

PRŮZKUMNÁ ŠTOLA TUNELU BÍLÁ SKÁLA NA TRASE MĚSTSKÉHO OKRUHU V PRAZE

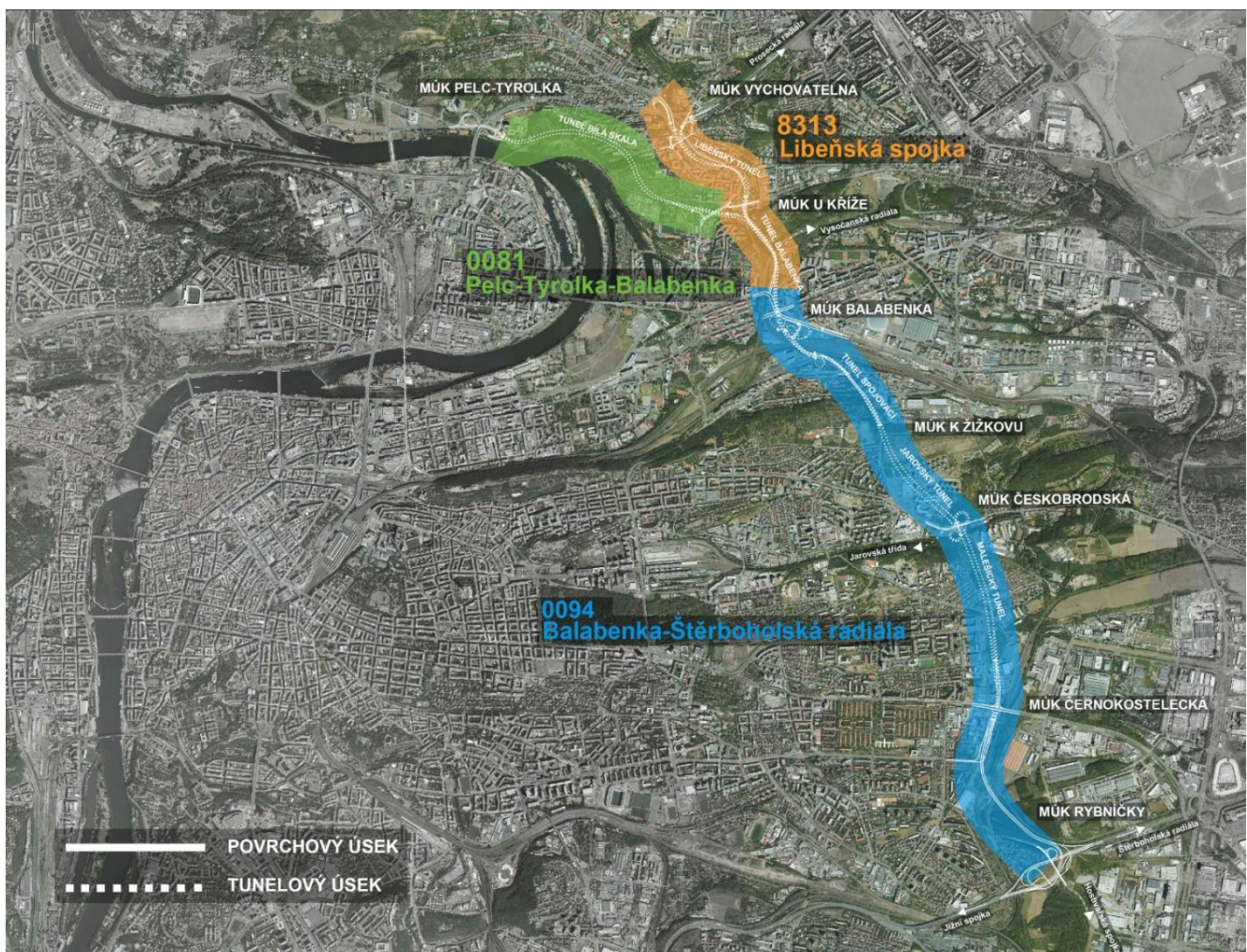
J. Korejčík & Z. Žižka

METROPROJEKT Praha a.s., Prague, Czech Republic

ABSTRAKT: Silniční tunel Bílá Skála je součástí úvodního úseku zbývajících nerealizované části Městského okruhu v Praze ve směru od tunelového komplexu Blanka. Pro celou stavbu byla zpracována dokumentace pro územní rozhodnutí. Příspěvek navazuje na článek z minulé konference Podzemní stavby Praha 2023 a zabývá se technickým řešením ražené průzkumné štoly délky 1133 m pro tunel Bílá Skála. Průzkumná štola je navržena v rámci podrobného geotechnického průzkumu stavby a je vedena v profilu jednoho ze dvou tubusů budoucího silničního tunelu.

1. ÚVOD

Na Tunelový komplex Blanka, uvedený do provozu v roce 2015, navazuje připravovaný soubor tří staveb v celkové délce cca 10,5 km, jehož realizací dojde k dokončení celého Městského okruhu. Tyto stavby se stýkají v dopravním uzlu U Kříže – Balabenka a navzájem se doplňují. Jedná se o stavby MO č. 0081 v úseku Pelc Tyrolka – Balabenka a č. 0094 v úseku Balabenka - Rybníčky a navazující stavbu LS č. 8313 v úseku U Kříže – Vychovatelna (Obrázek 1). Tunel Bílá Skála je v převážné délce součástí stavby č. 0081, severní tunelová trouba v hloubené části zasahuje i do stavby č. 8313.



Obrázek 1: Přehledná situace staveb MO a LS

Jeho návrh byl podrobně popsán v článku „Připravovaný tunel Bílá Skála na trase Městského okruhu v Praze“ z minulé konference Podzemní stavby Praha 2023 (Korejčík et al., 2023). V závěru článku byla zmíněna nutnost realizace podrobného geotechnického průzkumu pro tuto náročnou stavbu, včetně návrhu průzkumné štoly pro raženou část tunelu. A právě s technickým řešením tohoto průzkumného díla budete seznámeni v následujícím textu. Pro podrobný geotechnický průzkum všech tří výše zmíněných staveb se v době psaní tohoto článku dokončuje dokumentace pro výběr zhotovitele.

2. FÁZE GEOTECHNICKÉHO PRŮZKUMU

Pro počáteční fázi projekčních prací na tunelu Bílá Skála byla zpracována rešerše dostupných geologických podkladů. Prozkoumanost zájmového území byla co do počtu archivních sond relativně vysoká. Jednalo se však o sondy převážně mělké, v řadě případů s velmi stručným popisem. Využitelných sond s kvalitním popisem zasahujících dostatečně pod úroveň projektované nivelety, v případě tunelových úseků pod počvu tunelů, bylo až řádově méně.

Pro stanovení inženýrsko-geologických podkladů pro návrh tunelu byl v souběhu s projektováním realizován předběžný geotechnický průzkum (SGG-PUDIS, 2021), a to již s ohledem na konkrétní vedení trasy. V rámci průzkumu byly provedeny inženýrskogeologické jádrové vrty doplněné presiometrickými zkouškami. Některé vrty byly vystrojeny pro realizaci hydrodynamických zkoušek a měření pro komplexní zpracování hydrogeologického průzkumu. Dále byl proveden geofyzikální a korozní průzkum, chemické analýzy vod a zemin a také laboratorní zkoušky vzorků zemin i hornin, odebraných při vrtných pracích.

Z výsledků provedených prací vyplynulo, že inženýrskogeologické a geotechnické poměry stavby jsou složité a v další fázi přípravy je nutno jejich znalost dále zpřesnit. Stavba představuje vysoce náročnou inženýrskou úlohu, která v navazujících fázích přípravy vyžaduje úzkou spolupráci projektanta, investora, inženýrského geologa, geotechnika a hydrogeologa.

Pro další stupeň projektové dokumentace byl navržen podrobný geotechnický průzkum, který je zaměřen na zpřesnění získaných výsledků v celé trase, s důrazem na ražené úseky, které představují nejnáročnější části staveb s několika kritickými místy. Prvním z nich je západní portál raženého tunelu, kde nedaleko odtud v minulosti došlo ke svahovým deformacím při stavbě železničního tunelu. V podchodu pod areálem nemocnice Bulovka je dále nutno ověřit průběh a charakter polohy řevnických křemenců, lokalizovat tektonické poruchy v trase a ověřit vliv ražeb na povrch. Dalším kritickým místem je podchod ostře zaříznutého údolí pod ulicí Bulovka, kde je třeba ověřit dosah a charakter zvětrání i tektonického porušení a upřesnit hydrogeologické poměry.

Z těchto důvodů byla v rámci podrobného geotechnického průzkumu navržena průzkumná štola téměř v celé délce jižní tunelové trouby budoucího raženého tunelu. Pro stanovení optimální polohy portálu štoly a zajištění přístupové rampy byly provedeny ještě tři doplňující průzkumné vrty. V rámci ražby štoly se předpokládají další průzkumné práce prováděné z podzemí.

Pro nadzemní a hloubené tunelové úseky a technologické objekty byl navržen podrobný vrtný průzkum z povrchu. Hloubené tunelové úseky svým výškovým vedením rovněž ovlivní přirozené proudění podzemních vod a současně budou podzemní vodou ovlivňovány. Z tohoto důvodu byl navržen dlouhodobý monitoring stávajících i nových hydrogeologických vrtů a studní v okolí budoucí stavby. Je třeba doplnit a aktualizovat informace o hydrogeologických poměrech, které jsou v intravilánu města složité a často se mění, především v důsledku stavební činnosti. Z výsledků průzkumu bude stanovena velikost očekávaných přítoků, směry proudění podzemních vod a celkové zhodnocení vlivu stavby na přirozený hydrogeologický režim v oblasti.

3. INŽENÝRSKO-GEOLOGICKÉ POMĚRY

Zájmové území se nachází v severozápadním křídle barrandienské brachysynklinály a převládající sklony vrstev jsou tak očekávány k JJV. Předkvartérní podloží je v rozsahu předmětné stavby tvořeno téměř výhradně ordovickými horninami pražské pánve. Přehledný podélný geologický profil je na Obrázku 2, barvy jednotlivých geotypů jsou specifikovány dále v textu.

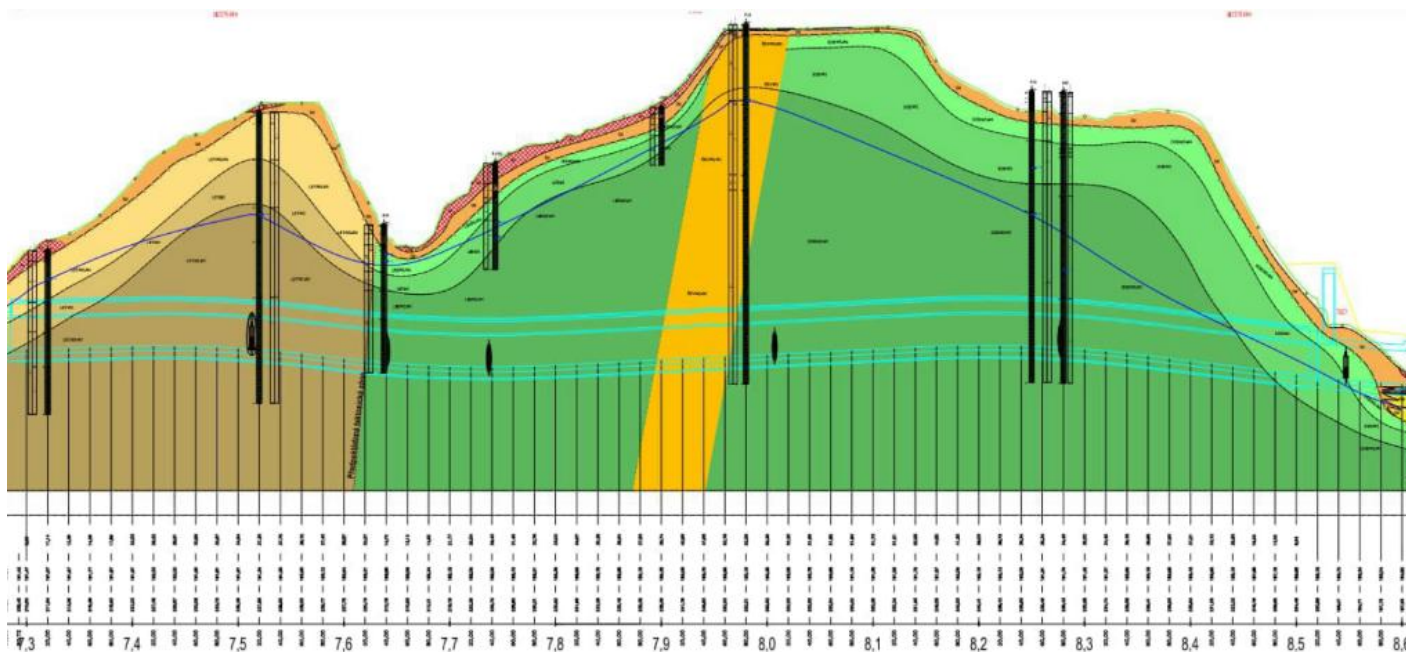
Oblast zařízení staveniště a hloubená přístupová rampa k portálu štoly jsou v prostředí navážek charakteru spíše hlinitopísčitých sedimentů, které ostře přecházejí do silně až mírně zvětralých jílovitých břidlic dobrotivského souvrství.

Navazuje ražená průzkumná štola, v prvních stovkách metrů ve zvětralých, následně navětralých až zdravých dobrotivských jílovito-prachovitých břidlicích (zelené). Po cca 70-90 m dlouhé poloze navětralých až zdravých řevnických křemenců (oranžové), následují navětralé až zdravé jílovito-prachovité břidlice libeňského souvrství (opět zelené) ukončené geofyzikálně predikovanou tektonickou zónou, za níž následují navětralé až zdravé prachovito-písčité břidlice s vložkami jemnozrnných křemenců letenského souvrství (hnědé). Konec ražené štoly bude situován ve zvětralých letenských břidlicích. Archivní průzkumy v prostoru Bílé skály vymezily 6 výrazných zlomových linií. Predikovaná šířka poruchových pásem se pohybuje od 2 do 7 m, čemuž odpovídá mocnost 1,5 – 5 m.

Ražba průzkumné štoly bude v celém úseku probíhat pod hladinou podzemní vody. Podzemní voda bude agresivní na beton v rozsahu stupňů XA1-XA2. V prostředí kolektorů vázaného na ordovická souvrství se transmisivita pohybuje převážně v řádu $10^{-6} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ a lze ji hodnotit jako velmi nízkou, pouze ojediněle se hodnoty blíží řádu $10^{-5} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, nebo jej i překračují.

V prostředí křemenců je třeba počítat s obtížným rozpojováním vysoce pevné horniny s pravděpodobnými zvýšenými přítoky podzemní vody a sníženou stabilitou výrubu, to vše pod areálem Fakultní nemocnice Bulovka.

Při podchodu údolní deprese historické vodoteče v ulici Bulovka jsou libeňské břidlice mírně tektonicky porušené a zvětralé téměř k přístropí budoucího tunelu. Současně je v úseku nejnižší horninové nadloží. Toto místo tak představuje jedno z rizikových míst ražeb, které bude vyžadovat velkou pozornost nejen pro zajištění stability výrubu, ale i minimalizaci vlivů ražby na stávající objekty.

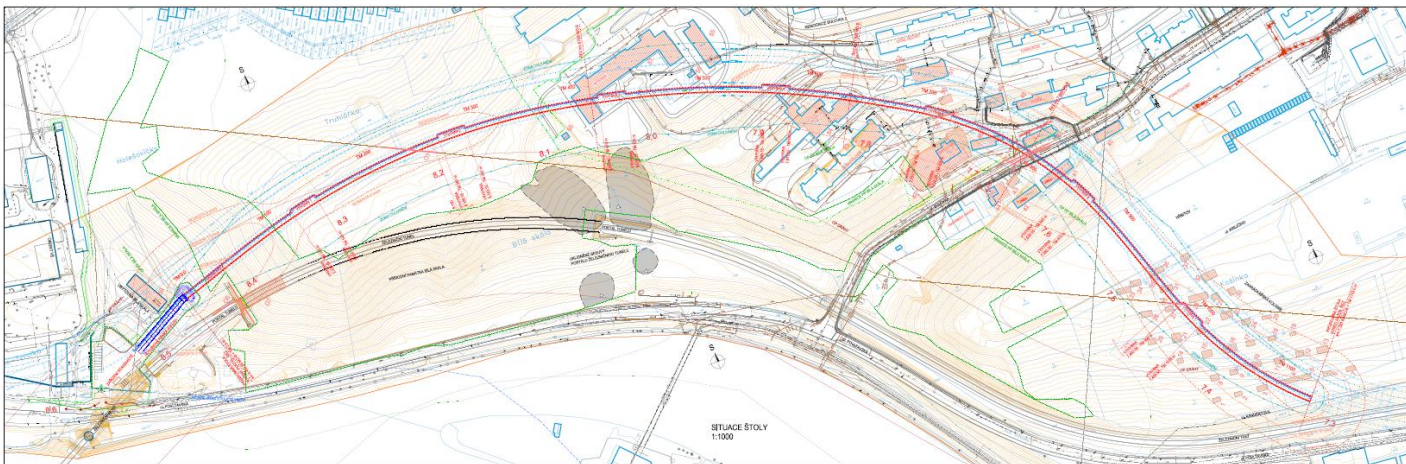


Obrázek 2: Podélný profil s geologií ve směru východ – západ; ražený portál vpravo (popis v textu)

4. TECHNICKÉ ŘEŠENÍ

4.1 ZÁKLADNÍ POPIS

Jak již bylo řečeno, v rámci podrobného geotechnického průzkumu pro budoucí tunely Městského okruhu v Praze a konkrétně pro návrh silničního tunelu Bílá Skála je navržena ražená průzkumná štola délky 1133 m. Bude realizována konvenčním způsobem novou rakouskou tunelovací metodou (NRTM). Profil štoly je umístěn uvnitř profilu kaloty jižního tubusu budoucího raženého silničního tunelu.

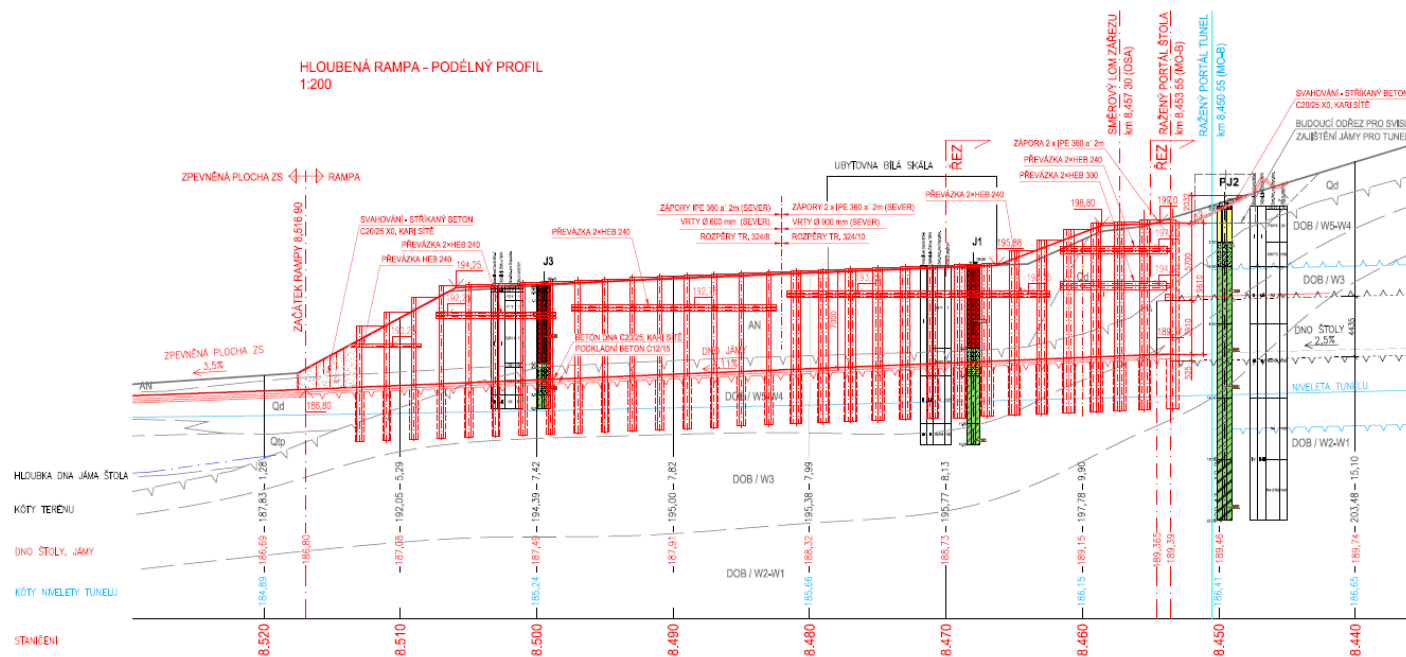


Obrázek 3: Situace průzkumné štolý; zařízení staveniště a ražený portál vlevo

Směrové i výškové vedení štolý odpovídá trasování budoucího tunelu (obrázky 2, 3). Štolu nelze navrhnout v jednotném sklonu, který by umožnil gravitační odvodnění průsaků podzemní vody. Zařízení staveniště je umístěno v blízkosti areálu vysokých škol v oblasti Pelc-Tyrolka v prostoru budoucích hloubených silničních tunelů. Odtud bude probíhat ražba štolý, vedené pod vrchem Bílá skála a areálem FN Bulovka, následovat bude podchod terénní deprese v ulici Bulovka, načež se terén opět zvedá a štola podchází vrch, na kterém se rozkládá hřbitov Libeň a zahrádkářská osada. Štola je ukončena pod ulicí Kandertova v blízkosti budoucího raženého portálu silničního tunelu.

4.2 PORTÁL PRŮZKUMNÉ ŠTOLY

Veškeré ražby budou probíhat od západního portálu. Zařízení staveniště je navrženo v místě bývalého staveniště blízkého železničního tunelu přibližně v úrovni ulice Povltavská, na kterou je přímo napojeno.



Obrázek 4: Podélný profil přístupového zářezu k raženému portálu štolý

Přístup mechanizace ze zařízení staveniště k raženému portálu štolý i samotným ražbám bude zajištěn pomocí hloubeného zářezu světlé šířky 6 m a délky cca 63,5 m, mírně stoupajícího směrem k portálu štolý (obrázek 4). Maximální hloubka zářezu je cca 10 m. Svislé stěny zářezu budou zajištěny pomocí záporového pažení se záporami z válcovaných ocelových nosníků IPE. Pažení je rozepřeno ocelovými trubkami přes převázky z profilů HEB.

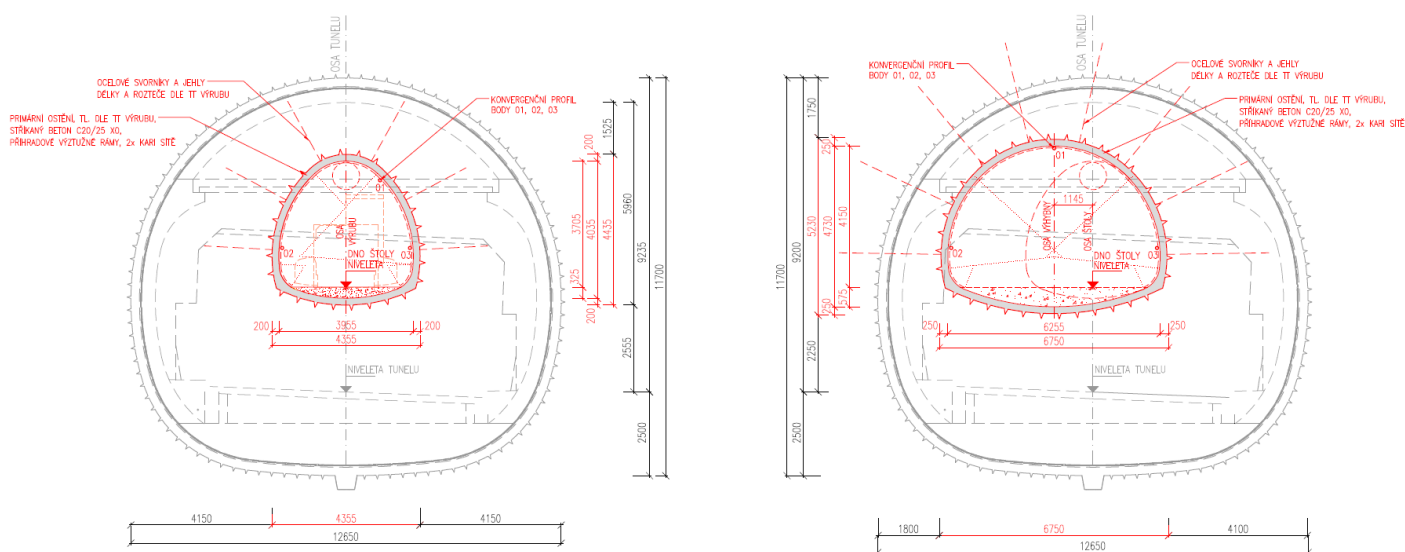
Pro zahájení ražeb bude proveden nad budoucím výrubem ochranný mikropilotový deštník s železobetonovou převázkou, ocelové převázky zápor budou ztuženy a portálová stěna bude dozajištěna

pomocí stříkaného betonu s výztužnými ocelovými sítěmi a svorníky. Svahované části budou zajištěny rovněž stříkaným betonem s ocelovými sítěmi.

4.3 RAŽENÁ PRŮZKUMNÁ ŠTOLA

Ražená průzkumná štola je vedena uvnitř profilu kaloty budoucího jižního silničního tunelu (obrázek 5). Štola má podkovovitý tvar, výrub má šířku cca 4,4 m a výšku max. cca 4,5 m. Plocha výrubu je max. cca 15,5 m². Pro zajištění logistiky a dostatečného prostoru pro provádění průzkumných vrtů z podzemí bude ve štole rozmístěno celkem 7 výhyben půlkruhového tvaru. Výhybny délky 25 m rozšiřují profil štoly vlevo ve směru ražby na 23,2 m².

Konstrukce ostění štoly je v celém úseku jednovrstevná s betonovým dnem a bez hydroizolace. Primární ostění je navrženo z vyztuženého stříkaného betonu SB C20/25, s ocelovými výztužnými sítěmi. Dále budou použity výztužné příhradové oblouky, svorníky, předrážené ocelové jehly, případně další výztužné prvky. Rozpojování hornin je uvažováno s využitím trhacích prací nebo mechanizovaně. Předpokládá se použití technologických tříd 3, 4, 5a. Jednotlivé technologické třídy se liší délkou záběru (max. 1,5, 1,3, 1,0 m), tloušťkou ostění (150, 200, 250 mm) a rozsahem dalšího zajištění výrubu.



Obrázek 5: Umístění průzkumné štoly a výhybny v budoucím tunelu

5. GEOMONITORING A PASPORTIZACE

Ražba štoly bude prováděna jako činnost prováděná hornickým způsobem. V oblasti možného dosahu negativních indukovaných účinků razících prací (zóna ovlivnění poklesy a trhacími pracemi) bude v souladu s platnými předpisy prováděn geotechnický monitoring a rovněž pasportizace stávajících stavebních objektů, jak je u nás běžnou praxí při výstavbě ražených staveb.

Pro minimalizaci negativního působení indukovaných účinků stavby na povrch, okolní zástavbu, podzemní objekty a inženýrské sítě, bude prováděn geotechnický monitoring, měření, sledování a vyhodnocování měření dotčených objektů. V rámci geomonitoringu je navrženo měření deformací povrchu terénu pomocí geodetické nivelace a trigonometrických měření, obdobně bude měřena nadzemní zástavba a nejvýznamnější trubní inženýrské sítě. Zde budou navíc doplněna měření deformací a poruch objektů. Velice důležitým měřením bude rovněž kontrola dynamických účinků trhacích prací a měření hluku. Během ražeb bude pravidelně prováděno geotechnické hodnocení horninového masivu a konvergenční měření v průzkumné štole. Pro upřesnění chování horninového masivu jsou navržena extenzometrická a inklinometrická měření. Hydrogeologická měření budou monitorovat hladinu podzemní vody v okolí ražeb.

Před zahájením stavebních prací musí být v zóně možného ovlivnění provedena inventarizace a podrobná pasportizace budov a objektů. V případě potřeby bude proveden rovněž stavebně technický průzkum a statické posouzení odolnosti objektů nadzemní zástavby. Během výstavby může být pasport

doplněn, případně aktualizován. Po dokončení stavebních prací bude provedena závěrečná repasportizace. Bude porovnán stav objektu s původním pasportem, včetně vyhodnocení případných negativních účinků od stavební činnosti.

6. ZÁVĚR

Projekčně je průzkumná štola pro budoucí silniční tunel Bílá Skála na trase Městského okruhu v Praze v zásadě připravena. Nezbyvá než jí popřát hodně štěstí pro realizaci a doufat, že se dočká svého znovuzrození ve formě nového silničního tunelu, který bude dobře sloužit řidičům a zároveň zklidní dopravu v jeho okolí.

LITERATURA

KOREJČÍK, J., KOLEVSKI, M., KOLAŘÍK, M. (2023), Připravovaný tunel Bílá Skála na trase Městského okruhu v Praze. In: PS Praha 2023, Praha

SGG-PUDIS soubor staveb MO (2021), Předběžný geotechnický průzkum Soubor staveb č. 0081 Pelc/Tyrolka – Balabenka, č.0094 MO Balabenka – Štěrboholská radiála a č. 8313 Libeňská spojka

Společnost SG 0081 PTB, DÚR, Koncept DÚR stavba MO č. 0081 v úseku Pelc-Tyrolka – U Kříže, 09/2022

Ing. Jan Korejčík

METROPROJEKT Praha a.s., Argentinská 1621/36, 170 00 Praha 7

jan.korejcik@metroprojekt.cz

Dr.-Ing. Zdeněk Žížka

METROPROJEKT Praha a.s., Argentinská 1621/36, 170 00 Praha 7

zdenek.zizka@metroprojekt.cz