

# AKTUÁLNÍ POSTUP V PŘÍPRAVĚ STŘEŠOVICKÉHO TUNELU

Z. Žižka

METROPROJEKT PRAHA a.s., Prague, Czech Republic

**ABSTRAKT:** Železniční tunel Dejvice–Veleslavin, označovaný také jako Střešovický, je klíčovou součástí rozsáhlejší modernizace železniční infrastruktury, která propojí centrum Prahy a všechny linky metra s Letištěm Václava Havla a dále s Kladnem. Tento příspěvek sleduje proces výběru nejvhodnější trasy nového železničního spojení vedeného podzemím. Jeho cílem je ukázat, jak se v průběhu času měnil pohled na urbanismus a udržitelný rozvoj a jak tyto změny ovlivnily podobu projektu. Text se věnuje nejen technickým aspektům řešení, ale i dopadům stavby na okolní prostředí, které hrály roli při rozhodování o finální variantě. V závěru se zaměřuje také na opatření ke snížení vlivu vibrací z provozu železnice v tunelu na okolní zástavbu.

## 1. ÚVOD

Základním cílem projektu železničního spojení Praha - letiště - Kladno (PRAK) je zajistit rychlé vysokokapacitní spojení mezi největším městem Středočeského kraje Kladnem, největším letištěm v České republice Letištěm Václava Havla, všemi třemi linkami pražského metra a centrem Prahy. Základní popis stavebních prvků projektu je uveden v Tab. 1.

Tabulka 1: Základní charakteristiky projektu

Parametr	Popis
Délka trasy	37,2 km dvoukolejné trati (z toho 28,1 km v původní stopě jednokolejné trati, 9,1 km novostavby)
Počet stanic	17 pozemních stanic a 4 hloubené stanice
Hloubené tunely	6.0 km
Ražené tunely	Ca 3,15 km (TBM)
Počet mostů	7

Projekt PRAK do jisté míry navazuje na starou jednokolejnou železniční trať mezi Kladnem a Prahou, ale v některých částech se od ní odchyluje a napojení na letiště je zcela nové. Projekt je organizačně rozdělen do 10 stavebních celků. První úsek byl postaven v letech 2017 až 2020, dva úseky se mají začít stavět v roce 2022 a ostatní budou následovat do roku 2028. Kompletní rok dokončení projektu je rok 2030. Celkové investiční náklady projektu se odhadují na 50 miliard Kč (2 miliardy EUR).

Tento článek se zaměřuje na stavební úsek Dejvice - Veleslavin se dvěma raženými jednokolejnými tunely (TBM). Tento 3,2 km dlouhý úsek představuje přibližně desetinu nákladů projektu.

## 2. HISTORIE PROJEKTU

Projekt byl již několikrát připravován v různých modifikacích a s různou mírou podrobnosti, a následně byl obvykle z důvodu vysokých investičních nákladů pravidelně rušen. I vzhledem k poloze v centru Prahy se projekt vyznačuje vysokou náročností přípravy, zejména z hlediska dosažení akceptace, a to jak ze strany samosprávy a orgánů státní správy, tak ze strany veřejnosti.

## 2.1 ÚSEK DEJVICE - VELESLAVÍN

V návrhu zpracovaném v letech 1999-2005 byla sledována relativně finančně nejméně náročná varianta povrchového vedení dvoukolejné trati po stopě staré trati Praha – Kladno. Tato varianta vycházela z projektových prací provedených kolem roku 1990 a ukázalo se, že již není reálná. Pražské čtvrti Dejvice a Veveslavín leží poměrně centrálně – necelé 2 km od největších turistických pamětihodností Prahy. Cena pozemků v této oblasti je vysoká a stará železniční trať vytváří umělou bariéru uvnitř města. Proto se začala hledat podpovrchová trasa, která by uvolnila starou železniční trať pro veřejnou promenádu a park.

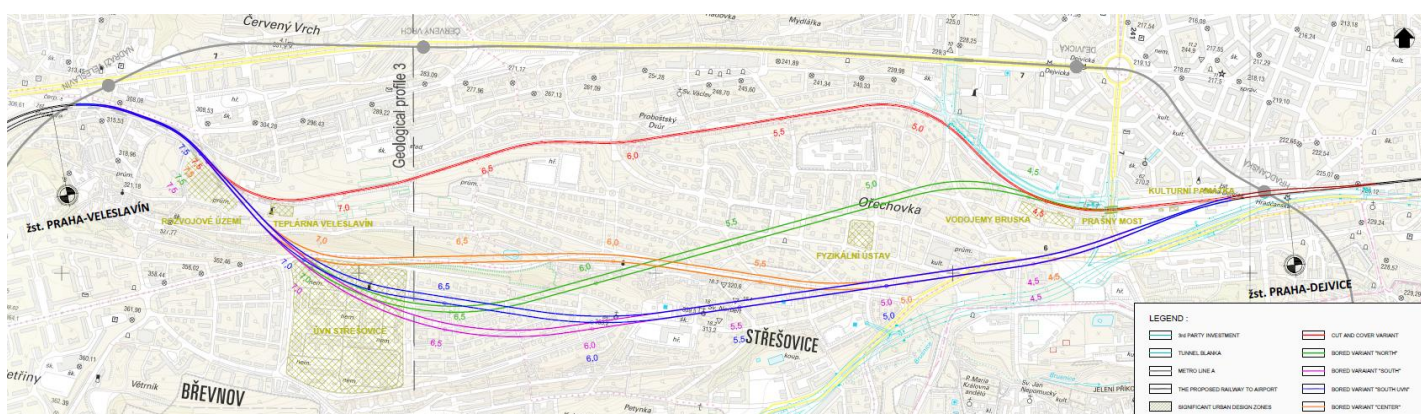
Byla vypracována tzv. HLOUBENÁ varianta, která kopíruje původní trasu, avšak ve větší hloubce. Tato varianta se zdála být přijatelná pro širší veřejnost, nicméně projekt se v tomto stavu nikdy nedostal do procesu stavebního povolení a veškeré práce na něm byly v roce 2009 zastaveny.

Práce na projektu železničního spojení byly znovu zahájeny v roce 2012. HLOUBENÁ Varianta byla dále rozvíjena, avšak se začaly objevovat určité těžkosti v budoucí realizaci. Ne všechny úseky již bylo možné realizovat hloubeně a proto části musely být navrženy jako ražené s velmi mělkým nadložím. V některých úsecích se také objevily problémy s nepříjatelným rizikem poškození budov při realizaci a celkově se tato varianta začala jevit jako již pro veřejnost nepříjatelná z důvodu velkého narušení prostředí v okolí během výstavby.

V roce 2016 byla HLOUBENÁ varianta opuštěna a byly zkoumány nové varianty dlouhých ražených tunelů umožňující provádění pomocí TBM. Trasa byla hledána s ohledem na co nejvyšší nadloží, aby se omezily účinky z výstavby, jako jsou sedání a z provozu jako jsou vibrace na okolní stavby. Na základě průzkumu podloží provedeného v letech 2018 až 2019 a měření vibrací v blízkosti Fyzikálního ústavu Akademie věd ČR byla trasa stanovena cca 110 m severně od ústavu, aby se omezilo riziko narušení vědeckých zařízení v laboratořích. Tato varianta je dále označena jako ražená varianta SEVER.

Na základě podnětu veřejnosti ze začátku roku 2019 a následného usnesení Rady MČ Praha 6 byla prověřena úprava trasy tunelů. Jejím úkolem bylo eliminovat dopady na geologicky složitě území u vodní nádrže Bruska a minimalizovat dopady na stávající zástavbu. Projektant navrhl novou variantu, dále označovanou jako ražená varianta JIH, vedoucí v sousedství tunelů Blanka na komunikaci Městského okruhu a ulice Milady Horákové.

Z podnětu občanského sdružení Střešovice byla na podzim 2019 zpracována upravená varianta JIH, dále označená jako ražená varianta STŘED. Tato varianta má mírně upravené vedení ve větším rozsahu pod stávajícími ulicemi avšak s nižším nadložím.



Obrázek 1: Situace prověřovaných variant spojení Praha-Dejvice – Praha-Veleslavín (červeně – povrchová a hloubená varianta; zelená – varianta SEVER (TBM), fialová – varianta JIH (TBM), oranžová – varianta STŘED (TBM) a modrá – varianta JIH-ÚVN (TBM)

Je možné si povšimnout, že projekt ve výsledku nabízel poměrně velký počet možností trasování (obrázek 1). Pro vyhodnocení jejich výhod a nevýhod bylo provedeno několik posouzení. Celkové posouzení bylo provedeno projektantem firmou Metroprojekt (Bednařík a kol., 2020). Oponentní posudek porovnání variant z hlediska ražby tunelů a vlivu na okolí v průběhu výstavby byl proveden Thewes et al. (2020). Posouzení vlivu vibrací na budovy a zařízení nad tunelem a srovnávací měření in-situ v tunelu Ejpvovice bylo provedeno Brož et al. (2020). A konečně posouzení z hlediska geologických

podmínek a reinterpretace geologických průzkumů vykonala Česká geologická služba (Aue et al., 2020). HLOUBENOU variantu vyhodnotily týmy shodně jako nejméně vhodnou, a to především z důvodu dopadů výstavby a provozu tunelů na obyvatele, technické náročnosti a rizik spojených s některými hloubenými a konvenčně raženými tunelovými úseky.

Ražená varianta SEVER následovala s velkou rezervou HLOUBENOU variantu. Byla vyhodnocena jako méně vhodná než varianty STŘED a JIH z důvodu delšího mělkého úseku ve čtvrtohorních sedimentech a s tím souvisejícího vyššího rizika dopadu na budovy a zařízení v nadloží. Varianty STŘED a JIH byly hodnoceny podobně, nicméně s preferencí varianty SOUTH, a to z důvodu předpokládaných lepších geologických podmínek za severojižním tektonickým zlomem předpokládaným v západní části trasy. Dalším aspektem bylo, že varianta STŘED prochází pod patou Střešovického svahu, který je nestabilní. Na základě těchto posouzení vybrala Správa železnic pro další projektový proces, přípravu EIA a podkladů pro vydání územního a stavebního rozhodnutí variantu JIH.

V roce 2024 byla ještě dodatečně prověřována varianta JIH-ÚVN, která je rektifikací původně zvolené varianty JIH. Na základě dohody Ministerstva obrany ČR a Ministerstva dopravy ČR byla provedena drobná korekce trasy v lokalitě Ústřední vojenské nemocnice ve Střešovicích. Tato korekce spočívá v posunu trasy mimo objekty v nichž probíhá onkologická léčba a výzkum s využitím protonových technologií a jiných velmi senzitivních přístrojů. Touto dílčí úpravou trati tak bude vyloučen dopad provozu trati i výstavby na tyto extrémně citlivé přístroje.

Koncem roku 2025 vydalo Ministerstvo životního souhlasné závazné stanovisko EIA k záměru Střešovických tunelů ve variantě JIH-ÚVN.

### **3. POSPOUZENÍ VIBRACÍ VYVOLANÝCH PROVOZEM TUNELU**

Vibrace způsobené provozem železniční dopravy v podzemí a jejich možný dopad na život na povrchu jsou jednou z častých obav veřejnosti. Odhad vibrací ve fázi návrhu je problematický vzhledem k velkému množství neznámých faktorů, které ovlivňují šíření a útlum vibrací v prostoru. Z tohoto důvodu je vhodné ověřit počáteční předpoklady z fáze návrhu měřeními in-situ po dokončení tunelu avšak ještě před finálním položením pevné jízdní dráhy, aby byl efekt tlumícího systému co nejvíce maximalizován.

V této fázi projektu předpokládáme, že riziko vnímání vibrací na povrchu je velmi nízké. Vzdálenost tunelu od obytných budov je i v nejbližším místě poměrně velká - 13 m a tato vzdálenost se velmi rychle zvětšuje. Nadloží v těchto mělkých částech tunelu tvoří soudržné zeminy. Toto „měkké“ půdní prostředí velmi dobře tlumí přenos vibrací. Poté, co tunel vstoupí do horninového prostředí, je již tunel umístěn dostatečně hluboko (30-80 m), aby došlo k výraznému tlumení vibrací i v tomto „tvrdším“ horninovém prostředí.

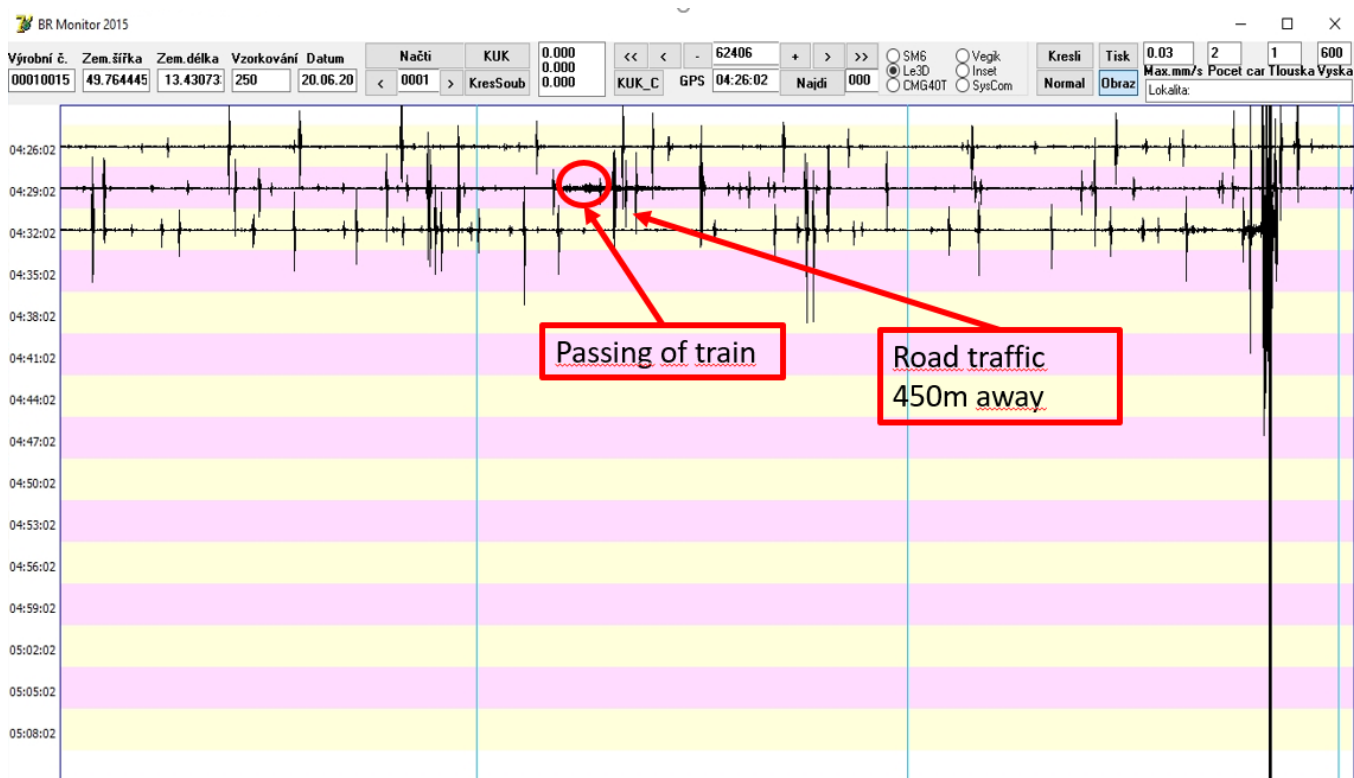
Za účelem ověření vlivu provozu v tunelech na povrch a budovy bylo provedeno měření vibrací (Brož a kol., 2020) na stávajícím provozovaném tunelu. Jako ideální modelový případ byl zvolen tunel Ejovice, který je velmi podobný námi navrhovanému tunelu Dejvice-Veleslavín. Jedná se o relativně nový tunel tvořený dvěma jednokolejnými tunelovými tubusy raženými pomocí TBM. Horninové prostředí tunelu Ejovice se jeví jako obdobné, resp. mírně méně příznivé pro přenos vibrací (je tvořeno převážně břidlicemi a tvrdšími spility), hloubka tunelu je obdobná, v tunelu je pevná jízdní dráha, tunel je určen pro nákladní i osobní dopravu rychlosti až 160 km/h (ve Střešovickém tunelu se předpokládá pouze osobní doprava rychlostí 120 km/h) a Ejpovický tunel vede z velké části ve volné krajině, tudíž jiné zdroje vibrací do měření nezasahovaly. Díky tomu bylo možné snadno identifikovat i malé vibrace na povrchu způsobené průjezdem vlaků.

Měření probíhala na několika místech v tunelu a na povrchu v létě 2020. Naměřené hodnoty amplitudy rychlosti vibrací na povrchu byly vždy velmi malé, a proto nebylo nutné a prakticky ani možné hledat nějaký vztah mezi velikostí naměřených vibrací a typem či rychlostí jednotlivých vlakových souprav v tunelu (například rozdíl mezi nákladní a osobní dopravou nebyly zřejmé).

Z měření také vyplynulo, že vibrace způsobené silniční dopravou ve vzdálenosti 450 m byly výrazně vyšší než vibrace způsobené železniční dopravou 60 m pod povrchem (Obr. 2).

Naměřené povrchové vibrace způsobené projíždějícími vlaky v tunelu se pohybovaly v řádu  $v = 0,005$  mm/s, ve frekvenčním pásmu 40-60 Hz. Po přepočtu je odpovídající hodnota amplitudy zrychlení v řádu  $A = 0,15$  mm/s<sup>2</sup> a hodnota zrychlení vibrací  $L_{aw,T} = 44$  dB. Norma ČSN 73 0040 stanovuje mezní hodnoty mezní amplitudy rychlosti kmitání, při kterých se objevují počáteční známky poškození stavebních konstrukcí. Pro obytné zděné budovy norma uvádí hodnotu 2,8 mm/s, což je výrazně vyšší hodnota, než byla naměřena nad tunelem Ejpvovice.

Vliv vibrací na člověka je v České republice stanoven v normách životního prostředí prostřednictvím limitů pro úroveň zrychlení vibrací. Pro obytné místnosti je stanoven hygienický limit vibrací ve dne  $L_{aw,T} = 81$  dB ( $a_{ew,T} = 11,2$  mm/s<sup>2</sup>), v noci 78 dB ( $a_{ew,T} = 8,0$  mm/s<sup>2</sup>). Naměřené hodnoty úrovně zrychlení vibrací ( $L_{aw,T} = 44$  dB) a amplitudy zrychlení ( $a_{ew,T} = 0,15$  mm/s<sup>2</sup>) odpovídají výše uvedenému předpisu.



Obrázek 2: Časový snímek seismických účinků průjezdu vlaku v Ejpvickém tunelu a účinků automobilové dopravy ve vzdálenosti cca 450 m od osy tunelu (Brož et al., 2020)

Podobně norma BS 5228-2: 2009 uvádí rychlost vibrací v rozmezí 0,14-0,30 mm/s jako mezní hodnotu pro lidské vnímání. Norma BS 6472-1: 2008 uvádí jako práh lidského vnímání amplitudu zrychlení  $A = 10-20$  mm/s<sup>2</sup>. V obou případech byly naměřené vibrace nad tunelem Ejpvovice podstatně nižší.

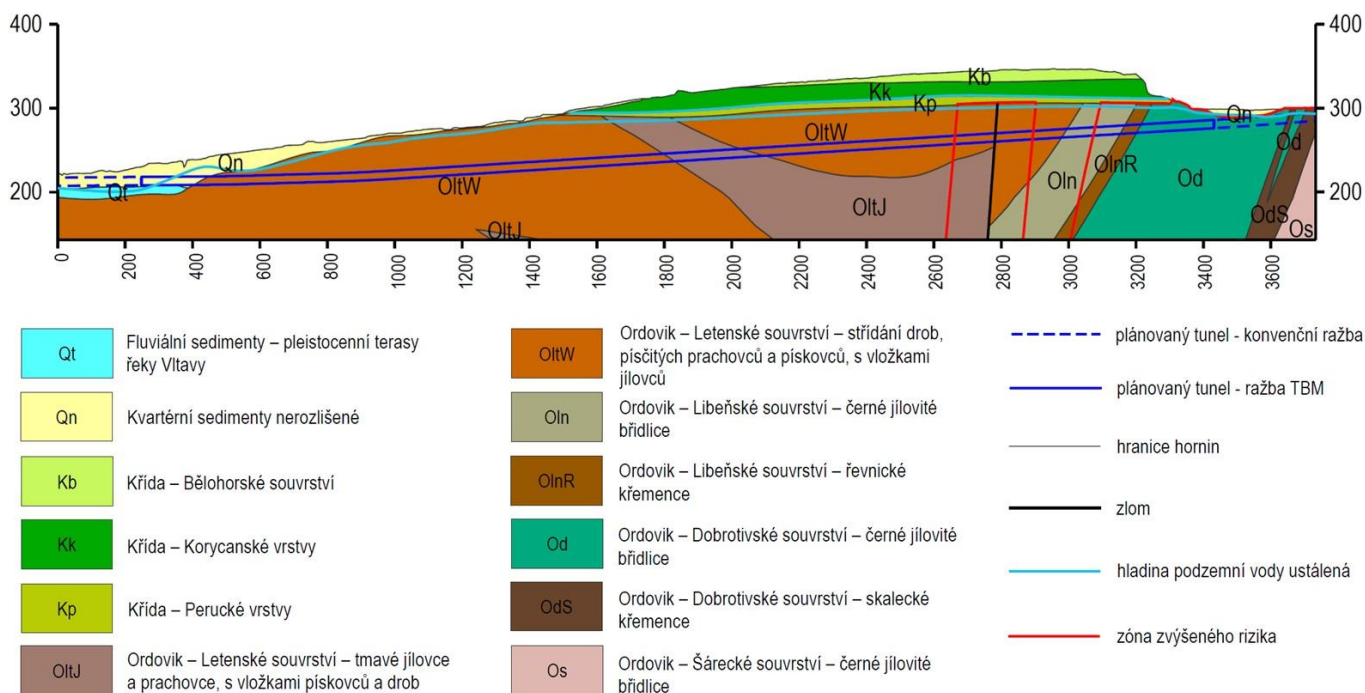
Měření provedená v tunelu Ejpvovice potvrdila předpoklady a poskytla faktickou jistotu, že tlumení vibrací při šíření horninovým prostředím bude s největší pravděpodobností dostatečné a vibrace na povrchu nebudou vnímatelné lidskými smysly. Pro konečné ověření předpokladů budou v hotovém tunelu před provedení pevné jízdní dráhy provedena místní měření např. pomocí tzv. Vibroscanu. V případě potřeby budou uvnitř tunelu instalována antivibrační opatření a na základě měření in-situ naladěna.

#### 4. GEOTECHNICKÉ PODMÍNKY PRO RAŽBU TBM

V letech 2018, 2019 a 2024 byl proveden předběžný geotechnický průzkum pro různé varianty střešovických tunelů (Dragoun et al., 2019, 2024 a Chmelař et al., 2019). Ve východní části trasy tunelů (portál Dejvice) byla zjištěna mocná vrstva čtvrtohorního pokryvu, která bude zasahovat pod dno tunelů. Kvartérní pokryv tvoří eolické a deluviofluviální sedimenty, které překrývají fluviální terasové sedimenty dejvické terasy. Mocnost čtvrtohorních sedimentů dosahuje až 36 m. U západního

(veleslavínského) portálu navrhovaný tunel nezasahuje do čtvrtohorních sedimentů, ale horninové podloží je silně tektonicky porušené s předpokládanými vysokými přítoky podzemní vody. Většina tunelovacích prací bude probíhat v horninových podmínkách tvořených paleozoickými ordovickými horninami reprezentovanými dobrotivským (Od), libeňským (Oln) a letenským (Olt) souvrstvím – převážně břidlicemi (obr. 3).

V oblasti Střešovic jsou ordovické horniny subhorizontálně překryty reliktem druhohorních svrchnokřídových hornin, které jsou odspodu zastoupeny peruckými slínovci (Kp), dále směrem k příkrovu korycanskými pískovci (Kk), na které navazují křídové slínovce (Kb) bělohorské formace. V území je možné nalézt několik tektonických poruch projevujících se především formou několika příčných zlomů, podél nichž je hornina značně rozdrobena a které mají výrazně odlišné vlastnosti než neporušený materiál v okolí. V oblasti je možné nalézt tři základní podzemní zvodně.



Obrázek 3: Geologický řez variantou JIH generovaný z 3D geologického modelu ČGS (Aue et al., 2020), dostupný on-line

## 5. NAVRHOVANÉ PODZEMNÍ KONSTRUKCE

Tunel se skládá ze dvou 3,150 km dlouhých jednokolejných tunelových tubusů ražených plnoprofilovým tunelovacím strojem (TBM), propojek mezi hlavními tubusy a z větrací šachty. Jednokolejné tunely jsou kruhové o vnitřním průměru 8,7 m včetně bezpečnostního prostoru 30 cm, který pokrývá i stavební tolerance (Obr. 4). Ostění je navrženo ze železobetonových segmentů obsahujících polypropylenová vlákna pro zvýšení požární bezpečnosti.

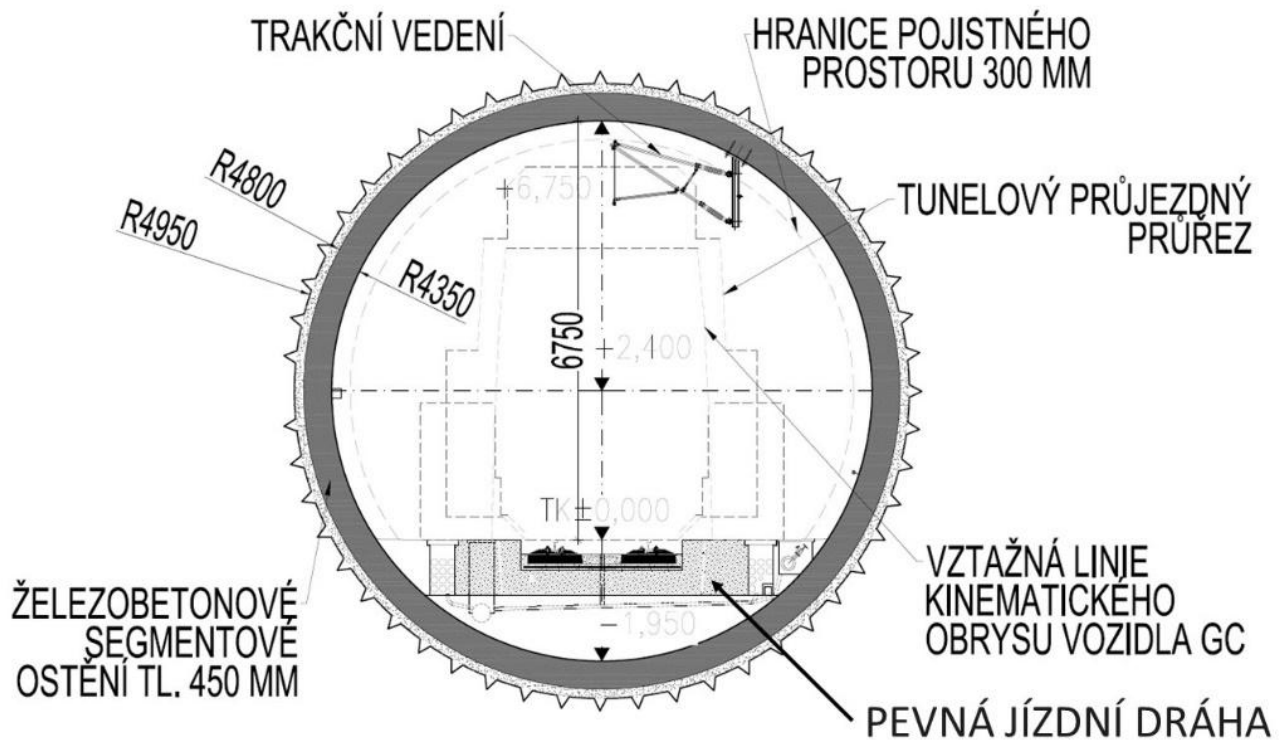
Bude vybudováno šest propojek s nadložím v rozmezí 41 až 84 m nad temenem kolejnice. Větrací šachta ve Střešovicích napomáhá odvětrání jednokolejných tunelů při požáru.

### 5.1 TBM TUNELY

S ohledem na předpokládané geologické a geotechnické podmínky a vzhledem k tomu, že se u trasy tunelu nevyskytují rozsáhlé oblasti jemnozrnných zemin, je na základě doporučení DAUB navrženo použití EPB-TBM. EPB-TBM umožňuje ražbu ve třech režimech v závislosti na aktuálně se vyskytujících geologických podmínkách (uzavřený, otevřený a polouzavřený režim). Použití všech tří režimů je predikováno podél trasy tunelu.

Tloušťka železobetonového segmentového ostění je v současné době zvolena 45 cm s tím, že v dalších fázích návrhu je možné její upřesnění. Rozhodující zatěžovací podmínky pro návrh ostění jsou v oblasti

eolických sedimentů a v místě tektonických poruch mezi zdravými břidlicemi. Kromě toho je v oblastech tektonických poruch a v oblasti Veleslavína očekáván vysoký hydrostatický tlak na ostění.



Obrázek 4: Vzorový příčný řez tunelem TBM.

## 6. RAŽBA POD RAMPOU V ULICI SVATOVÍTSKÁ

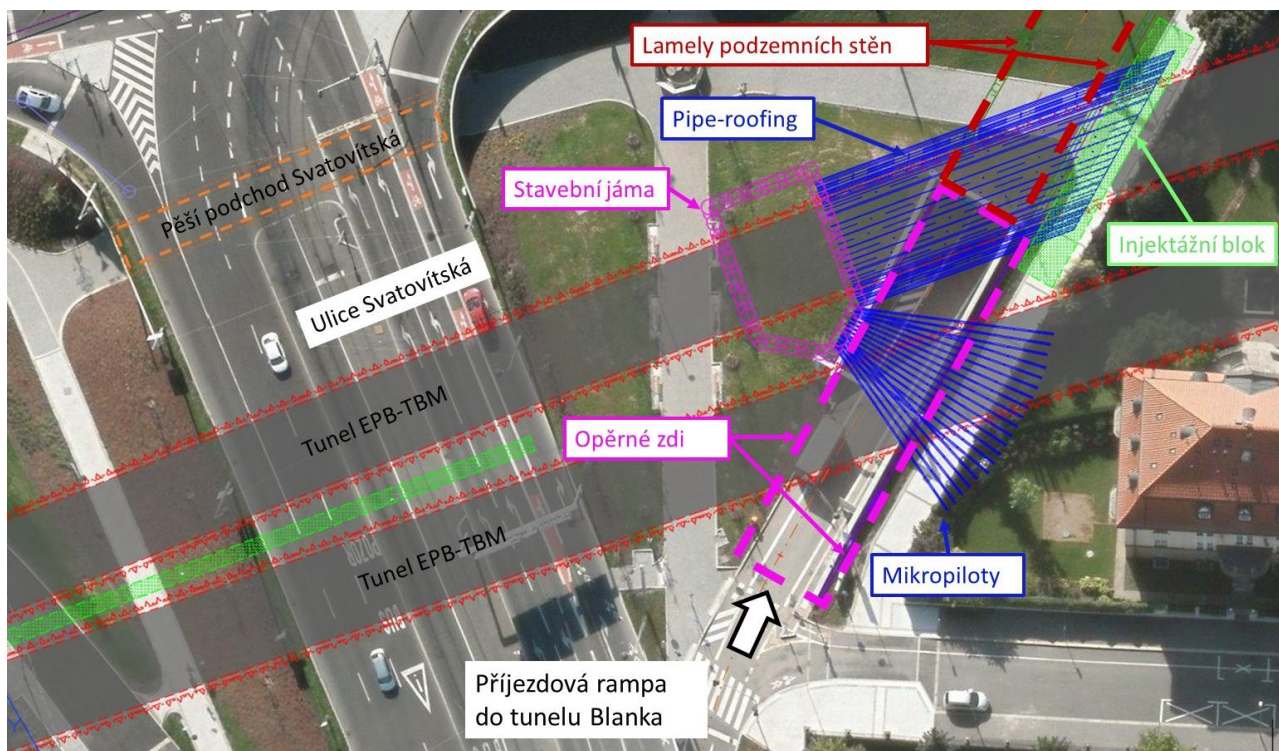
Ražba TBM začne z východního portálu (poblíž stanice Praha - Dejvice). Jedná se o úsek trasy v kvartérních sedimentech. TBM musí nejprve projít pod ulicí Svatovítská s nadloží do výšky 17 m. Následuje ražba kritického úseku pod příjezdovou rampou „Svatovítská“, která přivádí silniční dopravu do tunelu městského okruhu Blanka (viz obr. 5).

Rampa se skládá ze dvou konstrukcí. První část je tvořena opěrnými zdmi ve tvaru písmene L v otevřené části vozovky. Druhá část se skládá z podzemních stěn se zasypanou stropní deskou a volně uloženou spodní deskou (milánská metoda). Předpokládaná vzdálenost mezi patou podzemní stěny a obvodem raženého tunelu je pouze 2,1 m. Stropní deska uložená na podzemních stěnách je přitížena až 5 m zeminy v nadloží. Základová deska tunelu je spojena s podzemní stěnou pomocí smykového klíče, který představuje velmi citlivý detail konstrukce, protože není navržen pro přenos významných sil.

Levý tunelový tubus prochází pod podzemními stěnami, zatímco pravý tubus je umístěn pod zářezem se zárubními stěnami (viz obrázek 6). Pro návrh tunelu TBM a zmírnění dopadu stavby jsou hlavními problémy vysoká napětí pod patami podzemních stěn spolu s vysokou citlivostí podzemních stěn na svislou deformaci během ražby. Z tohoto důvodu projektant zvažoval několik řešení pro zmírnění rizik.

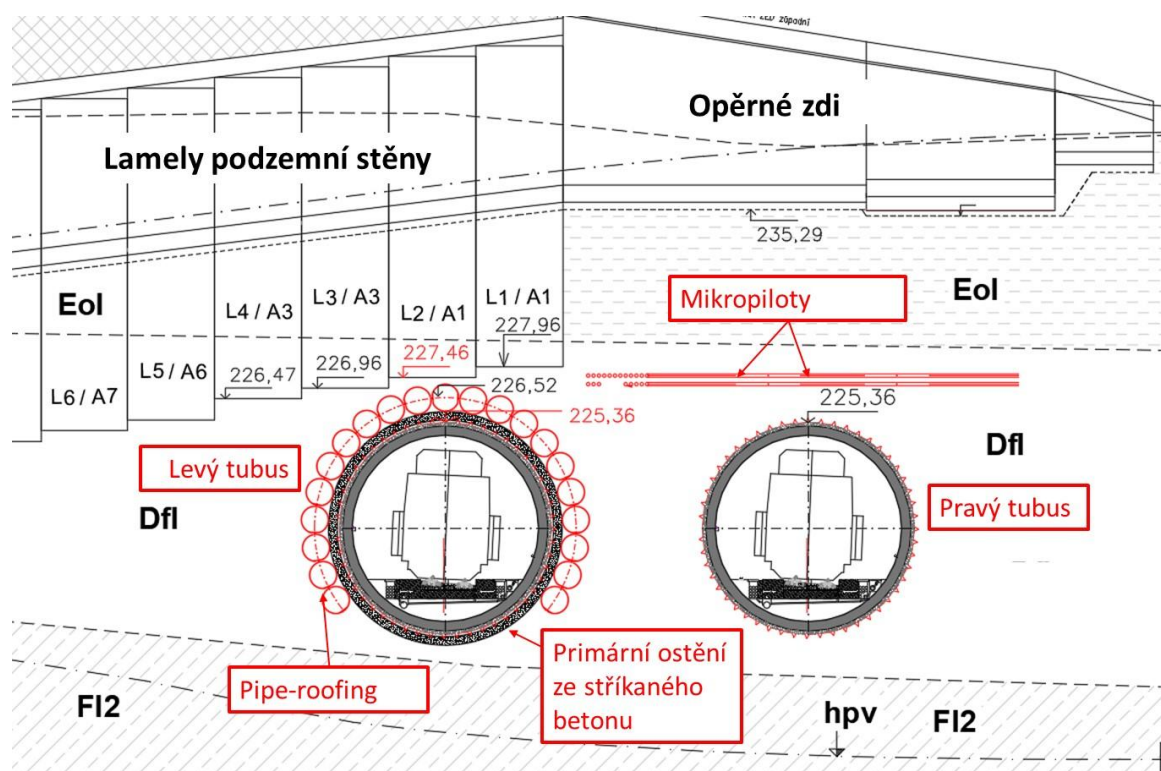
Uvažovalo se o injektáži pod paty podzemních stěn, avšak problémem byl přístup k provedení injektáže v dostatečné kvalitě a výsledná únosnost zemního bloku. Z tohoto důvodu projektant navrhuje použití metodu pipe roofing - pod podzemními stěnami instalovat ocelové trubky o průměru cca 1,3 m z dočasné stavební jámy (obr. 7). Protože na druhém konci rampy není žádná vytahovací šachta, musí být instalace trubek provedena zatahovacím strojem M-TBM a na druhé straně musí být trubky pipe-roofingu podepřeny v injektážním bloku. Konvenční prováděný tunel je pak vyražen pod ochranou pipe-

roofingu a spolu s dočasnou šachtou zalit betonem o nízké pevnosti. To pak umožňuje bezpečných průchod levého tubusu EPB-TBM v otevřeném režimu.



Obrázek 5: Situace navržených dodatečných zajišťovacích opatření v oblasti ulice Svatošítká

V prostoru pod opěrnými stěnami ve tvaru písmene L je navržen dvouřadý mikropilotový deštník (mikropiloty) prováděný z dočasné šachty. Tento vějíř z mikropilot umožňuje rozložit tlak na čelbě vytvářený EPB-TBM k její stabilizaci. Proto musí být pravý tubus tunelu proveden v uzavřeném režimu pod opěrnou zdí. Ražba však nevyžaduje výrazné výkyvy v podpurném tlaku na čelbě EPB-TBM z důvodu podchodu pod zářezem.



Obrázek 6: Příčný řez dodatečných opatření v oblasti ulice Svatošítká spolu s výsledky deformací určených numerickým modelem (Eol – eolitické sedimenty, Dfl – deluviofluviální sedimenty, F12 – fluviální sedimenty)

## 6.1 INSTALACE PIPE-ROOFINGU

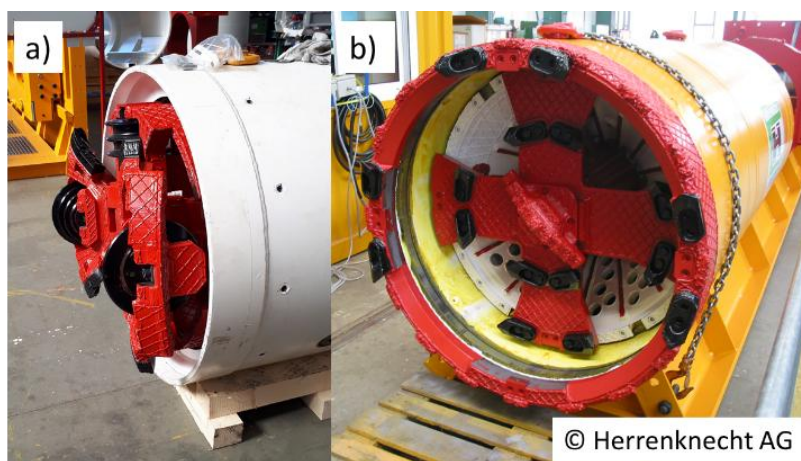
Pro konstrukci pipe-roofingu (instalace ocelových trubek) přicházejí v úvahu dvě metody: protlačování a metoda mikrotunelování. V případě mikrotunelování se nejčastěji používá bentonitový štít (M-TBM). Volba tohoto řešení je dána následujícími faktory:

- 1) těsné tolerance při ukládání ocelových trubek;
- 2) možným výskytem zemin i hornin v raženém průřezu;
- 3) požadavek na malé deformace okolního terénu při instalaci;
- 4) možným založením podzemních stěn hlouběji, než se předpokládalo, a s rizikem kolize trubek s patami podzemní stěny;
- 5) nemožnost vybudovat na protější straně Svatovítské ulice vytahovací šachtu pro příjezd M-TBM.



Obrázek 7: Realizace pipe-roofingu pomocí AVN 1200 na silničním tunelu Gongbeiv Číně (archiv Herrenknecht AG)

Zmíněné podmínky splňuje pouze bentonitové M-TBM. Z důvodu nemožnosti realizace stavební jámy na protější straně rampy Svatovítská je navržena aplikace zásuvného M-TBM. Tato technika umožňuje zatažení M-TBM přes instalované trubky zpět do stavební jámy, ze které byl vytlačen. To umožňuje jeden ze dvou systémů řezných hlav (viz obrázek 8). V obou případech ponechává M-TBM svůj vnější ocelový plášť v masivu.



Obrázek 8: a) První možnost zatahovacího mechanismu stroje M-TBM se sklopnou řeznou hlavou b) Druhá možnost zpětného vytahování stroje M-TBM se ztracenou vnější obručí hlavy (archiv Herrenknecht AG)

## 7. ZÁVĚRY

Historie tohoto projektu ukazuje, jak důležitý je kvalitní a rychlý systém povolování staveb a konzistentní zdroj financování velkých infrastrukturních projektů. Vnímání urbanistického plánování a vlivu stavby na životní prostředí během realizace se ze strany veřejnosti v průběhu času mění.

Projektantem vybraná varianta JIH a následně rektifikována na JIH-ÚVN byla i oponentními posudky (Thewes et al., 2024; Brož et al., 2020; Aue et al., 2024) potvrzena jako nejvhodnější trasa pro vedení tunelů pod Střešovicemi. Tato varianta je optimální zejména z pohledu minimalizace vlivu na obyvatele jak během výstavby tak i během provozu. Oponentní posudky poskytly investorovi doporučení do dalších fází přípravy. Výsledky posudků jsou použitelné i u jiných plánovaných dopravních staveb. Projektant nyní dokončuje návrh technického řešení Střešovických tunelů ve variantě JIH-ÚVN v detailu dokumentace pro územní rozhodnutí. V současnosti rovněž probíhá proces hodnocení vlivu stavby na životní prostředí (EIA), na který naváže žádost o společné povolení stavby dle liniového zákona. Investor očekává, že nezávislé posudky zvýší akceptaci tunelového řešení mezi veřejností a urychlí proces EIA a získání společného povolení.

V článku je uvažován poměrně inovativní způsob provedení stabilizačních opatření pro podcházení rampy Svatovítská, kterému je třeba v další projektové fázi věnovat mimořádnou pozornost.

## LITERATURA

- AUE, M. et al. (2024) Zhodnocení navržených variant nového propojení železničních stanic Praha-Dejvice a Praha-Veleslavín ve vztahu ke geologické stavbě zájmového území reprezentované vytvořeným koncepčním 3D geologickým modelem. Česká geologická služba, dostupné na <https://geology.maps.arcgis.com/home/webscene/viewer.html?webscene=99cc8742052947c6bef0c087cbe11e65>
- BEDNAŘÍK, K. (2020) Porovnání variant. Metroprojekt Praha a.s.
- BROŽ, M. (2020) Nezávislý posudek vlivu vibrací na zástavbu nad železničním tunelem Praha-Dejvice – Praha-Veleslavín.
- DAUB Recommendation for selection of tunnel boring machines (2010) (DAUB = Deutsche Ausschuss für Unterirdisches Bauen e.v.)
- DRAGON, F. et al. (2024) Předběžný geotechnický průzkum pro „Modernizace trati Praha-Výstaviště (mimo) – Praha-Veleslavín (mimo)“ – část Geotechnický průzkum ražených tunelů Střešovice. SUDOP PRAHA a.s.
- CHMELAR, R. et al. (2019) Předběžný geotechnický průzkum pro „Modernizace trati Praha-Výstaviště (mimo) – Praha-Veleslavín (mimo)“ – část Geotechnický průzkum ražených tunelů Střešovice. PUDIS a.s.
- THEWES, M. et al. (2024) Expert assessment – Assessment of Alignment Variants

***Dr.-Ing., Zdeněk, Žižka***

***METROPROJEKT PRAHA a.s.***

***zdenek.zizka@metroprojekt.cz***