení VVN hyzdícího krajinu, způsobujícího nemalé komplikace vlastníkům pozemků, na nichž nadzemní trasa VVN vede. Zvýšené riziko vzniku leukémie u dětí bydlících v blízkém okolí nadzemních vedení VVN [9] je jen příslovečnou *nežádoucí třešničkou na dortu*. Přitom z hlediska ochrany vedení VVN proti poškození i z hlediska ekonomického je výhodnější VVN vést v zemi. Rychlá a snadná realizace je možná např. bezvýkopovou technologií pluhování [10] nebo horizontálně řízeného vrtání (viz kapitola 1.4.1.2 Instalace IS s uplatněním BT horizontálně řízeného vrtání).

1.2.4.2 Koncepce zásobování zemním plynem

Koncepce zásobování plynem neobsahuje žádné významné změny vzhledem k údajně celkově dobrému stávajícímu stavu místní plynovodní sítě. [7] I zde by však měla být navržena postupná transformace stávajících distribučních plynovodů do sdružených tras při obnovování dosluhujících vedení.

Vysokotlaká (VTL) plynovodní síť zásobující Tábor i jeho okolí je napojena na nadřazenou soustavu tranzitních plynovodních potrubí přes velmi vysokotlakou regulační stanici v Dubu u Tábora. Ze stanice vedou do Tábora dva VTL plynovody, jeden do VTL regulační stanice na Pražském předměstí a druhý na jih od Tábora do Plané nad Lužnicí. VTL i středotlaká (STL) plynovodní síť má údajně dostatečné rezervy v kapacitách pro úspěšné zásobení plynem celého Tábora i v budoucnosti. [7] V rozvojových lokalitách je však třeba mít na paměti, že nízkotlaké (NTL) plynovody v budoucnu nemusí kapacitně stačit pro zvyšující se poptávku rozrůstajícího města a bude tedy potřeba NTL plynovody transformovat na STL plynovody. Při této transformaci se dá již využít moderních metod ukládání IS s ohledem na splnění požadavku trvale udržitelného stavu a rozvoje sídel.

1.2.4.3 Koncepce centrálního zásobování teplem

Vzhledem k malému rozsahu tepelné sítě nejde o perspektivní způsob vytápění v rozvojových lokalitách a ÚP s touto možností do budoucna ani nepočítá. Avšak tam, kde tepelná soustava je, může být výhodné na ní napojit co nejvíce objektů především většího rozsahu – stavby občanské vybavenosti a průmyslové a vícepodlažní objekty. [11] Jako u většiny sítí, i zde by měl být upřednostňován přesun tepelné sítě z kopaných do sdružených tras VTV.

1.2.5 Koncepce telekomunikační obsluhy

Koncepce telekomunikační obsluhy území je v ÚP Tábora zahrnuta v koncepci zásobování elektrickou energií, ačkoliv se jedná o odlišnou disciplínu s odlišnými požadavky na instalaci a údržbu IS, jakkoli je v intravilánech sídel možné umísťovat telekomunikační kabely do společných tras s kabely NN.

Telekomunikační vedení jsou dnes perspektivním a nejrychleji se rozvíjejícím typem IS a mnohým neduhům ostatních druhů IS je stále možno se vyhnout. O to více pozornosti by telekomunikačním sítím mělo být věnováno. Je politováníhodné, že v případě ÚP Tábora tomu tak není. Existuje však program *Digitální Česko* [12] schválený Vládou České republiky usnesením ze dne 3. října 2018 č. 629, jehož cílem je mimo jiné *„Budování sítí elektronických komunikací“*. Lze tedy doporučit, aby v budoucí aktualizaci ÚP Tábora byl tento vládní program již zapracován.

1.2.6 Koncepce nakládání s odpady

Koncepce odpadového hospodářství neobsahuje žádné návrhy na změny a nijak nevyniká oproti běžné praxi ostatních českých měst, pouze se odkazuje na Plán odpadového hospodářství Jihočeského kraje.

Je vhodné zareagovat na nové koncepční požadavky EU, které prosazují řešení v podobě *oběhového hospodaření se zdroji*. Potenciál nahradit skládky komunálního odpadu mají zejména zařízení pro energetické využití odpadů (spalovny) apod. [13]

S cílem snížit náklady za likvidaci komunálního odpadu je také možné zpracovat studii proveditelnosti tzv. „chytrých košů“, jejichž instalace by mohla ušetřit náklady na svoz odpadů. „Chytré koše“ na solární pohon stlačují vyhozený odpad a samy dávají signál společnosti pro svoz a likvidaci odpadů, že je koš plný, popeláři tak nemusí jezdit k poloprázdným košům, a naopak nedochází k přeplňování košů na frekventovaných místech. Jedním z projektů „chytrých košů“ je projekt „Intelibin“ společnosti Huawei Technologies (Czech) s.r.o., který vyhrál cenu veřejnosti v soutěži Český

energetický a ekologický projekt, stavba, inovace roku 2016, která se uskutečnila v budově CIIRC ČVUT Praha v roce 2016. [14]

Obrázek 3: „Chytrý koš“
Zdroj: https://smartprague.eu/projekty/kompresni-kose

1.2.7 Dílčí závěr a doporučení

Při rozboru situace se potvrzuje, že územně plánovací činnost v úseku technického vybavení (především pak technické infrastruktury) zatím nereagovala adekvátně na prokazování splnění požadavku udržitelného stavu a rozvoje urbanizovaného území dle stavebního zákona. Na akutní situaci, kdy není dodržována zásada udržitelnosti, a kdy dochází k opakování neefektivních a neperspektivních řešení ve veřejném prostoru sídel, je nutné systémově zareagovat. Snaha o nápravu se aktuálně opírá o metodickou pomůcku ministerstva pro místní rozvoj *Principy a pravidla územního plánování* [1], kterou je třeba dále aktualizovat.

1.3 Městské inženýrství a jeho úloha

Jedním z nejdůležitějších nástrojů zajišťování technické obsluhy sídel a předcházení problémům při umisťování, modernizacích a rekonstrukcích IS je obor městského inženýrství. Úkolem městského inženýra je zhodnocení aktuálního stavu technického vybavení, navrhnutí možných řešení ke

zlepšení a jejich následné vyhodnocení a implementace do územně plánovacích podkladů a územně plánovací dokumentace. [15]

V předchozí kapitole byly identifikovány nedostatky při zpracování ÚP, které vyplývají mimo jiné ze skutečnosti, že k jeho tvorbě nebyl přizván městský inženýr, který by do koncepce rozvoje TI prosadil implementaci moderních řešení splňujících požadavky na trvale udržitelný stav a rozvoj dle stavebního zákona.

Inženýrskými sítěmi splňujícími požadavky trvale udržitelného stavu a rozvoje sídel ve smyslu stavebního zákona jsou myšleny sítě uložené tak, aby mohly být snadno, levně a neinvazivně (tj. bez rozsáhlých výkopových prací) udržovány, kompletovány a modernizovány. Jde dnes tedy hlavně o prosazování moderních sdružených tras typu kolektor, multikanál, kabelovod apod. [1]

Perspektivní jsou pak především kombinované trasy, kdy rozvody NN a VN, sdělovací kabely (SDK), NTL a STL plynovody a vodovody jsou vedeny ve sdružených trasách společně (kolektory, univerzální tvárnicové trati apod.) a oddílná kanalizace (zvlášť splašková a dešťová) je vedena samostatně. Kanalizace (gravitační) musí být obvykle vedena mimo sdruženou trasu zejména proto, že musí být vedena ve spádu kopírujícím povrch terénu, na rozdíl od ostatních vedení, která tento požadavek nemají. Dalo by se to vyřešit nahrazením gravitační kanalizace tlakovou či podtlakovou, které ale mají značné nevýhody (zejména závislost na elektrické energii) a jejich použití nelze doporučit tam, kde je možné použití gravitační kanalizace.

V následujících podkapitolách se autor DP bude věnovat nejdůležitějším problémům, které by měly být zohledněny a řešeny při případné budoucí aktualizaci ÚP Tábora, která musí být provedena, má-li ÚP splňovat požadavek garance trvale udržitelného stavu a rozvoje TI. Aby navrhovaná řešení nebyla pouze teorií, ale aby získala konkrétní podobu, budou prezentována na příkladu SPB v kapitole 2 Stavební úpravy Budějovické ulice v Táboře.

1.3.1 Sdružené trasy vedení technického vybavení

Město Tábor v minulosti nastartovalo program kolektorizace v oblasti historického centra města [5], který byl však z různých důvodů zastaven. I když řešení multikanálů či kolektorů (s aplikací BT při realizaci) navrhované ve SPB [16] zatím přímo nenavazuje na tento program, je do určité míry pokračováním trendu modernizace a koncepčně vhodného vývoje v oblasti ukládání VTV v tomto perspektivním městě.

Mimo historické centrum Tábora je zatím situace výrazně horší. Lehkovážné nesystematické ukládání IS volně do země způsobilo v podzemí značný chaos, na mnoha místech dnes není možné položit nové sítě tak, aby byly dodrženy technické normy, zejména ČSN 73 6005 Prostorové uspořádání sítí technického vybavení. A nejenže nelze z prostorových důvodů pokládat nové sítě, ale dokonce nelze ani provádět udržovací práce či rekonstrukce stávajících IS, aniž by byla narušena ochranná pásma sítí jiných. Často totiž už při samotném ukládání IS v blízkosti stávajících nebyly dodrženy odstupové vzdálenosti dané ČSN 73 6005. V praxi se tak nezřídka stává, že za účelem opravy jedné sítě dochází k poškození jiných.

Prvním krokem k dosažení stavu respektujícího podmínky trvale udržitelného rozvoje je provést důslednou inventuru současného stavu TI v celém městě. Tam, kde je stav TI dobrý, avšak struktura VTV není spojitá, nenavazuje na VTV v jiných částech města, tam je třeba naplánovat odstranění slabých míst a úseků a VTV adekvátně propojit. VTV v Budějovické ulici nenavazují na síť kolektorů vybudovanou v historickém centru města, i když samotná Budějovická ul. ano. Tento úsek je tak slabým článkem ve VTV, který v budoucnu může způsobit problémy.

Druhým krokem tam, kde to ještě nebylo učiněno, je pak přesun IS do sdružených tras, kde budou sítě snadno opravitelné, vyměnitelné atp. Samozřejmě ve sdružených trasách nesmí chybět prostorové rezervy pro případná další VTV a příslušenství, která s rozšiřováním města a se vzrůstajícími nároky jeho obyvatel budou přibývat.

1.3.2 Perspektivní technologie nové instalace a obnovy IS

Dnes je již zřejmé, že praxe ukládání IS do kopaných tras, ať už společných (tedy více druhů IS zkoordinovaně) či volně do země (nezkoordinovaně), je dlouhodobě neudržitelná. Pokud taková praxe přímo nepřispívá ke zhoršování stavu IS pod povrchem veřejných prostorů sídel, pak ho alespoň odsouvá do budoucnosti. S tím, jak IS (v posledních letech zejména SDK) přibývá, bude v budoucnu tato situace ještě hůře řešitelná než dnes.

Ani způsob vedení IS zajišťující splnění požadavku trvale udržitelného rozvoje sídel není žádnou novinkou [15], jedná se o sdružené trasy vedení IS. Jsou to tzv. „nepřímé bezvýkopové technologie“ (viz příloha č. 1). Sdružené trasy totiž nemusí být nutně realizované bezvýkopově, ale veškerá následná činnost (údržba, oprava, modernizace či výměna) související s IS umístěnými ve sdružených trasách již bezvýkopově probíhá.

Ačkoliv je to nanejvýš žádoucí, většina IS v ČR ve sdružených trasách vedena není a trend ani nenasvědčuje tomu, že by se to mělo v nejbližší budoucnosti změnit. Přesto je nutné IS v kopaných trasách opravovat a modernizovat a radikální zásah do povrchu veřejného prostoru, jakým rýha pro rekonstrukci nebo novou pokládku IS bezesporu je, bývá mnohdy nepřijatelný. Z nutnosti nové instalace, rekonstrukce a údržby IS za současné minimalizace zásahů do povrchu veřejného prostoru (a také snížení negativních dopadů zemních prací na životní prostředí) byly vyvinuty bezvýkopové technologie obnovy a nové instalace IS.

Bezvýkopových technologií je velké množství a v této DP budou popsány pouze BT nejvhodnější k uskutečnění transformace IS v Táboře do podoby splňující požadavek trvale udržitelného stavu a rozvoje sídel (přesun IS do sdružených a kombinovaných tras IS, transformace jednotného systému kanalizace na oddílný). Zpřehledněná a upravená klasifikace BT Mezinárodní společnosti pro bezvýkopové technologie je v příloze č. 1.

V současnosti, i když jsou BT již běžně používány v situacích znemožňujících obnovu či novou instalaci IS v otevřených rýhách

(překonávání překážek – např. dálnice, řeky apod.), neexistují žádná jednotná pravidla ani příručky, které by usnadnily stavebníkům rozhodování o použití BT v jejich investičních záměrech.

Jednou z důležitých součástí realizace investičního záměru, která by s tímto problémem mohla pomoci, je závěrečné vyhodnocení. Může být provedeno jak z pohledu stavebníka, tak zhotovitele. Tento akt je bohužel často podceňován a firmy se vyhodnocováním zabývají často pouze okrajově. Pokud se správně metodicky vyhodnotí realizované dílo, je to důležité pro nositele BT i stavebníky při přípravě dalších investičních záměrů. Pokud bude záměr vyhodnocen jako úspěšný, lze ho dále využívat jako typový a mít tak jistotu, že použité postupy, činnosti atp. jsou dostatečně kvalitní a vedou k požadovanému cíli.

1.3.3 Facility management IS

Města by měla mít vlastní databáze IS, které by obsahovaly v reálném čase aktualizované informace o stavu všech sítí. Ideálně by město mělo takovou databázi společnou se všemi vlastníky a provozovateli IS, kteří by ji zároveň používali i pro své potřeby. V současnosti některé, převážně větší a bohatší společnosti takové systémy facility managementu (FM) mají, ale používají je jen pro svou vlastní potřebu a obsahují pouze jimi vlastněné a spravované sítě. Kromě skutečnosti, že tyto systémy nejsou volně přístupné pro městkou správu, projektanty a další zainteresované osoby, mají ještě další závažnou vadu. Není z nich patrná žádná interakce se sítěmi jiných subjektů. Hlavně ve větších městech s vyšší hustotou zalidnění jsou IS v prakticky neustálém souběhu a křížení s jinými. FM systémy s touto vadou mohou pak tedy být užitečné pouze pro zjednodušenou a značně zredukovanou správu IS, ale když nastane nutnost sítě opravit či zrekonstruovat, zkompletovat a modernizovat, tak tyto FM nástroje pozbývají své užitečnosti. Proto by města v požadavcích při územních a stavebních řízeních měla vyjednávat s vlastníky a provozovateli IS o vytvoření jednotného systému, který by tento nedostatek co nejdříve odstranil.

Vývojem nejen nástrojů FM pro IS se zabývá mezinárodní nezávislá platforma *UNITRACC.com* (dostupná z: http://www.unitracc.com/) založena německými společnostmi *Prof. Dr.-Ing. Stein & Partner GmbH* a *visaplan GmbH* ve spolupráci s *Trenchless Technology Center at Louisiana Tech University* ve Spojených státech amerických, která shromažďuje a sdílí znalosti problematiky nové instalace a obnovy IS. Při vývoji systémů FM IS v podmínkách ČR by platforma *UNITRACC.com* mohla být zdrojem cenných informací.

1.4 Návrh systémové koncepce rozvoje TI

Navržená koncepce rozvoje TI musí podmínkami prostorové koordinace předcházet všem potencionálním konfliktům v ukládání sítí. Konflikty však nenastávají pouze v prostorové rovině, je nezbytné investiční záměry vlastníků a správců IS koordinovat také časově. Např. instalace kanalizace (ta je zpravidla vedena nejhlouběji) musí předcházet instalacím ostatních sítí (ať už ve sdružených trasách či samostatně) pod povrchem. Je také krajně nerozumné rekonstruovat či pokládat novou pozemní komunikaci, když se např. plynovod uložený pod ní blíží ke konci své životnosti v horizontu několika let. Přesto k podobným situacím velice často dochází. Transformaci TI do podoby respektující požadavky trvale udržitelného stavu a rozvoje je tedy nutné etapizovat (usměrnit strategickými dokumenty rozvoje sídel) na dílčí investiční záměry (realizaci i údržbu; transformaci na udržitelnou úroveň) jak prostorově, tak i časově, včetně zohlednění ekonomických hledisek a hledisek stupně důležitosti.

Rozvoj TI by měl být uzpůsoben měnícímu se významu jednotlivých částí Tábora. Tedy ty části města, které se nejrychleji vyvíjejí a kde se dá čekat vývoj i v budoucnu, by měly být upřednostněny i z hlediska investic do TI. Jen tak se dá splnit podmínka trvale udržitelného rozvoje rozvíjejících se částí Tábora s omezenými finančními zdroji.

V příloze č. 2 je návrh klasifikace částí města Tábora do kategorií podle stupně důležitosti jejich technické obsluhy (stupně důležitosti A až F) a dle míry očekávaného budoucího vývoje. IS v oblastech stupňů důležitosti

A–D by měly mít prioritu při rozhodování o dalších investicích do TI. Taktéž v dílčích územích dle různých stupňů důležitosti lze doporučit uplatnění adekvátních způsobů vedení IS a progresivních technologií realizace těchto investičních záměrů.

Obecná klasifikace stupňů důležitosti částí území Tábora:

A: Historické jádro Tábora, hlavní komunikační koridory; IS 2., 3. a 4. kategorie dle ČSN 73 6005

B: Jádro Tábora mimo památkovou rezervaci, hustě zastavěné části města, hlavní sběrné komunikace; IS 2., 3. a 4. kategorie dle ČSN 73 6005

C: Zastavěná území především obytnou zástavbou, sběrné a obslužné komunikace, v budoucnu dynamicky se rozvíjející obytné části města; IS 2., 3. a 4. kategorie dle ČSN 73 6005

D: Periferní části města s předpokládaným dynamickým rozvojem; IS 3. a 4. kategorie dle ČSN 73 6005

E: Periferní části města dlouhodobě pomalu se rozvíjející či stagnující; IS 3. a 4. kategorie dle ČSN 73 6005

F: Nezastavěná území a zemědělské a lesní plochy bez nároků na VTV (většinou individuální zdroje pitné vody, nakládání s odpadními vodami ve formě domovních ČOV apod.); IS 1. a 2. kategorie dle ČSN 73 6005

Kategorie IS [17] dle ČSN 73 6005:

1. kategorie: dálkové sítě (intravilánů sídel se netýkají)
2. kategorie: sítě oblastního významu (zásobují region, nemají přímou vazbu na spotřebitele)
3. kategorie: distribuční sítě (sítě místního významu, mají přímou vazbu na spotřebitele prostřednictvím IS 4. kategorie)
4. kategorie: přípojková vedení (propojení mezi distribučními sítěmi a sítěmi technických zařízení budov objektů užívaných spotřebiteli)

IS v oblastech se stupněm důležitosti A a B představují páteř TI města. Je zde třeba dělat rozdíl mezi IS 2. kategorie, které mohou být uloženy v kolektorových tunelech hluboko pod povrchem (cca 25–30 m) a IS 3. a 4. kategorie, které mohou mít podobu technické chodby či multikanálu navrženého ve SPB [16] (umístěných většinou těsně pod povrchem). V případě vedení 4. kategorie je pak aktuální vyhodnotit zkušenosti s uplatněním sdružených tras a redukce jejich rozsahu, viz dále.

Způsob vedení IS v oblastech označených stupněm důležitosti C a D musí být přizpůsoben konkrétním podmínkám a nelze bez prověření variantních řešení konkrétně určit, jak takové sdružené trasy mají finálně vypadat. Obecně však musí jít o kombinované trasy, přičemž uplatnění kolektorů se z ekonomického hlediska obvykle již nevyplatí [8]. Podpovrchový multikanál se i zde jeví jako výhodné řešení [8].

Oblasti se stupněm důležitosti E a F nekladou na IS velké nároky (jak z hlediska jejich rozsahu a kapacit, tak z hlediska náročnosti jejich údržby a případných rekonstrukcí) a jejich transformace na sdružené či kombinované trasy není nezbytně nutná v blízké budoucnosti. Lze to uskutečnit např. při technicky vynucené obnově dosluhujících IS za nové. Co se týče oddílné kanalizace, většinou se jedná o rodinné domy se zahradami a chatařské oblasti, kde se dají uplatnit individuální způsoby získávání pitné vody (studny) a nakládání s odpadními (domovní ČOV, septiky, žumpy) a dešťovými vodami (retenční nádrže a použití vody na zalévání zahrad, případně retenční nádrže s přepadem do stávající veřejné jednotné kanalizace).

Příčné řezy znázorňující možná variantní řešení uložení VTV dle stupňů důležitosti viz příloha č. 3.

1.4.1 Kopané trasy IS

Jedná se o univerzální, avšak zastaralý a neperspektivní způsob instalace VTV, který z dlouhodobého hlediska již dnes působí významné škody nejen ekonomického charakteru. [15]

Většina dnes používaných IS je stále uložena v kopaných trasách jen s minimální koordinací. *ČSN 73 6005 Prostorové uspořádání sítí technického vybavení* je zastaralá, na její novelizaci se pracuje již od roku 2011 a dokončení je v nedohlednu. [1] V praxi se navíc ukazuje, že v minulosti byla tato norma velice často ignorována, což stav jen zhoršuje.

Způsob ukládání IS do nezkoordinovaných kopaných tras byl používán zejména z důvodu překotného vývoje vedení IS způsobeného velice rychle stoupajícími nároky průmyslu i obyvatelstva v minulém století. Na neustále se zrychlující rozvoj vedení IS (který trvá i dnes zejm. v oblasti sdělovacích vedení) městské správy, normotvůrci ani zákonodárci nestihli včas a dostatečně pružně zareagovat. Výsledkem je chaos v podzemí měst, se kterým se dnes těžko vypořádáváme. [15]

IS se pod povrchem nacházejí v neustálém konfliktu s jinými sítěmi, a především v hustě zastavěných oblastech není možná jejich obnova a údržba bez narušení IS uložených v jejich okolí. Každá oprava a rekonstrukce vyžaduje nepřiměřený a často společensky nepřijatelný zásah do povrchu veřejného prostoru v podobě výkopů a rýh, které často způsobují dopravní kolaps na dotčených pozemních komunikacích. Tento jev se dá částečně omezit použitím progresivních metod obnovy a nové instalace IS, tzv. bezvýkopovými technologiemi. V hustě „zasíťovaných“ lokalitách, za přispění faktu, že správci dotčených IS často nevědí, kudy přesně jejich sítě vedou a zda se tam vůbec nacházejí, je však použití BT problematické.

Výhodou klasického uložení IS do kopaných tras mohou být nízké pořizovací náklady [8] především v málo zastavěných lokalitách a fakt, že ve využití moderních metod obnovy a nové instalace IS nejsou stavebníci dostatečně zkušení a mají z jejich použití obavy. Za tento stav jsou odpovědni částečně i samotní nositelé BT, kteří v rámci konkurenčního boje

poskytují nesrozumitelné informace (pro stejnou technologii mají různé společnosti různá jména apod.). [18]

Poslední poznatky z oboru naznačují, že nízké pořizovací náklady na uložení IS do kopaných tras jsou jen všeobecně rozšířeným mýtem. Některé nepřímé BT (např. sdružené trasy ve formě univerzálních tvárnicových tratí) jsou klasickým metodám ukládání konkurencí i co se týče samotných pořizovacích nákladů. [8] Platí to zejména v centrech velkých měst, kde jsou zábory veřejného prostoru velice drahé, ne-li přímo nepřípustné (kvůli hrozbě kolapsu dopravy). Po započtení nákladů na budoucí údržbu, kompletizaci a modernizaci IS uložených v kopaných trasách jsou sdružené trasy VTV jednoznačnými vítězi. [8]

Metoda uložení IS v kopaných trasách však vzhledem ke svému univerzálnímu použití a kvůli možnosti srovnání s progresivními metodami vedení IS nesmí v celkovém výčtu způsobů VTV chybět.

V praxi lze její použití k obnově a nové instalaci IS doporučit pouze (a to jen za určitých podmínek) v územích klasifikovaných stupni důležitosti E a F, kde je pod povrchem veden relativně nízký počet IS a kde zemní práce a narušení povrchů pozemních komunikací nezpůsobí vážné dopravní problémy.

I zde by však měla platit určitá pravidla daná nejenom již zmíněnou ČSN 73 6005. Především je třeba ke splnění požadavku trvale udržitelného stavu a rozvoje sídel vybudovat důsledně oddílnou kanalizační síť. Při plánování tras budoucích VTV je třeba umísťovat nová vedení tak, aby při jejich budoucí rekonstrukci nedošlo k uzavření více než jednoho pruhu pozemní komunikace (neukládat tedy kanalizaci a další VTV na osu pozemní komunikace!). V neposlední řade je nutné myslet na budoucí vlastníky a správce nově budovaných IS. Je dnes běžnou praxí, že města za své prostředky budují kanalizační a vodovodní sítě a následně je převádí do majetku vodárenských společností. Je nanejvýš vhodné ukládat VTV podobného charakteru (např. kanalizaci a vodovod) do sdružených tras tak, aby se mezi nimi nenacházela další nesourodá VTV. Samozřejmě lze analogicky doporučit sdružování tras charakterem podobných VTV

i při rekonstrukcích. Dá se předpokládat, a v praxi je to na mnoha místech ČR běžné, že při případné budoucí rekonstrukci bude mít vlastník kanalizace zájem ve společném výkopu rekonstruovat i vodovod a snížit tak výsledné jednotkové náklady za zemní práce.

Schéma uložení VTV v kopané společné trase (zkoordinovaný vodovod se splaškovou kanalizací) je zobrazen v příloze č. 3 na výkresu č. 1.

1.4.1.1 Instalace IS s uplatněním BT pluhování

Náklady na zemní práce tvoří cca polovinu všech nákladů spojených s realizací VTV klasickými výkopovými metodami. [8] V územích klasifikovaných stupněm důležitosti F (tedy nezastavěné, převážně zemědělské oblasti) lze velice výhodně využít technologii pluhování (Plowing).

Technologie pluhování spočívá v rozrývání zeminy do hloubky požadovaného uložení vedení (kabelů, polyethylenových potrubí atd.) pomocí pluhu, ať již samostatného k tomuto účelu vyvinutému stroji či ve formě závěsu za tažný prostředek (traktor, tahač), a v zatažení vedení do rozrušené zeminy. Logistický prostředek, ze kterého se vedení odvíjí, je obvykle samostatný nákladní vůz či závěs tažený traktorem či tahačem. Na závěr rozrytou zeminu v případě potřeby „uzavře“ a zhutní válec. [10]

Pluhování je nezávislé na třídě těžitelnosti zeminy (nositelé technologie garantují [19] pokládku do 5. třídy těžitelnosti dle již neplatné, avšak v praxi stále široce používané *ČSN 73 3050 Zemní práce*) a šířka stavebního pruhu je závislá pouze na šířce tažného prostředku a pluhu (cca 3 - 4 m).

Instalace IS pluhováním je velice rychlá (ve výhodných podmínkách až 30 m za minutu [19]), přesná (v závislosti na použitém navigačním systému – GPS má přesnost ± 2 cm [19]) a šetrná k životnímu prostředí, jelikož jejím použitím nevzniká odpad v podobě přebytečné zeminy jako v případě klasických výkopových metod.

Obrázek 4: Instalace IS technologií pluhování
Zdroj: https://www.nodig-construction.com

Jak již bylo zmíněno v kapitole 1.2.4.1 Koncepce zásobování elektrickou energií, nadzemní vedení VVN v blízkosti sídel může být zdraví škodlivé a hyzdí krajinu. Má však i další velkou nevýhodu, a sice riziko v posledních letech obávaného a často diskutovaného tzv. blackoutu, tedy výpadku dodávek elektrické energie. Stožáry VVN jsou velice zranitelné jak vůči vlivům počasí (vichřice, otřesy půdy, postupná degradace konstrukcí a materiálů), tak vůči možným bezpečnostním rizikům (vandalismus, terorismus, válka). Vedení VVN pod povrchem všechny zmíněné negativní vlivy eliminuje a k nákladnému a zdlouhavému přesunu vedení pod povrch výkopovými metodami je BT pluhování velice výhodnou alternativou. [10]

Obrázek 5: Stožár VVN spadlý vlivem silného větru u Lišan na Rakovnicku, 23.9.2018
Autor: Pavel Jaňurek, Novinky.cz

Nutno ovšem zmínit, že pluhování není omezeno pouze na kabelová vedení, ale má širokou škálu využití, např. polyethylenová vodovodní potrubí atd. Také je možné zatahovat více vedení najednou do sdružené trasy, např. sdělovací vedení více vlastníků.

Obrázek 6: Instalace několika IS technologií pluhování současně
Zdroj: https://www.milehighcontracting.com

Další informace o tomto způsobu instalace IS viz příloha č. 6.

1.4.1.2 Instalace IS s uplatněním BT horizontálně řízeného vrtání

Stejně jako pluhování, i technologie horizontálně řízeného vrtání (horizontal directional drilling – HDD) umožňuje bezvýkopovou instalaci IS do země zpravidla bez nutnosti nákladné (ekonomicky i z hlediska životního prostředí) likvidace nepoužitelného výkopku. Oproti pluhování má technologie HDD výhodu v tom, že trasa vedení mezi počátečním a koncovým bodem nemusí být přístupná z povrchu. Lze tedy zatáhnout jedno i více vedení (či chráničku sdružené trasy) v trase mezi dvěma body pod městskou zástavbou, pozemní komunikací či vodní plochou. Délka vedení i průměr zatahovaného potrubí se různí v závislosti na použité vrtné soupravě. Délka může být v řádu desítek metrů (přípojková vedení a překonávání překážek v podobě řek a dálnic), ale i stovek metrů

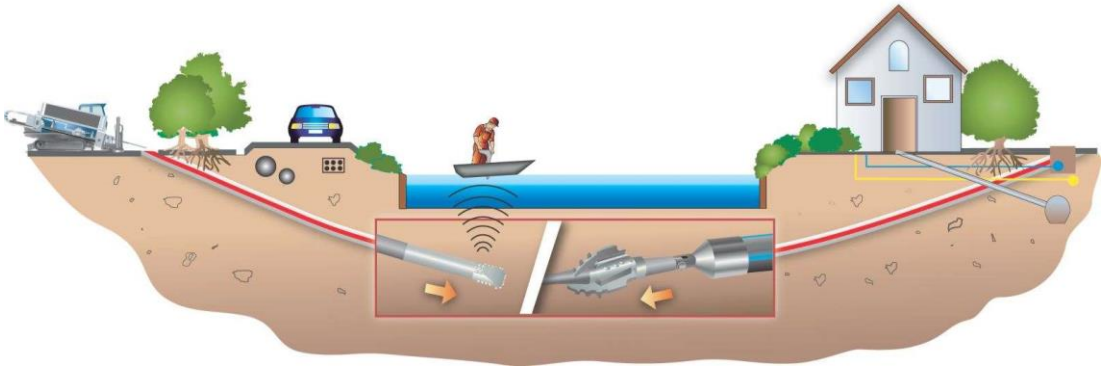
(až 2600 m [20]; překonávání jezer, zastavěných území a dalších překážek) a průměr od desítek milimetrů po 2200 mm. [20]

Technologie provádění HDD se skládá ze dvou či třech kroků. Prvním krokem je provedení pilotního vrtu, kdy vrtná souprava tlačí vrtnou hlavici v požadované hloubce a požadovaným směrem (hlavici je možno řídit) ze startovací do cílové jámy. Vrtání funguje na principu rozrušování a rozplavování zeminy proudem vody a bentonitu. [21] Startovací a cílová jáma je velká cca 1 m^3 a slouží k zachycování směsi vody a bentonitu, kterou je po přefiltrování možné znovu použít. Bentonit je přírodní látka na bázi jílu, jde tedy o k životnímu prostředí šetrnou technologii. [22]

Druhým krokem je výměna vrtné hlavice v cílové jámě za větší hlavici a opakování postupu tam a zpět dokud není dosaženo kýženého průměru vrtu. V případě, kdy bylo potřebné dimenze vrtu dosaženo již pilotním vrtem, lze tento krok vynechat. [21]

Třetím krokem je výměna vrtné hlavice za vedení (potrubí, kabely, případně více druhů vedení najednou) a jejich následné zatažení do provedeného vrtu. [21]

Výhoda absence výkopu je vykoupena relativně velkým záborem nutným v místě startovací jámy. Na zařízení staveniště u startovací jámy totiž musí být prostor na umístění vrtné soupravy, sestavy vrtných tyčí, nádrže na čistou směs vody a bentonitu, sestavy pro čištění a filtraci směsi, nezbytných sociálních zařízení pracovníků a v závislosti na počtu průvrtů zde musí být uskladněna u startovací či cílové jámy i zatahovaná potrubí či kabely. Velikost zařízení staveniště také závisí na délce vrtu, hlavně na průměru zatahovaných IS. Pro vrty v délkách desítek metrů a dimenze pro domovní přípojky je nutný zábor srovnatelný se záborem pro realizaci revizní šachty na kanalizaci. Vrtné soupravy pro vrty dlouhé stovky metrů jsou podstatně větší.



Obrázek 7: Schéma instalace IS s uplatněním technologie horizontálně řízeného vrtání
Zdroj: http://www.boretec.com.tr

Další informace o tomto způsobu instalace IS viz příloha č. 6.

1.4.2 Sdružené trasy IS s využitím historických podzemních chodeb; nedokončený projekt kolektorizace z období 70. a 80. let 20. stol. v historickém centru Tábora

Dalším způsobem VTV jsou sdružené trasy ve formě kolektorů. Obecně bude kolektorizace řešena v následujících kapitolách, tato kapitola se omezí pouze na konkrétní projekt kolektorizace částečně realizovaný v historickém centru Tábora v 70. a 80. letech minulého století, který je specifický zejména využitím historických podzemních chodeb a sklepních prostorů vybudovaných převážně v období husitských válek v 15. století a během následného rozkvětu Tábora v 16. století. [5]

Důvodem ke kolektorizaci historického centra Tábora byl nevyhovující a trvale neudržitelný stav TI pod jeho povrchem. [5] Podle informací získaných od pracovníků Husitského muzea v Táboře a pracovníka podílejícího na stavbě kolektorů, pana Pražáka, byl projekt v roce 1990 přerušen z důvodu nedostatku financí pro jeho realizaci. Zhotovený kolektor a technické chodby byly uvedeny do provozu jen částečně. Dá se předpokládat, že vztah města k investicím do TI je od té doby podobný jako ve většině měst a obcí v ČR, tedy v režimu „hašení požárů“. S jistou dávkou optimismu lze předpokládat „zakonzervování“ stavu IS v Táboře, ne-li jeho zhoršení. [23]

Řešení zpracováno roku 1977 předpokládalo realizaci celkem 9221 m podzemních chodeb ve třech hloubkových úrovních, 1666 m vertikálních děl

ústících na povrch nebo spojujících jednotlivé výškové úrovně a 31 prostorových děl pro napojení chodeb v blocích na nejspodnější úroveň. Technické chodby (IS kategorie 3 a 4) spojeny se sklepními prostory povrchových objektů byly navrženy v hloubce cca 3–6 m, spojovací chodby (IS kategorie 3) v hloubce 8,2 m pod povrchem byly navrženy částečně nově ražené a částečně vzniklé úpravou historických chodeb a pro vedení IS kategorie 2 byly navrženy kolektory kolmé na spojovací technické chodby v hloubce 15 m pod povrchem, které obsahovaly mimo jiné hlavní kanalizační sběrače s úkolem odvádět veškeré odpadní vody z historického centra. Přibližně 35 % ze všech navržených chodeb měly tvořit upravené historické chodby. Navržená kolektorizace byla pro vymezenou centrální část města úplná, veškeré objekty, komunikace i parky v historickém jádru měly být obsluhované soustavou podzemních chodeb a do doby uvedení sítí v kolektorech do provozu měla být stávající TI obsluhující území plně v provozu. Projekt byl rozdělen celkem do deseti staveb, které mohly fungovat i samostatně. [5] Podle pracovníka podílejícího se na výstavbě, pana Pražáka, byly dokončeny stavby 0 a 0_1, tedy přibližně 1800 m technických chodeb a kolektorů v jihovýchodní části historického jádra.

Vzhledem k velkému rozsahu, a tedy i ceně, stavby lze doporučit přednostní dostavbu již vybudovaných, avšak ne plně provozuschopných, technických chodeb a kolektorů a propojovacího úseku mezi nimi a prvním úsekem sdružené trasy VTV v Budějovické ulici.

Kolektory navržené v 70. letech jsou jediná sdružená trasa nabízená v této DP, jejíž součásti je i vedení kanalizace. Dnes bývá kanalizace (ať jednotná či oddílná) vedena ve sdružené trase IS jen výjimečně, a to z několika důvodů.

Prvním je praktická nutnost kanalizaci vést přednostně ve sklonu korespondujícím se sklonem terénu (jiné než gravitační řešení odkanalizování nelze doporučit, viz kapitola 1.2.3 Koncepce odkanalizování). Historické jádro Tábora je jednou z výjimek, kdy lze vést gravitační kanalizaci v kolektoru, protože leží na vyvýšeném místě a páteřní kolektory, jejichž součástí jsou hlavní kanalizační sběrače, mohou mít směrem k okrajům

dotčené oblasti sestupnou trasu. To je výhodné i z hlediska odvádění vody infiltrované do kolektoru, odvádění v kolektoru zkondenzované vody a při netěsnostech a haváriích vodovodních potrubí v něm vedených.

Druhým důvodem jsou hygienické podmínky, konkrétně požadavky na čistotu a výměnu vzduchu, které jsou dnes výrazně přísnější než v době zpracování projektu kolektorizace historického jádra Tábora. Např. co se týče výměny vzduchu, požadavek v 70. letech byla výměna objemu vzduchu v tunelu jednou za hodinu, projektová dokumentace uvažovala dvojnásobnou výměnu vzduchu za hodinu [5] a dnes je to běžně již čtyřnásobek (požadavek Pražské energetiky a.s. na větrání kabelových tunelů) či více (zejména pokud je v kolektoru veden i plynovod). Kromě negativních účinků na osoby obsluhy, nepříznivé agresivní prostředí vzniklé kvůli otevřené hladině vody v kanalizaci má korozivní vlivy na konstrukce i další vedení a příslušenství ve sdružené trase.

Závažným důvodem k absenci veřejné kanalizace v technologickém profilu sdružených tras jsou požadavky na čištění stok. Běžné proplachovací a čistící zařízení používané v ČR mají dosah pouze 50–70 m a revizní šachty tedy musí být v těchto mezích. Počet vertikálních děl spojujících kolektor s povrchem nutných k zajištění bezproblémové údržby kanalizace by tak byl příliš vysoký, tedy ekonomicky i jinak nevýhodný.

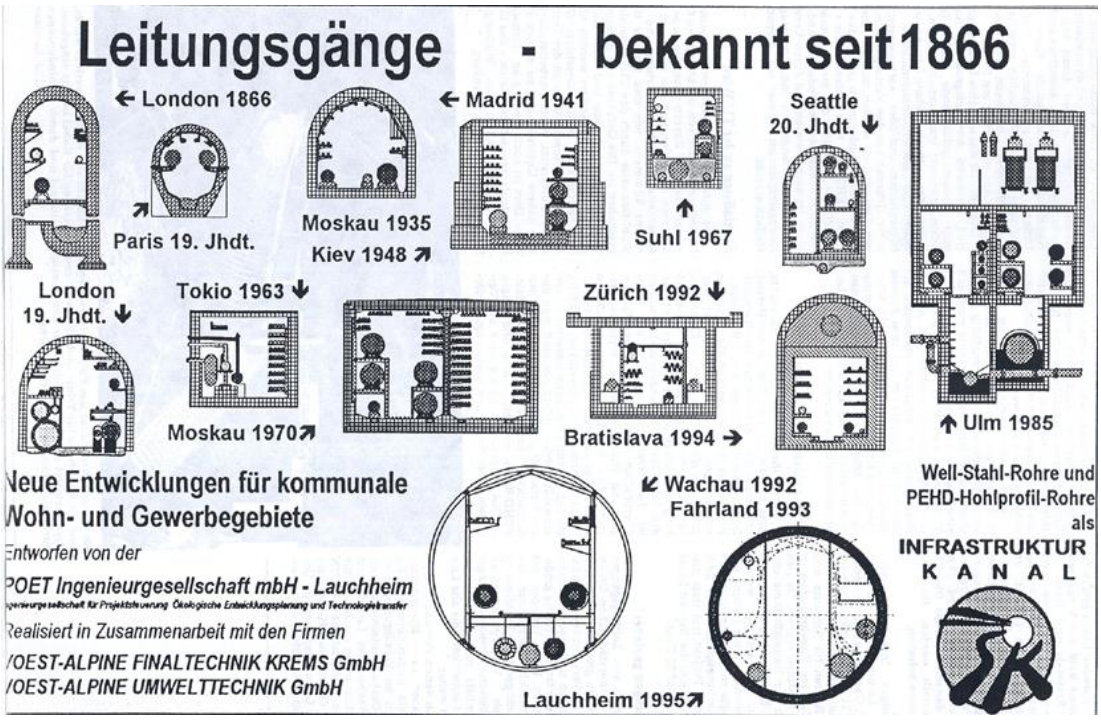
Původní návrh kolektorizace historického jádra města počítal též s realizací v otevřených výkopech a činnostmi prováděnými hornickým způsobem (ČPHZ) – konkrétně manuální ražbou. [5] Nicméně s užitím nových technologií (např. plně mechanizovaného štítování) a s přispěním od té doby nasbíraných zkušeností by bylo možné projekt kolektorizace historického centra Tábora upravit a dokončit za dosažení lepšího výsledku za kratší dobu, a především za méně peněz, než bylo původně předpokládáno.

1.4.3 Kolektory

Kolektor je jedním z nejstarších a nejvariabilnějších typů sdružených tras. Může se nacházet v různých hloubkách, být realizován různými technologiemi a může mít libovolnou kapacitu všech kategorií IS. Podpovrchové kolektory zhotovené většinou v otevřeném výkopu slouží k vedení IS 3. kategorie, zatímco do hlubinných (běžně 25–30 m pod povrchem, ačkoliv to není pravidlem) kolektorů vyražených hornicky či bezvýkopově jsou ukládány IS 1. a 2. kategorie. [15]

1.4.3.1 Hlubinné kolektory

Hlubinné kolektory, jakožto sdružené trasy páteřních IS, se uplatní v městských částech klasifikovaných stupni důležitosti A, B a C jako „doplněk“ ke sdruženým trasám IS 3. a 4. kategorie uvedených v následujících kapitolách.



Obrázek 8: Schémata kolektorů realizovaných ve světových metropolích
Zdroj: http://www.voestalpine.com/

V kapitole 1.4.2 bylo vysvětleno, proč se dnes od vedení kanalizace v kolektorech spíše upouští. I přes zúžení uplatnitelnosti kolektorů jen na páteřní IS 2. kategorie a vynechání kanalizace jsou kolektory realizované hornicky či bezvýkopově nejvhodnějším řešením VTV v hlavních koridorech

TI. Hlavní přivaděče médií do města a páteřní rozvody mezi městskými částmi jsou příliš velké, důležité a ukládané do příliš velkých hloubek na to, aby bylo možné je instalovat a rekonstruovat ve výkopech bez zajištění snadného přístupu k jejich snadné budoucí údržbě a k dalším možným opravám. Objem zemních prací nutných k instalaci nebo výměně jednoho páteřního rozvodu není výrazně vyšší než objem prací potřebných k realizaci menšího kolektoru. S přihlédnutím k faktu, že kolektor je dle *ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí* navrhován s minimální životností 100 let (správně udržovaný může mít životnost celé stovky let, viz kolektory v Londýně a v Paříži), zatímco rozvody vody, plynu, tepla a elektrické energie mají obvykle životnost 25–100 let [17] (v závislosti na použitém materiálu a na typu IS; v praxi je životnost zpravidla výrazně nižší [17]), je zřejmé, že kolektorizace alespoň na nejdůležitějších částech TI se vyplatí.

Technické řešení hlubinných kolektorů je založeno na horizontálních ražených tunelech (hornicky či bezvýkopově) spojených s povrchem vertikálními díly umístěnými na strategických místech – přístup do kolektoru, změny výškové úrovně, vyvedení IS do jiného typu sdružené trasy či do provozních objektů (ČOV, vodojemy, rozvodny, transformátorové stanice, ...), výtlak zkondenzované a z vnějšího prostředí prosakující vody do dešťové kanalizace a další.

Profily kolektorů jsou závislé na technologii provádění – hornicky ražené kolektory mají tradičně tvar „podkovy“ nebo kruhu s úsečí v počvě. Kolektory prováděné technologiemi TBM (tunnel boring machine; pro velké profily – bezpředmětné pro město velikosti Tábora), plně mechanizovaného štítování (microtunneling; pro menší profily) či již zmíněné HDD (velmi malé profily – průlezné kolektory a technické chodby) mají průměr kruhový.

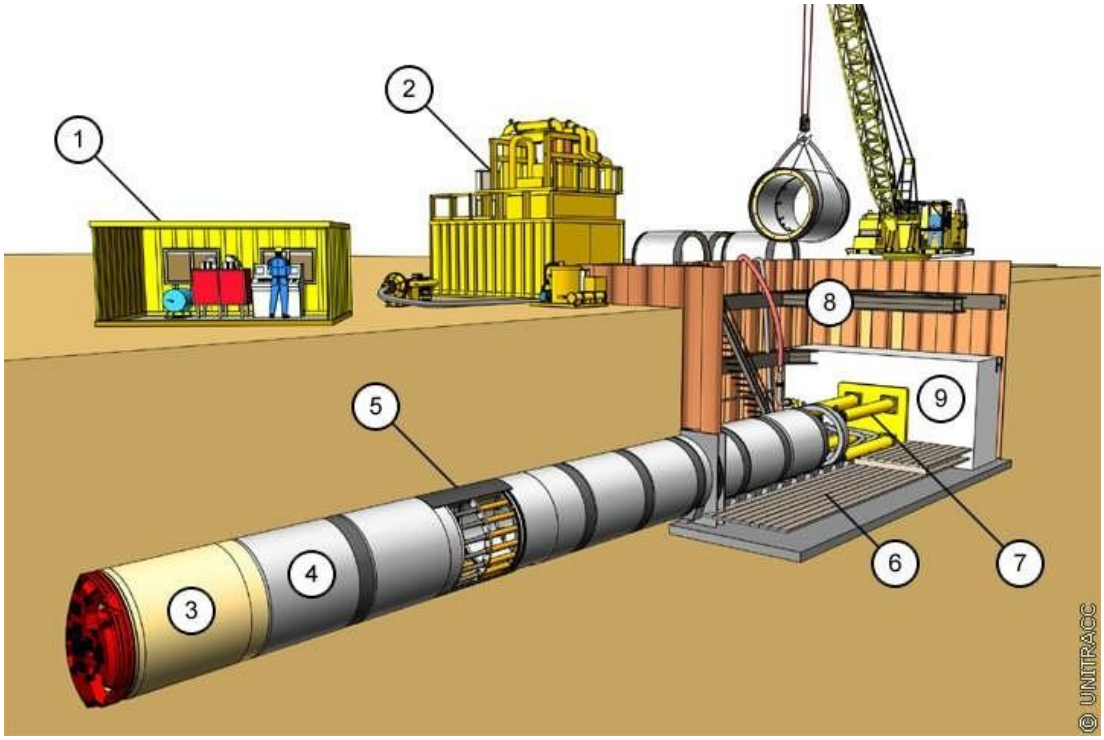
Obrázek 9: Snímek kolektoru Nová radnice
Zdroj: Archiv společnosti Ko-ka s.r.o.

Schéma uložení sítí v kolektoru kruhového průřezu viz výkres č. 2 v příloze č. 3. Zobrazený kolektor je možné použít jak pro vedení IS 1. a 2. kategorie, tak pro vedení IS 3. kategorie pouze s minimálním krytím pod komunikací. Kolektor tohoto typu byl součástí variantních řešení navržených ve SPB, v podmínkách distribuční soustavy v Budějovické ulici však nebyl vyhodnocen jako vhodné řešení. Využití by našel především pro vedení IS oblastního významu jako součást páteře TI v Táboře. V ohledu celkové transformace TI do stavu splňujícím požadavek trvale udržitelného rozvoje sídel by musel být doplněn sběrnou kanalizací vedenou mimo kolektor (realizovanou např. technologií HDD) a distribuční soustavou VTV těsně pod povrchem komunikace.

Hlubinné kolektory realizované bezvýkopovou technologií plně mechanizovaného štítování

Plně mechanizované štítování (microtunneling; často se používá počeštěný výraz mikrotunelování, ačkoliv se může jednat o tunely velkého průměru), spočívá [24] v kontinuální ražbě tunelu kruhového profilu plně automatizovanou (tedy bez přítomnosti osob na čelbě) vrtnou hlavou tlačenou a směrově řízenou z tlačné stanice pomocí hydraulických pístů za současného odtěžování zeminy do startovací jámy. S postupem jsou za vrtnou hlavou zatlačovány segmenty definitivní konstrukce, takže vyražený tunel se stává okamžitě únosným a bezpečným bez nutnosti asistence pracovníků v tunelu. Je to tedy velice bezpečná a rychlá technologie, při které je možné tunel razit pod hladinou podzemní vody. [24] To je blízkosti Lužnice a vodní nádrže Jordán jedna ze základních podmínek. Díky realizaci nosné konstrukce tunelu bezprostředně za vrtnou hlavou nedochází k negativnímu ovlivňování okolní zástavby a je to tedy vhodná technologie i v relativně malých hloubkách. Mikrotunelování má však i své nevýhody. Je relativně drahou technologií, i když je v ČR již rozšířena a české stavební firmy mají s jejím uplatněním zkušenosti. Další nevýhodou je, že montáž a demontáž vrtné soupravy a tlačné stanice je zdlouhavá [24], samotná výstavba tunelu je však následně velmi rychlá v porovnání např. s hornickou ražbou. Z těchto důvodů se dá ekonomicky výhodně použít pouze u delších tunelů, řádově stovky až tisíce metrů dlouhých.

Další informace o tomto způsobu instalace IS viz příloha č. 6.



Obrázek 10: Schéma plně mechanizovaného štítování
Zdroj: http://www.unitracc.com
Legenda: 1. Řídící stanice, 2. Separační stanice, 3. Razící štít, 4. Prefabrikovaný trubní prvek, 5. Tlačná mezistanice, 6. Plošina pojezdu, 7. Tlačná stanice, 8. Pažení startovací šachty (jámy), 9. Opěrná stěna dostatečně odolná vůči extrémnímu namáhání

1.4.3.2 Kolektor pod povrchem terénu veřejného prostoru

Výstavba sdružených tras VTV v podobě pojížděných či pochozích kolektorů je perspektivní řešení pouze v rámci nové výstavby či rekonstrukcí stávajících nevytížených pozemních komunikací v oblastech, kde se teprve očekává budoucí rozvoj. Týká se tedy městských částí klasifikovaných stupněm důležitosti C.

Technické řešení spočívá ve výstavbě průchozí sdružené trasy v otevřeném výkopu, jejíž stropní (zákrytová) konstrukce slouží jako pozemní komunikace. Primárně jsou tyto chodby určeny pro vedení IS 3. kategorie. Avšak vzhledem k maximální možné šíři chodby omezené pouze šířkou pozemní komunikace, případně šířkou zeleného pásu dělícího protisměrné proudy pozemní komunikace (záleží na konkrétním technickém řešení a požadavcích), do nich lze umístit i IS 2. kategorie.

Je pravděpodobné, že při masové realizaci kolektorů v otevřených výkopech umožňujících bezprobémové ukládání prefabrikátů, multikanálů a shora přístupných technických kanálů (viz dále), vznikne nabídka průmyslově vyráběných prefabrikovaných segmentů kolektorů a tím dojde ke zrychlení výstavby a snížení nákladů.

Podpovrchové kolektory poskytují mnoho prostoru pro uložení IS a nelze tedy doporučit jejich realizaci tam, kde se očekává potřeba umístit pouze malé množství vedení. Vyplatí se především při výstavbě sběrných komunikací spojujících hustě zastavěné části města či při výstavbě sídlišť a rozsáhlých obytných čtvrtí.

Ačkoliv je řešení podpovrchových kolektorů použitelné pouze při nové zástavbě, může být vertikálními objekty snadno navázáno na hlubinné kolektory provedené bezvýkopově (např. již zmíněnou technologií plně mechanizovaného štítování) nebo hornicky v oblastech již zastavěných (se stupněm důležitosti A a B).

Schéma podpovrchového kolektoru, jehož stropní konstrukce tvoří zároveň konstrukci komunikace, viz výkres č. 3 v příloze č. 2. Takové řešení kolektoru se obvykle (připravované kolektory v Praze – u Karlových Lázní a v ulicích Spálená, Ječná a Karmelitská [25]) využívá v situacích, kdy na stropní konstrukci kolektoru je umístěna kolejová dráha městské hromadné dopravy, to však v případě Tábora není aktuální (v Táboře MHD není zajišťována kolejovou dopravou). Technické řešení může být velice různorodé a podobně se k vedení IS 3. kategorie dá použít i kolektor ve výkresu č. 2, jen by byl ve větší hloubce.

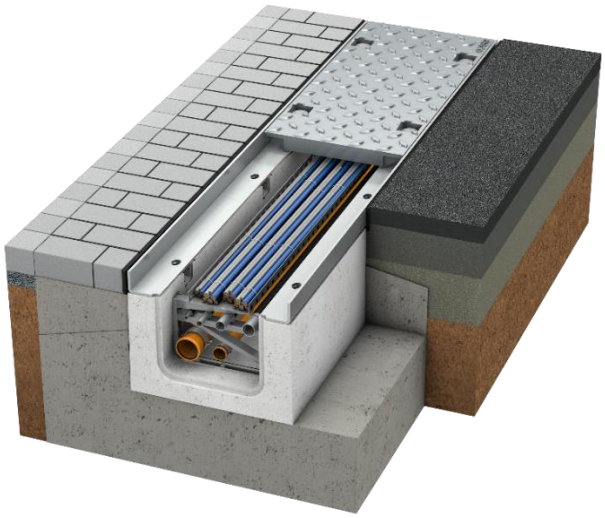
1.4.4 Shora přístupné technické podpovrchové kanály

Podpovrchovým kolektorům podobné, levnější, méně náročné na prostor, a tedy uplatnitelné i v zastavěných částech města, je řešení sdružených tras VTV v podobně shora přístupných technických podpovrchových kanálů (TPK). K zajištění pohodlného přístupu obsluhy a kvůli značnému dynamickému zatížení pojížděných ploch jsou tradičně umísťovány pod chodníky. Nevýhodou je obvykle značně omezený prostor

pro IS a problematická možnost uplatnění v památkově chráněných a jinak architektonicky náročných lokalitách. Shora přístupné TPK, jak jejich název napovídá, jsou totiž shora „přiznané“ a nelze je úplně skrýt, jelikož by pak nebyla umožněna manipulace na IS v nich vedených.

Standardně se používají k vedení IS v chodnících (v ČR spíše ojediněle), v komunikacích průmyslových komplexů a výjimečně k rozvodu technického zařízení budov (TZB) v objektech, kde není dostatek místa v podhledech, jejich použití ale není nijak omezené.

Rozměry TPK závislé na šířce chodníků předurčují jejich využití zejména pro vedení silových (NN a VN) a sdělovacích kabelů a vodovodních řadů a plynovodů menších dimenzí (IS kategorie 3 a 4). Trh nabízí celou škálu prefabrikovaných kanálů, většinou však jde pouze o mělké kanály vhodné jen pro silové a sdělovací kabely. Vodovodní a plynovodní potrubí musí být z tepelně technických důvodů umísťována ve větších hloubkách (vodovodní potrubí v nezámrzných), případně musí být tato potrubí tepelně odizolována anebo vyhřívána topnými kabely. Pořizovací náklady na takto hluboké kanály (resp. na izolaci a ohřev potrubí) již mohou být srovnatelné s jinými sdruženými trasami VTV. Realizace TPK dost hlubokých na uložení nevyhřívaných vodovodních potrubí pod chodníkem by si v husté zástavbě také vyžádala dočasný zábor jednoho přilehlého pruhu pozemní komunikace, což dále znevýhodňuje jejich použití pro vodovodní řady.



Obrázek 11: Shora přístupný technický podpovrchový kanál společnosti BIRCO
Zdroj: http://www.birco.com

Nicméně v dnešní informační době množství nových sdělovacích kabelů rapidně roste a použití shora přístupných technických podpovrchových (kabelových) kanálů, jejichž realizace si vyžádá pouze jednu rýhu (v chodníku je realizace možná bez omezení motorizované dopravy) s jednou obnovou povrchu chodníku, je nepochybně výhodnější než množství výkopů stejných rozměrů pro každý sdělovací a silový kabel zvlášť. V zastavěných částech sídel s hustou sítí silových a sdělovacích vedení se často stává, že při výkopových pracích dojde k poškození relativně zranitelných kabelů dalších vlastníků a tím ke zvyšování již tak vysokých pořizovacích nákladů spojených se zemními pracemi. I tento problém při použití shora přístupných TPK odpadá.

Obrázek 12: Nevhodně uložená kabelová vedení v Sokolské ul. v Praze
Autor: doc. Ing. Petr Šrytr, CSc.

Z výše zmíněného vyplývá, že použití shora přístupných TPK je vhodné především v částech měst s větším množstvím silových a sdělovacích kabelů, případně tam, kde se „zasíťování“ kabeláží v budoucnu očekává. Konkrétně se tedy jedná o oblasti se stupněm důležitosti A až D.

Příklad, jak by shora přístupný TPK mohl vypadat (vč. vodovodního a plynovodního potrubí i bez), viz výkres č. 4 v příloze č. 3. Pro tyto TPK bylo předpokladem použití na místě betonovaného kanálu a dodržení

odstupových vzdáleností uvedených v *ČSN 73 7505 Kolektory a ostatní sdružené trasy vedení inženýrských sítí,* která zatím není aktualizována podle potřeb praxe a nedovoluje plně využít potenciálu TPK.

1.4.5 Univerzální tvárnicové trati (řešení navržené ve SPB)

Řešení s uplatněním univerzálních tvárnicových tratí (UTT) neboli stavebnicových multikanálů odstraňuje některé nevýhody shora přístupných TPK (přiznání sdružené trasy na povrchu) za cenu nevýhod jiných (manipulační komory přesahující rozměry UTT).

UTT, stejně jako shora přístupné TPK, mohou být menších (kabely NN a SDK) i větších (vodovody a plynovody) rozměrů, díky krytí (konstrukcí pozemní komunikace či zeminou) jsou odolnější a při stejném profilu mohou být hlouběji položené a jsou tedy vhodné pro vedení vodovodních a plynovodních potrubí. Běžně jsou na trhu dostupné z plastových materiálů, čímž snižují náklady na dopravu a manipulaci a umožňují relativně rychlou realizaci. I UTT jsou kvůli rozměrům použitelné pouze pro IS kategorie 3 a 4.

UTT mají obvykle čtvercový či obdélníkový profil, který může být dále rozdělený na několik dílčích profilů. V místech odboček a napojení jsou instalované manipulační komory vedoucí na povrch (podobně jako revizní šachty na kanalizaci), pomocí kterých jsou prováděny instalace nových a výměny starých potrubí v UTT.

Nezanedbatelnou výhodou je i přítomnost pobočky předního dodavatele plastových UTT na českém trhu, společnosti SITEL s.r.o., přímo v Táboře. Pro společnost SITEL vyrábí UTT společnost SILON s.r.o. s výrobním místem v Plané nad Lužnicí, což by vedlo k minimalizaci nákladů na dopravu.

UTT se ukládá do výkopu s nutností obvykle 3 m širokého stavebního pruhu vedle trati pro stavební stroje a bezproblémovou pokládku tvárnic. Vzhledem k rychlé montáži prefabrikovaných tvárnic je rychlost výstavby, a tedy i doba trvání záboru závislá především na rychlosti provádění zemních prací. Následná instalace potrubí a kabelů se provádí z manipulačních

šachet za plného provozu pozemních komunikací na povrchu (za předpokladu, že je šachta přístupná z chodníku).

Schéma modifikované UTT společnosti SITEL s.r.o. použité ve SPB viz výkres č. 5 v příloze č. 3. Podrobně je aplikace této modifikované varianty UTT v podobě multikanálu čtvercového profilu 1,2 x 1,2 m rozděleného na 9 dílčích profilů o rozměrech 0,4 x 0,4 m (bez započítání tloušťky stěn), která byla navržena ve SPB [16] a hodnotovou analýzou vyhodnocena jako nejvýhodnější z uvažovaných možností, popsána v kapitole 2 Stavební úpravy Budějovické ulice v Táboře.

1.4.6 Transformace jednotné kanalizační sítě na oddílnou užitím BT

Potřeba transformace jednotné kanalizační soustavy na soustavu důsledně oddílnou a možné způsoby realizace (HDD, plně mechanizované štítování) nové dešťové kanalizace, která by za tímto účelem nutně musela být vybudována, byly nabídnuty v kapitolách výše.

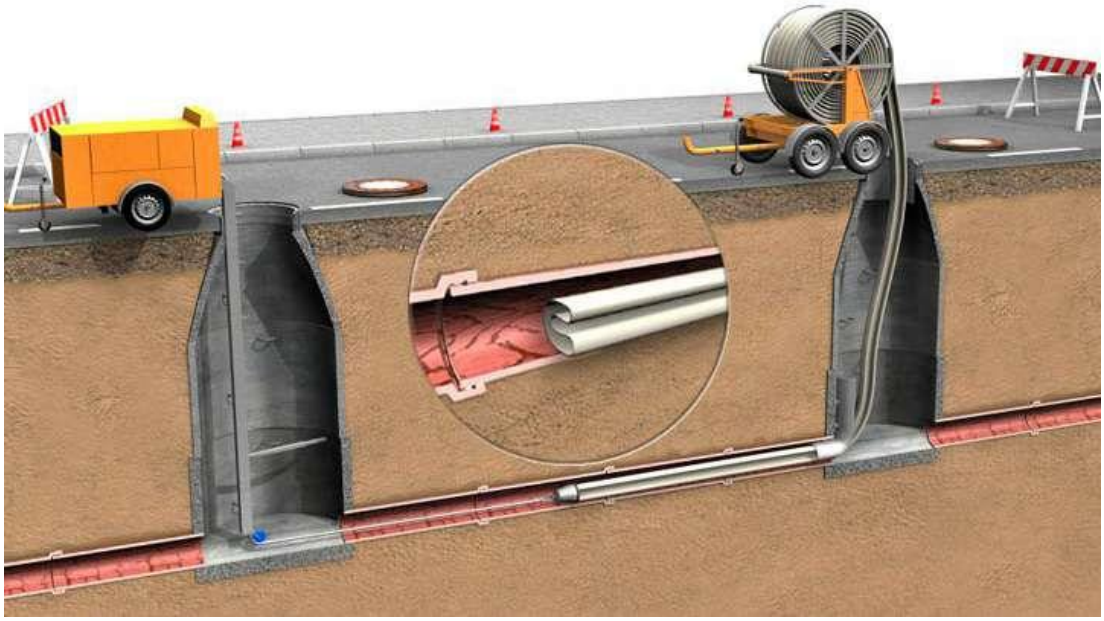
Vybudování nové oddílné dešťové kanalizace a přeměna stávající jednotné kanalizace na oddílnou splaškovou se předpokládá zejména kvůli nedostatečné kapacitě stávajících stok přenášet dešťové vody (i při zachování jednotné kanalizace je potřeba zvyšovat její kapacitu) a také kvůli tomu, že dešťová kanalizace by byla řešena jiným způsobem. Vyžádala by si totiž výstavbu nových retenčních nádrží a dalších provozních objektů. Naopak by nemusela být vedena do vzdálených ČOV, ale mohla by být vyústěna do nejbližší vodoteče či nádrže. Přítomnost vodní nádrže Jordán a řeky Lužnice je v tomto ohledu zásadní přednost města Tábora.

Při transformaci by pak bylo nutné zrekonstruovat stávající jednotnou kanalizační síť, která by přejala funkci kanalizace oddílné splaškové. I toho lze často dosáhnout s minimalizací negativních vlivů na funkce veřejného prostoru sídel způsobených otevřenými výkopy a rýhami. Užitečnými a v ČR velmi rozšířenými jsou v tomto ohledu BT založené na využití stávajících potrubí, tzv. *close-fit lining*. Pokud nelze využít stávající potrubí kvůli jejich

příliš špatnému technickému stavu nebo malé kapacitě, je možné bezvýkopově nahradit celá potrubí novými technologií *berstlining*.

1.4.6.1 Close-fit lining

Close-fit lining je technologie rekonstrukce potrubí založená na principu zatahování rukávce (vložky) do stávajících poškozených potrubí při zachování jejich trasy a kapacity v maximální možné míře. Zatahované vložky uvnitř těchto potrubí vytvoří nový povrch a bez nutnosti stavebních zásahů do stávajících potrubí a veřejného prostoru se tak dosáhne ekonomicky výhodné a životní prostředí šetřící obnovy kanalizace (dá se použít i u vodovodů a plynovodů). Tento proces méně či více zmenší průměr stávajících potrubí, to však při transformaci jednotné kanalizace na oddílnou splaškovou není problém, jelikož množství splaškové odpadní vody v jednotné kanalizaci sítí dosahuje řádově menších množství v poměru k dešťovým vodám, které jsou dnes jednotnou kanalizací převáděny.



Obrázek 13: Schéma sanace kanalizace technologií folded close-fit lining
Zdroj: http://www.benassisrl.com

Technické řešení spočívá [26] v zatažení konkrétním podmínkám již ve výrobě uzpůsobeného rukávce z polyethylenu (či sklolaminátu a různých druhů pryskyřic) do předem připraveného (vyfrézovaného a vyčištěného s vyspravenými vážnými poruchami) potrubí a jeho následném přilnutí ke stěnám vložkovaného potrubí a vytvrzení teplem (UV záření nebo pára)

či tlakem (pára nebo voda). Zatažení i vytvrzení může být proveden přímo z revizní šachty na kanalizaci. Frézování a opravy vážných poruch (zacelování kaveren apod.) před samotným procesem a následné přepojení přípojek napojených do kanalizace je provedeno taktéž bezvýkopově pomocí dálkově ovládaných *robotů*.

Vložky mohou být pouze sanací vnitřního povrchu potrubí a staticky s ním spolupůsobit či mohou mít i nezávislou statickou funkci a být samonosné – vznikne tak zcela nové potrubí. [26]

Proces celé obnovy potrubí je velice rychlý, nemá žádné negativní dopady na životní prostředí a má pouze minimální nároky na zábory veřejných prostranství během realizace. Veškerá mechanizace se totiž sestává pouze ze skladné frézy (přepravitelné dodávkou), logistického prostředku s vložkou (přívěs či nákladní automobil), zařízení pro tvarování vložky (nemusí být potřeba – v závislosti na použitém druhu vložky), navijáku, zařízení pro vytvrzení vložky v potrubí a robota pro finální úpravy vyvložkovaného potrubí (také se vejde do dodávky).

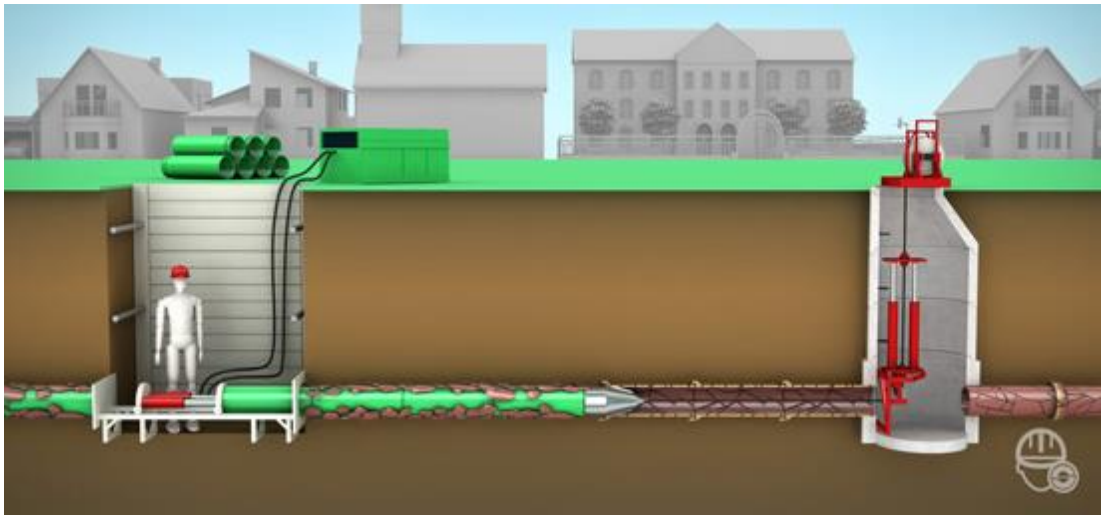
Obrázek 14: Snímek z provádění sanace kanalizace technologií inverzní close-fit lining
Zdroj: http://bmh.cz

Další informace o tomto způsobu instalace IS viz příloha č. 6.

1.4.6.2 Berstlining

Berstlining (či *pipe bursting* apod., viz příloha č. 1) je destruktivní technologií, která spočívá [27] v zatažení nového potrubí na místo stávajícího poškozeného (nebo jinak nevyhovujícího). To je tak nahrazeno ve stejné trase novým potrubím při současném zachování všech předností bezvýkopové instalace IS. Původní potrubí je při tomto procesu roztrháno či roztlačeno do okolní zeminy. Na rozdíl od technologie *close-fit lining,* viz předchozí kapitola, *berstlining* umožňuje zvětšení profilu potrubí. [27]

Technické řešení je založeno na [27] protažení tažných tyčí skrz stávající potrubí z cílové jámy (s tažným strojem) do jámy startovací (odkud se nové potrubí zatahuje), v opačném směru k předchozímu kroku se rušeným potrubím protahuje soustava trhací, rozšiřovací a tažné hlavy, na kterou je napojeno nové potrubí. Tímto způsobem se velmi rychle instaluje nové potrubí za současné destrukce starého. Půdorysné rozměry startovací jámy jsou závislé na použitém potrubí a půdorysné rozměry jámy cílové závisí na použitém tažném zařízení (tedy na dimenzi a materiálu potrubí a geologických podmínkách). V jamách mohou být následně nainstalovány revizní šachty, armatury a odbočovací tvarovky potrubí řadu (kanalizace, vodovodu či plynovodu). Za vhodných podmínek při rekonstrukci stok není třeba hloubení jam a výměnu potrubí lze provést z revizních šachet podobně jako v případě technologie *close-fit lining*. Podrobně viz příloha č. 6.



Obrázek 15: Schéma instalace potrubí technologií berstlining (z jámy do šachty)
Zdroj: https://www.schoengen.de

1.4.7 IS 4. kategorie

IS 4. kategorie čili přípojková vedení technického vybavení se odlišují od ostatních IS zejména jejich délkou a kapacitou. Nicméně problémy při jejich realizaci jsou shodné, a protože často křižují pozemní komunikace v celé jejich šíři, jsou negativní jevy vyskytující se při jejich nové instalaci a obnově neúměrně vysoké.

1.4.7.1 Sdružené trasy IS 4. kategorie

Uplatnění sdružených tras IS není omezeno jen na IS kategorií 2 a 3, volně ložená neuspořádaná přípojková vedení trpí stejnými neduhy (i když v konkrétních případech pouze lokálně) jako páteřní vedení a distribuční síť.

Přestože se v posledních letech o sdružených trasách mluví častěji než dřív a vlastníci sítí TI ve velkých městech do nich po desítkách let zanedbávání stavu svých sítí opět začínají investovat (důkazem může být plánované rozšiřování kolektorové sítě v Praze [28]), o sdružených trasách přípojkových vedení je slyšet málo. Důvodem je především skutečnost, že přípojková vedení jsou většinou majetkem vlastníků připojovaných objektů a jejich stav vlastníci a správci distribuční sítě ignorují. Na druhé straně vlastníci přípojek jsou neinformovaní a dokud nedojde k poruše kvůli zanedbané údržbě, často ani nevědí, že vlastníky jsou.

Dalším běžně se vyskytujícím problémem s přípojkovými vedeními je ten, že vlastníci a správci distribuční sítě (stejně jako vlastníci pozemních komunikací – tedy města) s vlastníky přípojek nekomunikují. V praxi tak často dochází k situaci, kdy majitel pozemní komunikace vyvolá investiční záměr na její rekonstrukci, na to zareagují vlastníci IS pod povrchem komunikace vlastními záměry na rekonstrukci svých sítí (koordinací záměrů dojde ke snížení nákladů všech zainteresovaných stran), ale k majitelům přilehlých objektů a přípojek se tato informace již nedostane. Ve chvíli, kdy se majitelům okolních objektů před domem objeví výkop, je zpravidla již příliš pozdě na iniciování rekonstrukce přípojkových vedení v koordinaci s celkovou obnovou TI v ulici.

Vhodným řešením k realizaci sdružených přípojkových vedení jsou zejména některé méně invazivní (a tedy levné) technologické postupy zmíněné výše, konkrétně shora přístupné technické podpovrchové kanály, UTT, případně též technické chodby a průlezné kolektory u velkých průmyslových objektů. Nebo alespoň přípojky několika druhů VTV k novým objektům ukládat do společných kopaných tras i za cenu porušení jejich ochranných pásem.

1.4.7.2 Společné trasy IS 4. kategorie pro více objektů

Ani při uplatnění výše zmíněných sdružených tras VTV pro vedení IS 2. a 3. kategorie často není jiná možnost, než přípojky realizovat klasickou výkopovou metodou a přerušit tak provoz ve veřejném prostoru, často též na místní komunikaci v celé její šíři. Výskyt těchto negativních průvodních jevů obnovy a nové instalace IS lze minimalizovat realizací společných přípojkových vedení ve sdružených trasách pro více sousedních objektů. Vhodné je to zejména u objektů v souvislé zástavbě, které mohou být propojené v rámci jejich TZB v suterénu či ve sklepním prostoru. Toto řešení není zatím ošetřeno příslušnými právními předpisy, ani technickými a dalšími podklady.

Nepochybně se to setká s odmítavým postojem řady majitelů objektů, ale náklady ušetřené za realizaci několika samostatných přípojek mohou být pro většinu lidí přesvědčivým argumentem. Jen je potřeba vlastníky objektů v souvislých zástavbách o této možnosti informovat a aktivně je v tom podporovat např. přednostním schvalováním žádostí o zřízení přípojek na úřadech dotčených orgánů státní správy. Lepším řešením pak je ošetřit toto řešení již v příslušných podkladech s podporou managementů sídel a Českého svazu měst a obcí.

Není to však prakticky žádné nové řešení, i samotné město Tábor má se společnými přípojkami pro více objektů zkušenosti. Konkrétně bylo použito v historickém jádru Tábora na Žižkově náměstí v 70. letech 20. stol. Při řešení budoucích společných přípojek je tedy možné aplikovat již získané zkušenosti.

Ačkoliv v minulosti bylo řešení připojení objektů na TI v podobě společných přípojek úspěšně použito na Žižkově náměstí, stále není jejich použití (ani zmínka o této možnosti) ošetřeno v Českých technických normách (ČSN). Přitom v praxi při masovém použití (celková postupná transformace VTV do sdružených tras a jednotné kanalizace na oddílnou) by to mohlo znamenat značné úspory nákladů. Doplnění především ČSN o tuto možnost je však nanejvýš žádoucí, jelikož bez důkladného ošetření řešení přípojkových vedení společnými (lépe sdruženými či kombinovanými) trasami pro více objektů by při jejich improvizované realizaci mohlo dojít k technickým i majetko-právním problémům. Zároveň platí, že z toho, co není důsledně popsáno v technických normách, mají stavebníci, provozovatelé, projektanti i zhotovitelé obavy.

1.4.7.3 BT nové instalace IS 4. kategorie

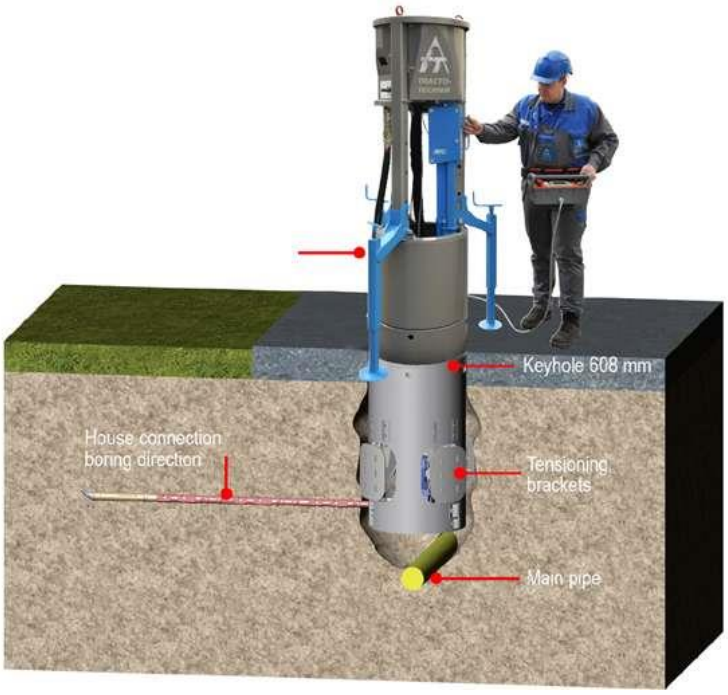
V předcházejících kapitolách byla zmíněna nevýhoda nové instalace a obnovy přípojkových vedení spočívající v nutnosti přípojek vedených napříč pozemní komunikací instalovat či rekonstruovat v otevřeném výkopu. Tento problém částečně řeší technologie horizontálně řízeného vrtání zmíněna v kapitole 1.4.1.2, pouze v menším, přípojkám odpovídajícím, měřítku. I zde je však nutné vyhloubit jámu o půdorysných rozměrech cca 1 x 2 m a po zřízení přípojky a zasypání vyspravit povrch vozovky. I přes výhody oproti klasické výkopové metodě může být tento proces na dopravně velmi vytížených komunikacích (např. v Budějovické ulici v Táboře) nepřijatelný.

Proto byla za účelem rychlé a neinvazivní realizace přípojkových vedení vyvinuta bezvýkopová technologie Grundopit Keyhole [29], která si kvůli vysokým pořizovacím nákladům technologie (vykoupeným nízkými náklady na zřízení přípojky) zatím pouze pomalu razí cestu na český trh, nicméně se dá předpokládat, že své místo spolehlivě zaujme v arsenálu stavebních společností do několika let.

Na rozdíl od horizontálně řízeného vrtání si uplatnění technologie Keyhole nežádá [29] výkop jámy, nýbrž pouze jádrový vrt o průměru 650 mm v místě napojení budoucí vodovodní, plynovodní nebo SDK přípojky na řad

distribuční soustavy. Jádro vrtu provedeného až na úroveň nezpevněné konstrukce pozemní komunikace je následně nepoškozené vyjmuto a uskladněno pro opětovné zakrytí vrtu. Vrtný stroj následně provede horizontální řízený vrt s minimalizovanou spotřebou směsi k rozplavování zeminy do jámy připravené u objektu, revizní šachty na pozemku nebo dokonce přímo do sklepního (suterénního) prostoru připojovaného objektu. [29] Odtud stejně jako z cílové jámy u HDD zatáhne nové potrubí až k místě napojení na distribuční řad. Nakonec zbývá jen provést samotné napojení potrubí na řad, zasypat a zhutnit jámu, vrátit jádro vrtu zpět na původní místo a zalepit spáru. Pevnost ani únosnost vyspravené komunikace není nijak dotčena a celý proces od příjezdu pracovní čety po uvedení povrchu komunikace do původního stavu netrvá déle než jednu pracovní směnu. [29]

Další informace o tomto způsobu instalace IS viz příloha č. 6.



Obrázek 16: Schéma instalace domovní přípojky technologií Grundopit Keyhole
Zdroj: http://www.tracto-technik.com/

1.4.8 Hodnotová analýza

Při zpracování systémové koncepce rozvoje TI byla pro různé části Tábora klasifikovaných dle stupně důležitosti navržena variantní řešení uložení IS. Tato DP si však neklade za cíl provést ucelenou koncepci rozvoje TI Tábora s podrobností použitelnou při skutečném procesu územního plánování. To by bylo mimo možnosti DP. Autor práce zde pouze nabízí metodický vzor, jak takovou koncepci zpracovat. Při zpracování koncepce rozvoje TI ve skutečných podmínkách se zohledněním všech charakteristik a možností Tábora a jeho správního celku by variantních řešení bylo o mnoho více. Nejen proto je i následující hodnotová analýza (HA) navržených variantních řešení pouze metodickým vzorem.

Ze souboru navržených variantních řešení je potřeba vybrat pro danou lokalitu s jejími specifickými požadavky nejvhodnější řešení. Způsobů, jak dospět ke konečnému rozhodnutí je mnoho, zde bude zpracována metoda užitá ve SPB, a to vícekriteriální hodnotová analýza.

„Je třeba mít na paměti, že HA nám neposkytuje odpověď na to, jaká z variant má být zvolena, ale je pouze nástrojem, který může být pro rozhodování použit.“ [8]

Pro dosažení relevantního výstupu HA je třeba [8] velké (čím více kvalifikovaných hodnotitelů, tím lépe) množství odborníků, i proto není možné zpracovat takovou analýzu v rámci této DP. Hodnotiteli by měly být všechny zainteresované strany, tedy zejména stavebníci (vlastníci IS či města), správci IS, projektanti (navrhovatelé variantních řešení), možní zhotovitelé budoucích navazujících investičních záměrů (zvolená variantní řešení musí být v jejich technických a odborných možnostech) a také zástupci uživatelů IS (předpokládá se jejich odborná kvalifikovanost).

1.4.8.1 Výběr hodnotících kritérií

Všichni zvolení hodnotitelé nejprve musí sestavit seznam kritérií, podle kterých se navržená variantní řešení budou posuzovat. Každý z hodnotitelů sestaví seznam svých kritérií a porovnáním s ostatními následně vznikne seznam všech kritérií, podle kterých se budou variantní řešení hodnotit. [8]

Jako příklad možných hodnotících kritérií je v následující tabulce uvedeno několik (nikoli všech) hodnotících kritérií použitých ve SPB [16]:

Tabulka 1: Vybraná hodnotící kritéria HA užitá ve SPB

A	bezkolizní realizace, údržba, revize a oprava IS ve vazbě na životní prostředí
B	úspory prostoru, energie a práce
C	snížení celkových pořizovacích nákladů IS či jejich udržení na současné úrovni při výrazném zvýšení spolehlivosti IS
D	snížení celkových provozních nákladů
E	usnadnění zavádění automatizace provozu IS (zdokonalovaní systému měření a regulace)
F	zajištění kvalitních úložných podmínek IS (eliminace negativního vlivu prostředí, prodloužení životnosti IS)
G	garance přístupnosti obsluhy prostřednictvím IS
H	usnadnění transformace a modernizace řešení veřejného osvětlení této ulice dle připravovaného záměru
I	stupeň sjednoceného řešení pro celou ul. Budějovická za předpokladu analogického koncepčního řešení v úsecích nezpracovávaných ve SPB
J	zajištění požadavku garance udržitelného stavu a rozvoje IS

Zdroj: [16]

Kritéria *H* a *I* jsou úzce spjaty s Budějovickou ulicí a v celkové koncepci Tábora by tak měly být vynechány. Naopak v závislosti na požadavcích města a správců IS by jistě přibyly další kritéria (např. možnost průmyslové výroby ochranných konstrukcí sdružených tras, která by dále snížila pořizovací náklady aj.). Klíčovou roli by samozřejmě sehrály ekonomické ukazatele, konkrétně pořizovací cena, celkové náklady na životní cyklus IS či sdružené trasy a cenový ukazatel zohledňující náklady třetích stran spojené s narušením funkcí veřejného prostoru při provádění stavebních prací (např. pokles zisku kavárny se zahradou kvůli úbytku hostů způsobeném nepříjemným prostředím u zařízení staveniště apod.). Ekonomické ukazatele v HA však zkreslují výsledek na úkor celkové užitečnosti a efektivitě variantních řešení. [8] Je tedy na zvážení zpracovatele HA, zda není lepší ekonomické ukazatele do rozhodovacího procesu zahrnout jiným způsobem. Přestože např. pořizovací náklady na sdružené

trasy nebyly v HA SPB zahrnuty, z navržených sdružených tras byla jako nejvhodnější vybrána varianta právě s nejnižší pořizovací cenou. [16]

1.4.8.2 Zohlednění důležitosti hodnotících kritérií

Po sestavení seznamu kritérií je možné [8] (ne však nezbytně nutné) dát každému z kritérií určitou váhu v podobě koeficientu. Když je např. kritérium pořizovací ceny považováno za důležitější než možnost snadné údržby, obnovy či modernizace IS, je pořizovací ceně přidělen vyšší koeficient. Každý hodnotitel tedy přiřkne každému kritériu koeficient na předem zvolené škále (např. součet všech koeficientů musí být roven jedné) podle svých preferencí a z toho je následně (na základě diskuse, průměrem, mediánem či jinak) sestavena jedna normalizovaná tabulka hodnotících kritérií a jejich vah. [8]

1.4.8.3 Ohodnocení variantních řešení podle hodnotících kritérií

Každý z hodnotitelů následně ohodnotí každé z variantních řešení podle toho, jak podle jeho názoru toto řešení vyhovuje požadavku daného kritéria (např. na stupnici od 1 do 10, kde 10 znamená maximální uspokojení požadavku). Hodnocení variantních řešení podle kritérií od všech hodnotitelů se opět normalizuje (průměrem či jinak) na jeden soubor ohodnocených variantních řešení podle každého z hodnotících kritérií. [8]

1.4.8.4 Vyhodnocení

Před interpretací výsledků hodnotové analýzy je [8] poslední krokem vyhodnocení normalizovaného souboru ohodnocených variantních řešení. Možností, jakými variantní řešení vyhodnotit, je více. Jsou to např. metody lineární a diskriminační. [8]

Lineární metody jsou si navzájem podobné (některé jsou trochu upraveny, ale zásadní rozdíl mezi výstupy nejsou [8]), kdy výsledné bodové ohodnocení variantního řešení je vážený průměr (či komplikovanější algoritmy, např. Hammingova metrika) všech bodových ohodnocení

dle kritérií a vah (koeficientů) příslušných kritérií. Variantní řešení s nejvyšším váženým průměrem lze pak při správné interpretaci vyhodnotit jako nejlepší.

Diskriminační metody výpočtu nezávisí [8] na samotných hodnotách vah (koeficientů) hodnotících kritérií, ale na pořadí kritérií seřazených od nejvyššího koeficientu po nejmenší. Hodnotící kritérium s vyšší vahou má pak exponenciálně větší důležitost než kritérium s vahou nižší. Tyto metody jsou složitější na výpočet a jak už jejich název napovídá, největší (exponenciálně) vliv na celkové pořadí variantních řešení má především nejdůležitější kritérium a ostatní jsou prakticky zanedbána. Proto se diskriminační metody doporučují pouze u malého počtu (jednotek) kritérií. [8] Různé diskriminační metody se pak liší pouze sklonem příslušné exponenciální funkce. Nejvhodnější řešení je opět (při správné interpretaci) řešení s největším počtem bodů.

1.4.8.5 Interpretace výsledků

Důležité je mít na paměti, že ani z nejlépe provedené HA (především s vhodně sestaveným souborem hodnotitelů) nelze s jistotou určit nejlepší variantní řešení pro dané podmínky. Výsledek HA musí vždy sloužit pouze jako jeden z nástrojů k učinění správného rozhodnutí. [8]

HA je absolutně závislá na lidském faktoru, především na souboru hodnotitelů. Žádný člověk nedokáže rozhodnout úplně objektivně, a proto je třeba vynaložit velké úsilí, aby soubor vybraných hodnotitelů byl složený ze zástupců všech stran, kterých se rozhodovací proces týká, a aby byl poměr množství zástupců různých stran vyvážený. Všichni však musí být dostatečně odborně kvalifikovaní. Stavebníci budou sledovat především ekonomické ukazatele, projektanti a nestranná odborná veřejnost bude pravděpodobně preferovat řešení s nejvyšší užitností a technickou efektivitou a koncoví spotřebitelé obsluhovaní inženýrskými sítěmi budou kromě ceny klást důraz na nerušené dodávky médií a energií a klid (tedy žádné rozsáhlé stavební práce) ve veřejném prostoru. Vhodný výběr hodnotitelů pro HA je tedy naprosto klíčový.

Dalším faktorem, který je zásadní pro správnou interpretaci výsledků HA, je porozumění užitým výpočtovým metodám. To je důležité zejména při použití diskriminační metody výpočtu. Člověku znalému problematiky a metod zpracování HA bude tedy stačit číselné vyjádření výsledku (tabulka s počty bodů získaných jednotlivými variantami) zatímco laik bude vždy potřebovat vhodnou slovní interpretaci. [8]

Kvalita HA je tedy zcela závislá na lidském faktoru a správně provedená HA s vhodně sestaveným souborem hodnotitelů tedy může být výbornou pomůckou v rozhodovacím procesu.

2 Stavební úpravy Budějovické ulice v Táboře

2.1 Popis investičního záměru

Záměr zrekonstruovat IS vedoucí pod komunikací v Budějovické ulici vznikl kvůli špatnému technickému stavu některých IS způsobeném jejich stářím a kvalitativními požadavky v době jejich vzniku a také v návaznosti na připravovanou obnovu veřejného prostoru včetně povrchu komunikace ve všech jejích konstrukčních vrstvách.

V současnosti Budějovickou ulicí vedou dvě stoky a dva až tři vodovodní řady pod povrchem komunikace a dva kabelovody s neurčitým počtem kabelů NN a SDK pod chodníky (jeden na každé straně ulice). Vždy je však třeba počítat s budoucím rozvojem území a s nárůstem nároků na počet i dimenze IS. V tomto případě je nutné předpokládat především též budoucí možnou plynofikaci ulice a dále též instalaci dalších vedení IS související s realizací programu využití srážkových vod apod. Koordinační situační výkres s orientačně zakreslenými IS viz příloha č. 4

2.2 Popis území stavby

Místní sběrná pozemní komunikace v Budějovické ulici je součástí klíčového dopravního koridoru v historické části Tábora spojujícího Žižkovo náměstí s Ústeckým předměstím a vedoucího dále do mnoha důležitých dopravních tras. Okolí je tvořeno převážně obytnou zástavbou v podobě bytových domů do pěti nadzemních podlaží, přičemž velká část prvních nadzemních podlaží má komerční využití. Odklonění dopravy včetně linek městské hromadné dopravy (MHD) a uzavírka Budějovické ulice v obou směrech by způsobila dopravní kolaps a je nepřijatelná.

Podobný charakter má většina center českých měst a obcí a praxe ukazuje, že dopravně inženýrská opatření jsou často velkou překážkou v přípravě i realizaci obnovy inženýrských sítí a komunikací. Komerční funkce přilehlé zástavby je v praxi často přehlížená. Její význam si však zasluhuje větší pozornost. Stejně jako udržitelný stav a provoz IS, i obsluha a možnost zásobování právnických osob a jejich komerční zájmy jsou

součástmi funkcí veřejného prostoru, které jsou rekonstrukcemi a výstavbou IS v kopaných trasách narušovány.

Obrázek 17: Snímek Budějovické ulice v Táboře
Zdroj: Autor DP

2.3 Širší územní vztahy

Při plánování transformace řešení IS do podoby splňující požadavky udržitelnosti se nelze soustředit jen na jeden konkrétní investiční záměr či jednu ulici. Je potřeba uvažovat v širších souvislostech a plánovat i daleko do budoucnosti. Vzhledem k plánované životnosti inženýrských staveb až 100 let [17] je důležité dobře vypočítat jejich budoucí vytížení (a tedy potřebné kapacity), k tomu slouží hlavně institut územního plánování. Už při jejich projektování a přípravě je třeba brát v úvahu vše, co se s inženýrskými stavbami děje během celého období jejich opakujících se životních cyklů a s ohledem na požadavek udržitelného stavu a rozvoje sídel. Tedy již při přípravě jejich investičních záměrů musí mít vedení města či obce, městští inženýři a architekti, vlastníci a provozovatelé IS a v neposlední řadě také samotní projektanti a zhotovitelé vymyšlen způsob,

jakým se IS budou transformovat do podoby splňující požadavky udržitelnosti (udržovat, opravovat, modernizovat, a hlavně nahrazovat novými, až stávající sítě dospějí ke konci svého životního cyklu. Stačí se rozhlédnout po kterémkoli městě nejen v České republice v jarních a letních měsících a ihned je jasné, že v minulosti byla upřednostněna jakoby čas šetřící a neperspektivní improvizace a jen zdánlivě nízká cena (bez započtení nákladů dalších životních cyklů [8] a jiných dotčených subjektů) před koncepčně správným řešením s ohledem na trvale udržitelný stav a rozvoj sídel.

IS v Budějovické ulici spojují západní historickou část Tábora s východní v úzkém koridoru mezi Lužnicí a Vodní nádrží Jordán. Vodovodní řad má funkci páteřního vodovodu (2. kategorie), a proto je nutné zajistit jeho funkci a ochranu před poškozením po celou dobu výstavby. Ostatní IS v ulici obsluhují pouze zástavbu v bezprostředním okolí Budějovické ulice (3. a 4. kategorie), přesto jde o významnou a hustě osídlenou část Tábora a dlouhodobý výpadek v poskytování služeb prostřednictvím IS je nepřijatelný.

2.4 Geologie

Geologické poměry v Budějovické ulici do hloubky 3 m byly zjištěny geologickým průzkumem při zpracování projektové dokumentace pro investiční záměr Stavební úpravy Budějovické ulice v Táboře. Geologické poměry v hloubce větší byly pro potřeby zpracování SPB získány v Geofondu České geologické služby (ČGS). Z Geofondu ČGS byly získány i zprávy z průzkumných vrtů provedených v historickém jádru Tábora v 70. letech 20. stol. pro potřeby zpracování projektové dokumentace kolektorů.

Přestože *ČSN 73 3050 Zemní práce* již není platná (byla nahrazena ČSN 73 6133 a ČSN 73 3055), je v praxi stále široce používána a všeobecně přijímána jako platná. Proto jsou v této práci k zatřídění užity *ČSN 73 6133 Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací* (byla použita v investičním záměru *Stavební úpravy Budějovické ulice v Táboře*) i *ČSN 73 3050 Zemní práce*.

Průzkumné geologický vrty potvrzují následující skladby podloží:

Tabulka 2: Geologická skladba podloží Budějovické ulice

Hloubka (m)	Geologický popis hornin	Zatřídění dle ČSN 73 6133	Zatřídění dle ČSN 73 3050
0 – 0,5	konstrukce vozovky – asfalt	II	V
0,5 – 0,8	navážka – štěrkovitý písek, střednězrnný	I	II
0,8 – 1,4	hlinitý písek, jemnozrnný	I	I
1,4 – 3,0	pararula, silně zvětralá	I	III
3,0 – 3,8	hlinitý písek, hrubozrnný	I	II
3,8 a více	rula, zvětralá	II	IV

Zdroj: [16], do tříd těžitelnosti zatříděno autorem DP

Tabulka 3: Geologická skladba podloží historického jádra Tábora

Hloubka (m)	Geologický popis hornin	Zatřídění dle ČSN 73 6133	Zatřídění dle ČSN 73 3050
0 – 0,8	navážka	I	II
0,8 – 4,2	písek, střednězrnný	I	II
4,2 a více	syenit, střednězrnný, zvětralý	I	III

Zdroj: Geofond ČGS, do tříd těžitelnosti zatříděno autorem DP

2.4.1 Hydrogeologie

Táborem protéká řeka Lužnice a jeho součástí je taktéž vodní nádrž Jordán na Košířském potoce, celé území Tábora spadá do povodí Vltavy. Samotné historické jádro Tábora a na něj navazující Budějovická ulice jsou na vyvýšeném místě a v průzkumných vrtech do hloubky 15 m nebyla zastižena hladina podzemní vody. Podle pracovníků Husitského muzea v Táboře se hladina podzemní vody nachází cca 50 m pod Žižkovým náměstím v samotném centru historické části Tábora. Zastižení hladiny podzemní vody se tedy nepředpokládá ani při případné realizaci hlubinných kolektorů pod historickým jádrem či pod navazující Budějovickou ulicí (v úseku řešeném ve SPB; Budějovická ul. se postupně svažuje do nižších poloh v městské části Nové město).

2.4.2 Dílčí závěry

Geologické i hydrogeologické poměry v historickém jádru Tábora i v navazující Budějovické ulici jsou velmi příznivé ke stavební činnosti pod povrchem. Syenitové horniny jsou lehce těžitelné (to bylo i jednou z příčin budování podzemních děl již v 15. století) a zastižení hladiny podzemní vody ztěžující případnou hornickou činnost a zvyšující náklady na zajištění staveb proti průniku vody se také nepředpokládá.

Podzemí měst je dnes přehuštěno inženýrskými sítěmi, velkou měrou z provozu vyřazenými, které nejsou v rámci rekonstrukcí vyjmuty kvůli minimalizaci objemu zemních prací, a množstvím dalších překážek. Kromě nefunkčních IS jsou to v Táboře (jeho historické části) zejména podzemní objekty (sklepy, chodby, jímky na vodu apod.), zbytky základů odstraněných budov a podzemních stěn.

Z výše uvedených důvodů vyplývá zásadní důležitost správně provedeného geologického průzkumu. Výskyt nepředvídatelné překážky v podzemí může mít až fatální důsledky. Stejné riziko hrozí i při náhlé změně geologických poměrů a podmínek. Proto je nezbytné se těmito jevy zabývat v době předprojektové přípravy v rámci geologického průzkumu. Bezvýkopové technologie jsou nesporně citlivější na nedostatky databází majitelů a provozovatelů IS a na zanedbávání potřebných průzkumů v předstihu k zahájení přípravy investičních záměrů.

Geologický průzkum prováděný v rámci projektové, předvýrobní a výrobní přípravy by se měl sestávat především z následujících kroků:

- Důsledné studium existujících geologických zpráv a zpráv z provedených geologických vrtů v dané lokalitě. (Archiv Geofond České geologické služby)
- Podrobné studium archivních materiálů zejména s ohledem na existenci pozůstatků bývalých staveb. (archivy stavebních úřadů v případě stále stojících staveb a Státní oblastní archivy u staveb již neexistujících)

- Získání přesných dat o poloze vedení stávajících sítí (funkčních i vyřazených z provozu) a spolupráce s jejich správci při jejich vytyčování a diagnostikování. Nelze spoléhat na data IS, které nebyly geodeticky zaměřeny po jejich realizaci, projektované a skutečné umístění sítí se často velmi liší.
- Uplatnění technologií geofyzikálního průzkumu pro ověření hloubky skalního podloží, ověření existence dutin (kaveren) v podzemí či vedení a objektů inženýrských sítí – zejména tam, kde stávající informace nejsou průkazné či existují pochybnosti o jejich pravdivosti (aktualitě).
- Provádění kopaných, vrtaných či hloubených sond v místech nejasností či za účelem potvrzení výskytu nežádoucího útvaru. Při uplatnění BT je to v rámci předvýrobní a výrobní přípravy nezbytné.
- Navržené zemní práce je nutné udržet pod kontrolou ve vztahu k úrovním hladiny a režimům proudění podzemní vody. To může hrát významnou roli i při výběru BT.

Při rozhodování o užití progresivních technologií obnovy a nové instalace IS je třeba mít na paměti, že některé BT (např. plně mechanizované štítování) jsou často klasifikovány jako činnosti prováděné hornickým způsobem a podléhají tedy kontrole Českého baňského úřadu a příslušným právním předpisům.

2.5 Studie proveditelnosti Budějovická

V návaznosti na investiční záměr *Stavební úpravy Budějovické ulice v Táboře* pověřilo město Tábor Katedru technologie staveb Stavební fakulty Českého vysokého učení technického (ČVUT) v Praze zpracováním *Studie proveditelnosti Budějovická* pro úsek Křižíkovo náměstí – křižovatka s ulicí Havlíčkova. Autor DP byl součástí týmu, který pod vedením doc. Ing. P. Svobody, CSc. a doc. Ing. P. Šrytra, CSc. studii zpracovával.

Cílem SPB bylo nabídnout možné způsoby rekonstrukce IS vedených pod komunikací v řešeném úseku, jakkoli není možné na zadaný úkol pohlížet pouze jako cca 530 m dlouhý úsek bez širších souvislostí a bez návaznosti na okolní zástavbu, komunikace a vedení IS. Proto se ve SPB logicky počítá s tím, že i v případě ostatních úseků Budějovické ulice bude použito řešení umožňující analogické pokračování se stavebními úpravami, tj. v celé délce ul. Budějovická, i v ulicích bezprostředně navazujících.

Jak vyplývá z výše zmíněného, rekonstrukce IS klasickými výkopovými technologiemi v prostoru jízdních pruhů není při dopravní vytíženosti komunikace a při prostorovém uspořádání sítí pod touto komunikací přijatelným řešením, jelikož by jakékoli přerušení dopravy většího rozsahu v dotčené oblasti způsobilo významné dopravní komplikace. Navíc v takto vytížené ulici je snaha dosáhnout co nejkratší možné doby výstavby a co nejnižšího zatížení okolí stavby hlukem a prachem, čemuž klasické výkopové postupy neodpovídají [30].

Aby byl minimalizován rozsah přípojkových vedení (počet rýh pro přepojení stávajících kanalizačních a vodovodních přípojek), předpokládá se aplikace analogického řešení jako při rekonstrukci VTV na Žižkově nám. v minulosti, tj. realizace souborů přípojkových vedení ve sdružené či kombinované trase pro několik navzájem sousedících domů. Napojovací rozvody do sousedních objektů budou zajištěny v rámci TZB s využitím jejich suterénních prostorů. I když s tímto řešením má město Tábor zkušenosti z výše zmíněné rekonstrukce VTV na Žižkově nám., přesto se to může aktuálně ukázat jako nepřijatelné řešení pro některé provozovatele IS a vlastníky napojovaných objektů, nebo to alespoň může znamenat výrazné zdržení způsobené zdlouhavým jednáním během projektové přípravy. Podrobně byl tento problém zpracován v kapitole 1.4.7.2 této práce.

V rámci zpracování SPB byly z množství sdružených tras VTV provedených různými technologiemi vybrány tři v daných podmínkách nejvhodnější varianty řešení VTV a ty následně podrobeny hodnotové analýze a porovnané s uložením sítí ve společné trase pomocí klasických

výkopových postupů. Konkrétně se jednalo o dvě varianty sdružených VTV použitím bezvýkopové technologie plně mechanizovaného štítování (jedna trasa ve středu ulice, nebo dvě trasy po obou stranách ulice) a o variantu s využitím dvou vylepšených multikanálů (MK) SITEL po obou stranách ulice pod chodníky. Poslední jmenovaná varianta svým charakterem (umístění bezprostředně pod konstrukcí chodníků) vyžaduje otevřený výkop, který však dočasně přeruší pouze pěší dopravu. Varianta dvojice sdružených tras MK byla na základě hodnotové analýzy nakonec vybrána zpracovateli studie i nezávislými hodnotiteli jako nejvhodnější. Původně předpokládané sdružené trasy čtvercového průřezu sestavených z příslušných stavebnicových prvků se čtyřmi či devíti oddělenými otvory byly po projednání s nositeli těchto technologií z technických důvodů (výroba atypických stavebnicových prvků o vnitřním průměru vyhovujícím požadavkům by byla příliš nákladná) doplněny o chráničky ze sklolaminátových trub DN 300. Navíc je stavebnice multikanálu SITEL dále progresivně doplňována o další prvky s předpokladem vstřícného přístupu ze strany výrobce, společnosti SILON, s.r.o. Při masovém využití by tedy pravděpodobně bylo možné zavést průmyslovou výrobu stavebnicových prvků modulu 400 x 400 mm s jedním otvorem.

Obrázek 18: Snímek z realizace multikanálu SITEL
Zdroj: http://www.sitel.cz

2.6 Parametry objektů IS

IO 01 7x HDPE MK 385x385 mm + 2x SKL DN/ID 300 dl. 531 m

IO 02 7x HDPE MK 385x385 mm + 2x SKL DN/ID 300 dl. 528 m

2.7 Dispoziční řešení

Multikanály i s chráničkami budou umístěny [16] pod chodníky po obou stranách Budějovické ulice co nejblíže ke stávající zástavbě. V některých místech bude nutné trasu upravit kvůli anglickým dvorkům přesahujícím uliční čáru do veřejného prostoru.

Manipulační šachty ze železobetonu budou umístěny na každém lomu trasy MK či chráničky, před a za křížením vedlejších komunikací a na místech odbočných řadů a kabelových vedení, maximálně však v odstupech 100 m. Předpokládají se cca 4 manipulační šachty na každých 100 m trasy. [16] Jejich počet bude upřesněn v dalších fázích projektové dokumentace. V současnosti není k dispozici přesné zaměření IS, ani není známa přesná trasa, takže se nedá blíže upřesnit množství a umístění manipulačních šachet. Koordinační situační výkres viz příloha č. 4.

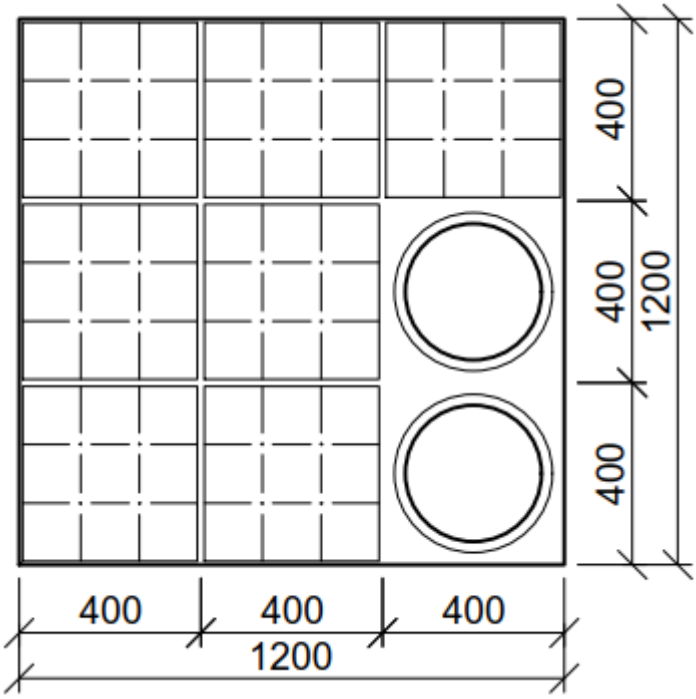
2.8 Stavebně technické řešení

Stavebně technické řešení je závislé na prostorovém uspořádání Budějovické ul., na druhu a počtu VTV umísťovaných do MK a chrániček, na použitých materiálech a na možnostech výrobce MK.

2.8.1 Navržené materiály a hlavní konstrukční prvky

Technické údaje v této kapitole jsou převzaty z webových stránek dodavatele materiálů http://www.sitel.cz a ze SPB [16])

Technologický profil MK je tvořený soustavou sedmi stavebnicových prvků MK modulu 400 x 400 mm z polyethylenu (devíti či čtyř otvorových) a dvou sklolaminátových trub vnitřní světlosti 300 mm. Schéma technologického profilu MK viz obrázek č. 19.



Obrázek 19: Schéma technologického profilu navrženého multikanálu
Zdroj: Autor DP

2.8.1.1 Multikanály

Každá z obou (IO 01 a IO 02) tras se skládá ze sedmi stavebnicových prvků 9W (devíti otvorové) či 4W XL (čtyř otvorové) o profilu 385 x 385 mm (vnější modul cca 400 x 400 mm) a délce 1118 mm z vysokohustotního polyethylenu (HDPE). Počet stavebnicových prvků 9W či 4W XL upřesní stavebník na základě požadavků budoucích provozovatelů IS umístěných v multikanálech.

Základní prvky budou doplněny meziprvky, ohybovými a odbočovacími prvky dalším příslušenstvím dle technologického předpisu dodavatele MK a aktuálních podmínek (v této fázi zpracování projektové dokumentace není možné upřesnit počet prvků příslušenství).

2.8.1.2 Chráničky

MK trasy budou doplněny dvěma sklolaminátovými troubami vnitřního průměru (DN/ID) 300. Tyto trouby jsou určeny k vedení vodovodu či plynovodu při případné plynofikaci Budějovické ul. Druhá trouba je tedy rezervní pro případné budoucí využití.

Chráničky umožňují bezvýkopovou výměnu a instalaci potrubí pomocí manipulačních šachet. Způsob stabilizace potrubí proti posunu v chráničkách je závislý na technologii použité k jejich zatažení do chráničky.

Umístění chrániček je navrženo směrem k připojovaným objektům v hloubce odpovídající tradicím ukládání vodovodních a plynovodních řadů (nejmenší povolené krytí pod chodníkem dle *ČSN 73 6005 Prostorové uspořádání vedení technického vybavení* – krytí vodovodu 1,5 m a plynovodu 0,8 m) tak, aby bylo dosaženo vhodných podmínek pro přepojení stávajících domovních přípojek.

2.8.1.3 Manipulační šachty

Manipulační šachty (přístupové komory) se v této fázi zpracování projektové dokumentace uvažují jako železobetonové prefabrikované. Dodavatel MK, SITEL s.r.o., však nabízí též HDPE přístupové komory o půdorysných rozměrech 1990 x 1990 mm a hloubkách od 470 mm do 3000 mm. Užitím HDPE komor by bylo docíleno rychlejší a snadnější montáže (HDPE je řádově lehčí než železobeton – desítky kilogramů v závislosti na velikosti komory) a menších rozměrů výkopů pro instalaci komor (tloušťka stěny cca 100-120 mm).

Pro přístup do manipulačních šachet je navržen uzamykatelný litinový poklop třídy zatížení B 125 (zatížení pro pěší komunikace a parkovací plochy).

2.8.2 Mechanická odolnost a stabilita užitých materiálů

Mechanická odolnost vyplývá z certifikace jednotlivých prvků pro dané účely od výrobce. Statický výpočet uložení MK, potrubí, a manipulačních šachet v této fázi zpracování projektové dokumentace nebyl proveden. Manipulační šachty (a poklopy) jsou navrženy pro zatížení tř. B 125 (pěší komunikace a parkovací plochy). Dodavatel MK ale nabízí i šachty a poklopy pro zatížení tř. D 400 pro pozemní komunikace.

2.8.3 Zemní práce

2.8.3.1 Výkopy

Výkopové práce se budou provádět v místní asfaltové komunikaci (převážně v chodníku – místy dlážděném; ve vozovce pouze v křižovatkách). Před zahájením výkopů bude v asfaltovém krytu provedeno proříznutí stmelených vrstev po obvodu výkopu a odstranění obrubníků, případně dlažby.

Před zahájením zemních prací zhotovitel zajistí pasportizaci povrchů a objektů v blízkém okolí staveniště (podzemní zařízení, fasády objektů, opěrné stěny, oplocení pozemků apod.). Pasportizace se provádí k zachycení a zdokumentování okamžitého stavu objektů a slouží jako výchozí materiál pro pozdější zjišťování případných vlivů stavby na ohrožené objekty. Doporučuje se provedení pasportizace povrchů, plotů a fasád objektů, jejichž založení může být v dosahu poklesové kotliny výkopů (tj. úhel smykového tření zeminy zasahuje pod základovou spáru).

Poloha a hloubka uložení stávajících IS není známa, proto budou před provedením výkopů provedeny kopané sondy k ověření jejich polohy. Výkopové práce budou následně provedeny se zvýšenou opatrností.

Hloubení bude prováděno v předchozím zásypu, tj. v soudržných antropogenních navážkách a hlinitém písku. Zastižení hladiny podzemní vody se nepředpokládá. Podrobně viz kapitola 2.4 Geologie.

Výkopy musí být paženy od hloubky 1,3 m (NV č. 591/2006 Sb. příloha č. 3 část V. bod 2). Vždy je však nutno přihlédnout k místním podmínkám (např. založení okolních objektů, nesoudržné zeminy v podloží atd.) a dle potřeby začít pažit i dříve. V úsecích v bezprostřední blízkosti okolních objektů (opěrné stěny, suterénní stěny, anglické dvorky, základové pasy atd.), tj. ve většině trasy, budou výkopy paženy od počátku hloubení.

V místech křížení s inženýrskými sítěmi bude dle místních podmínek ponechána mezera (max. 0,5 m), provedeno příložné pažení, nebo použita

pažící komora. Provádění výkopových prací musí být v souladu s podmínkami vlastníků jednotlivých IS, dotčených pozemků a komunikací.

Veškeré výkopy budou paženy tak, aby se minimalizovalo riziko ohrožení pracovníků ve výkopech. Zajištění stavební rýhy včetně technologie provádění a její odvodnění bude řešeno technologickým předpisem zhotovitele (vč. BOZP s identifikací a hodnocením rizik), dle platných právních předpisů.

V deštivém období musí být učiněna opatření pro zachování stability pažených výkopů, hrozí zborcení stěn výkopů v důsledku vymývání stékající povrchovou vodou i případnou vodou podzemní. V případě ohrožení stability výkopů musí být práce přerušeny a zjednána náprava. Při přívalových deštích, při kterých hrozí zalití výkopu vodou a ztráta stability stěn výkopu i přes veškerá provedená ochranná opatření, je nutné přerušit veškeré práce a evakuovat výkop.

Příčný řez výkopovou rýhou viz příloha č. 5. Hloubka výkopu v příloze je přizpůsobena požadavku na minimální krytí stanoveném dodavatelem MK, skutečná hloubka může být větší v závislosti na tloušťce konstrukce povrchu komunikace navržené v souvisejícím investičním záměru *Stavební úpravy Budějovické ulice v Táboře* (vozovka je navržena o tl. 820 mm a chodník o tl. 320 mm [16]) a na skutečné poloze napojovaných IS 4. kategorie.

2.8.3.2 Obsypy, zásypy, hutnění

Lože, obsypy a zásypy potrubí musí být z nesedavých nenamrzavých materiálů v souladu s *ČSN 73 6133*, přičemž výchozím bodem návrhu jsou technologická doporučení výrobce MK a potrubí. Míra zhutnění použitých materiálů a jednotlivých vrstev musí být v souladu s *ČSN 72 1006 Kontrola zhutnění zemin a sypanin*.

Po vyhloubení výkopu na požadovanou úroveň bude provedeno zhutnění dna min. na hodnotu 95 % standardní Proctorovy zkoušky. Na zhutněné dno bude uloženo štěrkopískové lože o tloušťce 100 mm [16], položena sestava MK a chrániček dle technologického předpisu dodavatele a proveden obsyp štěrkopískem do výšky 50 mm nad sestavu MK a chrániček.

2.8.4 Instalace multikanálu

Profil MK se skládá ze 7 stavebnicových prvků MK profilu 385 x 385 mm z HDPE a dvou sklolaminátových trub DN/ID 300. V rámci zpracování SPB byla navržena sestava schematicky znázorněná na Obrázek 19: Schéma technologického profilu navrženého multikanálu, kdy SKL chráničky jsou umístěny směrem k napojovaným objektům. Podle požadavku stavebníka (resp. příslušných provozovatelů IS) lze skladbu změnit a případně použít čtyř otvorové prvky místo devíti otvorových či jejich kombinaci. Poloze chrániček je třeba přizpůsobit technologické předpisy a příslušenství MK k zajištění prostorové stability.

2.8.5 Instalace IS do multikanálu

Instalace IS do hotových MK a chrániček závisí na druhu IS a materiálu příslušného kabelu či potrubí. Pro zatahování vodovodních a plynovodních potrubí do sklolaminátových chrániček lze doporučit např. bezvýkopovou technologii *Relining*. Způsobu instalace musí být uzpůsobena vzdálenost manipulačních šachet a jejich umístění. Zajištění potrubí v chráničkách je pak možné provést např. středícími objímkami (to opět závisí na zvolené technologii a druhu potrubí).

2.8.6 Ochrana stavby před negativními účinky vnějšího prostředí

2.8.6.1 Ochrana stavby před bludnými proudy

Materiály, ze kterých jsou multikanály a chráničky vyrobeny, vysokohustotní polyethylen a sklolaminát, nepodléhají korozi a není je tedy nutné chránit před bludnými proudy. Montážní šachty z železobetonu budou před bludnými proudy ochráněny dostatečně silnou krycí vrstvou výztuže.

2.8.6.2 Ochrana stavby před seismicitou

Budějovická ulice se nenachází v seismicky nestabilní oblasti a není ani poddolovaná, proto je třeba MK chránit pouze před technickou seismicitou způsobenou dopravou na povrchu a případnými stavebními pracemi v okolí trasy MK. Odolnost proti technické seismicitě byla prokázána

při certifikaci výrobku, a kromě správně provedeného uložení, obsypů a zásypů (dle technologických předpisů dodavatele MK) není nutné MK dále zajišťovat proti seismicitě.

2.9 Rušení stávajících IS

Stávající IS (určené k nahrazení novými sítěmi v technologickém profilu MK) odhalené výkopem, stejně jako veškeré další odpady, které vzniknou v průběhu stavebních prací, budou odstraněny v souladu se zákonem č. 185/2001 Sb. o odpadech a o změně některých dalších zákonů a navazujícími právními předpisy. Zajištění dodávek médií a energií během výstavby viz kapitola 2.13.

IS neurčené k nahrazení novými sítěmi budou vyvěšeny a ochráněny proti poškození, v případě potřeby budou přeloženy, v souladu se stanovisky příslušných správců či vlastníků dotčených IS.

2.10 Vliv stavby na životní prostředí, přírodu a krajinu

Dokončená stavba nebude mít dopad na životní prostředí. Pouze po dobu provádění dojde k zvýšení prašnosti a hlukové zátěže v okolí, což je dáno charakterem provádění těchto prací. Hlukovou zátěž okolí během realizace stavby lze ze strany zhotovitele minimalizovat použitím vhodných stavebních strojů a vhodnou volbou pracovní doby těchto strojů. Zhotovitel stavby musí zajistit, aby při provádění stavebních prací nebyly porušeny podmínky právně závazných předpisů.

Naopak díky možnosti budoucí bezvýkopové výměny VTV v MK nedojde k poškozování životního prostředí způsobeném stavení činností při obnově IS klasickými výkopovými technologiemi. Stavba tedy bude mít z dlouhodobého hlediska pozitivní vliv na stav životního prostředí. [30]

2.11 Dopravně inženýrská opatření

Jak bylo výše zmíněno, plynulost dopravy je klíčovou podmínkou při realizaci staveb TI. Z charakteru IS vyplývá, že optimální umístění je pod povrchem terénu veřejného prostoru včetně komunikace. Problém nastává ve chvíli, kdy je třeba do veřejného prostoru zasahovat z důvodu

havárie, rekonstrukce, nové instalace nebo též transformace IS do stavu splňujícího požadavky udržitelnosti. Např. kanalizace v minulosti byla obvykle vedena osou komunikace a je ze všech sítí nejobjemnější a ukládána nejhlouběji. Při její klasické rekonstrukci je tedy výkopová rýha nejširší, nejhlubší, a obvykle zasahuje do více pruhů komunikace. Proto jsou dopravně inženýrská opatření, mající za cíl zajistit plynulost nebo alespoň funkčnost dopravy v dotčené oblasti, důležitou a komplikovanou součástí při přípravě a realizaci IS. Dnes však jsou k dispozici odpovídající BT, které umožňují minimalizaci dopravních a dalších problémů na povrchu terénu, viz příloha č. 1.

Tento konkrétní záměr instalace MK pak bude proveden v rámci realizace investičního záměru *Stavební úpravy Budějovické ulice v Táboře* a nevyžaduje žádná další samostatná dopravně inženýrská opatření.

2.12 Koordinace rekonstrukce IS řešené ve SPB se Stavebními úpravami Budějovické ulice v Táboře

Investiční záměr obnovit povrchy v Budějovické ulici byl v době dokončení SPB ve fázi dokumentace pro provedení stavby. Navrhovaná varianta řešení navrhovaná ze SPB má tu výhodu, že je v souladu s původním záměrem a to, co původní projektová dokumentace (PD) neobsahuje (tedy rekonstrukci IS a jejich umístění do sdružené trasy), je možné posunout v realizaci do dalších etap původního záměru. Nedošlo by tak k výraznému zpoždění realizace ani k významnému prodloužení stavebních prací.

Řešení navrhovaná ve SPB rovněž usilují ve výhledovém období ochránit exponovaný hlavní dopravní prostor ul. Budějovická minimalizací rozsahu zejména přípojkových i dalších vedení a objektů v něm s tím, že lze tolerovat jen vedení a zařízení, která lze udržovat či obnovovat s použitím BT, aniž by došlo k výraznému narušení dopravních funkcí. To se týká zejména stávající jednotné kanalizace, která by ve výhledu měla sloužit již jen jako kanalizace oddílná splašková; dále též stávajících vodovodních řadů, které v budoucnu mohou převzít funkci nadřazených páteřních řadů.

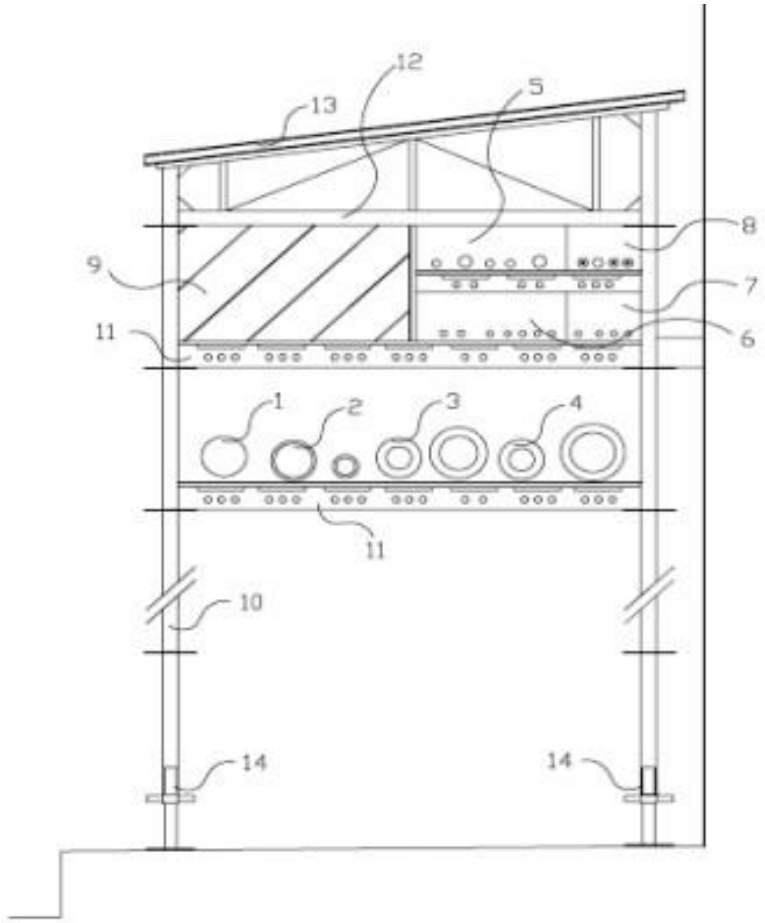
Postup výstavby bude důsledně kopírovat postup obnovy povrchů a dojde tím pouze k minimálnímu časovému prodloužení jednotlivých etap oproti původní PD.

2.13 Zajištění technické obsluhy dotčeného území během stavebních prací

Stejně jako u definitivního řešení IS, i v případě provizorní technické obsluhy území (např. dočasné řešení s použitím nadzemní trasy IS) není vhodné improvizovat. Bylo zde ve SPB navrženo [16] užití *Stavebnice mobilní sdružené trasy inženýrských sítí* (SMST IS) podrobněji popsané v autorově bakalářské práci [18] a [8]. SMST je moderním způsobem řešení dočasných či provizorních tras VTV během modernizace či rekonstrukce stávajících vedení, přizpůsobených konkrétním podmínkám aplikace.

Do technologického profilu SMST lze dočasně přemístit prakticky všechny druhy VTV vč. tlakové kanalizace (nikoli gravitační). Jedná se o systémové řešení, které při masovém využití může ušetřit náklady oproti jiným provizorním a improvizovaným řešením. SMST jsou taktéž vhodným řešením při výpadcích IS, jako jsou poruchy a havárie. Technické služby (případně provozovatelé IS, zhotovitelé spolupracující se složkami integrovaného záchranného systému při odstraňování škod a hasičské záchranné sbory) vybavené SMST by byly schopné daleko účinněji zasahovat při výskytu těchto situací a krizových stavech způsobených nucenými odstávkami IS.

Tento systém není omezen pouze na dílčí rekonstrukce a havárie, ale může být uspokojivým řešením pro stará vedení, u kterých lze postupně efektivně vyčerpat jejich zbytkovou ekonomickou životnost nebo počkat na vhodnější dobu (např. než ke konci životnosti dospějí i ostatní IS ve stejné ulici) pro celkovou transformaci IS v ulici do sdružené trasy VTV. [18]



Obrázek 20: Technologický profil SMST IS
Zdroj: ŠRYTR, Petr et al. Užitný vzor: Stavebnicový systém pro variabilní řešení technologického profilu a podpůrné konstrukce mobilní sdružené trasy inženýrských sítí. Praha: České vysoké učení technické v Praze, Fakulta stavební 2008
Legenda: Legenda: 1. STL plynovod, 2. vodovodní řady, 3. vedení teplé užitkové vody, 4. teplovody, 5. kabely vysokého napětí, 6. kabely nízkého napětí, 7. klasické telekomunikační kabely, 8. optické telekomunikační kabely, 9. rezervní prostor pro další vedení, 10. stojky, 11. příčníky s podlážkami, 12. příčný nosník, 13. snímatelné zastřešení, 14. kotevní a rektifikační prvky

2.14 Zařízení staveniště

Zařízení staveniště (ZS) nebude oproti původně navrženému k obnově povrchů nutné významně rozšiřovat. Vykopaná zemina nevyužitelná pro zásypy bude odvezena na deponii a část zeminy potřebná pro zásypy a obsypy MK s chráničkami bude uskladněna pro budoucí použití na mezideponii zhotovitele. ZS určené pro investiční záměr *Stavební úpravy Budějovické ulice v Táboře* bude třeba rozšířit pouze o prostor nutný k logistickému uskladnění stavebnicového systému MK a příslušenství, sklolaminátových trub a prefabrikovaných manipulačních šachet. Prostorové

nároky na skladovací plochu lze však minimalizovat kvalitní přípravou plánu organizace výstavby a zajištěním včasných dodávek materiálu a stavebnicového systému MK na staveniště. ZS a provoz na něm nesmí významně poškodit zájmy uživatelů veřejného prostoru.

2.15 Technologický postup

Stavba bude probíhat po úsecích zohledňujících potřeby ekonomického provádění a bude respektovat časový plán investičního záměru *Stavební úpravy Budějovické ulice v Táboře*. Před zahájením příslušného úseku musí být provedeno ověření hloubky stávajících inženýrských sítí a případně provedeny výkopy pro přepojení přípojek v jejich trase. Technologický postup bude dále upřesněn zhotovitelem stavby.

- Instalace dočasného dopravního značení dle dopravně inženýrského rozhodnutí (pokud to nebylo učiněno již v rámci předchozích činností souvisejícího investičního záměru)
- Vytyčení IS
- Provedení záboru pracovního pruhu a jeho zajištění proti vstupu nepovolaných osob
- Provedení kopaných sond pro zjištění skutečného průběhu IS
- Pasportizace IS a dalších objektů (domů, opěrných stěn, plotů atd.) v zóně ovlivnění
- Realizace SMST a provizorních vedení IS
- Odstranění povrchových vrstev (komunikace a chodníku) v ploše výkopů
- Hloubení (vč. pažení, pokud to stav stěn výkopů vyžaduje) rýh a výkopů vč. bourání stávajících IS a zajištění IS do hloubky 1,3 m
- Hloubení a pažení rýh a výkopů vč. bourání stávajících řadů a zajištění IS do úrovně pro provedení lože
- Úprava a hutnění dna výkopů
- Provedení lože pro MK vč. hutnění
- Uložení stavebnicových prvků MK a chrániček, vizuální kontrola kvality
- Provedení zkoušek stavebnicových prvků MK a chrániček dle předpisů výrobců a provozovatelů

- Instalace nových VTV do MK a provedení jejich zkoušek
- Geodetické zaměření MK
- Obsyp a zásyp MK do úrovně zemní pláně pro pozemní komunikaci
- Provedení zkoušek zemní pláně pod komunikací a případné zhutnění
- Předání staveniště zhotoviteli pozemní komunikace

Postup instalace VTV se bude řídit technologickými předpisy výrobců IS (trub, armatur a příslušenství) a výrobců kabelů a jejich příslušenství včetně příslušenství MK jako ochranné konstrukce sdružené trasy IS.

ZÁVĚRY, NÁMĚTY A DOPORUČENÍ

Celková výrazně komplikovaná situace sídel v úseku jejich ucelené technické obsluhy prostřednictvím IS není dnes rozhodně řešitelná formou opakované improvizace řešení v dílčích úsecích této obsluhy, obvykle jen jako reakce na havarijní situace. Odklad uceleného systémového řešení ve svém výsledku představuje jen kumulaci problémů s nárůstem rizik pro normální fungování sídel. Ani v současnosti u dlouhodobě plánovaných investičních záměrů užívané řešení ve formě zkoordinovaných společných kopaných tras VTV není s neustále se zhoršujícím stavem prostorové nouze pod povrchem veřejných prostorů sídel udržitelným řešením.

Jako rozumná reakce se pak ukazuje použití systémového řešení v podobě sdružených či kombinovaných tras IS včetně uceleného programového užití BT dle konkrétních podmínek aplikace. To se potvrzuje též v případě ul. Budějovická v Táboře s tím, že je současně třeba využít nabízejících se možností k získání dalších synergických efektů. V daném případě formou pomoci při transformaci systému jednotné kanalizace na systém důsledně oddílný při současném efektivním řešení hospodaření se srážkovými vodami.

Taková koncepční řešení VTV umožňují zásadním způsobem řešit též problematiku veřejných prostorů sídel, tj. efektivně a plně zabezpečit z dlouhodobého hlediska plnění všech jejich funkcí bez vážných rušivých vlivů, především ve vazbě na dopravní funkce a aktivity. To se potvrzuje též v případě řešení problematiky Budějovické ulice v Táboře.

Je nezbytné počítat s tím, že veřejný prostor sídel bude stále více exponovanějším prostorem a v tomto ohledu jsou zde nejcitlivějšími prvky zařízení technické a dopravní infrastruktury. Jakékoliv stavební či jiné zásahy do povrchu i ostatních částí veřejného prostoru je zde nezbytné minimalizovat již preventivně. Nejlépe již v rámci procesu strategického plánování rozvoje sídel, tedy v rámci zpracování a aktualizace územně plánovacích podkladů a dokumentace včetně jiných dalších podkladů strategického rozvoje sídel.

Je zcela zásadní, aby při tvorbě územně plánovacích podkladů a dokumentace nechyběl městský inženýr, který bude důsledně prosazovat koncepci rozvoje TI vedoucí ke splnění požadavku trvale udržitelného rozvoje sídel. Technická infrastruktura, jakožto páteř fungujícího sídla, musí mít při zpracování strategických dokumentů rozvoje sídel prioritu.

Adekvátní, ucelené a zkoordinované strategické koncepční řešení technické a dopravní infrastruktury (odpovídající požadavku udržitelného stavu a rozvoje sídel) je pak zárukou pro optimální reálná řešení zařízení staveniště i v případech dalších prvků a aktivit ve veřejném prostoru sídel a prostorech s ním sousedících.

Při zpracování a aktualizaci koncepce rozvoje TI může být městskému inženýrovi vzorem kapitola 1.4 Návrh systémové koncepce rozvoje TI této práce. DP si však nekladla za cíl vyčerpávajícím způsobem zpracovat takový návrh a reagovat na všechna úskalí tvorby koncepčního řešení rozvoje TI. Takový proces je zdlouhavý a vyžaduje velmi podrobnou znalost konkrétního sídla. DP však poskytla metodický podklad, návod, jak by proces tvorby koncepce rozvoje TI měl vypadat.

Významným nástrojem v rukou městských inženýrů, technických služeb a vlastníků a provozovatelů samotných IS by se měly stát pokročilé systémy facility managementu obsahující sjednocené údaje o prostorovém umístění a technickém stavu všech VTV a dalších prvků ve veřejném prostoru na území obce či města. Především stávající systémy FM jednotlivých provozovatelů IS založených na digitalizovaných mapových podkladech (nepřesných, obsahujících pouze navrhované a odhadnuté parametry IS) je tedy třeba aktualizovat a sdílet s ostatními provozovateli IS a zejména s managementem TI sídel.

Za tímto účelem lze doporučit rozšíření působnosti společnosti Technické služby Tábor a.s. Případně ve spolupráci s vlastníky a provozovateli IS a dalších zainteresovaných subjektů vytvoření zcela nové společnosti s rozšířenou působností. Tato společnost by měla být adekvátně nezávislá a měla by mít kompletní a dostatečně podrobnou kontrolu nad

ucelenou technickou obsluhou města Tábora prostřednictvím IS formou zajištění ucelené a následně aktualizované vlastní FM databáze všech IS.

Rekonstrukce a nové instalace IS pod povrchem terénu veřejných prostorů, zejména v intravilánech sídel a v oblastech se zvýšenými nároky na ochranu životního prostředí či památek, by měly být řešeny užitím progresivních technologií (přímých i nepřímých BT), které negativní dopady stavebních a udržovacích prací na funkci veřejného prostoru, životní prostředí i památky výrazně minimalizují. Bezvýkopové technologie mají šanci sehrát důležitou roli ve prospěch trvale udržitelného rozvoje urbanizovaného území a zachování civilizačních hodnot pro jeho uživatele.

Také je nanejvýš žádoucí, aby nositelé BT dokázali sjednotit svoji terminologii, katalogové listy všech variant a podvariant BT a přístup k orgánům státní správy a aby byli dostatečně aktivní a pružní ve využívání rozvojového potenciálu BT. S tímto úkolem jim mohou pomoci společnosti pro bezvýkopové technologie (ISTT a CzSTT). Ulehčí tak rozhodování stavebníkům a projektantům při volbě vhodného technického řešení investičních záměrů. Důležitým krokem k podpoře žádoucího sjednocení zájmů všech zainteresovaných stran mohou být také výstupy z této DP.

Pozornost si zasluhují především stávající podklady, ve kterých jsou nedostatečně zohledněny parametry a podmínky aplikací BT. Minimálně se tak dá zareagovat tvorbou odpovídajících unifikačních (firemních typových a obecně platných normativních) podkladů. K nastartování tohoto procesu může dopomoci příloha č. 1 této práce.

Řešení VTV v podobě multikanálů navržené ve SPB je v rámci stavebních úprav Budějovické ulice snadno a rychle proveditelné. Výkopy pro uložení MK zasáhnou do prostoru komunikace pro motorová vozidla pouze lokálně a v omezené míře (rozšíření výkopu kvůli uložení manipulačních šachet). Není tedy důvod pro obnovu stávajícího kabelovodu tak, jak je to navrženo v původní PD. Možnost umístit do MK vodovod (případně i plynovod) v budoucnu ušetří spoustu finančních prostředků a nepříjemností spojených s obnovou těchto řadů ve stávajících kopaných trasách.

ABECEDNÍ SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

BP bakalářská práce

BT bezvýkopové technologie

CzSTT Czech Society for Trenchless Technology (Česká společnost pro bezvýkopové technologie)

ČOV čistička odpadních vod

ČPHZ činnosti prováděné hornickým způsobem

ČR Česká republika

ČVUT České vysoké učení technické

DN diameter nominal (jmenovitý průměr)

DN/ID diameter nominal / internal diameter (jmenovitý průměr potrubí určený jeho vnitřní světlostí)

DP diplomová práce

FM facility management

GPS globální polohový systém

HA hodnotová analýza

HDPE high density polyethylene (vysokohustotní polyethylen)

IS inženýrské sítě

ISTT International Society for Trenchless Technology (Mezinárodní společnost pro bezvýkopové technologie)

IZS integrovaný záchranný systém

MHD městská hromadná doprava

MK multikanál

NN nízké napětí

NTL nízkotlaký (plynovod)

PD projektová dokumentace

RD	rodinný dům
SDK	sdělovací kabely
SKL	sklolaminát
SMST	Stavebnice mobilní sdružené trasy
STL	středotlaký (plynovod)
SPB	Studie proveditelnosti Budějovická
TI	technická infrastruktura
TZB	technická zařízení budov
UTT	univerzální tvárnicová trať
ÚAP	územně analytické podklady
ÚP	územní plán
VDJ	vodojem
VTL	vysokotlaký (plynovod)
VTV	vedení technických vybavení
VV	vysoké napětí
VVN	velmi vysoké napětí
ZS	zařízení staveniště

POUŽITÁ LITERATURA A INFORMAČNÍ ZDROJE

[1] ŠRYTR, Petr et al. C.8 Technická infrastruktura. In: *Principy a pravidla územního plánování*. Kapitola C – Funkční složky [online]. Brno: Ústav územního rozvoje, 2017. 1126 s. Poslední změna 22.2.2017 [cit. 23.12.2018]. Dostupné z: http://www.uur.cz/images/5-publikacni-cinnost-a-knihovna/internetove-prezentace/principy-a-pravidla-uzemniho-planovani/pap-komplet-pro-tisk-2017.pdf

[2] ROZMANOVÁ, Naděžda et al. Úvod. In: *Principy a pravidla územního plánování*. Kapitola C – Funkční složky [online]. Brno: Ústav územního rozvoje, 2017. 1126 s. Poslední změna 22.2.2017 [cit. 27.12.2018]. Dostupné z: http://www.uur.cz/images/5-publikacni-cinnost-a-knihovna/internetove-prezentace/principy-a-pravidla-uzemniho-planovani/pap-komplet-pro-tisk-2017.pdf

[3] Národní památkový ústav. *Památkový katalog* [online]. Národní památkový ústav, ©2015 [cit. 24.11.2018]. Dostupné z: https://pamatkovykatalog.cz/

[4] město Tábor. *Turistický portál města Tábora www.visittabor.eu* [online]. Tábor: město Tábor, ©2017 [cit. 24.11.2018]. Dostupné z: https://www.visittabor.eu/

[5] HOLUB, Jindřich et al. *Rekonstrukce inženýrských sítí*. Praha: Městský národní výbor v Táboře nositel Řádu Rudé hvězdy, 1980. 99 s.

[6] Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. *Webový prohlížeč mapových služeb AOPK ČR* [online]. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, ©2017 [cit. 24.11.2018]. Dostupné z: http://www.ochranaprirody.cz/

[7] Kolektiv autorů. *Územní Plán Tábor: Textová část.* Úplné znění po změně č. 6. Tábor: Zastupitelstvo města Tábora, 2018. 107 s.

[8] HOŘČIČKOVÁ, Eva et al. *Sdružené trasy inženýrských sítí v urbanizovaných územích*. 1. vydání. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2010. 173 s. ISBN 978-80-01-04706-4

[9] DRAPER, Gerald, VINCENT, Tim, KROLL, Mary, E., SWANSON, John. Childhood cancer in relation to distance from high voltage power lines in England and Wales: a case-control study. *British Medical Journal* [online], 2005 [cit. 24.11.2018]. Dostupné z: https://www.bmj.com/content/330/7503/1290

[10] ŠAFÁŘ, Jakub. „Pluhování“ - vyhodnocení stavu a podmínek aplikace (studie). Praha, 2013. Bakalářská práce. České vysoké učení technické v Praze, Fakulta stavební. Vedoucí práce doc. Ing. Petr Šrytr, CSc.

[11] FIEDLER, Jan. Centrální systémy zásobování teplem nebo tepelná čerpadla? In: tzb.info [online]. 1.8.2014 [cit. 24.11.2018]. Dostupné z: https://energetika.tzb-info.cz/teplarenstvi/11552-centralni-systemy-zasobovani-teplem-nebo-tepelna-cerpadla

[12] DZURILLA, Vladimír et al. Digitální ekonomika a společnost [online]. In: *Digitální Česko.* Praha: Úřad vlády České republiky, 2018. Poslední změna 20.9.2018 [cit. 23.12.2018]. Dostupné z: https://www.mvcr.cz/

[13] ŠYC, Michal. *Energetické využití odpadů jako součást cirkulární ekonomiky* [online]. Praha: Trendy v nakládání s odpady, 3.12.2018 [cit. 28.12.2018]. Dostupné z: https://www.psp.cz/sqw/hp.sqw?k=4606&td=19&cu=9

[14] TOP EXPO CZ, s.r.o. *Závěrečná zpráva 15. ročníku celostátní soutěže Český energetický a ekologický projekt, stavba, inovace roku 2016* [online]. Praha: TOP EXPO CZ, s.r.o., 2016 [cit. 24.11.2018]. Dostupné z: http://www.top-expo.cz/domain/top-expo/files/ceep/ceep-2016/zz_ceep_tituly_2016.pdf

[15] ŠRYTR, Petr et al. *Městské inženýrství (1)*. 1. vydání. Praha: Academia, nakladatelství Akademie věd České republiky, 1998. 433 s. Ediční číslo 5480. ISBN 80-200-0663-X

[16] ŠRYTR, Petr et al. *Studie proveditelnosti Budějovická.* Praha: Katedra technologie staveb, Fakulta Stavební, České vysoké učení technické v Praze, 2018.

[17] BERÁNEK, Josef et al. *Inženýrské sítě* [online]. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, 2005. 181 s. [cit. 23.11.2018]. Dostupné z WWW: http://lences.cz/domains/lences.cz/skola/subory/Skripta/BP51-Inzenyrske%20site%20(V)/M01-Inzenyrske%20site.pdf

[18] SOPR, Ondřej. *Zařízení staveniště pro stavby v různých obtížných modelových situacích (studie)*. Praha, 2017. Bakalářská práce. České vysoké učení technické v Praze, Fakulta stavební. Vedoucí práce doc. Ing. Petr Šrytr, CSc.

[19] ENSLO CZ. *Technologie pluhování* [online]. ENSLO CZ s.r.o., 2018 [cit. 15.12.2018]. Dostupné z: http://www.pluhovani.com/

[20] Prime Drilling. *Katalogové listy vrtacího zařízení PD 600/180 RP* [online]. Prime Drilling GmbH, 2018 [cit. 15.12.2018]. Dostupné z: https://www.prime-drilling.de/bohranlagen/e_pd-600-180rp.html

[21] SODOMKA, Michal, DEMJAN, Ivan, ŠNAJDR, Daniel, KREJČÍ, Petr. *Směrnice CzSTT pro bezvýkopové technologie*. Protlaky v technologii potrubí zatahovaného – HDD [online]. Česká společnost pro bezvýkopové technologie, 2017 [cit. 15.12.2018]. Dostupné z: http://www.czstt.cz/sites/default/files/soubory/hdd_verze_5.12.2017_pro_web_czstt_s_logem_0.pdf

[22] PETRÁNEK, Jan et al. *Encyklopedie geologie*. 1. vydání. Praha: Česká geologická služba, 2016. 349 s. ISBN 978-80-7075-901-1

[23] ŠRYTR, Petr. Technická infrastruktura sídel na rozcestí svého vývoje. Jak dále? *Urbanismus a územní rozvoj*. 2013, 5/2013, 57-65. ISSN 1212-0855

[24] FRANCZYK, Karel, FRANTL, Jan, SODOMKA, Michal, KUNC, Jaroslav. *Směrnice CzSTT pro bezvýkopové technologie*. Mikrotunelování [online]. Česká společnost pro bezvýkopové technologie, 2018 [cit. 15.12.2018]. Dostupné z: http://www.czstt.cz/sites/default/files/soubory/mikrotuneling_verze_03.01.2018_pro_web_czstt_s_logem.pdf

[25] POKORNÝ, Vladimír. Analýza kolektorové sítě v Praze. Praha, 2017. Bakalářská práce. České vysoké učení technické v Praze, Fakulta stavební. Vedoucí práce Ing. Václav Jetel, Ph.D.

[26] ŠNAJDR, Daniel, LOVECKÝ, Stanislav, VOSKOVÁ, Kateřina, Holeš, Petr. *Směrnice CzSTT pro bezvýkopové technologie*. Vložkování těsně přiléhající trubkou („close-fit“) [online]. Česká společnost pro bezvýkopové technologie, 2018 [cit. 28.12.2018]. Dostupné z: http://www.czstt.cz/sites/default/files/soubory/close-fit_verze_02.01.2018_pro_web_czstt_s_logem_1.pdf

[27] KREJČÍ, Petr, ŠEDOVÁ, Hana, ŠNAJDR, Daniel, BARBORÍK, Juraj. *Směrnice CzSTT pro bezvýkopové technologie*. Instalace nového potrubí do původního se zachováním nebo zvětšením profilu – Berstlining [online]. Česká společnost pro bezvýkopové technologie, 2018 [cit. 2.1.2019]. Dostupné z: http://www.czstt.cz/sites/default/files/soubory/berstlining-pro_web_czstt_28.08.2018_slogem.pdf

[28] Institut plánování a rozvoje hlavního města Prahy. *Územní plán hlavního města Prahy.* Metropolitní plán. Návrh k projednání dle § 50 stavebního zákona [online]. Praha: Institut plánování a rozvoje hlavního města Prahy, 2018 [cit. 15.12.2018]. Dostupné z: http://plan.iprpraha.cz/cs/metropolitni-plan

[29] Tracto-Technik. Keyhole technology for property service connections [online]. Tracto-Technik GmbH, 2012, Edice 02/2012 [cit. 23.12.2018]. Dostupné z: http://www.tracto-technik.com/doks/pdf/Prosp_PIT_Keyhole_EN_low.pdf

[30] KAMAT, S. M. *Comparison of dust generation from open cut and trenchless technology methods for utility construction* [online]. Arlington, 2011. Diplomová práce. The University of Texas at Arlington [cit. 3.11.2018]. Dostupné z: https://uta-ir.tdl.org/uta-ir/bitstream/handle/10106/5872/Kamat_uta_2502M_11065.pdf?sequence=1

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Letecký snímek historického jádra Tábora a přilehlého okolí 13
Obrázek 2: Snímek veřejně přístupných podzemních chodeb v Táboře.....15
Obrázek 3: „Chytrý koš“ 21
Obrázek 4: Instalace IS technologií pluhování 32
Obrázek 5: Stožár VVN spadlý vlivem silného větru u Lišan na Rakovnicku, 23.9.2018.....32
Obrázek 6: Instalace několika IS technologií pluhování současně 33
Obrázek 7: Schéma instalace IS s uplatněním technologie horizontálně řízeného vrtání.....35
Obrázek 8: Schémata kolektorů realizovaných ve světových metropolích....38
Obrázek 9: Snímek kolektoru Nová radnice.....40
Obrázek 10: Schéma plně mechanizovaného štítování 42
Obrázek 11: Shora přístupný technický podpovrchový kanál společnosti BIRCO 44
Obrázek 12: Nevhodně uložená kabelová vedení v Sokolské ul. v Praze 45
Obrázek 13: Schéma sanace kanalizace technologií folded close-fit lining ..48
Obrázek 14: Snímek z provádění sanace kanalizace technologií inverzní close-fit lining.....49
Obrázek 15: Schéma instalace potrubí technologií berstlining (z jámy do šachty).....50
Obrázek 16: Schéma instalace domovní přípojky technologií Grundopit Keyhole.....54
Obrázek 17: Snímek Budějovické ulice v Táboře.....61
Obrázek 18: Snímek z realizace multikanálu SITEL 67
Obrázek 19: Schéma technologického profilu navrženého multikanálu 69
Obrázek 20: Technologický profil SMST IS 77

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Vybraná hodnotící kritéria HA užitá ve SPB 56
Tabulka 2: Geologická skladba podloží Budějovické ulice 63
Tabulka 3: Geologická skladba podloží historického jádra Tábora 63

Seznam příloh

Příloha č. 1: Doplněná klasifikace BT dle ISTT

Příloha č. 2: Klasifikace územní Tábora dle stupňů důležitosti TI

Příloha č. 3: Variantní řešení uložení VTV

Příloha č. 4: Koordinační situační výkres MK v Budějovické ulici

Příloha č. 5: Uložení multikanálu ve výkopu

Příloha č. 6: Směrnice CzSTT a katalogové listy vybraných BT