

PŘÍPRAVA STŘÍŽKOVSKÉHO TUNELU JAKO SOUČÁSTI VRT PODŘIPSKO

Z. Žižka

METROPROJEKT PRAHA a.s., Prague, Czech Republic

ABSTRAKT: Článek se zabývá přípravou vysokorychlostní trati Praha – Lovosice, která je nazývána VRT Podřipsko. V první části se článek zaměřuje na popis celé trati Podřipsko. Ve své druhé části se článek zaměřuje na představení koncepce Střížkovského tunelu, který je součástí zmiňované vysokorychlostní trati.

1. ÚVOD

Příprava vysokorychlostních železničních tratí (VRT) v naší republice značně pokročila. Vysokorychlostní tratě se stanou součástí sítě Rychlých spojení v České Republice. Rychlá spojení jsou definována Správou železnic jako provozně-infrastrukturní systém rychlé železnice na území ČR. Rychlá spojení budou zahrnovat nejen VRT, ale i některé tratě upravené pro rychlost do 200 km/h. V současné době se nacházejí v různých stádiích projektové přípravy následující úseky VRT:

- RS 1 VRT Praha – Brno – Ostrava (délka 385 km)
- RS 2 VRT Brno – Břeclav (délka 44 km)
- RS 4 VRT Praha – Ústí nad Labem – Drážďany (délka 137 km)
- RS 5 VRT Praha – Hradec Králové/Pardubice – Vratislav (délka 273 km)

Trasa RS 4 spojuje Prahu a Drážďany, přičemž Krušné hory podchází velmi dlouhým bázovým tunelem. Naše společnost Metroprojekt Praha a.s. stojí v čele 22 projekčních firem, které aktuálně zpracovávají projektovou dokumentaci pro RS 4 a konkrétně její část Podřipsko ve stupni DÚR (Obr. 1). Pod názvem Podřipsko se skrývá označení úseku trati mezi Pražským uzlem Balabenka a stávajícím 4. železničním koridorem, na který se napojuje mezi Roudnicí a Lovosicemi. Na trase RS 4 by se měl v budoucnu nacházet ještě další dlouhý bázový tunel podcházející České Středohoří a vyústující v Ústí nad Labem.

Tento článek popisuje v první části stav přípravy vysokorychlostní trati a obecně koncepci vysokorychlostní trati. V druhé části se pak článek zaměřuje na Střížkovský tunel, který je navrhován na začátku trasy VRT pod stejnojmennou pražskou čtvrtí.

2. VRT PODŘIPSKO

Zmíněný úsek VRT je pojmenován podle Řípu, který je jedinou krajinou dominantou v okolí tratě, která významem překročila hranice regionu.

Úsek dvojkolejně trati začíná v Praze a končí sjezdem na konvenční trať č. 090 (takzvanou „levobřežku“) za městem Roudnice nad Labem. Trasa této VRT začíná ještě v širším centru Prahy. Součástí projektu je i návrh odbočky Balabenka (Obr. 2), který představuje jeden ze složitých pražských železničních uzlů. Ten propojuje 5 velkých pražských nádraží, a zatímco dnes se tu několik kolejí proplétá ve dvou výškových úrovních, po přestavbě se počet kolejí přibližně zdvojnásobí a přibude ještě třetí výšková úroveň. To vše za velmi podrobné koordinace s městským silničním okruhem, který povede v tunelech pod kolejištěm. Důvodem takto velkorysého řešení není samotná VRT a její zapojení do Prahy, ale zejména potřeba kapacitně vyhovět provozu, který předpokládá studie Železniční uzel Praha. Tento uzel by měl být z velké části dokončen až v polovině 21. století a odbočka Balabenka tak bude jedna z prvních staveb s ním přímo spojených. Koleje RS 4 probíhají touto dopravnou od ŽST Praha hlavní nádraží, kam bude tato VRT zaústěna, a na severním konci odbočky se zanořují do svahu pod pražskou čtvrtí Prosek a Střížkov. Podle druhé z nich jsou tunely délky ca 3 160 m pojmenované.



Obrázek 1: Přehledná situace VRT Podřipsko

Po výjezdu z tunelů se trať ocitá na polích mezi městskými částmi Letňany a Ďáblice, která mají velký potenciál v budoucí zástavbě a pražský Institut plánování a rozvoje (IPR) zde plánuje zcela novou městskou čtvrť. Z toho důvodu zde IPR požaduje rovněž zřízení železniční stanice. Stanice by měla

vzniknout paralelně s ulicí Cínovecká (pokračování dálnice D8 na území Prahy), a protože její plný potenciál bude využit až s případnou novou zástavbou v okolí stanice, je navržena s etapovitou výstavbou. Rozšíření zprvu nouzové stanice Praha Sever do plnohodnotné podoby má být umožněno za plného provozu tratě.



Obrázek 2: Nové kolejové řešení Balabenky

V úseku za stanicí Praha Sever budou již vlaky překračovat rychlost konvenční železnice. Až do oblasti severně od obce Líbeznice je návrhová rychlost 250 km/h a trať zde nejprve mostem o délce 90 m překonává plánovaný vnější dálniční okruh Prahy D0 (konkrétně úsek D520), aby se následně opět zanořila pod zem. Dvojkolejný Líbeznický tunel o délce 3 400 m provede VRT ještě relativně hustě zastavěným územím severně od Prahy. Za jeho severním portálem již mohou vlaky zrychlovat na plánovaných 320 km/h, respektive výhledových 350 km/h. Právě zde také trasa opouští Prahu, aby přes Středočeský kraj postupovala téměř těsně podél dálnice D8 až do kraje Ústeckého. Na rozhraní Středočeského a Ústeckého kraje se nachází poslední velká dopravná tohoto úseku s pracovním názvem ŽST Roudnice n/L VRT.

Před popisem samotné dopravní, je třeba zmínit ještě několik umělých staveb, které jí předcházejí. První z nich by mohl být tunelový most, nazývaný z legislativních důvodů nadjezdem, ovšem šířky 99 m. Jde o ekodukt, jen jeho účelem není vytvoření migrační trasy pro zvěř, ale propojení dvou blízkých částí přírodní rezervace (PR Vršky pod Špičákem). Další stavbou je Úžická estakáda délky 900 m, pod níž prochází pozemní komunikace a trať č. 092. Za obcí Zlosyň je trať navrhována v úzké koordinaci s plánovaným rozsáhlým šterkopískovým lomem, a hned za ním následuje nejdelší estakáda na RS 4, 1 600 m dlouhá Vltavská estakáda. Její délka je dána hlavně širokým pásem aktivní záplavové oblasti Vltavy v tomto místě. Samotnou řeku překonává 25 m vysokým mostem o rozpětí 80 m. Hned za touto estakádou je navržena prostorová rezerva pro odbočku, ve které se bude odpojovat VRT Poohří na město Most. Ta je v tuto chvíli prověřována samostatnou studií a není jisté, zda pokročí do další fáze přípravy. Poslední větší umělou stavbou ve Středočeském kraji je tunel Ledčice, nazvaný podle obce, kterou podchází. Je až s podivem, že se povedlo bezmála 50 km novostavby naplánovat už ve studii tak, aby k jediným demolicím obytné zástavby došlo právě v této obci. VRT zde povede 1 100 m dlouhým hloubeným tunelem.

Stanice Roudnice VRT bude tvořit kapacitní přepravní uzel. Do 4 kolejné stanice bude zapojena trať č. 096, která bude tvořit dopravní spojení s městem Roudnice nad Labem. Tato jednokolejná trať bude do stanice zaústěna přes „triangl“ (trať ve tvaru trojúhelníku), která má mimo jiné sloužit k otáčení některých pracovních vlaků před vjezdem do údržbové základny. Z tohoto servisního střediska, pro které

jsou projektovány vlastní kolejiště a haly, bude probíhat značná část údržby celé budoucí RS 4. Údržba bude probíhat pravidelně v nočních hodinách, kdy je provoz vlaků osobní dopravy na VRT přerušen.

Zbývající část trasy VRT představuje dalších asi 10 km trati na dvou několikaset metrových estakádách, z toho asi třetina trasy bude parametrů VRT. V odbočce Kněždol se bude od VRT odpojovat sjezd na konvenční trať č. 090, který bude na jednu až dvě dekády představovat jediné pokračování této tratě směrem k severní hranici ČR. Úsek VRT přes Středohoří představuje nejen technický, ale i politický oříšek, a proto se jeho realizace předpokládá s určitým zpožděním.

Je třeba zmínit, že pro celou trasu je vytvářen vedle klasické 2D dokumentace i model BIM obsahující i negrafické informace dle požadavků Správy železnic na stupeň DÚR. Veřejnost se s postupem přípravy může seznámit na gis portálu <https://vrtky.cz/podripsko>.

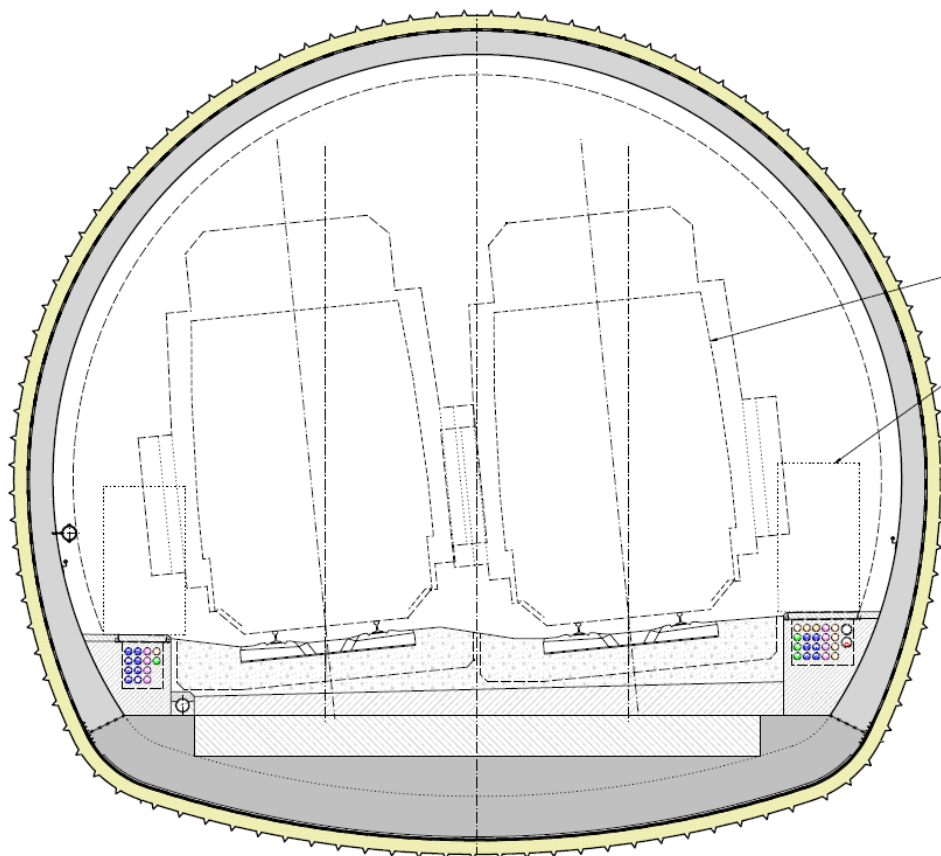
2.1 TUNELY NA VRT PODŘIPSKO

Na trase VRT Podřipsko se vedle již zmíněného Střížkovského tunelu nacházejí i další dva tunely. Konkrétně se jedná o tunel Ledčičký a tunel Líbeznický. Ledčičký tunel je celý hloubený a pro Líbeznický tunel je částečně navržena metoda výstavby ražená a částečně hloubená. Zatímco projekce Střížkovského tunelu se odehrává v režii Metroprojektu, jsou zbylé dva tunely projektovány kolegy z firmy Sagasta s.r.o.

Tunely jsou primárně navrhovány podle tzv. „Manuálu pro projektování VRT ve stupni DÚR“ vydaného Správou železnic na základě sdíleného know-how s francouzskými železnicemi (SNCF).

2.1.1 Tunel Líbeznice

Novostavba dvoukolejného hloubeného tunelu je navrhována délky 3400 m. Návrhová rychlost je 250 km/h. Od vjezdového portálu prvních 140 m je tunel hloubený budovaný v otevřené stavební jámě. Dalších 600 m délky je prováděno jako ražených (Obr. 3). Zbylých 2660 m tunelu je budovaných opět jako hloubených v otevřené stavební jámě. Vzhledem k umístění tunelu v extravilánu a většinou v malé hloubce pod povrchem terénu je navržena svahovaná stavební jáma. Konstrukce tunelu bude přesypaná do úrovně současného terénu případně vrstvou mocnosti alespoň 1 m.



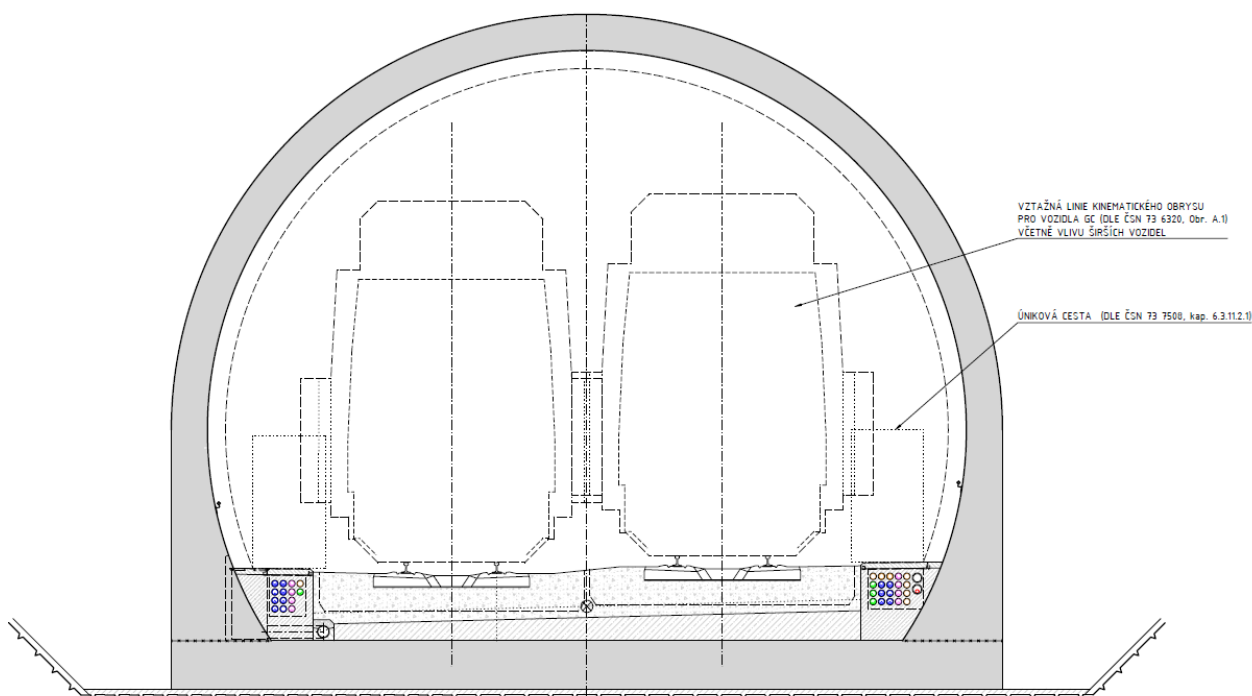
Obrázek 3: Příčný řez ražené části Líbeznického tunelu (Sagasta s.r.o.)

Niveleta tunelu je vedena v údolnicovém oblouku, což si vyžádalo nutný návrh čerpací jímky. Ostění tunelu je navrženo z železobetonu jako voděodolné s těsněnými spárami pomocí vnitřních těsnících pásů. Rozměry světlého profilu tunelu odpovídají Manuálu pro projektování VRT. Světlý profil tunelu je 91,8 m² (pro návrhovou rychlost 230 až 270 km/h je požadavek na min 90 m²). Klenba je založena na základové desce, jejíž tloušťka je závislá na zastižené geologii a výšce zásypu. Navrženy jsou tloušťky 800 a 1200 mm.

Ražba bude prováděna dle principů Nové rakouské tunelovací metody. Vzhledem k délce tunelu jsou navrženy tři únikové objekty (max. vzdálenost je 1000 m). Při únikových objektech jsou na povrchu navrženy plochy IZS a technologické objekty. Tunel kříží osm komunikací od silnic druhé třídy až po pěší komunikace.

2.1.2 Tunel Ledčice

Novostavba dvoukolejného hloubeného tunelu má navrhovanou délku 1450 m. Návrhová rychlost je 320 km/h. Tunel bude v celé délce hloubený (Obr. 4). Vzhledem k umístění tunelu z větší části v extravilánu a malé hloubce je navržena svahovaná stavební jáma s max. třemi výškovými úrovněmi svahů, které jsou odděleny lavicemi.



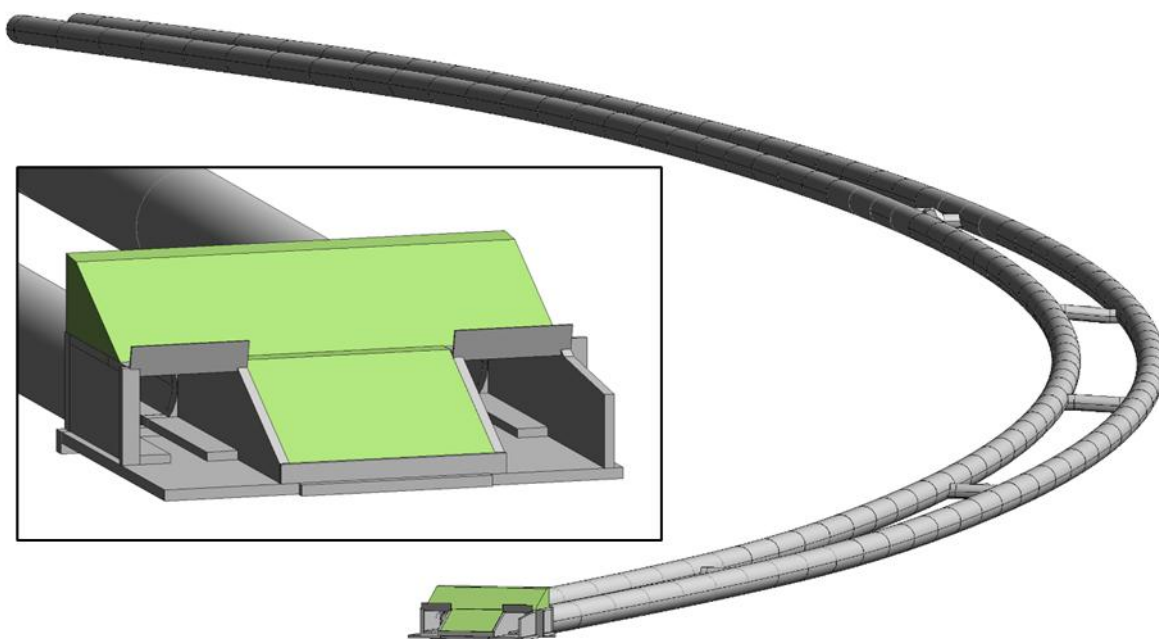
Obrázek 4: Příčný řez Ledčického tunelu (Sagasta s.r.o.)

Osa tunelu je v celé délce vedena ve směrovém oblouku s maximálním převýšením kolejí 150 mm. Tunel má střešovitý podélný sklon, kdy niveleta od vjezdového portálu nejprve stoupá a pak klesá. Rozměry světlého profilu tunelu odpovídají Manuálu pro projektování VRT (vnitřní líc ostění je kružnice o poloměru 6,5 m). Světlý profil tunelu je 99,6 m² (pro návrhovou rychlost 270 až 350 km/h je doporučení na min 100 m²). Úroveň hrany chodníku je opět navržena vždy ve výšce temene přilehlé kolejnice. Tunel kříží několik polních cest a silnic třetí třídy.

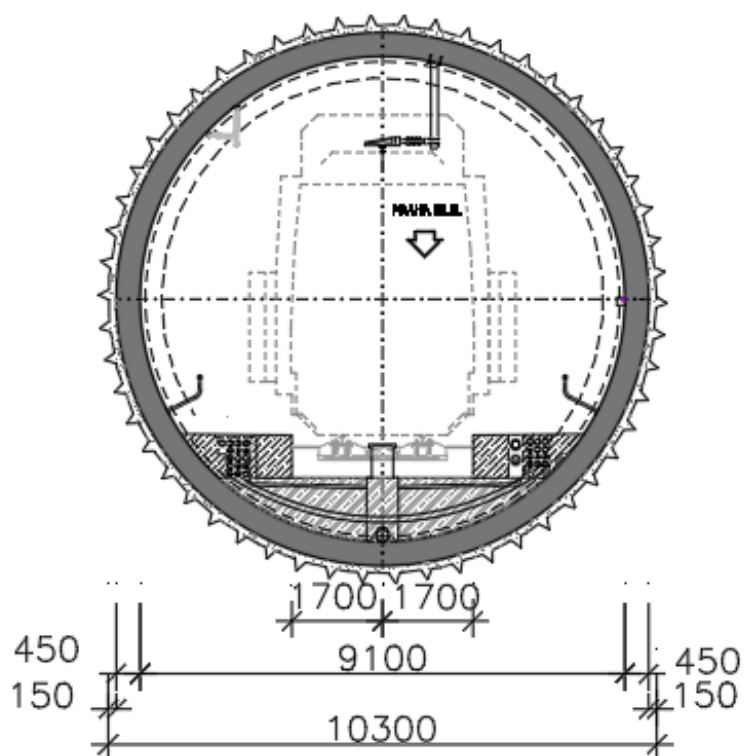
3. STŘÍŽKOVSKÝ TUNEL

Komplex Střížkovského tunelu (Obr. 5) se skládá dvou jednokolejných ražených traťových tubusů (Obr. 6), hloubeného portálového úseku na Balabence, hloubeného portálového úseku v Letňanech (Obr. 7) a ražených tunelových propojek. Levý i pravý ražený jednokolejný traťový tunel celkové délky ca 3160 m, z čehož ca 3000 m bude raženo plnoprofilovým tunelovacím strojem EPB-TBM (Obr. 5). Niveleta tunelu od vjezdového portálu stoupá až ve sklonu 16,5 ‰. Z důvodu omezení maximálního podélného sklonu

kolejí pak jsou v rámci směrových oblouků trasovány tubusy v rozdílných výškách. To si vyžádalo do tunelových propojek instalovat schody.

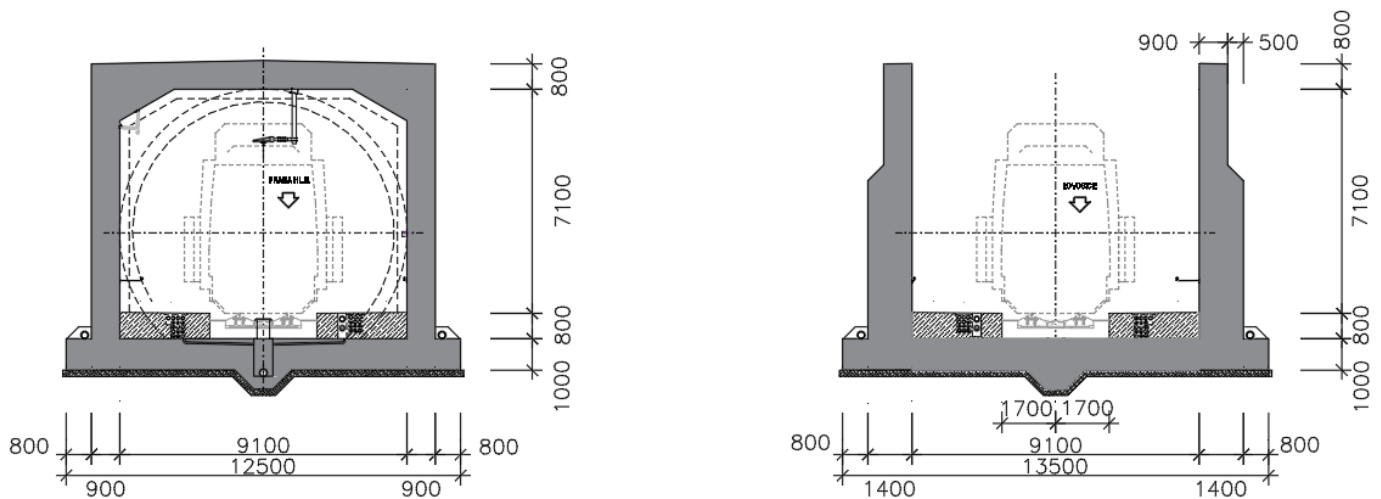


Obrázek 5: BIM model Střížkovského tunelu



Obrázek 6: Příčný řez ražené části Střížkovského tunelu

Návrhová rychlost v tunelu je uvažována do 200 km/h. Vzhledem k tomu se nejedná tunel VRT. Z toho důvodu nebyl jeho příčný řez navržen podle manuálu VRT, nýbrž podle vzorových listů Správy železnic pro tunely rychlostí do 200 km/h. Zmenšení příčného řezu oproti manuálu VRT si ovšem vyžádalo z aerodynamických důvodů nutnost instalaci pevné troleje.



Obrázek 7: Příčný řez hloubené části Střížkovského tunelu

3.1 GEOTECHNICKÉ PODMÍNKY

Úsek km 5,660-6,170 prochází tunel horninami letenského souvrství a platí zde obdobné podmínky, jako v místě vjezdového portálu. Zastoupeny jsou jílovitoprachovité břidlice s polohami křemenců. Pevnost horniny do hloubky roste. V profilu tunelu se budou nacházet především břidlice odpovídající pevností třídy R4, více zvětralé břidlice třídy R5 se budou nacházet v úvodní části kolem portálu tunelu a v nadloží. Polohy křemenců představují velmi odolnou horninu, která bude způsobovat vyšší opotřebení roubíků razicího štítu. Podle laboratorních rozborů je pevnost křemenců v prostém tlaku průměrně 40 MPa. V průběhu vrtných prací byly dokumentovány hodnoty RQD převážně 0, max. cca 50 %.

Úsek km 6,170-6,280 prochází tunel zlomovým pásmem u paty prosecké plošiny. Tektonická linie prochází územím ve směru ZZS-VVJ a zapříčinila vznik deprese vyplněné kvartérními sedimenty nasedající na podložní ordovické horniny. Lze předpokládat kvartérní deluviální a deluviofluviální sedimenty charakteru jílu a hlín písčitých s proměnlivým podílem podložních úlomků hornin. Předkvartérní podklad tvoří ordovické horniny letenského souvrství charakteru monotónních jílovitoprachovitých břidlic černošedé barvy, které jsou vlivem tektonických linií zvětralé do větších hloubek. V bezprostředním nadloží tunelu se budou nacházet zcela zvětralé břidlice charakteru jílovité zeminy pevné konzistence. V průběhu vrtných prací byly dokumentovány hodnoty RQD převážně 40-90 %.

Úsek km 6,280- cca 7,660 prochází tunel jílovitoprachovitými břidlicemi patřící do jemnozrnného (pelitická facie) vývoje letenského souvrství nebo libeňského souvrství. Niveleta tunelu stoupá a mocnost nadloží se pohybuje v rozsahu max. 62 m v km 6,540 až 36 m v km 7,660. Tunel bude ražen především ve zdravých jílovitých a jílovitoprachovitých břidlicích. Horniny mají pevnost v prostém tlaku na dolní hranici třídy R3 odpovídající nejčastěji rozsahu cca 18-34 MPa. Přítomnost poloh křemenců je ojedinělá. Vzdálenost diskontinuit je malá až střední, v průzkumných vrtech bylo dokumentováno RQD v rozsahu nejčastěji 30-80 %.

Úsek km cca 7,660- cca 7,900 prochází tunel na rozhraní dvou zcela rozdílných litologických celků hornin spodní křídy a ordoviku. Niveleta tunelu stoupá a mocnost nadloží se pohybuje v rozsahu 36-29 m. V horní části profilu tunelu se začnou objevovat pískovce korycanského souvrství, které jsou slabě diageneticky zpevněné a odpovídají třídě R5-R4. Pískovce jsou jemně až hrubě zrnité a v průběhu vrtných prací se rozpadaly na úlomky a písek. RQD téměř v celém profilu pískovců odpovídá hodnotě 0. V podloží pískovců bývá přítomná vrstva jílovců patřící již do peruckých vrstev. Jílovce mají šedou až černošedou barvu a obsahují zbytky organiky, popř. se jedná až o uhelné jílovce. Hornina je málo pevná a úlomky lze drtit v ruce, přetváření je částečně plastické. Tato vrstva, pokud je přítomná, bývá obvykle mocná cca 0,5-1,5 m. Přejít do hornin ordoviku může být ostrý, nebo může zahrnovat přechodnou vrstvu zvětralých hornin. Tmavošedé libeňské jílovité břidlice byly ve svrchní vrstvě cca 2,0 m lateriticky zvětralé. Podzemní voda se nachází především v křídových pískovcích, které tvoří výrazný kolektor, jílovce na rozhraní vrstev a podložní břidlice jsou prakticky nepropustné. S rostoucím podílem pískovců v profilu tunelu budou výrazně narůstat přítoky podzemní vody.

Úsek km cca 7,900- cca 8,757 prochází tunel v celém profilu křídovými pískovci korycanských vrstev. Mocnost nadloží postupně klesá z 29 m na 9 m v místě severního portálu ražené části. Pískovce jsou slabě diageneticky zpevněné a odpovídají třídě R5-R4. Křídové pískovce tvoří opět hlavní kolektor pro podzemní vodu v oblasti a vzhledem k nepropustnému podloží dochází k hromadění vody na bázi křídvy. Horniny jsou slabě až středně rozpukané a vytváří středně až silně propustný kolektor.

3.2 VÝBĚR TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ

Nejprve bylo třeba vybrat nejvhodnější technologii ražby a s tím související kolejové řešení. Do úvahy přicházela možnost řešení tunelu jako dvoukolejného raženého technologií NRTM nebo dvou jednokolejných tubusů ražených metodou TBM. Jako prvotní kritérium byla zhodnocena u těchto dvou variant rychlost výstavby, kdy varianta dvou jednokolejných tunelů ražených pomocí TBM jasně dominuje. Varianta dvou jednokolejných tunelů dále nabízí vyšší úroveň bezpečnosti provozu a v neposlední řadě vhodné umístění technologického vybavení tunelu do tunelových propojek. Volbu varianty ražby pomocí TBM podporuje možnost zřízení kvalitní logistické základny v Letňanech pro obsluhu ražeb.

Statický výpočet prokázal s ohledem na zastižené geologické podmínky nutnost nasazení stroje s možností aktivní podpory čelby podpůrným tlakem. Požadavky na razicí techniku je možné na základě předběžného geotechnického průzkumu stanovit pouze orientačně. V rámci plnoprofilových TBM existují tři varianty strojů s aktivní podporou čelby. Vedle zeminového štítu (EPB) je to bentonitový štít a štít s variabilní hustotou podpůrného média (variable density shield). Z důvodu nezastižení rozsáhlých oblastí zemin bez jemných částic v navrhované trase tunelu je navrhován zeminový štít EPB-TBM. Výhodou tohoto typu stroje oproti zbylým dvou typům je jeho nižší cena i provozní náklady. EPB-TBM dále umožňuje ražbu ve třech módech v závislosti na aktuálně zastižených geologických podmínkách (uzavřený, otevřený a polouzavřený mód). Všechny tyto tři módy budou s vysokou pravděpodobností při ražbě Střížkovského tunelu využity.

Vzhledem k poměrně nepříznivým geologickým a hydrogeologickým podmínkám z hlediska stability výrubu bude nutné významnou část tunelu razit v uzavřeném módu. Pouze tak dojde k minimalizaci sedání povrchu a minimálnímu ovlivnění hydrogeologické situace zájmového území. V otevřeném módu se bude razit pouze ve zdravých skalních horninách s minimální puklinovou propustností podzemní vody. Na přechodu mezi oblastmi ražby v uzavřeném módu a otevřeném módu je navrhováno nasazení polouzavřeného módu. Přítoky podzemní vody do tunelu budou v místech s vysokými přítoky regulovány ražbou v uzavřeném módu TBM.

Při určování potřebného průřezu tunelu bylo vycházeno na základě návrhové rychlosti do 200 km/h ze VZOROVÉHO LISTU SVĚTLÝCH TUNELOVÝCH PRŮŘEZŮ JEDNOKOLEJNÉHO TUNELU Příloha 12 Mechanizovaná ražba – Geometrie – od 161 km/h do 230 km/h pevná jízdní dráha, převýšení 0 - 160 mm (bez odsazení). Jako ostění tunelu je navrženo prefabrikované betonové ostění Φ 9,1/10,0 m tl. 450 mm s výztužím drátků nebo konvenční ocelovou výztuží. Pevnostní třída betonu musí být minimálně C35/45 a nemá překročit C50/60 z důvodu křehkosti betonu. Podrobnější požadavky na kvalitu betonu nejsou v rámci současného stupně projektové dokumentace stanoveny.

Pro účely projektové přípravy je uvažován výsledný průměr výrubu Φ 10,3 m. Uvažovaný výrub je o 150 mm větší na každé straně než vnější hrana segmentového ostění. Velikost 150 mm je v současném stupni dokumentace uváděná jako orientační. Tento prostor je technologicky nutný mimo jiné pro řízení stroje. Na konci zadní obálky štítu je pak tlakově vyinjektován např. tzv. dvou-komponentní injektáží. Tolerance směrového a výškového vedení ražby je uvažována 100 mm na každou stranu od osy tunelu. Těchto 100 mm pro toleranci ražby je vyčleněno mimo pojistný prostor 300 mm.

Segmentové ostění traťových tunelů je v příčných a podélných spárách utěsněno proti vodě pomocí elastomerového těsnění. Toto elastomerové těsnění může být vybaveno bentonitovými pásky, které v případě kontaktu s vodou nabobtnají a oblast dále utěsní. U elastomerového těsnění je prokázáno, že vyhoví na těsnost pro dvojnásobek požadovaného hydrostatického tlaku se zohledněním degradace těsnění během návrhové životnosti ostění a vzájemného natočení segmentů či vzájemného posunu prstenců. Požadavek na vodotěsnost je návrhová hodnota vodního sloupce výšky po 100 letech.

Kolejové řešení tunelu počítá s návrhem pevné jízdni dráhy a s maximálním převýšením koleje 60 mm. Konkrétní typ pevné jízdni dráhy není v tomto stupni PD specifikován. Použití štěrkového lože by si oproti PJD (pevná jízdni dráha) vyžádalo zvětšení průměru tunelu ze dvou důvodů:

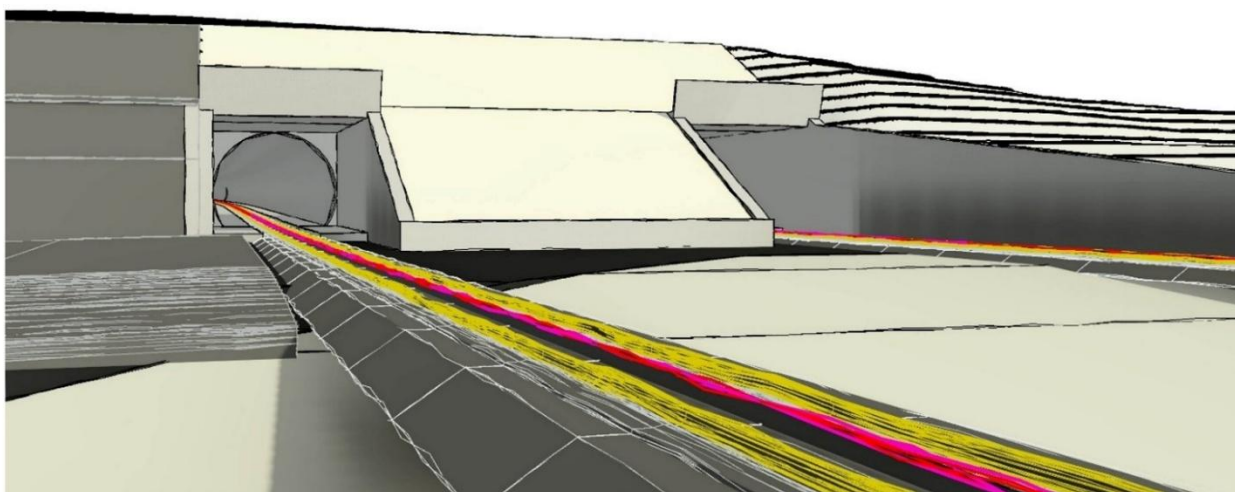
1. o 0,2 m v průměru. Při zachování stávajícího průměru tunelu by se použitím kolejového lože zmenšila šířka únikové cesty na 1022 mm. Dle PBR mají být chodníky široké minimálně 1,1 m. Zvětšení výrubu o 0,2 m by přineslo na výšení plochy teoretického výrubu z 83,3 m² na 86,6 m².
2. o 0,7 m z důvodu umístění šachet čištění drenáže do chodníků z důvodu jejich přístupnosti a zároveň zachování možnosti strojního čištění kolejového lože

Použití PJD v jednokolejném Střížkovském tunelu je tedy úspornější z hlediska plochy výrubu i plochy segmentového ostění. Toto srovnání vychází z nutnosti umístění hrany chodníků až 2,26 m od osy koleje dle vzorových listů. Tato vzdálenost umožňuje strojové čištění kolejového lože a dále rovněž jeho efektivní údržbu z hlediska rektifikace koleje z důvodu použití stejných mechanismů jako na otevřené trati. V případě nasazení PJD je nutnost údržby minimalizována, avšak je třeba oproti štěrkovému loži počítat s většími investičními náklady na samotný železniční svršek o 20 až 40 % (údaj z německé literatury). PJD dále umožňuje umístění tlumícího tzv. mass-spring systému zabráňujícímu šíření vibrací do okolí tunelu. Naproti tomu štěrkové lože umožňuje pouze umístění tlumících matrací mezi štěrk a železobetonovou konstrukci v tunelu, která je méně účinná. Poloha únikového chodníku nad TK je 0 mm na levé straně tunelu. Na pravé straně se chodník nachází v úrovni temene přilehlé převýšené kolejnice. Specialitou Střížkovského tunelu je provedení

Záchranné výklenky v tomto typu ostění nebudou obecně vybudovány. Výjimkou a zároveň zajímavostí Střížkovského tunelu je výklenek pro filtr, který složí zahrazení DC proudů (DC filtr). Důvodem umístění toho filtru změna typu napájení trakce před tunelem v blízkosti portálu na Balabence. Zhotovení tohoto výklenku je navrženo jako provedení zárodku propojky.

Na traťové tunely TBM navazují tunely portálových úseků (Obr. 8), které jsou prováděny jako hloubené otevřené stavební jámě. Zatímco v oblasti Letňan je délka tohoto úseku zhruba 140 m, na Balabence je uvažovaná délka hloubeného úseku pouze ca 20 m. To je z důvodu strmějšího klesání nadloží na Balabence, jelikož ražba pomocí TBM vyžaduje určité minimální nadloží.

V rámci porovnání variant bylo posuzováno nasazení jednoho komplexu TBM či dvou komplexů TBM, které by razily oba tubusy Střížkovského tunelu současně. Projektant se vzhledem k délce tunelu přiklonil k nasazení pouze jednoho komplexu TBM z důvodu úspory finančních prostředků a délky tunelu. V případě nasazení dvou komplexů TBM by se doba výstavby zkrátila pouze zhruba o 12 měsíců, což by z hlediska časové náročnosti jiných úseků trati VRT nemělo význam.



Obrázek 8: Vizualizace portálu Střížkovského tunelu na Balabence (ing. arch. Pavel Sýs)

Z hlediska postupu provádění ražeb pro Střížkovský tunel byly prověřovány dvě možnosti:

1. Ražba od portálu na Balabence směrem do Letňan – dovrchní ražba
2. Ražba z Letňan směrem k portálu na Balabence – úpadní ražba

Z hlediska možnosti umístění staveniště, zásobování staveniště a jeho vlivu na okolí zde jednoznačně vítězí varianta ražby z Letňan směrem na Balabenku. Oblast Letňan umožňují i zřízení komfortního zařízení staveniště spolu s továrnou na segmentové ostění a betonárkou. Tato betonárka pak bude sloužit i při jiné objekty prováděné v rámci VRT.

3.3 PROPOJKY

Potřeba návrhu tunelový propojek (Obr. 9) vychází z TSI, na kterou se při definici nutnosti propojek odkazuje PBŘ tunelu. Tunely propojek jsou navrženy jako ražené NRTM. Návrh obecně počítá s maximální roztečí propojek 450 m, která je doložena v PBŘ na základě modelu evakuace osob a modelu zakouření jakožto dostatečná. Lokálně je tato vzdálenost eventuálně zmenšována z důvodu nadzemní zástavby, tak aby ražba propojky nebyla prováděna pod senzitivní nadzemní zástavbou. V úseku je navrženo 7 propojek s nadloží od 15 m až po 59 m.

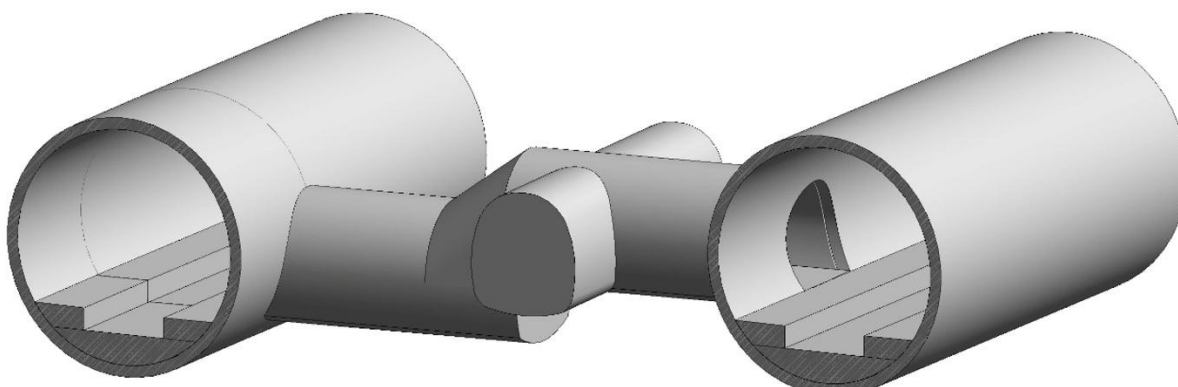
Jak již bylo zmíněno v článku dříve, výškové řešení obou kolejí se po trase tunelu odchyluje. V případě malého výškového rozdílu mezi traťovými tunely probíhají propojky přímo (podélný sklon propojek do 1:8 = 12,5 %). Při vyšším sklonu je do propojky umístěno schodiště, které sklon vyrovnává.

Tři typy propojek:

- Základní s bočními rozrážkami - V propojkách č. 2 a č. 4 bude vždy vybudována ještě štola kolmá na propojku pro umístění přídatných technologických zařízení. V propojkách č. 5 a 6 pak budou vybudovány boční štoly dvě. vybudovány dvě kolmé štoly pro umístění přídatných technologických místnosti. Provedení těchto dodatečných místností je zajištěno bočními rozrážkami z hlavní štoly propojky. Propojky č. 5 a 6 budou obsahovat schody pro překonání výškových rozdílů mezi tubusy traťových tunelů. Za tlakotěsnými dveřmi propojky (v chráněném prostoru) před samotnými schody je umístěna vždy bezbariérová plocha o obsahu min 30 m².
- Zvětšená bez bočních rozrážek - Propojky č. 1, č.2, a č. 7 nemají boční štoly, avšak mají zvětšený základní příčný řez, aby úniková štola vedle technologických místností splňovala podmínky TSI (šířka 1,5 x výška 2,25 m).

Propojky se budou razit až po vybudování traťových tunelů. Po zajištění stability hotového segmentového ostění v místě prostupů a vyjmutí příslušných dílců železobetonového montovaného ostění se vyrazí příslušné propojky podle technologie NRTM a opatří se primárním ostěním. Následně se položí hydroizolační souvrství a vybetonuje se sekundární ostění.

Monolitické železobetonové konstrukce v ražených propojkách jsou na rubu opatřeny fóliovou povlakovou izolací z měkčeného PVC odolnou proti tlakové podzemní vodě. Vstupy do propojek budou opatřeny 2 ks tlakotěsnými dveřmi. Vzduchotechnické vybavení umožňuje vyvodit přetlak v propojkách.



Obrázek 9: Propojka Střížkovského tunelu s příčnou rozrážkou a rozdílou nadmořskou výškou traťových tunelů

4. ZÁVĚR

Před samotnou realizací úseku RS 4 čeká projektanty ještě mnoho práce. Ať už je to provedení podrobného inženýrskogeologického průzkumu a následné upřesnění razícího mechanismu a vystrojení

tunelu nebo dokončení projektů technologických profesí. Klíčovým úkolem pro projektanty je i vysvětlit vybrané řešení VRT veřejnosti a prokázat, že krajina i obyvatelstvo bude výstavbou VRT dotčena v co nejmenší možné a zároveň akceptovatelné míře.

LITERATURA (písmo tučně, velkými písmeny, styl REFERENCE HEADING 12 b)

Manuál pro projektování VRT ve stupni DÚR, Sprá železnic, 2021

Nařízení Komise (EU) č. 1303/2014 ze dne 18. listopadu 2014 o technické specifikaci pro interoperabilitu týkající se „bezpečnosti v železničních tunelech“ železničního systému Evropské unie (TSI)

KUČERA, P. (2024) Koncepce požárně bezpečnostního řešení, Střížkovský tunel

HOFMAN, P. a kol. (2024): RS 4 VRT Praha-Balabenka - sjezd Lovosice Metroprojekt Praha a.s.

SVOBODA, M., MAŘÍK, L. (2024) Projektová dokumentace Líbeznického a Ledčického tunelu ve stupni DÚR, Sagasta s.r.o.

SŽDC s.o.: Vzorový list světlý tunelový průřez jednokolejného tunelu, Schváleno č.j. S 65027/09 - OTH ze dne 17. 2. 2010, Účinnost od 1. 3. 2010, Praha 2010

Dr.-Ing., Zdeněk, Žižka

METROPROJEKT PRAHA a.s.

zdenek.zizka@metroprojekt.cz