

**Projekt
geotechnického monitoringu 12. stavby
sekundárního kolektoru Česká - Středova**



Brno, říjen 2024

GEOtest, a.s.
Šmahova 1244/112, 627 00 Brno
IČ: 46344942 DIČ: CZ46344942

tel.: 548 125 111
e-mail: info@geotest.cz
datová schránka: axvp7bj

Geologické a sanační práce pro ochranu životního prostředí, geotechnický a hydrogeologický průzkum

Číslo a název zakázky: **24 7302 Brno - 12. stavba sekundárního kolektoru Česká - Středova, GTM**
Objednatel: Brněnské komunikace a.s., Renneská třída 787/1a, 639 00 Brno - Štýřice
IČO (DIČ) objednatele: 60733098
Zástupce objednatele: František Dobeš
Kontakt na objednatele: tel.: 602 714 948, e-mail: dobess@bkom.cz

Geotechnický monitoring 12. stavby sekundárního kolektoru Česká - Středova Projekt monitoringu

Odpovědný řešitel: **Ing. Marek Polák**, oborový manažer

Zpracoval: **RNDr. Otakar Pazdírek**

Ing. Radim Brtník

Mgr. Pavlína Vylamová

Prověřil: **Ing. Vlastimil Hanák**, ředitel divize

RNDr. Lubomír Klímek, MBA

ředitel společnosti a člen představenstva



Brno, říjen 2024

GEOtest, a.s.
Šmahova 1244/112, 627 00 Brno
DIČ CZ46344942 (15)

Výtisk č.

Obsah

1. Všeobecná část	5
1.1 Úvod	5
1.2 Použité podklady a související dokumenty	5
1.3 Základní údaje o stavbě	5
1.4 Popis konstrukce kolektoru	6
1.5 Geologické a geotechnické poměry	6
1.6 Zajištění objektů v zóně ohrožení	7
2. Geotechnický monitoring	7
2.1 Strategie monitoringu	7
2.1.1 Práva a povinnosti zhotovitele monitoringu	8
2.1.2 Kancelář monitoringu	9
2.1.3 Klíčoví pracovníci zhotovitele monitoringu	9
2.2 Rada monitoringu – RAMO	12
3. Náplň monitoringu	12
3.1 Přípravné práce	13
3.2 Geologický a geotechnický sled	13
3.3 Hydrogeologický monitoring	15
3.4 Geodetická měření v podzemí	17
3.4.1 Konvergenční měření	19
3.4.2 Geodetická měření přesnou nivelací	19
3.5 Niveláčnické měření na povrchu	21
3.6 Pasportizace a sledování nadzemních objektů (Pas)	25
3.6.1 Náplň zprávy o pasportizaci	26
3.6.2 Náplň kontrolních prohlídek	27
3.7 Kopané sondy	28
3.8 Niveláčnické měření objektů	29
3.9 Monitoring odpadů	31
4. Předávání výsledků měření	32
4.1 Denní předávání výsledků měření	32
4.2 Měsíční hodnocení výsledků měření	32
4.3 Závěrečná zpráva	33
5. Varovné stavy	33
6. Součinnost se zhotovitelem stavby	36
7. Harmonogram prací a měření	37
7.1 Činnosti před zahájením stavby	37
7.2 Činnosti v průběhu výstavby	37
7.3 Záruční monitoring	37
8. Závěr	38

ROZDĚLOVNÍK

Výtisk č. **1 - 4:** Objednatel - Brněnské komunikace, a.s.
5: Archiv GEOtest, a.s.

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: Situace monitoringu měřítko **1 : 250**
Příloha 2: Věcná specifikace prvků monitoringu a přehled sledovaných objektů
Příloha č. 3.1 – Oceněný soupis projektovaných prací
Příloha č. 3.2 – Slepý výkaz výměr

1. Všeobecná část

1.1 Úvod

Předkládaný projekt geotechnického monitoringu 12. stavby sekundárního kolektoru Česká - Středova je zpracován jako projektová dokumentace pro výběr zhotovitele geotechnického monitoringu. Projekt je zpracován na základě smlouvy č. 5500-24000314 o projektové přípravě - Geotechnický monitoring 12. stavba sekundárního kolektoru Česká – Středova, která byla uzavřena 29. 07. 2024 a následně zveřejněna v registru smluv 30. 07. 2024 (viz <https://smlouvy.gov.cz/smlouva/29633436>). Předmětem zakázky je podle uvedené smlouvy vypracování projektové dokumentace „Geotechnický monitoring 12. stavba sekundárního kolektoru Česká - Středova“ v rozsahu dle nabídky ze dne 25. 6. 2024.

Náplní projektu geotechnického monitoringu je popis jednotlivých metod sledování ražby i povrchu nad ražbou, popis způsobu měření, předávání dat, jejich archivace a vyhodnocování, včetně zpětných vazeb, dále součinnost jednotlivých účastníků výstavby a předpokládaný časový plán měření.

Konkrétně jsou určena pro jednotlivé druhy měření měřidla a místa jejich osazení, stanoveny nároky na vyhodnocení a ukládání dat včetně jejich distribuci účastníkům výstavby a dalších dotčeným osobám a orgánům.

Jsou specifikovány požadavky na způsob dokumentace podmínek v průběhu ražby a monitoring zástavby na povrchu v zóně ohrožení.

Projekt geotechnického monitoringu respektuje geotechnické a technologické podmínky výstavby dané aktuálně platnou projektovou dokumentací stavby ve stupni DÚSP [1]. Výkresové podklady pro zakreslení prvků monitoringu byly převzaty od firmy Ingutis, spol. s r. o. jakožto zhotovitele aktuálně platného stupně projektové dokumentace stavby. Tento dokument tak vychází z aktuálně dostupných podkladů v době jeho vyhotovení. Pokud budou po jeho vydání, ještě před zahájením činností monitoringu, vydány nové dokumenty, nebo dojde k aktualizaci těch stávajících, bude nutné projekt monitoringu doplnit, upravit nebo rozšířit.

Rozsah prací vychází z aktuálně platného stupně projektové dokumentace stavby [1] a odpovídá požadavkům zadavatele uvedeným v objednávce. Rozsah činností monitoringu byl dále prezentován a schválen při jednání pracovní výboru, který se konal dne 19. 9. 2024.

1.2 Použité podklady a související dokumenty

- [1] Projektová dokumentace ve stupni DÚSP „12. stavba sekundárního kolektoru Česká - Středova“; (Ingutis, spol. s r. o, červen 2020)
- [2] Závěrečná zpráva – 12. stavba sekundárního kolektoru Česká – Středova, přípravné průzkumné a geodetické práce, (INSET s.r.o., č. zakázky 15090236000; listopad 2015).
- [3] Závěrečná zpráva Brno – 19. stavba kolektoru Veselá – Dominikánské náměstí (archiv GEOTest, a.s., J. Hanák, leden 2010)

1.3 Základní údaje o stavbě

Stavba: 12. stavba sekundárního kolektoru Česká - Středova
Investor: Statutární město Brno
Dominikánské náměstí 196/1, Brno-město, 602 00 Brno
IČ: 44992785

Správce stavby: Brněnské komunikace, a. s., se sídlem Renneská třída 787/1a, 639 00 Brno

Projektant (AD): INGUTIS, spol. s r.o., Thákurova 2077/7, 160 00 Praha 6
IČ: 48112828

HIP: Ing. Daniel Švec

Kolektor je podzemní stavba sloužící pro uložení inženýrských sítí, v tomto případě se jedná o kabelová vedení (silová a sdělovací), horkovod, vodovod a kanalizaci, která bude uložena pod dno kolektoru. Stavba je navržena pod komunikacemi v zastavěné části v centru města Brna, oblast ulic Česká a Středova. Hlavní trasa kolektoru vede v ulici Česká od Náměstí Svobody, kde navazuje na stávající kolektor Náměstí svobody – Zámečnická, po ulici Solniční. Odbočné větve jsou pak vedeny do ulic Středova, Skrytá a Jakubská.

Jedná se o stavbu, která svým uspořádáním včetně všech doplňujících objektů ovlivňuje širší okolí. Povrchovou zástavbu nacházející se v zóně deformace je nutné staticky zajistit před vlivem ražby tak, aby byly její účinky maximálně eliminovány. Rozhodujícím kritériem je vývoj poklesové zóny pod mezním úhlem od paty výrubu ve smyslu normy ČSN 73 0039.

1.4 Popis konstrukce kolektoru

Navrhovaný kolektor navazuje na stávající kolektor Náměstí Svobody kolektorovou trasou vedenou v ulici Česká o světlém profilu 2,5x3,05m. Stávající čelo kolektoru bude odbouráno a na stávající profil kolektoru bude napojen nový profil o shodném průřezu. Hlavní trasa kolektoru pak pokračuje ulicí Česká až k ulici Solniční, kde kolektor končí. Po trase kolektoru jsou umístěny dvě technické komory TK121 TK122, ze kterých jsou vedeny vedlejší kolektorové trasy do ulic Středova a Skrytá o profilu 2,3x2,75m. Kolektor je zakončen technickou komorou TK123. Dále jsou po trase kolektorové odbočky umožňující napojení jednotlivých nemovitostí na IS.

Celý kolektor včetně komor a odboček bude prováděn hornickým způsobem. Ostění kolektoru je členěno na provizorní a definitivní. Provizorní ostění kolektoru bude složeno z příhradových rámců BRETEX a stříkaného betonu s vloženými KARI sítěmi. Definitivní ostění kolektoru bude provedeno z monolitického železobetonu uloženého do bednění. Kolektorová trasa v ul. Středova bude provedena metodou ražby pod zastropením ochranné železobetonové desky (tzv. metoda „Top and Down“). Nadloží kolektorové trasy je cca 3,0-4,5m. Ražba je vzhledem k náročným podmínkám zastiženého prostředí a nízkému nadloží navržena na čtyři výškové lávky s horizontálním členěním výrubu (tři dílčí výrubu + plný profil). Detailní informace o návrhu a posouzení nosné konstrukce ostění kolektoru a vlivu ražby na terén a okolní zástavbu je zpracován v příloze F.3: Souhrnné statické posouzení, projekt zpracovaný báňským projektantem (Ing. J. Zlámal, říjen 2021)

Pro účely jednoznačné identifikace pozice dokumentovaného místa nebo měřicího bodu bude ve všech výstupech monitoringu týkajících se kolektoru použito staničení kolektoru, které má svůj počátek 0,0 v místě navázání na stávající kolektorovou síť z TŠP 11 (11.stavba)

1.5 Geologické a geotechnické poměry

Jsou shrnuty a zhodnoceny v Závěrečné zprávě IGP [2], v jejímž závěru se uvádí:

„Základové poměry kolektoru hodnotíme jako složité, důvodem jsou zde se vyskytující poměrně mocné různorodé antropogenní uloženiny (mocnost až 4,2 m), které s nejvyšší pravděpodobností zasáhnou i do těženého profilu při ražbě kolektoru. Dalším důvodem byla zastižená proměnlivá mocnost u rostlých kvartérních zemin a vysoká hladina podzemní vody

(zvodnění jak v kvartérních, tak v terciérních sedimentech, a to i v sedimentech jílovitého charakteru - sprašové hlíny). Vývěry podzemní vody mohou působit obtíže při ražbě a způsobovat rozbřídání počvy. Je tedy nutno počítat s jejím čerpáním (vydatnost zvodněných horizontů stanovena nebyla). Ke stanovení požadavků na geotechnický návrh kolektoru se jedná dle kap. 2.1 ČSN EN 1997-1 o 3. geotechnickou kategorii.

Zeminy, ve kterých proběhne ražba jsou antropogenního, eolického, fluvialního a marinního původu. Nejvyšší podíl na těžených zeminách budou mít sprašové uloženiny, což je zřejmé z inženýrsko-geologických řezů.“

Stavba je rozdělena na dva kvazihomogenní celky. Kvazihomogenní celek 1 (KHC 1) je navržen pro staničení 0,0 (resp. -3,0) - 113,16m, kvazihomogenní celek 2 (KHC 2) pak pro staničení 113,16 – 197,86m.

Pro standardní kolektorovou trasu je uvažováno s technologickou třídou NRTM 5a, v místech rozšíření a technických komor pak s technologickou třídou NRTM 5b.

1.6 Zajištění objektů v zóně ohrožení

Zajišťující práce řeší podrobně PD ve SO 210 – Zajištění povrchu a stávající zástavby. V půdorysném rozsahu ražeb kolektoru v kvazihomogenním celku 1 (KHC1) budou provedeny výplňové nízkotlaké injektáže (max. 2ATM) v rastru $0,75 \times 0,75$ m a to tak, aby nedošlo k poškození předem vytyčených IS (předchází tomu předvýkop a identifikace všech IS).

Všechny objekty v zóně ohrožení (vyjma objektu Česká 14) jsou podchyceny tryskovými injektážemi dl. 5,0m, v osově vzdálenosti 0,8m, průměru 1,0m (nejsou vyztužené). U č.p. 14 je osová vzdálenost sloupů TI 0,7 m, průměr 1,0 m, délka 6,0 m a všechny sloupy jsou vyztuženy trubkou TR 108/10mm.

2. Geotechnický monitoring

Stavba proběhne observační metodou, jejíž nedílnou součástí je monitoring, který v případě potřeby umožní operativní reakce na projevy deformací úpravou kroku ražby nebo způsobu výztuže.

Projektová dokumentace [1] požaduje, aby před prováděním prací byl provedený podrobný pasport dotčených staveb a během ražby bylo dotčené okolí sledováno pomocí geotechnického monitoringu stavby (GTM).

Z hlediska časové návaznosti lze činnosti monitoringu rozdělit do dvou etap:

- před zahájením stavby,
- po dobu výstavby.

2.1 Strategie monitoringu

Základním cílem monitoringu je porovnávání skutečného vývoje chování sledovaného systému ostění kolektoru - hornina - postup ražeb - vývoj poklesové kotliny na povrchu terénu - deformace objektů na poklesové kotlině (dále jen sledovaného systému) s předpoklady, které byly uvažovány při zpracovávání DÚSP stavby.

Činnosti monitoringu slouží k prokázání souladu předpokladů uvedených v platné projektové dokumentaci stavby se skutečným chováním sledovaného systému.

Kontrolní sledování a monitoring vlivů stavby v podzemí i na povrchu je jedním z hlavních podkladů realizace observační metody, která je v projektu stavby uplatňována. Na správném,

přesném a včasném vyhodnocení monitoringu bude záviset nejen kvalita výstavby, ale i bezpečnost a ekonomika ražby.

Monitoring bude během ražby poskytovat průběžně data o bezprostřední reakci horninového masivu, ostění kolektoru i objektů nadzemní zástavby na aktuální průběh prací. Dalším výstupem monitoringu budou poznatky o skutečných inženýrskogeologických a hydrogeologických poměrech v místech ražby a hodnocení případných odlišností oproti předpokladům projektu.

Na základě okamžitého vyhodnocování výsledků geotechnických měření v průběhu ražeb bude možno operativně upřesňovat postup ražení a stupeň vyztužení výrubů podle skutečně zastížených geologických poměrů na čelbě kolektoru a rovněž poskytnou projektantovi věrohodné údaje k průběžné korekci dimenzování primární i sekundární obezdívky.

Cílem komplexního měření monitoringu bude také ověření správnosti dat, charakterizujících horninový masív, vstupujících do výpočetních schémat pro dimenzování nosných prvků ostění a pro celkové posouzení správnosti použitého geomechanického modelu.

K důležitým cílům monitoringu patří i sledování případných vlivů ražby na životní prostředí. Zejména se to týká případných změn vodního režimu. To je hlavním úkolem hydrogeologického monitoringu, který je zaměřen zejména na sledování hladiny podzemní vody v okolních objektech ve fázi představební, stavební a postavební.

2.1.1 Práva a povinnosti zhotovitele monitoringu

Měření a sledování v tunelu i na povrchu je vykonáváno přímo pro investora stavby, resp. pro správce stavby, pověřeného investorem řízením stavby a vykonává ho právnická osoba nezávislá na zhotoviteli. Zhotovitel monitoringu je tak podřízený objednateli (investorovi).

Zhotovitel monitoringu je oprávněn při uplatňování pravomocí, nebo plnění povinností obsažených ve smlouvě mezi objednatelem a třetí stranou schvalovat/rozhodovat/jednat podle vlastního uvážení v následujících věcech:

- provádět měření a další činnosti monitoringu v podzemí a na povrchu včetně vstupů do okolních objektů,
- vydávat protokoly o příslušných sledováních (podle projektu monitoringu),
- při řešení konkrétních technických problémů vydávat dílčí zprávy a návrhy jejich řešení,
- neprodleně upozorňovat pověřeného zástupce stavebního dozoru (TDS), investora a zhotovitele stavby na výsledky měření, které překračují meze očekávané projektantem - varovné stavy,
- upozorňovat pověřeného zástupce stavebního dozoru (TDS), investora a zhotovitele stavby na okolnosti, které by z geotechnického hlediska mohly znamenat komplikace při realizaci projektu a při ražbách.
- vydávat doporučení pro další postup – operativní úpravy rozsahu a četnosti měření, úpravy technologických postupů zhotovitele apod.

Personál zhotovitele monitoringu není zmocněn vstupovat přímo do smluvních a řídicích vztahů mezi objednatelem a ostatními účastníky výstavby. Zejména upravovat povinnosti třetí strany tak, aby vedly ke změně technologií bez souhlasu objednatele.

Zhotovitel monitoringu zajišťuje v souladu s projektem monitoringu veškerá měření, dále vede kancelář monitoringu, je správcem databáze všech měření a geotechnických informací relevantních k výstavbě tunelu. Zhotovitel monitoringu dále odpovídá za skladování a

archivaci veškerých měřených dat a jejich pravidelné hodnocení pro kontrolní dny či jiné operativní porady týkající se bezprostředního rozhodování o dalším postupu ražeb a provádění ostění. Dílčí výsledky měření a sledování v tunelu i na povrchu jsou poskytovány neprodleně a zdarma celému realizačnímu týmu stavby tunelu.

Zhotoviteli monitoringu jsou dále technicky a odborně podřízeni někteří další případní subdodavatelé speciálních měření. Do databáze jsou kromě výsledků všech měření ukládány i veškeré údaje o průběhu ražby, důležité pro stanovení a posouzení vlivů ražby, např. vzdálenost čeleb od měřících profilů.

Zhotovitel monitoringu koordinuje veškerá měření (i subdodavatelů) a to tak, aby byly časově sladěny a předávány formou vhodnou pro vyhodnocení, archivaci a pro další zpracování.

2.1.2 Kancelář monitoringu

Pro účely sběru naměřených hodnot, jejich centrální evidence, archivace a pro přípravu podkladů pro vyhodnocování a tvorbu výstupních dat, bude zřízena **kancelář monitoringu**. Kancelář monitoringu bude řídit **vedoucí kanceláře monitoringu**, v době jeho nepřítomnosti zástupce vedoucího kanceláře monitoringu.

K úkolům **kanceláře monitoringu** bude patřit zejména:

- vypracovávání návrhu měsíčního (týdenního) plánu měření, resp. jeho modifikace s ohledem na aktuální plán prací a očekávané podmínky,
- koordinace všech měření, primární vyhodnocování výsledků, ukládání a skladování všech výsledků měření,
- pravidelná příprava standardních podkladů (souhrn naměřených hodnot a výsledků měření) pro pravidelné hodnocení výsledků měření a jejich prezentace v průběhu zasedání RAMO,
- posuzování, zda nebyly naměřeny hodnoty odpovídající kritériím varovných stavů, zajišťování komunikace o výsledcích měření (monitoringu) mezi dotčenými účastníky výstavby atd.

2.1.3 Klíčoví pracovníci zhotovitele monitoringu

Klíčoví pracovníci týmu provádějícího monitoring:

- 1) Vedoucí kanceláře monitoringu
 - a) Zástupce vedoucího kanceláře monitoringu
- 2) Odpovědný geolog
- 3) Odpovědný geotechnik
- 4) Odpovědný specialista pro pasportizaci a prohlídky objektů (statik)
- 5) Odpovědný geodet monitoringu
- 6) Hydrogeolog
- 7) Administrátor a správce naměřených dat

Je přípustné, aby pozice dvou klíčových pracovníků byly zastoupeny prostřednictvím jedné osoby (např. vedoucí kanceláře monitoringu může být současně odpovědným geotechnikem).

1) Vedoucí kanceláře monitoringu

- je partnerem objednatele a správce stavby (případně jejich pověřených pracovníků) při jednáních o smluvních, organizačních a provozních problémech monitoringu,

- koordinuje a organizuje technické činnosti účastníků monitoringu, odpovídá za časovou koordinaci měření všech subdodavatelů podle potřeby vyhodnocování,
- přejímá práce a dodávky od všech účastníků monitoringu (všech typů měření) a má právo je odmítnout, neodpovídají-li RDS, technickým podmínkám či normám,
- kontroluje a přejímá od kanceláře monitoringu měsíční soupisy poskytnutých služeb, připravuje na základě odsouhlasených výkazů výměr fakturační podklady pro organizačního vedoucího sdružení,
- podílí se na přejímacím řízení při dokončení stavby a na vystavení konečné faktury,
- řeší veškeré finanční, právní a organizační záležitosti sdružení ve vztahu k objednateli,
- řeší prostřednictvím objednatele případné požadavky zhotovitele monitoringu vůči dodavateli (vytvoření podmínek pro provádění monitoringu podle projektu apod.),
- provádí primární hodnocení všech výsledků měření s ohledem na jejich vztah k varovným stavům a v případě jejich překročení neprodleně informuje odpovědné osoby, případně tímto hodnocení pověří další členy týmu,
- odpovídá za ukládání a standardní zpracování výstupů z měření pro pravidelné pracovní porady stavby (vč. KD a RAMO) v řádných termínech,
- řídí zasedání Rady monitoringu a je odpovědný za pořizování záznamu z jednání,
- připravuje a kompletuje závěrečnou zprávu,
- účastní se na pracovních poradách stavby (vč. KD).
- Z titulu vedoucího je oprávněn některé své kompetence delegovat na další členy týmu, zejména svého zástupce.

1a) Zástupce vedoucího kanceláře monitoringu

V době nepřítomnosti vedoucího kanceláře monitoringu řídí kancelář monitoringu a přebírá jeho pravomoci a kompetence.

2) Odpovědný geolog

- odpovídá za inženýrskogeologické, hydrogeologické a geotechnické sledování čeleb,
- zajišťuje porovnání skutečně zastižených geologických poměrů s předpoklady průzkumu a s fakty uvedenými v zadávacích podmínkách stavby. V případě rozporů okamžitě vypracovává zprávu pro pravidelné pracovní porady účastníků výstavby,
- kvantifikuje rozdíly mezi skutečně zastiženými a projektem předpokládanými geologickými poměry,
- garantuje objektivní zařizování zastižených hornin, spolupracuje s geotechnikem na zařazení záběru včetně dílčích výrubů do TTV

- odpovídá za zpracování souvisejících výstupů a jejich uložení do databáze monitoringu,
- v případě potřeby se účastní příslušných mimořádných prohlídek a terénních šetření,
- účastní se RAMO (event. KD) a poskytuje jí komplexní analýzy výsledků monitoringu.

3) Odpovědný geotechnik

- komplexně vyhodnocuje standardní výstupy kanceláře monitoringu a provádí komplexní analýzy naměřených dat v celé šíři monitoringu,
- provádí primární hodnocení všech výsledků měření s ohledem na jejich vztah k varovným stavům a v případě jejich překročení neprodleně informuje vedoucího kanceláře a odpovědné osoby,
- odpovídá za zařazení každého záběru včetně dílčích výrubů do technologické třídy výrubu podle zastižených inženýrskogeologických podmínek a na základě poznatků geologického sledu,
- v případě potřeby dodává kanceláři monitoringu odborné nadstandardní rozborů,
- účastní se RAMO (event. KD) a poskytuje jí komplexní analýzy výsledků monitoringu,
- v případě potřeby se účastní příslušných mimořádných prohlídek a terénních šetření,
- podává návrhy na opatření, která by udržela reakci horninového masivu v mezích předepsaných projektem (rozumí se návrhy spadající do oblasti geotechnické povahy).

Další specialisté pro zakázku:

4) Odpovědný specialista pro pasportizaci a prohlídky objektů (statik)

- zodpovídá za kvalifikované provedení vstupní pasportizace ražbou dotčených objektů,
- zodpovídá za kvalifikované provádění, hodnocení a zpracování výsledků pravidelných vizuálních prohlídek ražbou dotčených objektů,
- vyhodnocuje poznatky z prohlídek a na základě na zjištěných poznatků navrhuje opatření na dodatečné zajištění objektu,
- v případě potřeby se účastní příslušných mimořádných prohlídek a terénních šetření,
- odpovídá za návrhy úpravy projektu monitoringu dotčených objektů nadzemní zástavby (místa měření, četnost měření, typy měření).

5) Odpovědný geodet monitoringu

- Jsou mu metodicky i věcně podřízeny všechny subjekty, které v rámci týmu zhotovitele monitoringu provádí geodetická měření na povrchu a v podzemí, zodpovídá za kvalifikované provádění, hodnocení a zpracování výsledků všech geodetických měření prováděných v podzemí i na povrchu,

- provádí primární hodnocení všech výsledků měření s ohledem na jejich vztah k varovným stavům a v případě jejich překročení neprodleně informuje geotechnika nebo vedoucího kanceláře a odpovědné osoby.

6) Hydrogeolog

- odpovídá za hydrogeologická sledování na stavbě a v okolí stavby,
- v případě potřeby se účastní příslušných mimořádných prohlídek, terénních šetření a kontrolních dnů,
- odpovídá za zpracování souvisejících výstupů a jejich uložení do databáze monitoringu.

7) Administrátor a správce naměřených dat

- zodpovídá za funkčnost a bezpečnost portálu, na němž budou shromažďována a ukládána veškerá data z monitoringu, zajišťuje administraci portálu, zajišťuje přístupnost dat pro ostatní účastníky monitoringu i stavby samotné.

Osoby odpovědné za jednotlivé typy činností a měření odpovídají za včasné uložení výstupů jejich činností do databáze monitoringu v souladu s časovým limitem uvedeným v této projektové dokumentaci.

2.2 Rada monitoringu – RAMO

Tým pro vyhodnocování monitoringu (RAMO - Rada monitoringu), je specializovaná část výrobní porady, či výboru stavby, která je věnována monitoringu. Účastníci RAMO na ní vystupují jednotlivě jako kompetentní účastníci stavebního procesu, každý se svou odpovědností vyplývající z jimi uzavřených smluv a ze stavebního, resp. báňského zákona. (Autorský dozor projektanta, dodavatel stavby, stavební dozor, externí experti, dodavatel monitoringu atd.). Definice RAMO, její složení a úloha v rámci realizace stavby bude definována v dokumentu „Statut Rady monitoringu pro 12. stavbu sekundárního kolektoru Česká – Středova“.

3. Náplň monitoringu

Bez provádění geotechnického monitoringu nelze zajistit ekonomické a bezpečné provádění díla. Uvedený návrh rozsahu geotechnických měření má proto zejména umožnit:

- splnit požadavky vyplývající z vyhlášek a zákonů ČBÚ pro díla prováděná hornickým způsobem,
- získat potřebné informace o chování horninového masivu a jeho reakci na ražbu štoly, což je nezbytné pro ověření předpokladů realizační dokumentace,
- provádět zatřídění do technologických tříd výrubu, což je jeden z hlavních principů NRTM a v návaznosti na to dodat podklady pro optimalizaci jednotlivých prvků zajištění stability výrubu,
- zajistit podklady ve formě dat z měření pro řešení případných nároků třetích stran ve věci poškození okolních objektů vlivem ražby.

Doporučený rozsah měření pro realizaci stavby vychází z požadavků projektové dokumentace [1] uvedených v části F „Souhrnné statické posouzení, projekt zpracovaný báňským

projektantem“ (zodp. báňský projektant Ing. Zlámal) a obsahuje následující metody sledování:

1. geologické a geotechnické sledování čelby,
2. geodetické měření deformací výrubu (tzv. konvergenční měření),
3. hydrogeologické sledování podzemních vod a pramenů,
4. sledování povrchové zástavby v zóně ovlivnění (nivelace objektů, měření rozvoje trhlin, periodické prohlídky),
5. sledování deformací povrchu (geodetické body na terénu).

Za účelem jednoznačné identifikace jednotlivých měření je použit následující systém značení obsahující informaci o druhu měření, objektu (profilu) a označení bodu měření. Systém značení pro každý druh měření je dále uveden v příslušné kapitole.

3.1 Přípravné práce

V září 2024 proběhl georadarový průzkum a měření fasád a střech dotčených objektů LIDARem – výstup z těchto měření slouží jako jeden z podkladů při pasportizaci objektů a dokumentaci jejich stavu před zahájením stavby.

Správce stavby vstoupí do jednání s vlastníky a správci všech dotčených objektů v zóně ohrožení a uzavře s nimi smlouvu o provádění monitoringu. Na základě této smlouvy umožní zhotoviteli monitoringu instalovat měřicí body a další zařízení v dotčeném objektu, provádět měření a údržbu těchto bodů, provádět kontrolní prohlídky objektů.

Zhotovitel monitoringu pak na základě této smlouvy dohodne s majiteli a správci dotčených objektů konkrétní termíny prací a prohlídek a umístění bodů a dalších zařízení.

3.2 Geologický a geotechnický sled

Práce zahrnují dokumentaci čelby při ražbě kolektoru a při provádění horizontálního předvrtu s výnosem jádra do délky 20m. Geologický a geotechnický sled musí dát podklady pro rozhodování hlavního geologa, zda jsou odlišnosti skutečného od předpokládaného stavu. Hlavním úkolem geologa a geotechnika při ražbě bude poskytovat důležité informace o kvalitě horninového prostředí z hlediska tunelování prostřednictvím geologické dokumentace a zařídování horniny do technologických tříd výrubu (TTV).

Při stavbě se jedná o následující činnosti:

- Geologická dokumentace předvrtů zahrnující geologický popis zastižených hornin (resp. zemin), v případě zjištění odlišností jejich zhodnocení ve vztahu k možné úpravě TTV a postupu prací,
- geologická dokumentace ražby zahrnující geologický popis čelby a bočních stěn (popis a zařídění horniny, náhlé změny geologie, směry a sklony zastižených ploch nespojitosti a jejich habitus, vlastnosti horninové substance), návrh zařídění do TTV a fotodokumentaci,
- v případě potřeby odběry vzorků hornin (resp. zemin). To lze předpokládat v úsecích se změnami horninového prostředí. Tyto vzorky budou podrobeny analýze v akreditovaných laboratořích. V případě výskytu podzemní vody budou odebírány její vzorky za účelem stanovení chemismu a případné agresivity na stavební konstrukce,
- horninové prostředí je z velké části tvořeno soudržnými zeminami, u nichž bude orientačně stanovena pevnost pomocí kapesního penetrometru,

- orientační posouzení stability odkrytého výrubu ve vztahu k navrženému zajištění výrubu, TTV, délce záběru apod. a případné doporučení úpravy TTV,
- dokumentace případných nadvýlomů včetně posouzení příčiny jeho vzniku,
- zaznamenání přítoků vody.

Výsledkem budou geologické a geotechnické informace sloužící jako podklady pro upřesnění volby typu výztuže výrubu (primárního ostění), technologie ražby, délky záběru a pro rozhodování o dosažení či nedosažení některého z varovných stavů a zařazení do jednotlivých varovných stavů.

Bezprostředně po provedení geologické dokumentace čelby výrubu bude na základě zjištěných poznatků výrub zařazen do technologické třídy a stanovená TTV bude porovnána s předpokladem z projektové dokumentace. V případě stanovení rozdílné TTV pak může být pro další záběr TTV změněna. Finální rozhodnutí o změně TTV vydává závodní a schvaluje zástupce TDI. V případě zařazení do lepší TTV budou z toho vyplývající opatření aplikována na další záběr. V případě zařazení do horší TTV budou odpovídající opatření aplikována již na stávající záběr. Prognóza zastoupení jednotlivých TTV v trase kolektoru je součástí projektové dokumentace stavby ve stupni DÚSP [1]. Posouzení shody prognózované TTV se skutečností je jedním z hlavních úkolů geologického a geotechnického sledu.

Nedílnou součástí geologické dokumentace bude i dokumentace případných nadvýlomů. Bude posouzen důsledek použité metody rozpojování na horninový masiv a v případě nadvýlomů bude posouzena jejich příčina. Bude rozlišen geologicky podmíněný nadvýlom (např. vlivem nepříznivého sklonu a průběhu ploch nespojitosti nebo opady zvětralých a narušených poloh v úvodních partiích profilu) od technologicky zaviněného nadvýlomu.

Forma výstupu

Základním výstupem geologické dokumentace bude náčrtek čelby, resp. profil vrtu ve vhodném měřítku (předpokládá se 1:50, resp. 1:100) a textová část dokumentace.

Graficky budou zaznamenávány:

- litologická a stratigrafická rozhraní,
- systém ploch nespojitosti (plochy vrstevnatosti, pukliny, ohlazové plochy, tektonické poruchy, místa zdroje opadů),
- zvodnění, přítoky podzemní vody,
- hodnoty pevnosti stanovené kapesním penetrometrem,
- místa odběru vzorků.

Obsahem textové části geologické dokumentace budou následující údaje:

- petrografický popis zemin a hornin a stratigrafie, litologická rozhraní,
- orientace (směr a sklon) hlavního systému ploch nespojitosti,
- popis jednotlivých druhů diskontinuit (četnost, rozteč, průběžnost, tvar, zvodnění apod.),
- popis opadů (četnost, původ, příčina a možný další vývoj)
- přítoky podzemní vody (soustředěnost, vydatnost, chemické složení a změny těchto parametrů v čase),
- dokumentace odebraných vzorků zemin a podzemní vody.

V závislosti na přístupnosti a viditelnosti čelby bude pořizována fotografická dokumentace celé čelby, případně jejích detailů.

Geologická dokumentace čelby a vrtů z čelby, včetně zařazení hornin (zemín) do technologických tříd podle RDS, bude předávána ihned odpovědnému zástupci dodavatele stavby přímo na stavbě. Po návratu do kanceláře monitoringu pak bude geologická dokumentace čelby vložena do připravených adresářů výstupní databáze v digitální podobě.

Veškeré údaje budou ukládány na portál, kde budou k dispozici investorovi, správci stavby a zhotoviteli tunelu, případně jeho přímým subdodavatelům.

Pro zařídování zastížených zemín se používá ČSN 73 6133 „Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací“. Pro zařídění hornin podle pevnosti materiálu tabulka A.4, pro těžitelnost a rozpojitelnost hornin tabulka D.1.

Zvláštní požadavky na provádění prací

Prohlídka čelba bude probíhat v úzké součinnosti s pracovníky zhotovitele. Je nezbytné, aby činnost geologa, tj. dokumentace čelby a případný odběr vzorků, byly součástí smluvního vztahu mezi objednatelem a zhotovitelem stavby. Doba prohlídky bude trvat cca 20 minut. Časový prostor na geologické sledování čelby je nutno zapracovat do technologického cyklu ražby. Geologická dokumentace čelby bude prováděna, pokud možno, v souběhu s činností dodavatele stavby (např. během přípravných prací na další ražbu).

3.3 Hydrogeologický monitoring

V širším zájmovém území bylo v minulosti realizováno několik průzkumů, které prokázaly, že se jedná o území se složitou geologickou stavbou (mimo průzkumů realizovaných přímo za účelem ověření geologických poměrů v místech výstavby kolektorů Veselá a Česká také Hanák, J.: Brno – Městská památková rezervace, 1995). To je způsobeno zejména přítomností mocných navážek (v rámci IGP [2] ověřena mocnost 4,2 m) po zrušení hradeb a hradebního příkopu, zbytky hradeb samotných a v neposlední řadě také přítomností Městského potoka, který přitékal městskou branou Veselá a který byl v 17. století pouze zasypán relikty hradebního zdiva, přičemž podzemní voda stále proudí ve směru svého toku, prostředím fluvialních sedimentů, směrem k náměstí Svobody a dále se vlévá do Ponávky. Podzemní voda se tedy v zájmovém území nacházela vždy a je třeba s touto skutečností pracovat i nadále. Je známo, že se v centru Brna nachází několik historických studní, prostřednictvím kterých docházelo či dochází k trvalému snižování hladiny podzemní vody.

Existence historických studní je v zájmovém území známá, prostřednictvím pasportizace objektů byla ověřena ve sklepních prostorách několika nemovitostí, přičemž se jedná zejména o počátek ulice Česká přiléhající k Náměstí Svobody (viz Příloha č. 1 - Situace).

Z výsledků průzkumných prací [2] pro budování kolektoru Česká je zřejmé, že podzemní voda je vázána na výskyt kvartérních (antropogenní a fluvialní sedimenty) i neogenních sedimentů a že v průběhu ražby bude docházet ke kontaktu s podzemní vodou, resp. bude nutné počítat se snižováním její hladiny prostřednictvím čerpání. Rozsah a způsob snižování hladiny podzemní vody není v průzkumu navrhován, bude zřejmě závislý na aktuálních hydrogeologických poměrech ve vztahu k fázi ražby, a bude tedy prováděno operativně.

K nutnosti snižování hladiny podzemní vody bylo přistoupeno i v rámci budování kolektoru Veselá, kdy prostřednictvím 3 hydrogeologických vrtů docházelo k čerpání podzemní vody v množství prvních jednotek l/s. Čerpaná podzemní voda byla odváděna do kanalizace.

Jelikož výstavba kolektoru Veselá, který se po svém vybudování stal částečnou bariérou pro podzemní vodu proudící od Špilberku směrem k náměstí Svobody (od Z k V), proběhla v roce 2023, je možné, že i data týkající se podzemní vody, která byla zjištěna v rámci [2] nebudou relevantní.

Hydrogeologický monitoring tak bude zaměřen zejména na sledování pohybu hladiny vody ve studních před ražbou, v průběhu ražby a po její realizaci. Pokud budou v rámci stavby vybudovány odvodňovací vrty, bude sledována hladina podzemní vody v těchto vrtech a sledováno odčerpávané množství podzemní vody. Realizace odvodňovacích vrtů a jejich

odborná likvidace není součástí výkazu výměr pro hydrogeologický monitoring a je součástí dodávky stavebních prací.

Z pohledu hydrogeologa není sledování kvality podzemní vody v průběhu ražby požadováno, její ovlivnění stavbou se nepředpokládá. Nicméně pokud v průběhu stavebního čerpání bude vznesen ze strany Brněnských vodovodů a kanalizací, a.s. požadavek na dokladování kvality podzemní vody, je třeba jej akceptovat (předpoklad v rozsahu základního fyzikálně-chemického rozboru, případně dalších ukazatelů požadovaných BVAK, a.s.).

Rozsah a náplň hydrogeologického monitoringu je definována řadou kroků, které lze popsat následovně:

1. Představební monitoring. V rámci přípravných prací pro realizaci stavby byla provedena pasportizace objektů, včetně studní. Jedná se o studny v nemovitostech Česká 2, Česká 6, Česká 5, Česká 7, Česká 9, dále o studny volně přístupné Česká 21 a Studna Veselá (pod hotelem Internacional). Další studnou by měla být studna Veselá 10 – tato informace není ověřena.

Cca 3 měsíce před zahájením stavebních prací bude, v závislosti na zjištění existence studní v rámci pasportizace, provedeno změření hladiny podzemní vody v těchto objektech v měsíčním intervalu. Celkově se jedná o záměr hladiny podzemní vody před zahájením ražby v 8 studních v intervalu 3 měsíců, tj. celkem 24 měření.

2. Stavební monitoring. Pohyb hladiny podzemní vody ve vybraných studních bude probíhat prostřednictvím dataloggerů s dálkovým přenosem, v případě, že tento nebude možný, budou data stahována 1x měsíčně.

Dataloggery budou osazeny celkem 4 objekty – jedná se o studny Česká 2, Česká 6, Česká 21 a Veselá. Monitoring pohybu podzemní vody bude probíhat na těchto 4 objektech po celou dobu ražby, s předpokladem od 4/2025 do 4/2027 (2 roky, 4 objekty měřeny kontinuálně).

Ostatní objekty – studny Česká 5, Česká 7, Česká 9 a Veselá 10 budou měřeny s četností 1x měsíčně po dobu průchodu ražby, následně čtvrtletně. (celkem předpoklad 12 x 4 a 4x4, tj. 64 měření). Se stejnou četností bude probíhat i měření na odvodňovacích vrtech, předpokládá se realizace 3 vrtů (celkem předpoklad 12x3 a 4x3 vrty, tj. 48 měření).

3. Záruční monitoring. Pohyb hladiny podzemní vody ve vybraných studních bude probíhat ve sledovaných objektech monitoringu po dobu 1 roku po ukončení stavebních prací, s četností 4x ročně. Předpokládá se provedení celkem 32 měření (8 studní 4 x ročně).

Popis prezentace a vyhodnocení

Výsledky hydrogeologického monitoringu budou prezentovány budou zpracovány tabulkově a v grafech časového průběhu změn úrovně hladiny podzemní vody pro každý sledovaný objekt.

Předáním výsledků měření se rozumí jejich zveřejnění on-line na internetovém portálu zhotovitele monitoringu. Způsob prezentace musí umožnit okamžité a spolehlivé zhodnocení výsledků měření a vyhodnocení varovných stavů.

Při hodnocení výsledků pro potřeby prezentace výsledků na jednání RAMO budou zahrnuty i další faktory ovlivňující úroveň hladiny podzemní vody jako je probíhající stavební čerpání anebo množství spadlých atmosférických srážek.

Zvláštní požadavky na provádění prací

Vzhledem k nutnosti vstupu na soukromé pozemky existuje riziko, že k některým objektům nebude umožněn přístup – ať už ve fázi pasportizace, tak i v průběhu měření.

Pokud budou v průběhu realizace stavebních prací zjištěny další skutečnosti, které by měly být v rámci hydrogeologického monitoringu sledovány, je vhodné tento, po dohodě s objednatelem optimalizovat.

3.4 Geodetická měření v podzemí

Změna napjatosti horninového masivu způsobená ražbou je sledována zprostředkovaně sledováním deformací. Účelem měření je proto sledování časového průběhu deformací na vybraných objektech/profilech v trase výstavby kolektoru v průběhu realizace předmětného raženého díla. Za tímto účelem je navržena kombinace konvergenčních měření jednotlivých bodů a geodetického měření metodou přesné nivelace. Pro hodnocení reakce ostění a horninového masivu na průběh ražby je klíčové sledování pohybu (svislého i vodorovného) v rovině příčného řezu a sledování rozdílů svislé deformace mezi sousedícími příčnými profilem.

Vzhled konvergenčního bodu a způsob jeho uchycení bude volbou zhotovitele monitoringu (podle typu použitého konvergenčního pásma), nicméně na základě zkušeností z předchozích projektů tohoto typu (7. a 8. stavba, 10. a 11. stavba, 18. stavba), doporučujeme následující postup: opatrně přivařit konvergenční bod (se závitem a opatřeným umělohmotnou krytkou) na trn z betonářské výztuže délky min 60-80 cm a takto upravený trn opatrně zatlačit (lžící bagru apod.) do zeminy. Bod v kalotě / v počvě zatlačit vertikálně, horizontální páry bodů zatlačit pod úhlem cca 30 stupňů (úpadně); bod v počvě zapustit pod úroveň počvy a ochránit zapuštěnou chráničkou s odnímatelným víčkem.

Osazení musí proběhnout co nejdříve po vyrubání horniny, aby byl zachycen maximální průběh deformace. Konvergenční body se proto osadí vždy v prvním záběru každého dílčího záběru, do středu záběru mezi rámy tak, aby další ražbou (stříkaným betonem) nebyly poškozeny. Zhotovitel monitoringu zváží možnost a způsob mechanické ochrany trnu.

Umístění bodů ve sledovaných profilech

Podle požadavku projektové dokumentace [1] „vzájemná poloha měřičských profilů musí být volena s ohledem na skutečně zastižené geotechnické podmínky tak, aby výsledky s dostatečnou přesností charakterizovaly chování horninového masivu v příslušném úseku tunelu. Kromě těchto profilů je nutno operativně osadit další profilem v případě průchodu čelby poruchovou zónou, oblastí zvodnění či v případě, kdy lze očekávat nestandardní chování horninového masivu.“.

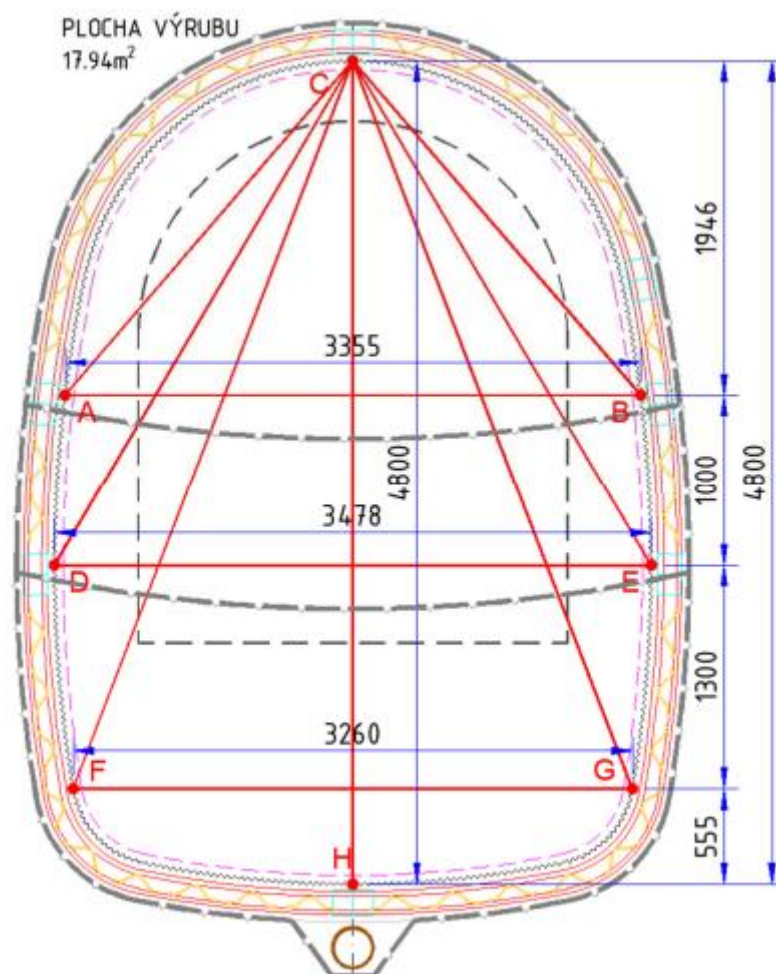
Navržené situování konvergenčních profilů počítá s rozestupem cca 20 m. Podle aktuálních podmínek bude ale možné upravit rozdělení profilů po délce podle potřeby, tzn. do stabilních podmínek méně, do zhoršených podmínek více. Celkem bude realizováno 11 konvergenčních profilů. Orientační poloha jednotlivých profilů je znázorněna na Situaci monitoringu v příloze 1.

Tabulka 1: Přehled navržených konvergenčních profilů

Ozn. profilu	staničení [m]	úsek	počet bodů
KVG010	10	NS23 - TK121	8
KVG029	29	TK121 - C1-3, C4	8
KVG050	50	C4-TS - C5, C7	8
KVG070	70	TK121 - C1-3, C4	8
KVG090	90	TK 122	6
KVGSK10	10 ¹	odbočka SK1	8
KVG115	115	C8, C11, C13 - C12, C15	8
KVG135	135	C12, C15 - C14, C17	8
KVG155	155	C16-C18, C19-21 - C18-TS	8
KVG175	175	C18-TS - C20-22	8
KVG195	195	TK123	6

V hlavní kolektorové trase (včetně rozšířených míst) navrhujeme měřičský profil tvořený 8 pevnými body (A-H), jejichž deformace se v čase sleduje a vyhodnocuje. Rozmístění bodů v profilu je zřejmé z obr. č. 1.

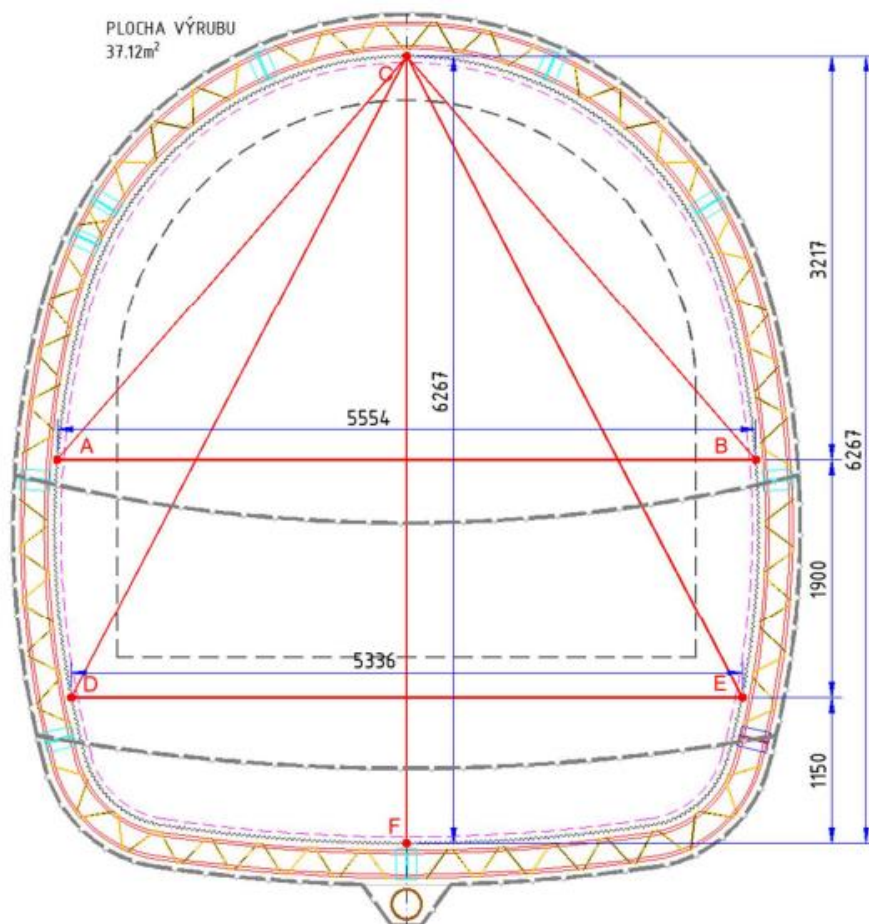
Obrázek 1: Rozmístění konvergenčních bodů v příčném profilu hlavní trasy kolektoru(zdroj: [1])



¹ Profil v odbočce SK1, staničení od hrany ostění hlavní kolektorové trasy

V technických komorách navrhujeme měřičský profil tvořený 6 pevnými body (A-F), jejichž deformace se v čase sleduje a vyhodnocuje. Rozmístění bodů v profilu je zřejmé z obr. č. 2.

Obrázek 2: Rozmístění konvergenčních bodů v příčném profilu technické komory (zdroj: [1])



3.4.1 Konvergenční měření

Pro měření konvergencí bude použit pásmový extenzometr příslušného délkového rozsahu s rozlišovací schopností 0,01 mm. Změny vzdáleností musí být odečítány vždy při stejné napínací síle. Vzhledem k tomu lze skutečnou přesnost odečítání relativních změn deformací stanovit na $\pm 0,1$ mm. Naměřené délkové změny budou při vyhodnocování korigovány vůči kalibračním měřením prováděným vždy před a po ukončení série měření. Při výpočtu délkových změn musí být zohledňována i korekce na aktuální okolní teplotu prostředí.

3.4.2 Geodetická měření přesnou nivelací

Souběžně s konvergenčním měřením bude realizováno rovněž geodetické měření vždy min. 2 ks konvergenčních bodů ve svislých stěnách metodou přesné nivelace. V případě osmibodových profilů tak budou měřeny body F-G doplněné (nebo u dílčího výrubu nahrazené) podle možností i body D-E. V případě šestibodového profilu pak budou měřeny body D-E, doplněné (nebo u dílčího výrubu nahrazené) podle možností i body A-B. Účelem geodetického měření konvergenčních bodů metodou přesné nivelace bude sledování vertikálních pohybů sledovaných bodů v průběhu razicího cyklu.

Měření metodou přesné nivelace na konvergenčních bodech budou prováděna digitálním nivelačním přístrojem s použitím invarových kódovaných latí délky 2 m a invarových

kódovaných pásků délky 0,5 m. Použitá měřicí techniky musí umožnit standardní odchylku nivelace do 0,5 mm na 1 km. Měření budou prováděna z výchozích bodů vytyčovací sítě kolektorů.

Intervaly měření

Začátek sledování v každém monitorovaném řezu musí zachycovat stav ostění v bezprostředně nejkratší možné době po provedení výrubu. Měření je časově rozloženo tak, aby byl dokumentován celý razicí cyklus od počátku ražby – tj. od postavení obloukové výztuže a nástřik primární obezdívky po uzavření počvy štoly. Výchozí (základní) měření bude prováděno vždy bezprostředně po nástřiku primární obezdívky postupového kroku (do čtyř hodin). Konvergenční body musí být osazeny včetně nultého měření před provedením dalšího kroku ražby.

Základním intervalem pro první měření po osazení a nultém měření je jeden den (24 hod). Předpokládá se jednodenní interval měření po dobu 3 dní od provedení nultého měření v dílčích výrubech i v plném profilu. Následně budou další měření provedena v intervalu podle tabulky níže.

Tabulka 2: Tabulka intervalů měření pro prvních 11 dní

Měření		1		2		3		4		5		6
Časový odstup (hod.)	< 4		24		24		48		72		96	

Uvedený časový plán platí, pokud výsledky tří po sobě jdoucích měření vykazují snižování rychlosti deformací (závislost velikosti deformace na čase). V případě zjištění neustáleného stavu po ukončení tohoto cyklu budou operativně realizována další kontrolní opakovaná měření. Následně pak při splnění stejné podmínky ustálení deformací lze přejít na týdenní a následně měsíční, případně kvartální režim měření. Závěrečné měření před zahájením betonáže sekundárního ostění

Požadavky na součinnost s dodavatelem stavby

Dodavatel stavby umožní a poskytne součinnost při instalaci bodů primárního ostění a tuto činnost zahrne do technologického cyklu záběru. Doba osazení konvergenčních bodů v 1 konvergenčním profilu bude cca 1 hodina. Doba měření bude proměnlivá, odvislá od počtu měřených profilů a bodů.

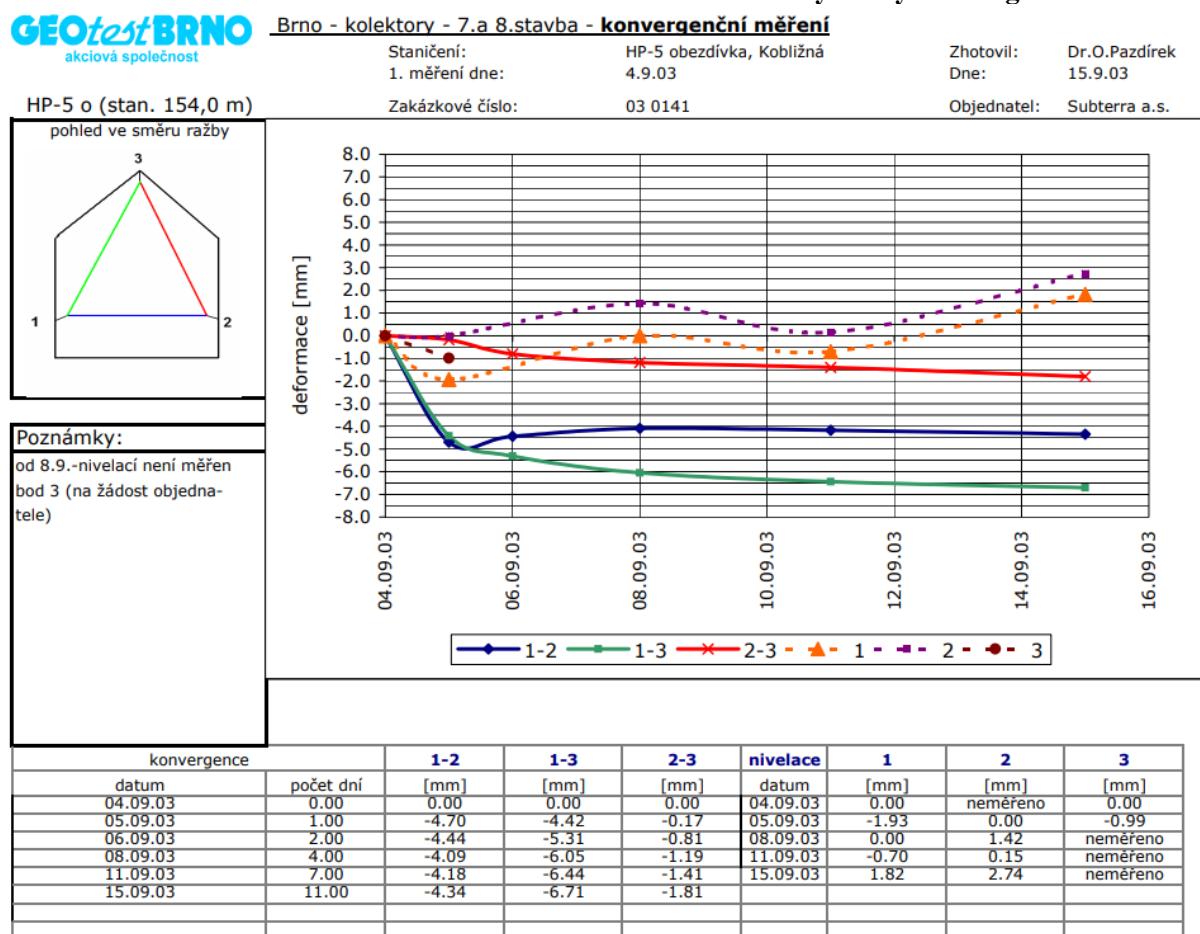
V případě poškození konvergenčního bodu dodavatelem stavby bude osazen náhradní bod v co nejkratší době, provedeno nulté měření a posouzen vztah k výsledkům zničeného bodu. Veškeré činnosti spojené s obnovením takto poškozeného bodu půjdou na náklady zhotovitele stavby.

Popis prezentace a vyhodnocení

Pro každý sledovaný profil bude prováděno vyhodnocování měření v grafické podobě. Výsledky měření budou zpracovány v grafech časového průběhu změn svislé složky, vodorovné složky a vektorového diagramu znázorněného v rovině měřeného profilu.

Výsledky nivelačních měření budou zpracovány v grafech časového průběhu změn svislé deformace pro každý bod a dále v podobě nivelačního profilu vedoucího paralelně s podélnou osou kolektoru, kam budou do samostatných polygonů vynášeny deformace zjištěné v rámci jednoho měření. Ukázka výstupu je na následujícím obrázku (převzato z akce měření v rámci 7. a 8 stavby kolektorů):

Obrázek 3: Protokol s výsledky konvergenčních měření



Předáním výsledků měření se rozumí jejich zveřejnění on-line na internetovém portálu zhotovitele monitoringu. Způsob prezentace musí umožnit okamžité a spolehlivé zhodnocení výsledků měření a vyhodnocení varovných stavů. Způsob předávání výsledků musí zajistit, aby stavba mohla operativně reagovat na zjištěné skutečnosti a v případě nutnosti (zjištění deformací větších, než projekt povoloval) byla schopna přistoupit k okamžitým eventuálním nápravám jakéhokoliv druhu.

3.5 Nivelační měření na povrchu

Báňský projekt (Ing. J. Zlámal, říjen 2021, viz [1] Příloha F.3: Souhrnné statické posouzení) do výpočtu pásma předpokládaných poklesů zavádí pokles v klenbě hodnotou $\delta_{\text{celkové}}$ jako důsledek deformace horninového prostředí a typu technologie ražení. Tato hodnota činí $\delta_{\text{celkové}} = 40$ až 50 mm. Dále pro jednotlivé posuzované profily uvádí pokles terénu nad středem výrubu kolektorové trasy pro první etapu v rozpětí 5 až 8 mm a udává šířku poklesové kotliny. Vypočtená šířka poklesové kotliny větší než šířka ulice samotné. Okolní zástavba bude podchycena pilíři tryskové injektáže, které mají patu pod úrovní dna kolektoru. Poklesová kotlina se tak bude propagovat pouze na šířku ulice (výjimkou jsou pouze místa křížení s dalšími ulicemi). Za účelem sledování vývoje poklesové kotliny navrhujeme nivelační sledování na vybraných profilech.

Popis měření

Nivelační měření slouží ke zjištění výškových posunů pozorovacích bodů, které jsou stabilizovány na terénu v profilech vedených napříč k poklesové kotlině kolektoru.

Měření na těchto bodech se provádí s dodržováním zásad pro přesnou nivelaci, v souladu s geodetickými předpisy, a to nivelačním přístrojem v kombinaci s laťmi s čárovým kódem. Výšková měření budou připojena na výškové body státní nivelace v okolí lokality a další pomocné výchozí body, umístěné na pozemní objekty v dostatečné vzdálenosti od předpokládaného dosahu vlivů stavební činnosti.

Umístění měřických profilů a bodů

Standardní provedené výškové body budou tvořeny tyčí z betonářské výztuže ukončené do tvaru kulového vrchlíku a osazenou do betonového bločku na dně vrtu o průměru 120 mm do hloubky 800 mm, kluzně překrytým ocelovou šachtičkou s poklopem, zbytek vrtu vysypán pískem.

Pozice bodů a linie vedení profilů jsou voleny tak, aby přednostně korespondovaly s měřeními profilem v podzemí. Pozice nivelačních profilů jsou následující:

- Profil ve staničení 0,029 bude tříbodový se vzdáleností bodů 3 m, přičemž prostřední bod je umístěn nad osou kolektoru. Součástí profilu jsou i nivelační body Ces1/3 a Ces2/2 umístěné na fasádách přilehlých domů Česká 3 a Česká 2/4.
- Profil ve staničení 0,089 bude šestibodový se vzdáleností bodů 4 m, přičemž druhý bod je umístěn nad osou kolektoru a další body směrem do ulice skrytá jsou umístěny nad osou odbočky SK1. Součástí profilu je i nivelační bod umístěný na fasádě přilehlého domu Česká 6.
- Profil ve staničení 0,135 bude tříbodový se vzdáleností bodů 3 m, přičemž prostřední bod je umístěn nad osou kolektoru. Součástí profilu jsou i nivelační body Ces17/2 a Ces14/1 umístěné na fasádách přilehlých domů Česká 17 a Česká 14.
- Profil ve staničení 0,175 bude pětibodový se vzdáleností bodů 3 m, přičemž prostřední bod je umístěn nad osou kolektoru. Součástí profilu je i nivelační bod umístěný na fasádě přilehlého domu Česká 20.
- Body výše uvedených 4 profilů umístěné nad osou kolektoru budou doplněny dalšími 6 nivelačními body umístěnými na terénu nad osu kolektoru ve staničení 0,010; 0,050; 0,070; 0,115; 0,156 a 0,195 a dalšími 2 body před začátkem a za ukončením kolektoru (cca o 10 m). Společně tak vytvoří 12 bodový nivelační profil nad osou kolektoru

Umístění jednotlivých profilů a bodů a jejich předpokládané osazení nivelačními body je zapracováno do situace v příloze 1 tohoto projektu. Body budou značeny podle schématu např.: Niv/089/5 = bod č. 5 v nivelačním profilu ve staničení 0,088.

Přesnost měření

Je požadována směrodatná kilometrová odchylka obousměrně měřeného převýšení $\sigma_{km} \leq 1$ mm.

Rozsah měření

Základním intervalem periodických měření je jeden měsíc po celou dobu stavby, resp. po dobu vývoje deformací. První nulté měření musí proběhnout v každém profilu v době, kdy bude měřený profil (Niv) minimálně 20 m před čelbou. Poté bude interval měření stanoven jako týdenní po dobu, než bude plný profil vyražený a primárním ostěním vystrojený profil minimálně 20 m za měřeným profilem na povrchu. Následuje dvoutýdenní interval po dobu dvou měsíců (minimálně tři měření) a pokračuje standardní interval jedenkrát měsíčně až jedenkrát kvartálně. Intervaly měření (včetně týdenních intervalů během ražby pod měřeným profilem Niv) mohou být doplňovány mimořádnými měřeními v závislosti na vývoji

deformací, nebo mohou být rovněž prodlužovány na základě vyhodnocování výsledků měření.

Tři po sobě jdoucí měření vykazující zanedbatelné přírůstky budou důvodem pro prodloužení frekvence na dvojnásobek, exponenciální nárůst deformací povede naopak k zahuštění frekvence měření.

Mimořádná měření mohou být prováděna vždy jen na základě výslovného a písemného požadavku investora pro ověření naměřených hodnot, ověření sporných výsledků předchozích měření, ověření vizuálně zjištěných poruch nadzemních objektů apod. Výsledky mimořádných měření budou zpracovány a distribuovány stejným způsobem jako výsledky běžných periodických měření.

Popis prezentace a vyhodnocení

Vyhodnocení bude provedeno v podobě tabulkového protokolu. Základním parametrem bude relativní niveleta bodu, tj. změna od nivelety určené při prvním - „nulovém“ - měření. Vyhodnocení bude obsahovat i mezikapovou změnu, tj. rozdíl mezi aktuálním a předchozím měřením.

Výsledky měření budou graficky zpracovány v podobě grafů znázorňujících:

- časový průběh změn nivelety jednotlivých bodů,
- průběh deformací v rámci příčného řezu pro jednotlivé odečty
- průběh deformací v rámci podélného řezu pro jednotlivé odečty.

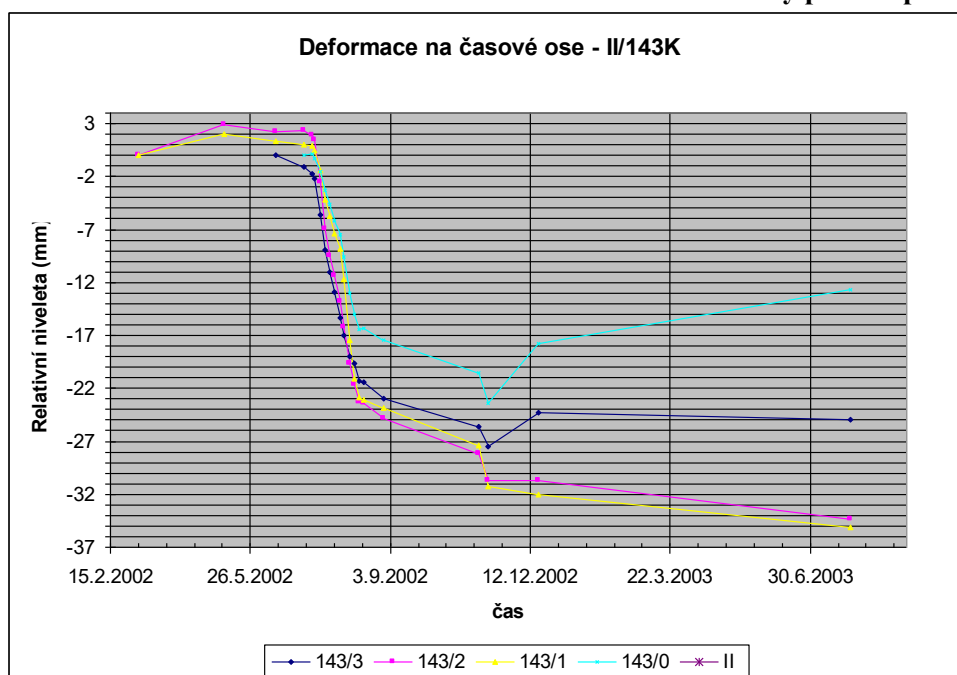
Součástí časového grafu bude i průběh přibližné vzdálenosti čelby od sledovaného profilu.

Takto zpracované výsledky měření budou předány kanceláři monitoringu pro jejich další zpracování, vyhodnocení a zveřejnění na intranetových stránkách, a to do 24 hodin po provedení souboru měření.

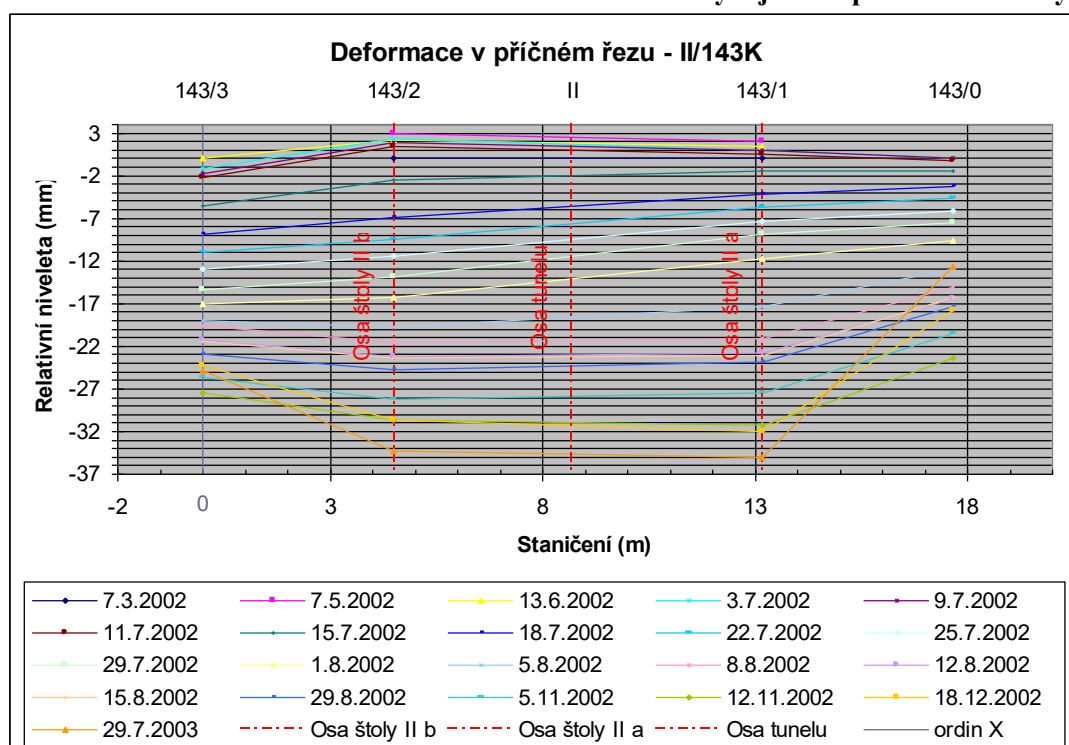
Vstupní data pro uložení do primární databáze budou obsahovat min. úplné číslo bodu (označení profilu a pořadové číslo bodu na něm), relativní niveletu bodu a datum měření.

Ukázka výstupů je na následujících obrázcích (převzato z akce Brno, Dobrovského, ražba štol):

Obrázek 4: Časový průběh poklesů kotliny



Obrázek 5: Vývoj tvaru poklesové kotliny v čase

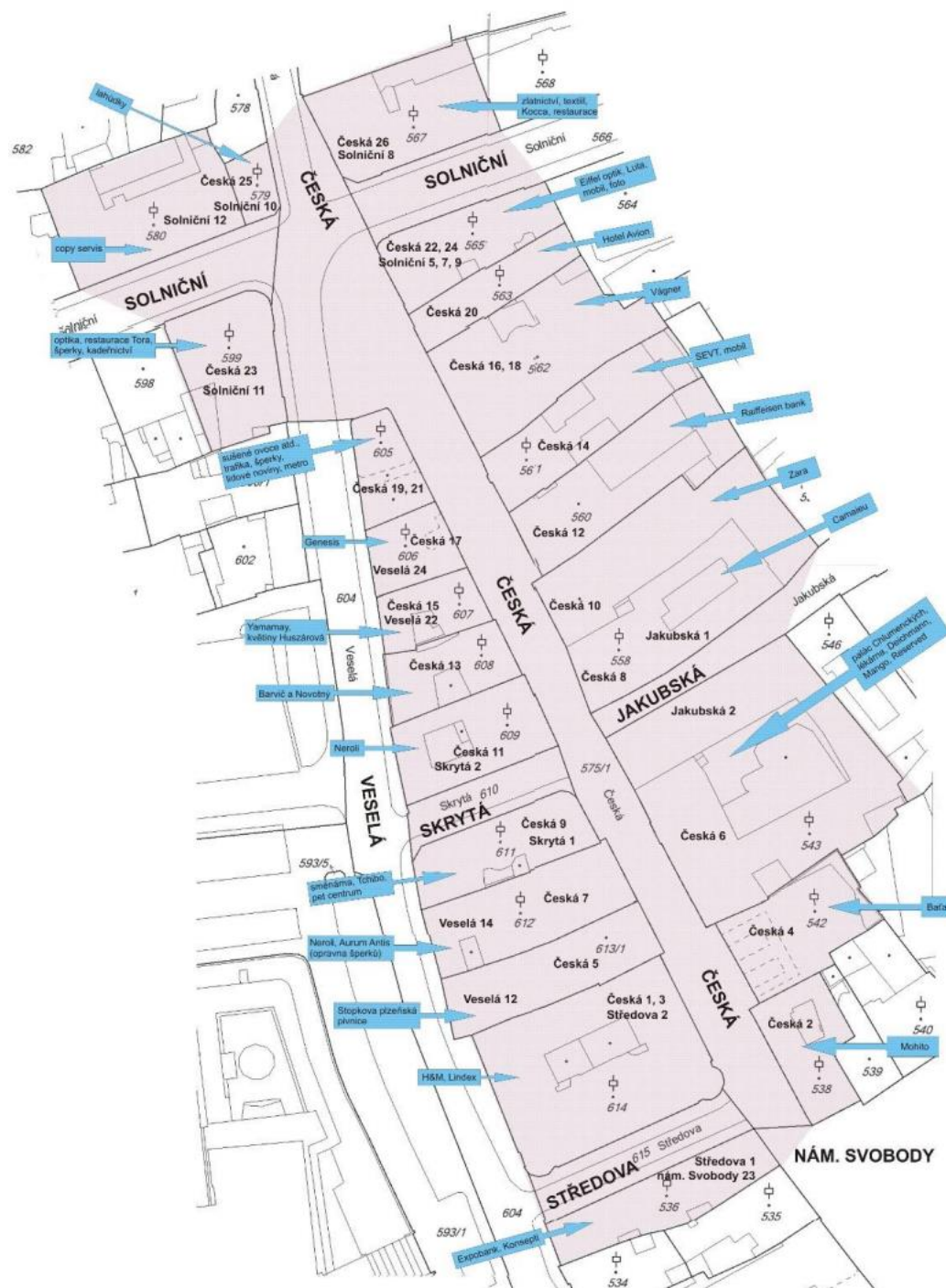
**Zvláštní požadavky na provádění prací**

Body jsou umístěny do prostoru pěší zóny s hustým provozem chodců, vzhledem k vysokému riziku poškození jsou proto body umístěny do ocelové chráničky zakryté poklopem.

3.6 Pasportizace a sledování nadzemních objektů (Pas)

Pásmo inventarizačních prohlídek objektů je v projektové dokumentaci [1] dáno tzv. zónou ohrožení, která byla zadáním stanovena linií 10 m od uliční čáry ul. Česká a ul. Středova podél navrhovaného podzemního díla 12. stavby sekundárního kolektoru Česká-Středova. Rozsah pásma a do něj náležejících objektů je zřejmý z obrázku 5 převzatého z Technické zprávy D.1.2.5.1. Kromě zde vyznačených objektů byl do seznamu zahrnut i objekt nám. Svobody 22. Ve výše uvedené Technické zprávě jsou uvedeny základní údaje a stručná charakteristika objektů. Tyto informace pocházejí ze zprávy o stavebně technickém průzkumu z roku 2015, která je součástí [2] (zhotovitel projektu monitoringu tuto zprávu neměl k dispozici). Tyto informace byly aktualizovány podle katastru nemovitostí a jejich přehled je obsahem tabulky v příloze 2.

Obrázek 6: Vyznačení objektů v zóně ohrožení (převzato z [1])



3.6.1 Náplň zprávy o pasportizaci

- Evidenční údaje - parcelní číslo, orientační a popisné číslo, vlastníci, uživatelé (případně kontaktní osoby), popis objektu a způsob užívání objektu, stáří objektu, stavebně-historický vývoj, zařazení mezi památkově chráněné objekty, druh a rozsah památkové ochrany.
- Popis konstrukčního uspořádání a použitých stavebních materiálů v členění dle jednotlivých stavebních konstrukcí a prvků, odhad stupně opotřebení.

- c) Zdokumentování všech poškození, nedostatků a závad na exteriéru a interiéru objektu ve formě protokolu (doporučuje se odsouhlasení a potvrzení výsledků pasportizace ve formě protokolu vlastníkem objektu nebo jím pověřenou osobou), slovního popisu a grafické dokumentace (zákresy poruch a závad do jednoduchých schématických náčrtů, fotodokumentace charakteristických a významných jevů).
- d) Celkové zhodnocení stavu objektu dle ČSN ISO 13822 Zásady navrhování konstrukcí – Hodnocení existujících konstrukcí a související ČSN 73 0038 Hodnocení a ověřování existujících konstrukcí – Doplnující ustanovení.
- e) Návrh na opatření (statické zajištění, umístění prvků monitoringu).

Pasportizace bude provedena se zaměřením přednostně na fasády (exteriér) objektů a následně na interiér. Součástí pasportizace **nebude** geodetické zaměření, statické posouzení, ani destruktivní nebo nedestruktivní zkoušky.

Součástí pasportizace bude případně i osazení měřicích pásků – deformetrů. Předpokládá se použití až 10 kusů na nejzávažnější trhliny zjištěné v rámci jednotlivých vstupních prohlídek. Pásky budou osazeny nalepením přednostně na volně přístupných plochách tam, kde jsou viditelné trhliny v nosných prvcích, nebo tam, kde lze jejich vznik očekávat (např. rozhraní objektů, dilatace apod.).

Deformetry budou identifikovány kódem (např. Pas/Ces05D1) a jejich osazení bude jednoznačně zdokumentováno v protokolu přesnou lokalizací, fotodokumentací a nultým odečtem.

Vyjádření, resp. souhlas vlastníka objektu s výsledky pasportizace se nevyžaduje, pouze doporučuje. V případě, že vyjádření vlastníka nebude součástí protokolu, musí být zaznamenáno, proč není doloženo (např. vlastník nezastižen, vlastník se odmítl vyjádřit apod.).

Pasportizace musí být provedena a pasport vytvořen ještě před zahájením stavby, nejdříve však 6 měsíců před zahájením stavby. V případě, že bude zahájení stavby odloženo a pasportizace tak bude starší než 6 měsíců, bude nutné dokument o pasportizaci aktualizovat. To bude provedeno formou mimořádné prohlídky nad rámec rozsahu prací monitoringu. Případné změny a nové skutečnosti budou, obdobně jako u pravidelných prohlídek (viz dále), zaznamenány do protokolu o prohlídce.

Základním výstupem z provedené pasportizace bude protokol, pořízený v průběhu terénních prací, pokud možno potvrzený majitelem objektu nebo jím pověřenou osobou.

Po doplnění protokolu o další textové informace a vytištěné fotografie vznikne pro každý objekt samostatný dokument – pasport objektu.

Pasporty budou zpracovány a předány v digitální podobě jako samostatný soubor pro každý pasportizovaný objekt tak, aby mohly být následně předány i majitelům, resp. správcům dotčených objektů. Dokumenty ve formátu pdf budou zároveň umístěny na úložiště/portál monitoringu.

3.6.2 Náplň kontrolních prohlídek

V rámci stavby provede dodavatel GTM tři režimní prohlídky pasportizovaných objektů:

- první prohlídka bude provedena během ražby, kdy čelba prvního dílčího profilu postoupí přibližně do středu dotčeného objektu,
- druhá po dokončení ražeb poté, co dojde k ustálení deformací (nejbližší konvergenční profily a nivelační a geodetické body) a čelba posledního dílčího profilu postoupí min. 20 m za líc obrysu dotčeného objektu
- a třetí (závěrečná) po dokončení výstavby kolektoru (repasportizace).

Přesné data prohlídek budou respektovat požadavky RAMO a budou se odvíjet od skutečného postupu prací.

Předmětem kontrolních prohlídek během stavby a po jejím dokončení bude:

- srovnání stavu objektu a evidovaných poškození, vad apod. v době pasportizace a v aktuální den kontrolní prohlídky a zaznamenání nových poškození, přitom je nutné přihlídnout k provozu, běžnému opotřebení a objektivnímu „stárnutí“ objektu v době od pasportizace do kontrolní prohlídky,
- posouzení nově vzniklých vad a poškození, pokud jsou reklamována / uplatňována majitelem objektu jako možný důsledek stavby, a to vždy s přihlédnutím k provozu v daném objektu, běžnému opotřebení a objektivnímu „stárnutí“ objektu v době od pasportizace do kontrolní prohlídky,
- Odečet měření na osazených měřících páscích a číselné vyhodnocení zjištěných hodnot.
- Výsledkem kontrolní prohlídky bude vždy protokol z místní prohlídky se zaznamenáním výše uvedeného, stanoviskem a podpisem vlastníka nebo uživatele objektu, případně oprávněné osoby, která uplatňuje nárok na odškodnění. Zjištěné změny budou rovněž zaznamenány graficky do pasportu.
- Výsledkem závěrečné prohlídky bude kromě výše uvedeného i srovnání s výchozím stavem, přehled zjištěných změn za celé období a zhodnocení vlivu ražby na zjištěné změny.

Protokol o kontrolní prohlídce bude zpracován vždy minimálně ve třech stejnopisech, z nichž jeden protokol obdrží vždy vlastník objektu, jeden obdrží investor a jeden bude součástí závěrečné zprávy. Vyjádření, resp. souhlas vlastníka objektu s výsledkem prohlídky se nevyžaduje, pouze doporučuje. V případě, že vyjádření vlastníka nebude součástí protokolu, musí být zaznamenáno, proč není doloženo (např. vlastník nezastižen, vlastník se odmítl vyjádřit apod.).

Protokoly budou naskenovány a ve formátu pdf umístěny na úložiště/portál monitoringu. Poznatky z uskutečněných prohlídek za uplynulé období budou přehledně prezentovány při zasedání RAMO.

Zvláštní požadavky na provádění prací

Vzhledem k nutnosti vstupu do soukromých objektů existuje riziko, že do některých prostor nebude umožněn přístup – ať už ve fázi pasportizace, tak i v průběhu kontrolních prohlídek a měření. Lze předpokládat, že pasportizace některých objektů nebude úplná. V takovém případě je nutné posoudit, zda je provedený rozsah dostatečný z hlediska sledování vlivu ražby na celkový stav objektu.

3.7 Kopané sondy

Pro ověření úrovně základové spáry uličního průčelí vybraných objektů bude v souladu s požadavky projektu DÚSP [1] provedeno 8 ks kopaných sond. Tyto sondy budou vyhloubeny ze sklepa u paty zdi uličního průčelí přiléhajícího k ulici Česká.

Jedná se o následující objekty:

Česká 2, Česká 6, Česká 8+10, Česká 16+18, Česká 5, Česká 7, Česká 9. Přibližné pozice sond jsou vyznačeny v situaci v příloze 1.

Vzhledem ke stísněným poměrům ve sklepních prostorách jednotlivých objektů je nutné počítat s tím, že výkopy budou provedeny ručně, bez možnosti využití těžší mechanizace. Výstupem z průzkumné činnosti bude informace o úrovni základové spáry (relativní úroveň, přepočtená na absolutní výšku) a popis a zatřídění zeminy zastižené v podzákladí. V případě potřeby bude odebrán porušený vzorek zemin, na němž bude v laboratořích mechaniky zemin

proveden soubor zkoušek pro stanovení základních fyzikálních vlastností (zrnitost, vlhkost, Atterbergovy meze). Úroveň základové spáry bude stanovena s přesností na 5 cm.

Výstupem bude protokol obsahující základní identifikační údaje o pozici sondy, její rozměry, geologický a stavebně technický popis.

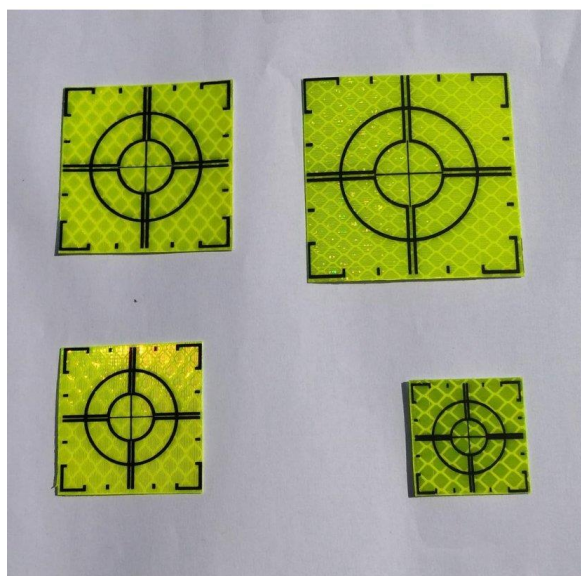
Kopané sondy budou po ukončení dokumentace a jejich zaměření uvedeny do původního stavu, tzn. zpětně zasypány vykopanou zeminou, která bude zhutněna po vrstvách. Následně bude provedena podlaha v původní skladbě, tj. včetně izolací a povrchových úprav.

3.8 Nivelační měření objektů

Zástavba v okolí trasy kolektoru bude podchycena pilíři tryskové injektáže, které mají patu pod úrovní dna kolektoru. Tímto opatření by měl být eliminován vliv ražby na okolní objekty v podobě poklesu základů (uličního průčelí do ulice Česká) a s tím spojených nepříznivých vlivů v podobě vzniku trhlin, zkřížení rámu výplně otvorů atd. Sledování deformací objektů v zóně ohrožení bude prováděno pomocí geodetických měření bodů osazených u paty zdiva uličního průčelí směrem k raženému kolektoru. Uliční průčelí mají fasády různého druhu. Tam, kde je fasáda tvořena omítkou a sokl je z umělého kamene nebo obložen keramickým obkladem, bude do zdiva osazena nivelační čepová značka (viz obr. 6). Řada objektů má fasádu tvořenou nejrozličnějším typem obkladů (kamenné desky, sendvičový panel, sklo atd.). Tyto obklady nelze porušit vrtáním, proto bude měřicí bod tvořen nalepovacím odrazným terčem (viz obr. 7). Preferovaná je vždy možnost instalace čepové značky, která umožní měření přesnou nivelací. V případě geodetického měření pomocí odrazných terčů lze očekávat nižší přesnost. Navíc tyto body nebudou osazeny na nosnou konstrukci a proto budou registrovat i pohyby způsobené dalšími vlivy (teplotní roztažnost apod.). Všechny body budou umístěny do soklů, případně na fasádu do výšky max. 1 m nad terén.

Obrázek 7: Nivelační značka čepová pro měření přesné nivelace



Obrázek 8: Geodetický bod - nalepovací odrazný terč**Umístění a značení geodetických bodů a profilů:**

Pozice měřicích bodů na jednotlivých objektech je zapracováno do situace v příloze 1 tohoto projektu. Body budou značeny podle schématu např.: Ces2/1 = bod č. 1 na domě Česká 2. Přehled bodů, typů použitých bodů pro každý objekt je součástí tabulky s informacemi o sledovaných objektech v příloze 2. Celkem je navrženo 51 bodů, z toho 41 bude tvořeno nivelačním čepem a 10 nalepovacím terčem.

Popis měření

Měření slouží ke zjištění výškových posunů pozorovacích bodů, které jsou instalovány na objektech uvnitř zóny ohrožení ražbou kolektoru. Jsou osazeny dva typy měřicích bodů (viz výše): nivelační čepy a nalepovací terče.

Měření na bodech tvořených nivelačními čepy se provádí s dodržováním zásad pro přesnou nivelaci, v souladu s geodetickými předpisy, a to nivelačním přístrojem v kombinaci s latěmi s čárovým kódem. Výšková měření budou připojena na výškové body státní nivelace v okolí lokality a další pomocné výchozí body, umístěné na pozemní objekty v dostatečné vzdálenosti od předpokládaného dosahu vlivů stavební činnosti.

Body tvořené odraznými terči budou měřeny trigonometricky pomocí přesné totální stanice s výškovým připojením na okolní měřicí body, jejichž výšky určujeme metodou přesné nivelace.

Přesnost měření

U nivelačního měření je požadována přesnost vyjádřená směrodatnou kilometrovou odchylkou obousměrně měřeného převýšení $\sigma_{km} \leq 1 \text{ mm}$. V případě geodetických měření na terčích je požadována přesnost měření 1 mm. U nalepovacích terčů osazených na fasádu je nutné při vyhodnocení zvážit míru ovlivnění dalšími faktory.

Rozsah měření

Interval měření bude nastaven stejně jako u měření nivelačních bodů na terénu. Základním intervalem periodických měření je tak jeden měsíc po celou dobu stavby, resp. po dobu vývoje deformací. První nulté měření musí proběhnout u každého objektu v době, kdy bude čelba vzdálena minimálně 20 m od hrany objektu. Poté bude interval měření stanoven jako týdenní po dobu, než bude vyražený a primárním ostěním vystrojený profil ve vzdálenosti

minimálně 20 m za sledovaným objektem. Následuje dvoutýdenní interval po dobu dvou měsíců (minimálně tři měření) a pokračuje standardní interval jedenkrát měsíčně až jedenkrát kvartálně. Intervaly měření mohou být doplňovány mimořádnými měřeními v závislosti na vývoji deformací, nebo mohou být rovněž prodlužovány na základě vyhodnocování výsledků měření.

Tři po sobě jdoucí měření vykazující zanedbatelné přírůstky budou důvodem pro prodloužení frekvence na dvojnásobek, nárůst deformací povede naopak k zahuštění frekvence měření.

Mimořádná měření mohou být prováděna vždy jen na základě výslovného a písemného požadavku investora pro ověření naměřených hodnot, ověření sporných výsledků předchozích měření, ověření vizuálně zjištěných poruch nadzemních objektů apod. Výsledky mimořádných měření budou zpracovány a distribuovány stejným způsobem jako výsledky běžných periodických měření.

Popis prezentace a vyhodnocení

Vyhodnocení bude provedeno v podobě tabulkového protokolu. Základním parametrem bude relativní niveleta bodu, t. j. změna od nivelety určené při prvním - „nulovém“ - měření. Vyhodnocení bude obsahovat i mezikapovou změnu, tj. rozdíl mezi aktuálním a předchozím měřením.

Výsledky měření budou graficky zpracovány v podobě grafů znázorňujících časový průběh změn nivelety jednotlivých bodů samostatně pro každý sledovaný objekt. Součástí časového grafu bude i průběh přibližné vzdálenosti čelby od sledovaného objektu.

Takto zpracované výsledky měření budou předány kanceláři monitoringu pro jejich další zpracování, vyhodnocení a zveřejnění na intranetových stránkách, a to do 24 hodin po provedení souboru měření.

Zvláštní požadavky na provádění prací

Pro umístění bodů na průčelí sledovaných objektů je nutné získat souhlas majitelů. Vzhledem k tomu, že se sledované objekty nacházejí v Městské památkové rezervaci Brno, je nutné získat souhlas odboru památkové péče.

3.9 Monitoring odpadů

Přebytečná zemina z výkopů bude přednostně opětovně využita. Odpady lze využít na povrchu terénu v zařízeních k využívání odpadů (rekultivace, terénní úpravy), a to za předpokladu ověření jejich kvality v souladu se zákonem č. 541/2020 Sb. o odpadech. Zemina, která nebude opětovně využita, bude odvezena na skládku odpadů.

Stavba kolektoru je řešena bezvýkopově, většina vytěžená zemina bude odvezena. Celková hmotnost vytěžené zeminy je předpokládána cca 21 tis. tun.

V průběhu ražby budou namátkově odebrány 2 ks vzorků vytěžené zeminy. Vzorky budou podrobeny analýzám v rozsahu ukazatelů dle příslušných ustanovení vyhlášky č. 273/2021 Sb. o podrobnostech nakládání s odpady.

Výsledné koncentrace daných ukazatelů budou porovnány s limity uvedenými v tabulkách č. 10.1 Nejvyšší přípustné hodnoty ukazatelů pro jednotlivé třídy vyluhovatelnosti, č. 10.2 Nejvyšší přípustné koncentrace škodlivin pro odpady, které smějí být ukládány na skládky skupiny S—inertní, č. 5.1 Nejvýše přípustné koncentrace škodlivin v sušině odpadů, č. 5.2 Nejvýše přípustné koncentrace škodlivin ve výluhu odpadu a č. 5.3 Limitní hodnoty ekotoxikologických testů Vyhlášky č. 273/2021 Sb. Na základě tohoto srovnání bude provedeno zařazení pro dané skupiny skládek, resp. posouzena možnost využití daného materiálu na povrchu terénu.

4. Předávání výsledků měření

Sběr naměřených hodnot, jejich centrální evidence, archivace a příprava podkladů pro vyhodnocování a tvorbu výstupních dat je hlavním úkolem **kanceláře monitoringu**. Pracoviště bude vybaveno centrálním archivačním serverem, ve kterém budou průběžně archivovány naměřené hodnoty. Současně budou veškerá data neprodleně ukládána na internetové úložiště.

Jednotliví zhotovitelé měření budou dodávat výsledky měření ve formě souborů, které budou vkládat do připravených adresářů manuálně nebo načtením přímo z měřicí aparatury, podle povahy měření. Primární data ve formě protokolů z prohlídek a geologické dokumentace budou neprodleně naskenována a tyto skeny ve formě pdf uloženy na portál. Originály protokolů bude archivovat odpovědný pracovník pro danou činnost.

Výsledky měření bude předávat kancelář monitoringu pověřeným pracovníkům investora, projektanta a dodavatele stavby dvojím způsobem:

- prostřednictvím internetového portálu v případě běžných výsledků měření. Předáním výsledků se pak rozumí jejich zveřejnění na internetových stránkách portálu monitoringu. Za tímto účelem budou odpovědným pracovníkům investora, TDI, projektanta a zhotovitele zřízena práva přístupu,
- v případě, že hodnoty měření dosáhnou projektem stanovených varovných stavů (předkritický a vyšší) bude pověřený pracovník kanceláře monitoringu informovat neprodleně **správce stavby, odpovědného pracovníka zhotovitele tunelu (závodního) a autorský dozor projektanta**. U vybraných druhů měření (konvergence) je vhodné nastavit automatický systém varování prostřednictvím SMS adresovaných závodnímu. Varovné stavy a kritéria jsou popsány v kap. 6.

4.1 Denní předávání výsledků měření

Výsledky jednotlivých měření **monitoringu** budou ukládány po změření a návratu do centrální kanceláře monitoringu do primární databáze. Zhodnocení do formy grafických výstupů včetně ukládání do výstupní databáze budou kanceláří monitoringu provedena v závislosti na náročnosti zpracování měření.

Geotechnická dokumentace čeleb včetně zařazení horniny do technologických tříd výrubu a stanovení délky záběru, budou předávány ihned odpovědnému zástupci dodavatele stavby přímo na stavbě, v digitální podobě do připravených adresářů výstupní databáze, v co možná nejkratší době po návratu do centrální kanceláře monitoringu.

Data získaná měření budou neprodleně vyhodnocena a nahrána na portál monitoringu. V případě zjištění že byl překročen některý varovný stav, bude odpovědný pracovník monitoringu neprodleně informovat správce stavby a odpovědného pracovníka zhotovitele.

4.2 Měsíční hodnocení výsledků měření

Pověřený pracovník kanceláře monitoringu (zpravidla vedoucí kanceláře monitoringu) vyhotoví měsíční hodnocení výsledků monitoringu a bude ho prezentovat na pracovní poradě pod označením RAMO (Rada monitoringu, viz kap. 2.2). Důležité výstupy z této zprávy mohou být, z důvodu aktualizace, prezentovány na pravidelných kontrolních dnech stavby (KD).

Tato prezentace bude obsahovat celkový přehled všech provedených měření za hodnocené období (typy měření, počty měření apod.) a výsledků těchto měření. Z jednání Rady monitoringu bude pořízen zápis, který bude jako přílohu obsahovat uvedenou prezentaci. Dále

bude obsahovat souhrn dílčích závěrů monitoringu (zápisy jednání z RAMO) a doporučení pro další postup prací včetně stanovisek jednotlivých účastníků jednání RAMO k uvedeným doporučením.

Zápisy budou zpracovávány jedenkrát měsíčně u příležitosti konání zasedání RAMO, přičemž v čistopise budou vydány do 2 týdnů od zasedání RAMO.

4.3 Závěrečná zpráva

„Závěrečná zpráva monitoringu“ (komplexní, souhrnná) bude zpracována zhotovitelem monitoringu po ukončení stavby a po ukončení všech měření a sledování a bude obsahovat následující přílohy:

- průvodní zpráva,
 - obsah a členění dokumentace monitoringu,
 - souhrnné vyhodnocení dílčích závěrů monitoringu,
 - souhrnné vyhodnocení geologického a geotechnického sledu,
- dílčí závěry monitoringu,
- záznamy z jednání RAMO,
- doporučení pro další sledování po ukončení výstavby,
- přílohy Závěrečné zprávy:
 - výsledky všech měření
 - geologická dokumentace čeleb,
 - geologická dokumentace předstihových vrtů,
 - podélný geologický, resp. geotechnický řez raženého díla,
 - protokoly z prohlídek sledovaných nadzemních objektů včetně závěrečné prohlídky (repasportizace).

5. Varovné stavy

Jedním z účelů monitoringu je kromě optimalizace postupu ražeb a způsobů jištění i včasné hlášení hrozby mimořádné události, tzn. předcházení rizikovým situacím, resp. hrozcím haváriím.

Jako sledovatelné a kvantitativně vyhodnotitelné parametry s možností reakce stavby jsou pro ražbu kolektoru stanoveny následující veličiny:

- stabilita odkrytého výrubu před zajištěním primárním ostěním,
- výrony vody do čelby,
- stabilita a deformace primárního ostění,
- vnější projevy ražby na povrchu,

Sledované parametry a jejich vyhodnocování vychází ze stanovení hodnot deformací výrubu uvedených v části F „Souhrnné statické posouzení, projekt zpracovaný báňským projektantem“ (zodp. báňský projektant Ing. Zlámal) projektové dokumentace [1]. Podle požadavků tohoto dokumentu jsou sledovány tři stupně varovných stavů:

1. varovný stav – stav přípustných změn (70% hodnoty deformace),
2. varovný stav – stav mezní přijatelnosti (hodnota deformace),
3. varovný stav – kritický stav (130% hodnoty deformace):

První varovný stav

Profil je ustálený, nebo se deformuje s ustalující, nebo předpokládanou tendencí, nehrozí překročení hodnoty deformace. Měřené hodnoty jsou nižší než 70% hodnoty předpokládané projektem pro danou fázi ražby. Základní charakteristika přijímaných opatření:

- postup měření a sledování probíhá podle projektu, případně se redukuje počet některých typů měření,
- při výstavbě mohou být přijata opatření vedoucí k úspoře nákladů, případně se současně provede
- dočasná úprava GTM, nutná k ověření důsledků těchto opatření na chování primárního ostění a horniny.

Při tomto deformačním stavu je cílem GTM omezení ekonomické náročnosti prací, při ražbě při zachování technických a kvalitativních podmínek výstavby a udržení naměřených hodnot.

Druhý varovný stav

Profil se deformuje + nekonverguje + hrozí překročení hodnoty 70% hodnoty deformace, nebo bylo překročeno 70% hodnoty deformace + konverguje k 100% hodnotě deformace. Naměřené hodnoty nepřekročí deformace předpokládané realizační dokumentací pro danou fázi ražby, tj. 100% deformace. Geologické poměry odpovídají rovněž předpokladům realizační dokumentace. Základní charakteristika přijímaných opatření:

- přijatým opatřením v oblasti měření bude zvýšení četnosti měření, případně další analytické vyhodnocení vybraných, již naměřených dat či zvýšení nároků na rychlost zpracování a předávání zpracovaných dat, pohotovostní režim.

Třetí varovný stav - kritický

Dosažení tohoto stavu znamená takový vývoj v deformačním chování systému hornina-ostění, jehož pokračování by bez použití mimořádných opatření ve způsobu ražby nebo mimořádných opatření vedoucích k uklidnění rozvoje deformací a jeho následného odeznění v již vyražené části tunelu mohlo vyústit v havarijní stav. Při správném fungování monitoringu, vyhodnocování naměřených dat a parametrů a správných reakcích na předchozí varovné stavy by neměl nastat. Pokud přesto dojde k havárii, řeší se jako mimořádná událost a je předmětem havarijního plánu zhotovitele stavby. Z hlediska monitoringu má havárie vždy dopad na rozsah i na frekvenci měření a sledování.

Tabulka 3: Varovné stavy a reakce na ně

Metoda kvantifikace	Parametr	Předpokládané hodnoty			První varovný stav	Reakce na první varovný stav	Druhý varovný stav	Reakce na druhý varovný stav
Vizuální kontrola, geologický sled	stabilita odkrytého výrubu	drobné opady z čelby a nezajištěného výrubu do 0,5 m ³ /1 záběr			opady a nadvylomy od 0,5 m ³ do 1,0 m ³	Úprava technologie ražby	opady a nadvylomy od větší než 1,0 m ³	Úprava technologie ražby
	výrony vody do čelby	drobné občasné přítoky do 0,5 l/s z lokálních zvodní			trvalé přítoky do 1 l/s z jednoho zdroje/ místa	Provéřit možný úbytek/ pokles hladiny ve sledovaných studních	trvalé přítoky nad 1 l/s z více zdrojů/z více míst	Provéřit úbytek/ pokles hladiny ve sledovaných studních, úprava projektu rubového odvodnění tunelu.
Konvergenční měření	deformace primárního ostění	body v počvě a kalotě	svislá deformace	40 mm	28 mm	Úprava frekvence měření KVG a sledování vizuálních poruch, pohotovost.	40 mm	Dodatečné zesílení primárního ostění podle projektu, úprava technologie ražby v dalších úsecích
		body na bočních stěnách	vodorovná deformace	30 mm	21 mm		30 mm	
			svislá deformace	35 mm	24 mm		35 mm	
Nivelační měření	Deformace povrchu - tvorba poklesové kotliny	body na terénu	svislá deformace	8 mm	5 mm	Úprava frekvence měření, dočasné odpojení a revize plynovodu v blízkosti	8 mm	Úprava technologie ražby, kontrola a revize všech tras a přípojek IS v okolí
		body na objektech	svislá deformace	8 mm	5 mm	mimořádná prohlídka objektu	8 mm	posouzení stavu statikem a návrh statického zajištění objektu
HG sledování	pohyb hladiny vody	podle výsledků měření před zahájením stavby						

6. Součinnost se zhotovitelem stavby

Řada činností monitoringu bude probíhat současně se stavební činností a zhotovitel monitoringu proto nutně musí své činnosti koordinovat se zhotovitelem stavby. Jedná se o instalaci monitorovacích prvků, jejich údržbu a samotné provádění měření. Pro výkon činností monitoringu je nutné, aby zhotovitel stavby počítal, že v rámci stavby poskytne součinnost tím, že:

- Před zahájením stavby zajistí zhotovitel stavby školení bezpečnosti práce členů týmu monitoringu pro danou stavbu a seznámí je s riziky stavby.
- Pro vstup do podzemí v průběhu ražby zajistí důlní lampy a sebezáchranné přístroje.
- Umožní přístup k monitorovacím prvkům a zařízením po celou dobu výstavby, konkrétně:
 - umožní dokumentaci vrtného jádra předstihových vrtů.
 - prohlídku každé čelby a odkryté stěny,
 - umožní přístup k místu vypouštění odpadních vod,
 - poskytne výpomoc při instalaci monitorovacích prvků, případně i samotných měřeních (např. poskytnutím plošiny apod.) pro konvergenční měření,

Podrobně jsou požadavky na zhotovitele v rámci jednotlivých výše uvedených činností popsány v kapitole 3 Náplň monitoringu, resp. v jejich příslušných podkapitolách.

Uvedené požadavky musí být po jejich projednání a odsouhlasení zahrnuty do smluvních vztahů mezi zúčastněnými stranami.

Údaje o technologii ražeb budou součástí RDS. V průběhu ražby musí být zhotovitel monitoringu informován o veškerých nových skutečnostech (vč. časových údajů), které by mohly mít vliv na výsledky měření, zejména:

- projevy technologické nekázně,
- přestávky a znovu zahájení prací, počátky a ukončení pracovních cyklů,
- zvláštní opatření přijaté dodavatelem stavby při ražbě,
- mimořádné události při ražbě (průvaly, soustředěné tlaky apod.).

Přesný postup poskytování informací a vliv těchto informací na činnosti monitoringu bude specifikován po projednání se zhotovitelem stavby.

Pracovníci monitoringu budou provádět svoji činnost s ohledem na technologický cyklus ražby, s pokud možno minimálním dopadem na plynulost prací zhotovitele stavby.

Pozice instalovaného monitorovacího zařízení (měřících bodů, sběračů dat, kabeláže atd.) budou odsouhlaseny se zhotovitelem stavby a umístěny tak, aby bylo minimalizováno riziko jejich poškození. Nicméně riziko poškození a zničení nelze úplně eliminovat. Pokud personál zhotovitele stavby poškodí nebo zničí instalované monitorovací zařízení, bude provedena náhrada na náklady zhotovitele stavby.

Zhotovitel stavby poskytne kontakt na odpovědný personál ražby tunelu s cílem zajistit operativní plnění úkolů monitoringu, zejména pro zajištění plynulého geotechnického sledu ražby a konvergenčních a nivelačních měření.

V případě technologických potíží bude zhotovitel informovat kancelář monitoringu neprodleně, stejně jako v případě nadvýlomů, komínování atd.

7. Harmonogram prací a měření

7.1 Činnosti před zahájením stavby

Zahájení stavby se předpokládá v dubnu 2025. Do zahájení výstavby, resp. ražby kolektoru musí být provedeny následující činnosti:

- Pasport hydrogeologických objektů v okolí.
- Instalace dataloggerů pro kontinuální záznam pohybu vody na vybrané objekty.
- Měření hladiny podzemní vody na sledovaných objektech po dobu min. 3 měsíců
- Pasportizace nadzemních objektů před zahájením stavby.
- Kopané sondy k základům vybraných objektů ze sklepů.
- Instalace nivelačních bodů na terénu a na fasádách objektů v zóně ohrožení.
- Nulté měření osazených nivelačních bodů.
- K provedení těchto činností je nutné získat souhlasy majitelů dotčených nemovitostí a pozemků.

Po ukončení výše uvedených prací bude jako výstup zpracována zpráva o instalaci prvků představebního monitoringu, která bude obsahovat přehled prvků monitoringu a přehled dosavadních výsledků. Je vhodné, aby tato zpráva byla součástí realizačního projektu monitoringu.

Uvedené činnosti včetně nultých měření by neměly být starší jak šest měsíců před vlastním zahájením stavby. Pokud dojde k odkladu zahájení stavby bude u nadzemních objektů nutno provést aktualizaci pasportu prohlídkou se zaměřením na nové skutečnosti, co se týče technického stavu.

7.2 Činnosti v průběhu výstavby

Vlastní kontrolní činnost monitoringu a RAMO je nutné zahájit nejpozději v okamžiku zahájení činností, které již mohou mít negativní vliv na okolí (výstavba startovací šachty). Termín zahájení stavby se předpokládá v dubnu 2025. Před zahájením stavby bude v návaznosti na harmonogram výstavby zpracován harmonogram monitoringu, který bude v souladu s harmonogramem výstavby. Doba výstavby se předpokládá po dobu dvou let 2025 až 2027. Počet měření jednotlivých sledovaných parametrů je tak odvozen od tohoto časového rozmezí. Podrobně jsou intervaly měření popsány v příslušných kapitolách jednotlivých činností monitoringu.

7.3 Záruční monitoring

Aby bylo možné objektivně posoudit vlivy ražby podzemního díla a jeho existence na okolí vůbec a rovněž bezpečnost vlastního díla, je potřebné a v souladu s TP 237 Geotechnický monitoring tunelů pozemních komunikací provádět monitorovací práce, měření a sledování i po ukončení ražeb a průzkumných prací. Některé procesy (deformace a konsolidace zemin, změna režimu proudění podzemní vody apod.) probíhají i s delším časovým zpožděním v řádu měsíců, někdy i let po ukončení stavebních a průzkumných činností v podzemí.

Standardní a logické je pokračování v měření na těch osazených prvcích a zařízeních, která během ražby štolý nějaká relevantní data poskytovala a jejichž poslední naměřený stav nedokládal jednoznačně již naprosté uklidnění a stabilizovaný stav. Stejně tak i pokud se

výsledný a již uklidněný stav, resp. naměřená hodnota pohybují v blízkosti limitních hodnot pro varovné stavy nebo limitních deformací s ohledem na bezpečné užívání nadzemních i podzemních objektů včetně vlastního kolektoru.

Poměrně častým jevem je rovněž uplatňování nároků na náhradu škody od vlastníků některých stavbou dotčených nemovitostí i v období, kdy již žádné práce neprobíhají (spekulativní nároky). V takových případech je záruční monitoring neocenitelným důkazním prostředkem pro znalecké posudky ohledně reklamovaných vad a poškození, údajně způsobených právě podzemním dílem.

Pro realizaci záručního monitoringu je optimální, když jsou tato měření kontinuálně navázána na měření v průběhu ražeb, a když je provádí stejný subjekt – eliminuje se tím chybovost lidského faktoru a jiné, např. komerční zájmy.

Měření záručního monitoringu bude probíhat na dochovaných prvcích z doby realizace a bude zahrnovat:

- HG monitoring –pohyb hladiny podzemní vody ve vybraných studních bude probíhat ve sledovaných objektech monitoringu po dobu 1 roku po ukončení stavebních prací, s četností odečtů dat 4x ročně.
- nivelační měření na povrchu – na základě výsledků měření v průběhu stavby budou pokračovat měření na vybraných dochovaných bodech,
- nivelační měření na objektech – osazené body budou zachovány po celou záruční dobu s tím, na základě výsledků měření v průběhu stavby budou vybrány pokračovat měření na vybraných dochovaných bodech.

8. Závěr

Výstavba kolektoru představuje vždy náročné inženýrské dílo obzvláště v prostředí historického centra města Brna. Komplexní monitoring prováděný špičkovým přístrojovým vybavením a zkušeným týmem geotechniků a dalších specialistů je jednou ze základních podmínek pro úspěšný průběh výstavby.

Ražba kolektoru a další opatření jsou navrženy tak, aby maximálně omezili vliv prací na okolní objekty. Přesto nelze, vzhledem k nepředvídatelnosti a proměnnosti horninového prostředí, vyloučit ovlivnění okolní zástavby. Navržený rozsah monitoringu tak má za úkol poskytnout dat o chování samotného ostění kolektoru, ale i sledovat chování okolních objektů tak, aby bylo možné jednoznačně stanovit míru ovlivnění ražbou. Zároveň je úkolem monitoringu poskytnout taková data, která při případných sporech prokážou, že nárokové škody vznikly z jiného důvodu.

Pokud dojde k neočekávanému průběhu deformačního chování způsobenému například technologickým postupem ražby anebo nestandardními geologickými a hydrogeologickými podmínkami, budou ve smyslu observační metody počty měření upravovány podle potřeby. Stejně tak lze program měření optimalizovat v případě příznivého chování. Lze uvažovat i s doplněním monitoringu o další metody. Taková situace bude řešena dodatečně, po dohodě s objednatelem nad rámec tohoto projektu.