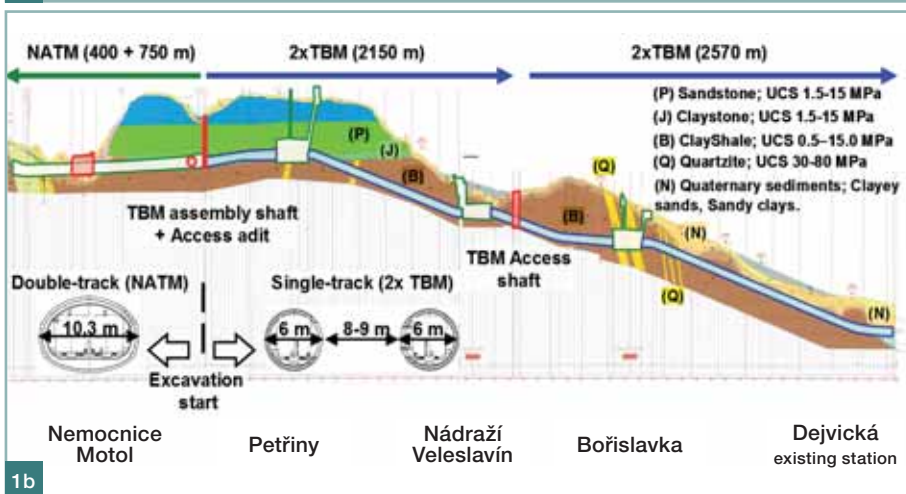
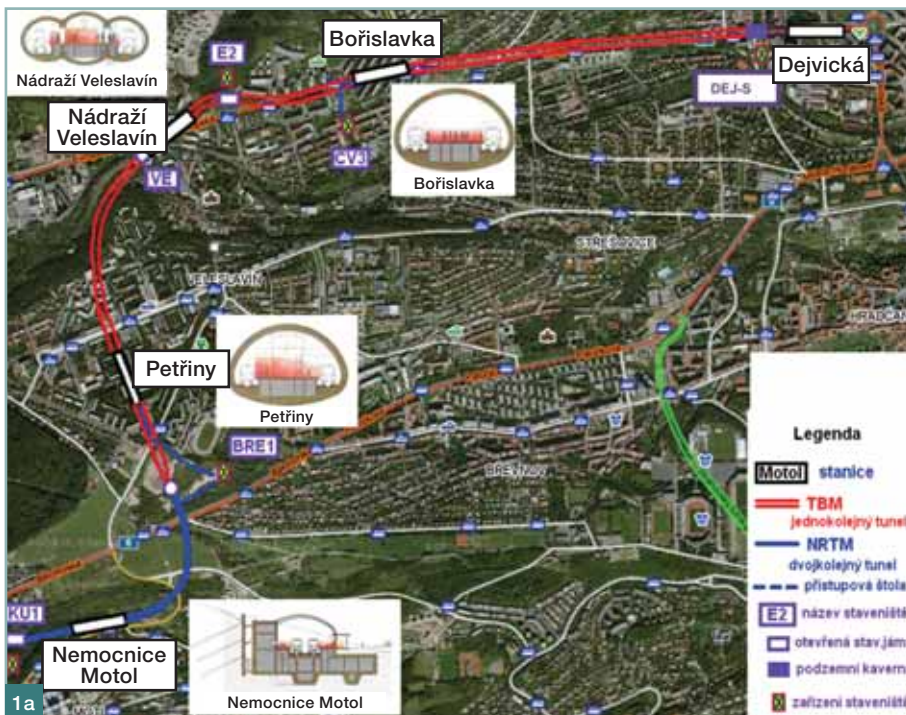


NOVÝ ÚSEK METRA V.A: PŘEHLED STANIC A TRAŤOVÝCH ÚSEKŮ, SOUHRN ZMĚN BĚHEM VÝSTAVBY ■ NEW SECTION OF METRO V.A: OVERVIEW OF THE STOPS AND TRACK SECTIONS, SUMMARY OF CHANGES DURING CONSTRUCTION

Anna Svobodová, Jiří Junek

Páté prodloužení trasy A metra v Praze představuje úsek ze stávající stanice Dejvická do stanice Nemocnice Motol, který měří 6 134 m a má celkem čtyři nové bezbariérové stanice – Bořislavka, Nádraží Veleslavín, Petřiny a Nemocnice Motol. Projekt významně zkvalitnil dopravní obsluhu území severozápadního segmentu hlavního města Prahy a snížil negativní dopady na zdejší životní prostředí. Klíčovými přínosy jsou redukce autobusové dopravy na Vítězném náměstí a v jeho okolí a zlepšení dopravní dostupnosti motolské nemocnice. První práce na stavbě metro V.A byly zahájeny v dubnu 2010 a stavba byla uvedena do provozu 6. dubna 2015. Všechny podzemní stanice, až na Nemocnici Motol, která je hloubená, zasazená do svahu nad vstupem do FN Motol, byly vyraženy novou rakouskou tunelovací metodou (NRTM). Traťový tunel z Vypichu do stanice Nemocnice Motol je dvoukolejný a ražený též metodou NRTM. Ostatní tunely v délce 4 177 m jsou jednokolejné ražené dvěma plnoprofilovými zeminovými štíty – technologií TBM-EPBS (Tunnel Boring Machine – Earth Pressure Balance Shield), která je pro dané podmínky oproti NRTM šetrnější, bezpečnější a také rychlejší. I v problematickém podloží dosáhla měsíční ražba až 625,5 m. ■ The fifth extension of the A metro route in Prague constitutes of the current Dejvická stop, leading to stop Nemocnice Motol, measures 6,134m and has 4 new wheelchair accessible stops – Bořislavka, Nádraží Veleslavín, Petřiny and Nemocnice Motol. The project significantly contributes to quality of transportation in the northwest segment of the city of Prague and decreases negative impacts on local environment. The benefits are reducing the bus transportation on and around the Vítězná Square and better accessibility by public transportation of the Motol Hospital. The first works on the V.A metro construction were commenced in April 2010 and put in operation on April 6, 2015. All underground stops were constructed by the new Austrian tunnel method (NATM), except the Nemocnice Motol stop, which was cut and covered, located in a hillside above the entrance to the hospital. The tunnel from Vypich to the Nemocnice Motol stop is two-track, and is also made by the NATM. The other tunnels in the length of 4,177m, are one-tracked tunnels, driven by two EPB shields – by the TBM-EPBS technology (Tunnel Boring Machine – Earth Pressure Balance Shield), which is in the given conditions and compared to the NATM friendlier, safer, and also faster. The monthly boring reached up to 625,5m even in problematic subsoil.



Obr. 1 a) Celková situace stavby nového úseku metra V.A, b) podélný profil ■ Fig. 1 a) Overall situation of the new section of the V.A metro, b) longitudinal profile
 Obr. 2 Bořislavka: štít Adéla při protahování stanic, 2012 ■ Fig. 2 Bořislavka: the Adéla shield pulled through the station, 2012
 Obr. 3 Bořislavka: armování stanice pro definitivní ostění a příprava na betonáž, 2013 ■ Fig. 3 Bořislavka: bar setting of the tunnel final linings and the preparation for concreting, 2012
 Obr. 4 Bořislavka: definitivní ostění štoly v napojení na větrací šachtu, 2014 ■ Fig. 4 Bořislavka: final lining of the tunnel at the joint with the ventilation shaft

Investor	Dopravní podnik hl. města Prahy, a. s.
Objednatel	Inženýring dopravních staveb, a. s.
Zhotovitel	Sdružení Metro V.A (Dejvická-Motol) Metrostav, a. s. (vedoucí účastník sdružení) Hochtief CZ, a. s.
Projektant	Metroprojekt Praha, a. s.
Supervize prováděcích projektů ražeb	ILF Consulting Engineers, s. r. o.
Dodavatel geotechnického monitoringu	Sdružení Arcadis-Inset Arcadis Geotechnika, a. s. (vedoucí účastník sdružení) Inset, s. r. o.
Dodavatel technologických částí	Skanska CZ, a. s.
Doba výstavby	2010 až 2015

V následujících kapitolách je shrnuta pětiletá doba výstavby jednotlivých stanic, traťových tunelů, liniových objektů a dalších stavebních objektů na novém úseku metra V.A.

STANICE BOŘISLAVKA

Jedná se o jednolodní raženou stanicí s hloubkou nástupiště pod terémem 27,1 m a délkou 193 m. Staniční tunel navázal na úpadní 223 m dlouhou přístupovou štolu František raženou z portálu v ulici Kladenská a byl členěn na tři dílčí výrubu (dva boční a jeden středový), které byly dále členěny na kalotu, opěří a dno. Ražba probíhala metodou NRTM s délkou záběru 1 m.

Výstavba stanice Bořislavka

Z důvodu zhoršených geotechnických parametrů horninového masívu v oblasti stanice a možnosti výskytu poklesů, které by se mohly projevit na povrchových objektech, byla přijata opatření – změny některých parametrů zajišťování výrubu stanice a změna členění výrubu stanice z horizontálního na horizontální pouze v rozrážce a vertikální po celé délce stanice; zesílení ostění ze stříkaného betonu ze 400 mm na 500 mm včetně zhuštěného vystrojování tunelu kotvami, příhradovými rámy, sítěmi a příložkami atd. Pro minimalizaci poklesů povrchu terénu a jejich vlivu na stavební objekty v ulici Kamerunská byla před zahájením ražby vlastní stanice realizována pilotová stěna (clona) z 10 ks pilot o průměru 900 mm a hloubce 40 m včetně zlepšení parametrů horniny injektážemi v oblasti patek této stěny. V rámci geomonitoringu došlo k doplnění a zvýšení četnosti měření a sledování deformací v tunelu i na povrchu.

Z důvodu snížení vlivu výstavby na okolní zástavbu byla zakryta vstupní a manipulační část staveniště CV3 v ulici Kladenská rozsáhlou protihlukovou halou a byla vyměněna okna v dotčených objektech v rámci protihlukových úprav.



Před samotnou ražbou stanice byla pod panelovým domem čp. 599 v ulici Kamerunská, který se nachází v zóně možného deformačního ovlivnění, realizována horizontální mikropilotová clona z profilu rozfárání stanice pomocí mikropilot R 108/16 mm v počtu 16 ks délky 12 m.

Z důvodu eliminace zpoždění ražeb stanice Bořislavka způsobeného nepříznivou geologií bylo přijato dodatečné technické opatření, které umožnilo souběžné práce na doražbě středního staničního výrubu a ražbu traťových tunelů pomocí štítu ze stanice Bořislavka do stanice Dejvická. Byly použity ochranné ocelové stěny, tzv. „paravány“ délky 8 m z obou stran středního výrubu. Během ražby stanice bylo vyvezeno 45 000 m³ rubaniny.

Pro zásobování ražby štíty a pro zahájení betonáže spodní klenby stanice bylo nutné vybudovat ve stanici provizorní násypy a zpevněné plochy, po kterých

se odkláněla doprava. Současně se zásobováním těžkými prefabrikovanými segmenty levým traťovým tunelem byla pravým tunelem realizována betonáž spodní klenby stanice z důvodu dodržení konečného termínu výstavby.

První dilatační díl stanice má profil zvýšený o 700 mm pro zabudování tří až čtyřpatrového objektu výšky 12 m a délky téměř 70 m, který slouží jako technologické zázemí stanice.

Bednění vrchní klenby stanice o váze 150 t bylo z posuvné formy ve stylu stavebnice Merkur. Z důvodu stísněných podmínek v prostoru stanice ji bylo nutné poskládat v opačném pořadí, od vrchních dílů (zavěšených pomocí čtyř 17metrových táhel v prostoru výtahové šachty) postupně až k dílům spodní části formy.

Pro izolaci stanice byla zvolena kombinace stříkané izolace na čelních stěnách stanice a izolace fóliové, která se ve dně realizovala po sektorech ve dvou vrstvách tak, aby ji bylo možné kontrolovat. V období od října 2013 do půlky března 2014 byla realizována



izolace a definitivní ostění ve vzduchotechnické části přístupové štoly František, která sloužila v době výstavby jako zásobovací cesta do stanice. Na štolu navazuje svislá větrací šachta, kterou proudí přes ventilátory osazené ve štole vzduch pro větrání celé stanice. Ve štole byla zřízena jeřábová drážka pro manipulaci a osazení ventilátorů. Následně byla zbylá část přístupové štoly v délce 100 m zaplněna popílkobetonem.

Pro betonáž definitivního ostění větrací šachty byla zvolena technologie kontinuální betonáže. Byl použit speciální beton o pevnosti C 30/37 dosahující penetračního odporu 6 MPa potřebného pro odbednění po 6 h. Betonáž byla nastavena na záběry délky 200 mm každou hodinu. Celková výška betonovaného úseku byla 22,06 m. I přes nepřízeň počasí byla celá šachta zabetonována za 109 h. Pro tuto metodu bylo nezbytné izolovat a armovat celou šachtu v plné výši před betonáží. Při porovnání metod klasické a kontinuální betonáže se lze jednoznačně u šachet hlubších než 15 m přiklonit ke kontinuální betonáži. Největší výhodou této varianty je vyloučení spár a zamezení vniknutí vody do konstrukce. Dochází tak ke vzniku „vodonepropustného“ tělesa. Provádění prací je o 25 % rychlejší než u klasické metody. Dále je kontinuální betonáž bezpečnější metoda, protože na rozdíl od klasické metody nevznikají rizikové činnosti při posunu a zakotvení formy.

Architektura stanice Bořislavka

Ražená jednolodní stanice Bořislavka s výstupy oběma směry je umístěna pod Evropskou ulicí. Dva podchody pod Evropskou ulicí byly budovány ve dvou etapách tak, aby nebyla přerušena automobilová ani tramvajová doprava. Výstupy v úrovni Evropské jsou navrženy bez přístřešků, pouze s ocelovým portálem, signalizujícím vstup do stanice. Kiosky

výtahů jsou prosklené. V podchodech je situována obchodní vybavenost. Budoucí podchod pod Liberijskou ulicí pod jihozápadním sektorem křižovatky, odkud je uvažován přístup do budoucího obchodně administrativního centra Bořislavka, bude přímo propojen s podchodem k vestibulu metra zvýrazněným proskleným světlíkem.

Výrazně podélný charakter stanice je podpořen podélným členěním obkladu nástupiště, dále sdruženými nosníky u hran nástupiště, svítidly na stojanech ve středu nástupiště a oživujícím červeným pletencem v dlažbě nástupiště. Charakteristickou barvou je pro tuto stanici červená a červenohnědá v kombinaci s opálově zelenou barvou trasy A. Vrch klenby je stejně jako v ostatních stanicích v odstínu „dual tone“ – dle úhlu pohledu se barva mění od bělavé do champagne.

Vedoucí projektu	Jiří Horák, Hochtief CZ, a. s.
Odpovědný projektant	Ing. Libor Martínek, Metroprojekt Praha, a. s.
Architekt stanice	Ing. arch. Miroslav Mroczek, Metroprojekt Praha, a. s.



Obr. 5 Bořislavka: interiér stanice, 2015 ■
Fig. 5 Bořislavka: interior of the station, 2015

Obr. 6 Nádraží Veleslavín: ražba středního staničního tunelu, 2012 ■ Fig. 6 Nádraží Veleslavín: excavation of the central station tunnel, 2012

Obr. 7 Nádraží Veleslavín: aplikace chemické injektáže během ražby levého tunelu, 2012 ■ Fig. 7 Nádraží Veleslavín: applying the chemical grouting during excavation of the left tunnel, 2012

Obr. 8 Jednokolejový traťový tunel ■
Fig. 8 Single-track running tunnel

Obr. 9 Nádraží Veleslavín: interiér stanice, 2015 ■ Fig. 9 Nádraží Veleslavín: interior of the station, 2015



STANICE NÁDRAŽÍ VELESLAVÍN

Stanice Nádraží Veleslavín je první trojlodní stanicí pražského metra raženou metodou NRTM. Nástupiště se nachází v hloubce 19,4 m pod terénem. Konstrukční uspořádání umožnilo členěný postup výstavby i v méně příznivých geologických podmínkách a při malé výšce nadloží.

Výstavba stanice Nádraží Veleslavín

Před zahájením prací na stavební jámě, ze které byla následně ražena stanice Nádraží Veleslavín, muselo dojít k přeložení stávající kanalizace DN400 o délce 125 m a DN1000 o délce 135 m. Ražba přeložek posloužila k inženýrsko-geologickému průzkumu pro stanici. Dále musel být přeložen hradní vodovod postavený v letech 1550 až 1573, který zásobuje kašny a zahrady Pražského hradu užitkovou vodou a je napájen z Libockého rybníka.

Projekt ražené trojlodní stanice Nádraží Veleslavín doznal několika zásadních změn. Původně zamýšlená fóliová hydroizolace byla z důvodu složitosti a funkčnosti detailů napojení bočních výrubů na střední výrub nahrazena systémem stříkané hydroizolace. Dále došlo k přesunutí technologického zázemí do prostoru sjezdové rampy v hloubené části stanice. Projekt původně počítal s umístěním technologického zázemí do samostatného středního tunelu navazujícího na východní část nástupiště. Zásadním důvodem vedoucím k realizaci nového řešení bylo splnění termínu stavební připravenosti pro měřírnu a distribuční trafo (MDT) dle aktualizovaného řídicího harmonogramu k 1. srpnu 2013.

Po rozhodnutí o přemístění technologického centra z ražené části stanice do prostoru rampy byly od poloviny

září 2012 prováděny předstihové práce nutné k zajištění jámy technologického centra. Jednalo se zejména o přítokvení severní stěny hlavní jámy, které probíhalo komplikovanou technologií vrtání přes volnou hloubku 8 m široké sjezdové rampy.

Velkou výzvou při organizaci a provádění prací bylo postupné zahlubování technologického centra do sjezdové rampy v době jejího užívání pro provoz ražeb stanice a vzduchotechnických propojek ve stavebním oddílu 06. Průjezdnost rampou byla ukončena po Dni otevřených dveří dne 20. ledna 2013.

V průběhu ražby levého a pravého staničního tunelu docházelo k problémům se stabilitou čelby výrubu. Z důvodu nutnosti zajištění bezpečnosti a zvýšení stability výrubu byly použity chemické injektáže na bázi pěnicích polyuretanů.

Počátkem listopadu 2012 bylo dokončeno definitivní ostění obou bočních staničních tunelů s komplikovanými konstrukčními prvky (podpůrné sloupy a trámy), které jsou pro výstavbu podzemních děl unikátní. Poté byly zahájeny ražby středního výrubu, které byly částečně realizovány bez přístupu po sjezdové rampě, pouze s vertikální obsluhou pracoviště.

Objem výrubu ražené části stanice představoval 22 tis. m³, objem výkopu hloubené části 70 tis. m³.

Na východní část nástupiště, která není jinak spojena s povrchem, navazuje únikový objekt složený z 13,8 m hluboké šachty a 56,1 m dlouhé štolky, která se nachází pod ulicí Evropská a kde byly za účelem zlepšení stability horninového masivu provedeny tryskové injektáže. Šachta únikového objektu byla zajištěna pomocí převrtávaných pilot o průměru 900 mm namísto původně plánované realizace po-



mocí NRTM. V únikovém objektu stejně jako v trojlodní stanici, jak již bylo zmíněno, byla poprvé v našich podmínkách použita stříkaná hydroizolace ve velkém rozsahu (více než 7 000 m²). Aplikace hydroizolačního materiálu na bázi polymercementu probíhala ve třech vrstvách a vzniklo tak souvrství o tloušťce 3 mm. V místě dilatačních a pracovních spár musela být vrstva zesílena.

Architektura stanice Nádraží Veleslavín

Stavební objekty vystupující nad terén jsou minimalizované. Ztvárněním zcela odpovídají své funkci a zapadají do daného území. Jejich pojícím prvkem je barevně jednotná ocelová konstrukce a prosklený obvodový plášť s přirozenou reflexí.

Výstupy ze stanice na terén po pevném schodišti jsou navrženy jako otevřené, pouze s parapetními zídkami s keramickým obkladem v cihlově červené barvě z materiálu odolného vůči graffiti a ulpívání nečistot na povrchu.

Svou konstrukcí a tvarem raženého profilu je stanice Nádraží Veleslavín jedinečná. Trojlodní profil nástupiště dodává stanici robustní dojem, který podporují betonové sloupy pod masivními podélnými průvlaky. Tento dojem zvyšuje i žulová dlažba formátu 600 x 600 mm. Klenby nad nástupištěm jsou obloženy podhledem z hliníkových smaltovaných lamel v barevných kombinacích. Sloupy jsou obloženy nerezovým plechem. Obklad stěn ve veřejných částech je navržen z italské tenkostěnné keramiky tloušťky 3,5 mm a formátu 500 x 1 000 mm s výztužnou skelnou sítí. Obklad má vertikální reliéf a přirozenou hrbolatost připomínající kámen, čímž vhodně doplňuje navrženou dlažbu.

Vedoucí projektu	Ing. Petr Chamra, PhD., Metrostav, a. s., divize 8
Odpovědný projektant	Ing. Eliška Bačuvčíková, Metroprojekt Praha, a. s.
Architekt stanice	Ing. arch. Lukáš Jedlička, Metroprojekt Praha, a. s.



STANICE PETŘINY

Jedná se o jednolodní ražnou stanicí délky 217 m s hloubkou nástupiště 35 m, což představuje nejhluběji umístěnou stanicí na 5. úseku trasy A pražského metra. Stanice je situována pod ulicí Brunclíkova, a proto musely být veškeré práce prováděny při pečlivém dodržování hygienických norem (omezení hlučných prací v nočních hodinách). Objekt stanice společně s rozfáráním navázal na tunel pro obrátové koleje o délce 176,5 m a vzduchotechnickou štolu o délce 93 m, která byla ražena pomocí přístupové štolky Markéta.

První polovina stanice je ve stoupání 0,3 % a druhá polovina v úpadním sklonu 0,3 %.

Výstavba stanice Petřiny

Před zahájením realizace stanice došlo k významné změně koncepce oproti zadávací dokumentaci. Původně měla být stanice vybudována až po projetí zeminových štítů. Využitím průzkumného díla – štolky Markéta o délce 220 m – byla ražba stanice realizována již v předstihu před příjezdem štítů.

Ražba stanice byla realizována technologií NRTM s délkou záběrů 1,5 m a 1 m bez použití trhacích prací a byla rozdělena na dva boční výrubu a jeden střední. Boční výrubu byly dále rozděleny na kalotu, opěři a dno a střední výrub na kalotu, jádro a dno.

Nepřetržitý provoz ražeb stanice probíhal současně na třech pracovištích, přičemž doprava materiálu a odvoz 57 tis. m³ rubaniny byl realizován pouze štolou Markéta.

Eskaletorový tunel se z hlediska výškového vedení razil ve sklonu 30°, což je největší sklon při výstavbě metra V.A. Ve spodní části větrací šachty byl místo fóliové hydroizolace použit systém stříkaných hydroizolací o celkové tloušťce 3 mm.

12



Výstavbou stanice došlo k narušení přirozeného volného proudění podzemní vody, a tím k vytvoření přehradu. Pro obnovení původního hydrogeologického režimu byly ve dně stanice realizovány převody vody z perforovaných trubek tak, aby voda mohla volně proudit z jedné strany stanice na druhou.

Bezbariérový přístup do stanice je zabezpečen dvěma rychlovýtahy ve výtahové šachtě o celkové hloubce 24 m pod terénem. Navržený způsob realizace výtahové šachty byl změněn. Původně měla být šachta vyhloubena před vyražením vlastní stanice. Avšak pozdním předáním staveniště vlivem připomínek účastníků řízení pro územní rozhodnutí tomu bylo naopak. Stanice se tak zcela vyrazila ještě před zahájením prací na hloubení šachty a teprve poté se výtahová šachta vyhloubila do úrovně cca 3,5 m nad stanicí. Po dokončení definitivního ostění stanice, s vynecháním prostupu do výtahové šachty, byla provedena speciální konstrukce zčásti zabetonovaná do definitivního ostění klenby, která za-

jistila bezpečnost práce při dohloubení šachty a následném rozřezání primárního ostění stanice. Poté došlo k napojení izolace a definitivního ostění stanice se šachtou.

Definitivní ostění stanice bylo dokončeno dle časového plánu v požadované kvalitě s dodržением zásad bezpečnosti práce. Práce na definitivním ostění začaly oproti řídicímu harmonogramu o dva měsíce později, ale díky zkrácení doby montáže bednicí formy a zrychlení cyklu betonáže bylo definitivní ostění dokončeno s týdenním předstihem.

Architektura stanice Petřiny

Všechny povrchové objekty stanice Petřiny jsou navrženy v jednotném designu, jehož charakteristickým prvkem je sklovláknobetonový obklad s výrazným reliéfem. Navržené zelené prvky vestibulu v podobě popínávacích rostlin při fasádách a suchomilné rostliny společně se vzrostlými stromy na střeše následují urbanismus minulých let a v Brunclíkově ulici tak dotvářejí stávající stromořadí.

Dominantními prvky nástupiště je pro-

10



11



Obr. 10 Petřiny: dokončování bourání provizorního opěří, 2012 ■ Fig 10 Petřiny: finishing of the demolition of the temporary bench, 2012

Obr. 11 Petřiny: stanice v primárním ostění, 2013 ■ Fig. 11 Petřiny: primary lining, 2013

Obr. 12 Petřiny: „bublina“ z pohledového betonu s plastickým názvem stanice, 2013 ■ Fig. 12 Petřiny: architectural concrete and the “bubble” with the title of the station, 2013

Obr. 13 Petřiny: interiér stanice, 2015 ■ Obr. 13 Petřiny: interiér stanice, 2015

Obr. 14 Nemocnice Motol: hloubená stanice v blízkosti areálu nemocnice, 2012 ■ Fig. 14 Nemocnice Motol: cut and cover station near the Motol hospital premises, 2012

Obr. 15 Nemocnice Motol: osazování předpjatých železobetonových vazníků ■ Fig. 15 Nemocnice Motol: placing of the prestressed reinforced concrete ties

storová konstrukce „bublina“ z pohledového betonu s názvem stanice a objekt přepravního manipulanta, který není jako obvykle řešen v podobě dodatečně přidávaných montovaných buněk, ale díky tvarovému a materiálovému řešení je pevně stavebně a prostorově svázan se stanicí. Železobetonový skelet provedený z pohledového betonu je vyplněn kombinací stěn ze sklobetonových tvárnic, vyzděného štukovaného parapetního zdíva a prosklených výplní.

Obklady klenutého prostoru jednolodní stanice, eskalátorového tunelu a podhledy pod stropy jsou provedeny ze smaltovaných hliníkových lamel v klenbě s podélnou negativní spárou, kdy k sobě jednotlivé lamely nepřiléhají. Obklad klenby je na bočních plochách v červeno-hnědém odstínu.

Vedoucí projektu	Ing. Jan Štoncer, Metrostav, a. s., divize 8
Odpovědný projektant	Ing. Jiří Sedmidubský, Metroprojekt Praha, a. s.
Architekt stanice	Ing. arch. Jiří Pešata, Metroprojekt Praha, a. s.



STANICE NEMOCNICE MOTOL A PŘÍLEHLÉ TRAŤOVÉ TUNELY NRTM

Stanice Nemocnice Motol je jedinou hloubkou stanicí se dvěma bočními nástupišti na novém úseku V.A. Má délku 217 m a hloubka nástupiště je 5,6 m pod terénem. Pod úrovní nástupišť je navržen vestibul, který vzájemně propojuje nástupiště pevným schodištěm, eskalátorem a výtahem. Vestibul je napojen na podchod pod ulicí Kukulova ústící do hlavní budovy motolské nemocnice.

Za stanicí se nachází obrátové koleje o délce 406 m, na které navazuje objekt strojovny vzduchotechniky, jež nosná konstrukce počítá s případným prodloužením metra A dále na západ Prahy. Stanice Nemocnice Motol je s Vypichem, kde se nacházela montážní šachta štítů, spojena 735 m dlouhým dvoukolejným tunelem raženým metodou NRTM.

Výstavba stanice Nemocnice Motol a přílehlých stavebních objektů

Původně byl celý tunel pro obrátové ko-

leje navržen jako ražený, avšak na základě zjištěných skutečností (nedostatečně soudržného nadloží) došlo oproti zadávací dokumentaci ke změně koncepce výstavby. Úsek obrátových kolejí byl rozdělen na raženou část v délce 217 m a hloubkou část v délce 189 m. S ohledem na změnu zjištěných geotechnických parametrů horninového masivu proběhla ražba tunelu pro obrátové koleje v délce 149 m pod ochranou mikropilotových deštníků délky 12 m.

Výstavbou hloubené části obrátových kolejí došlo k narušení přirozeného volného proudění podzemní vody, a tím k vytvoření přehrad, obdobně jako ve stanici Petřiny. Pro obnovení původního hydrogeologického režimu byly ve dně stavební jámy provedeny příčné drény o rozměrech 550 x 500 mm, opatřené dvěma drenážními trubkami DN 200 mm.

Během ražby VZT štol bylo zastiženo staré důlní dílo. Jednalo se zřejmě o objekt vojenské nemocnice budované za 2. světové války. Překvapením bylo, že chodba starého důlního díla byla





Vedoucí projektu	Jan Dráb, Hochtief CZ, a. s.
Odpovědný projektant	Ing. Petr Chaura, Metroprojekt Praha, a. s.
Architekt stanice	Ing. arch. Pavel Sýs, Metroprojekt Praha, a. s.

Obr. 16 Nemocnice Motol: montáž proskleného střešního pláště stanice, 2013

■ Fig. 16 Nemocnice Motol: installation of the glazed roof envelope, 2013

Obr. 17 Nemocnice Motol: interiér stanice, 2015 ■ Fig. 17 Nemocnice Motol: interior of the station, 2015

Obr. 18a,b Montážní jáma TBM na Vypichu ■ Fig. 18a,b TBM assembly pit in Vypich

Obr. 19 Stavební jáma E2: a) průjezd štítu Adéla, b) celkový pohled ■ Fig. 19 Construction pit E2: a) transport of the Adéla shield, b) overall view

ražena v horizontu břidlic, ačkoliv Úřad pro výzkum půdy v Čechách a na Moravě v čele s Dr. Odolenem Kodým doporučil v říjnu 1944 ražbu v horizontu pískovců. Na základě provedených průzkumných prací bylo zjištěno, že realizovaný rozsah starého důlního díla je minimální. Dodnes zůstává záhadou, proč v roce 1944 toto staré důlní dílo vyrazili pouze v objeveném rozsahu a v břidlicích.

Zajímavostí je nosný systém proskleného střešního pláště stanice tvořený z 39 železobetonových prefabrikovaných obloukových nosníků. Z důvodu nadměrného rozměru pro přepravu se většina nosníků rozdělila na dva samostatné díly, které byly na stavbě vzájemně sepnuty a předepnuty sedmidrátovými lany. Tvar nosníků vychází z geometrie stanice a zároveň zohledňuje stoupající svah na severní straně a přilehlou ulici na jižní straně, tzn. že každý nosník má jinou délku a geometrii. Průřez nosníků přechází z tvaru T v místě vetknutí na jedné straně do tvaru lichoběžníku s kloubovým uložením na straně druhé. Výrobce se musel vypořádat s milimetrovými tolerancemi rozměrů a vysokými požadavky na pohledovost povrchů.

Architektura stanice Nemocnice Motol

Poloha stanice využívá terénního snížení ve svahu naproti FN Motol, nástupiště tak může být přímo spojeno s vnějším okolím a navazující traťové úseky pokračují v podzemí. Poloha nástupiště na úrovni terénu a potřeba spojit stanici s nemocnicí bez kolize s frekventovanou Kukulovou ulicí vyústila v netradiční umístění vestibulu pod úroveň nástu-

piště, kde nad hlavami cestujících projíždí soupravy metra po mostě. Na vestibul přímo navazuje podchod směřující k nemocnici.

Stanice je vizuálně rozdělena na tři části – na obou koncích jsou výstupy, tvořené nízkými objekty obloženými modřínovými profily, ploché střechy jsou osázeny suchomilnou zelení. Střecha nad prostřední částí – nástupištěm – je prosklená a částečně potíštěná stínicí grafikou, před sklem jsou osázeny venkovní žaluziové lamely. Ve vrcholu proskleného oblouku jsou otvíravá okna sloužící k větrání během léta, která zároveň plní funkci odvodu tepla a kouře při požáru.

Na vnitřní povrchy stanice jsou použity tenkostěnné keramické obklady netradičního rozměru 3 x 1 m v decentní béžové barvě.



JEDNOKOLEJNÉ TRAŤOVÉ TUNELY TBM

Jednokolejné traťové tunely o délce 4 177 m byly raženy dvěma stroji s označením S-609 „Tonda“ a S-610 „Adéla“, přesněji dvěma zeminovými štíty TBM – EPBS.

Montáž každého štítu v montážní jámě na Vypichu trvala dva měsíce. Pro manipulaci s jednotlivými částmi stroje, které měly v některých případech váhu přes 60 t, byl použit mobilní jeřáb s nominální nosností 750 t. Pro dopravu všech součástí obou štítů i s pomocnými technologiemi bylo zapotřebí přes 150 kamionů.

Délka stroje je 102 m a celková váha bez provozních kapalin je 672 t. Stroj se skládá z řezné hlavy o průměru 6,08 m, motorové jednotky, ochranného štítu a sedmi vozíků se zařízením potřebným pro plynulý chod stroje.

K přemístění horniny od štítu na povrch bylo použito přes 12 km pásového dopravníku.

Segmentové prefabrikované ostění je složeno z 5+1 segmentu. Na celou trasu bylo použito 32 400 ks segmentů o celkové váze 87 237 t. Segmenty byly vyrobeny z vodostavebního betonu a po obvodu osázeny profilovanou těsnicí páskou.

Prstenec je svou geometrií válec, jehož podstavy nejsou rovnoběžné. Na jedné straně je díky tomu užší než na straně protější. Natočením prstence podle jeho podélné osy bylo tedy možné směřovat tunel podle projektované osy.

Prostor mezi výrubem a vnější plochou ostění byl zaplněn dvousložkovou injektážní směsí, která se vyráběla v míchacím centru na povrchu. Pomocí čerpadel se potom potrubím dopra-



vovala až ke štítu. Na obou strojích bylo provedeno zdokonalení směšovače obou tekutých složek a tento nápad byl patentován.

Ražby štítů z montážní šachty byly zahájeny 12. dubna 2011 (Tonda) a 14. července 2011 (Adéla). Stroje celkově absolvovaly 12 prorážek, z toho šest do nových ražených stanic, čtyři do otevřených stavebních jam a dvě do stávající stanice Dejvická, kde v pondělí 26. listopadu 2012 slavnostně zakončily ražby. Nejlepšího denního výkonu 37 bm dosáhla „Adéla“, nejlepšího měsíčního výkonu zase pak „Tonda“, když v listopadu 2011 vyrazil 625,5 m.

Projekt jednokolejných tunelů ražených štítů byl rozdělen na dvě části. První část je etapou mezi staveništi BRE1 (ulice Na Vypichu) a E2 (ulice Evropská). Výstavba úseku dlouhého cca 1,8 km

včetně průtahů strojů stanicemi trvala téměř na den přesně 1 rok.

Druhá část ražeb spočívala ve výstavbě traťových tunelů mezi zařízením staveniště E2 a stanicí Dejvická. Mezi těmito ražbami musela být přestěhována logistika ze staveniště BRE1 na staveniště E2, přičemž 80 % konstrukcí a technologií z BRE1 bylo znovu použito na E2. Pro přesun a opětovnou montáž byla vytvořena speciální skupina pracovníků. Tonda byl v průběhu přemístění logistiky protahován stanicí Bořislavka. Pro přesunutí více než 500 t materiálu mezi BRE1 a E2 bylo použito na 600 jeřábnických hodin a pět různých typů jeřábů.

Ražby stanic i traťových tunelů probíhaly současně. Tunelovací stroje razily pouze mezistaniční úseky a stanicemi a stavebními jámami byly protahová-

ny. Každý průtah byl nestandardní a přizpůsoboval se konkrétním podmínkám. Průtahy byly postupně zdokonalovány a stávaly se rychlejšími a efektivnějšími. Posun stroje byl během ražby realizován pomocí tlačných lisů, které se opíraly vždy o poslední zabudovaný prstenec. Ve stanici však prstence stavěny nebyly, a stroj se proto musel odrážet od provizorních rámců, které se opřely do kolejí instalovaných v kolíbkách. Po odrazu stroje do vzdálenosti 2 m se rám posunul a celý proces se opakoval. Závěs byl pasivně tažen po kolejích, které se zprvu kladly do provizorního dna tvořeného klasickými tunelovými segmenty. Později se místo segmentů začaly používat ocelové konstrukce, které se ukázaly jako mnohem výhodnější řešení, neboť se mohly použít opakovaně a jejich pokládka byla mnohem snazší.



Propojky mezi traťovými tunely

Mezi jednokolejnými traťovými tunely jsou na celém novém úseku metra V.A po cca 200 m rozmístěny vzduchotechnické propojky. Tyto objekty mají za úkol snižovat píستový účinek od jedoucích vlaků a v případě havárie nebo požáru slouží k evakuaci osob a nástupu záchranných jednotek.

Místa pro vyrazení propojek byla upřesněna podle polohy a skladby segmentového ostění. Před započítáním výstavby propojky byla do obou traťových tunelů nainstalována ocelová rozpěrná konstrukce, která zamezila posunu dílců montovaného ostění traťových tunelů během realizace propojky. Nejprve byl v segmentovém ostění vyřezán otvor 4 500 x 3 000 mm. Ražba propojky byla prováděna dle zásad NRTM a probíhala ve třech fázích: nejprve byla provedena ražba kaloty, následovalo přeražení navyšujícího se profilu na začátku kaloty a nakonec byla provedena ražba dna propojky.

Všechny propojky v traťovém úseku Bořislavka–Dejvická byly raženy v nestabilním horninovém prostředí, které bylo pro vlastní ražbu vzhledem k poloze pod ulicí Evropská velmi rizikové. Z tohoto důvodu se v předstihu pomocí tryskové a chemické injektáže zpevnilo okolní prostředí. V traťovém úseku Bořislavka–Dejvická bylo původně naplánováno osm propojek, jedna však byla z výše uvedených důvodů přesunuta do sdruženého objektu E1, který sloužil mimo jiné i pro vytažení zdemontovaných štítů.

Liniové objekty

Po dokončení ražeb a definitivního ostění traťových tunelů následovala fáze výstavby, při které byly v traťových tunelech provedeny veškeré konstrukce nutné k osazení kolejového svršku a technologického zabezpečení metra.

V rámci této fáze byly v traťových tunelech realizovány kolejové betony, kolejový svršek, kabelové konstrukce, osvětlení traťových tunelů a tunelový vodovod. Výstavba těchto objektů trasy byla velmi koordinačně a časově náročná, protože musela být realizována v souběhu s již probíhající výstavbou vnitřních konstrukcí stanic.

Ve dně kruhových traťových tunelů vybudovaných pomocí štítu bylo nutné nejdříve vybetonovat rovný podklad, na který byly následně betonovány kolejové betony. V závislosti na typu antivibračního zařízení kolejového svršku je podklad umístěn 600 nebo 800 mm

pod temenem kolejnice. Pro dopravu betonu v traťovém úseku Bořislavka–Dejvická byly z ulice Evropská provedeny čtyři zásobovací vrty do vzduchotechnických propojek.

V místech, kde by provoz metra mohl hlukem ovlivňovat okolní zástavbu, byly traťové tunely opatřeny antivibračním zařízením, které může mít dle míry ovlivnění až tři stupně: upevnění kolejnice, podkladnicové desky pod kolejnicemi a antivibrační rohože umístěné okolo podélných pasů kolejových betonů.

Montáž koleje byla prováděna ze 100 m kolejnicových pasů, které se svařovaly z 25 m dlouhých kolejnic na provizorním roštu přímo na stavbě v závězečím otvoru na staveništi KU1 v Motole.

TECHNOLOGIE

Úsek metra V.A má nově zřízeny dva nezávislé přívody elektrické energie z rozvodu 110/22 kV do stanic Dejvická a Nemocnice Motol. Napájení trakce 750 V stejnosměrného napětí zajišťuje pět nových trakčních měničů, které jsou umístěny do čtyř nových stanic a do vzduchotechnického objektu E1 (Kanadská).

Oproti stávajícím stanicím bylo zvýšeno zabezpečení objektu, zejména proti nežádoucímu vniku osob do tunelu a navazujících částí.

Stanice jsou navrhovány dle nových norem a směrnic Dopravního podniku hl. m. Prahy, což má za následek modernější technologická vybavení, zvýšenou bezpečnost cestujících, a to zejména při požáru.

Montáž technologií byla zahájena 1. srpna 2013 ve stanici Nemocnice Motol předáním stavební připravenosti (STP) pro měničnu a distribuční trafo (MDT). Následně 1. září 2013 byly předány prostory ve stanici Petřiny a 1. října 2013 ve stanici Nádraží Veveřslavín. Nakonec vlivem zpoždění ražby stanice Bořislavka o 200 dní se předala nejdůležitější STP pro MDT se 120denním zpožděním, tj. 1. prosince 2013.

V současnosti je realizován pilotní projekt pokrytí signálem mobilních operátorů nejen ve stanicích, ale i v tunelech trasy V.A.

NÁKLADY NA VÝSTAVBU

Dle vedoucího odboru investic Dopravního podniku ing. Lukáše Krumla se v roce 2008 předpokládaly náklady na výstavbu Metra V.A 18,7 mld. Kč. Po započítání původně předpokládané inflace se měla celková cena vyšplhat na 21,2 mld. Kč. Inflace naplněna neby-

Literatura:

- [1] CYROŇ, D., HYBSKÝ, P., IVOR, Š., PRAJER, J., SCHIFFAUER, F., HASÍK, O. Technologie ražby zeminy štíty jednokolejných tunelů metra V.A. *Tunel*, 2011, č. 3.
- [2] BICAN, P., CHAMRA, P., DOHNÁLEK, V., PANUŠKA, J., VYDROVÁ, L. Stanice Veveřslavín – první trojpodlažní stanice pražského metra navržena metodou NRTM. *Tunel*, 2012, č. 1.
- [3] JUNEK, J. Ukončení ražeb na stavbě metro V.A. In: *12. mezinárodní konference Podzemní stavby Praha 2013*.
- [4] VÍTEK, P., RÖSSLER, K., JUNEK, J., HYBSKÝ, P. Segmentové ostění metra V.A. In: *Konstrukční beton v České republice 2010–2013*, k 4. ceresu v Mumbai 2014.
- [5] LUDVÍČEK, P. Není nad účelné vynaládání finančních prostředků, *DP kon-takt*, 2015, č. 2.

la, ale projekt dostal mnoha změn. V roce 2012 byla na základě predikce dopadů nastalých změn do ceny stanovená maximální cena díla na 22,5 mld. Kč, což byla původní cena navýšená o odhady dodavatelů a rezervu.

ZÁVĚREM

Od ledna 2015 probíhalo odstraňování vad a nedodělků evidované v přejímacím řízení s investorem a vlivem příznivého počasí se v předstihu dokončily terénní úpravy a napojení výstupů na stávající chodníky a komunikace. V únoru a 1. polovině března se konalo kolaudační řízení s Magistrátem hl. m. Prahy.

První vlaková souprava vyjela na nový úsek trasy A v noci 10. února 2015. Ve dnech od 16. až 31. března 2015 probíhal na novém úseku metra A ověřovací provoz. Následně se prováděl generální úklid celé trasy před jejím otevřením.

Na Velikonoční pondělí dne 6. dubna 2015 byl slavnostně otevřen nový úsek metra V.A. K symbolickému přestřihu pásy došlo v 11.00 h ve stanici Nádraží Veveřslavín, provoz pro cestující veřejnost byl zahájen téhož dne od 15.00 h.

Ing. Anna Svobodová
Metrostav, a. s., divize 8
e-mail: anna.svobodova
@metrostav.cz



Ing. Jiří Junek, CSc.
Metrostav, a. s., divize 8
e-mail: junek@metrostav.cz



Fotografie: Jiří Junek, Metrostav, a. s.