



ČASOPIS SPOLEČNOSTI METROPROJEKT Praha a.s.

METROPROJEKT INFORMUJE

NEPRODEJNÝ VÝTISK, 6. ROČNÍK

03/2013

TÉMA

MODELOVÁNÍ TUNELOVÝCH STAVEB NA PRODLOUŽENÍ TRASY A METRA V PRAZE

SERIÁL

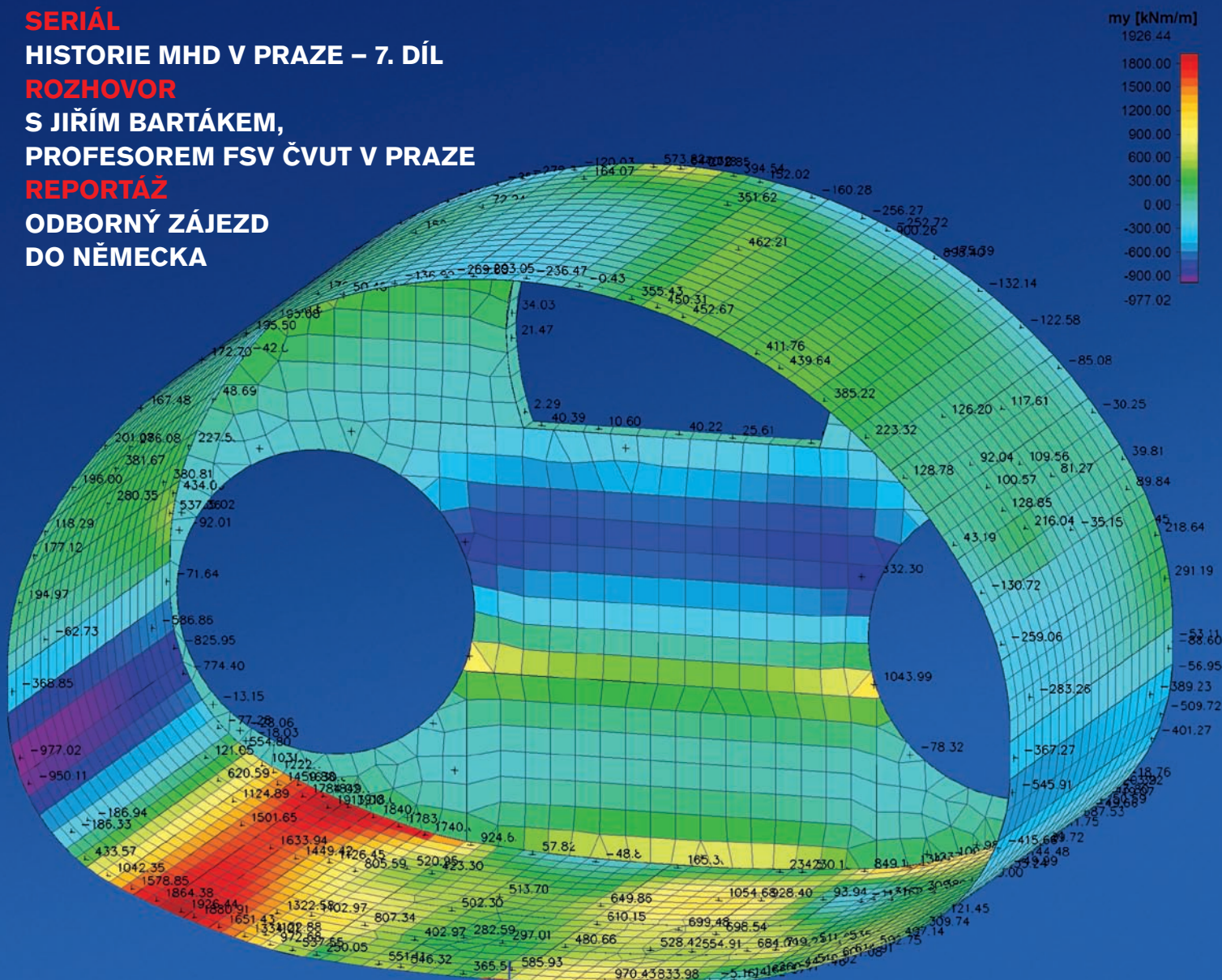
HISTORIE MHD V PRAZE – 7. DÍL

ROZHOVOR

S JIŘÍM BARTÁKEM,
PROFESOREM FSV ČVUT V PRAZE

REPORTÁŽ

ODBOURNÝ ZÁJEZD
DO NĚMECKA





Vážené kolegyně a kolegové,
vážení přátelé společnosti
METROPROJEKT!

Rychlý konec letošního léta předznamenal i blížící se konec roku a s tím i řadu projektů a úkolů, které stojí před námi. Bezesporu mezi nejdůležitější patří kompletace dokumentace pro stavební povolení trasy pražského metra nové linky D a dokončení realizační dokumentace pro prodloužení trasy metra A z Dejvic do nemocnice Motol.

Hned v úvodu tohoto čísla společně zavzpomínáme, jak se vyvíjela pražská doprava, tentokrát kapitolka představí Hlaváčkovu elektrickou dráhu do Košíř. Dál se budeme věnovat problematice modelování tunelových staveb, tématu natolik důležitému a obsáhlému, že se mu věnujeme hned na několika stránkách. A jak si s touto problematikou umí poradit budoucí inženýři? Nejen o tom jsme si povídali s profesorem Jiřím Bartákem. Projektování dopravních staveb nadále zůstává naší dominantní činností, proto i na zahraničních cestách se snažíme sbírat cenné zkušenosti – letos jsme se vydali za dopravními stavbami v Německu. Jaké problémy řeší naši sousedé, už prozradí reportáž.

Společně se ohlédneme za jubilejním 40. ročníkem letních her a připojíme pozvánku k babičce cestovatelce, abyste společně s námi vychutnali její dobroty a nasáli atmosféru a vůni domova. Kde ji najdete, prozradí gourmet okénko.

Přeji hodně sil a inspirace pro naše společné dílo.

JIŘÍ POKORNÝ

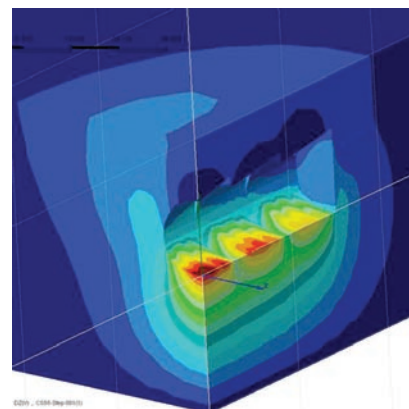


Obsah

- Seriál**
- 02** Historie MHD v Praze – 7. díl
Téma
- 04** Modelování tunelových staveb na prodloužení trasy A metra v Praze
Rozhovor
- 08** s Jiřím Bartákem, profesorem FSV ČVUT v Praze
Reportáž
- 10** Odborný zájezd do Německa
Ze života společnosti
- 12** Letní hry 2013
Gourmet okénko
- 12** Babiččina zahrada

Na obálce: Definitivní ostění stanice Bořislavka s vykreslením vnitřních sil, konkrétné momenty podél osy Y/My kNm/m/. Výstup z programu Scia Engineer.

10 Reportáž
Odborný zájezd do Německa



04 Téma
Modelování tunelových staveb na prodloužení trasy A metra v Praze

Kapitolky z historie městské hromadné dopravy v Praze (7. díl):

Elektrická dráha Smíchov–Košíře

Třetí soukromou tramvajovou dráhou v Praze a v jejím okolí byla v červnu 1897 zprovozněna trať ze Smíchova do Košíř. Byla jedinou tratí, která nebyla spojena se jménem Františka Křížíka. Jejím iniciátorem a majitelem byl podnikatel a starosta města Košíře Matěj Hlaváček.

Matěj Hlaváček byl místním rodákem, původem z rolnické usedlosti, vyučil se řezníkem a poté absolvoval vojenskou hudební školu. Vyženil pozemky s cihelnou, kterou začal provozovat, ve 26 letech se stal členem

zastupitelstva a v 35 letech starostou. Na Kotlářce postavil novou cihelnu, hospodu a řadu domů. Následně od Clam-Gallasů odkoupil rozsáhlé pozemky na Klamovce, po nich nazvané, kde postupně zřídil další cihelnu, ale



také nádherný sad, zahradní restauraci s tančírnu a elektrárnu, zajišťující energii pro jeho podniky a pro venkovní elektrické osvětlení. Zvýšení obrátu Klamovky zlepšením dopravní obsluhy Košíř z Prahy, přesněji ze Smíchova, bylo kromě snahy o zvelebení města dalším důvodem ke zřízení dráhy.

O dopravní spojení usiloval starosta Hlaváček od roku 1892. Na vybudování trasy koňky se však nedohodl se společností Pražská tramway, a tak se do věci pustil sám. A rozhodl se pro elektrickou dráhu.

Koncesi na stavbu dráhy po plzeňské silnici z konečné u křižovatky Anděl přes Klamovku na konečnou s vozovnou na Zámečnici získal v říjnu 1896. Stavby se ujala berlínská firma Felix Singer a spol. Pořízovací náklady byly 180 000 zlatých. Délka trati měla být asi 2,7 km. Vlivem krátké povolené délky výstavby se stihlo postavit jen 1,8 km ke Klamovce, kde vznikla i provizorní vozovna. Proud o napětí 500 V dodávala do napájecího systému Hlaváč-

kova vlastní již zmíněná malá elektrárna (v té době se používal název centrála). Elektrárna měla parní stroj a dva dynamoelektrické stroje.

Vozy dodala samozřejmě firma Ringhoffer, elektrická výzbroj byla ale americká. Motor o výkonu 25 k a kontrolér byly systému Walker, proud odebírala dlouhá snímací tyč z troleje umístěné bokem na chodníku – systém Dickinson. Pět motorových vozů jezdilo bez vlečných vozů, které pro nedostatečný výkon jediného motoru bohužel musely trvale zůstat ve vozovně. Nátěr vozů byl pojat vlastenecky – červenobíle. Byly to první tramvaje jezdící zhruba v barvách, jak jsme je z Prahy vždy znali, než se některé staly obětí komerčního zneužití. Obalem zaměstnanců byl vlastenecký kroj používaný od revolučního roku 1848, tedy čamara.

Slavnostní zahájení provozu dráhy na jednokolejné trati s výhybnami proběhlo 13. června 1897. Dráha zaměstnala 27 lidí, jízdné stálo 3–5 krejcarů. Zbudování dráhy se ale stalo staros-

tovi města Košíř osudným. Zadlužil se, nezvládl nastalou situaci a již 6. října 1897 – po předchozí jždě svou tramvají i koňkou a nákupu revolveru ve Spálené ulici – se v hotelovém pokoji v budově Platýzu na Ferdinandově, dnes Národní třídě zastřelil. Bylo mu necelých 45 let.

Dráha, která si postupně získávala oblibu (v letech 1897–1900 přepravila 2,8 milionů osob), připadla dědicům. Ti ji provozovali s finančními obtížemi tři roky. Nakonec ji 21. července 1900 prodali Elektrickým podnikům královského hlavního města Prahy za 150 000 zlatých (300 000 korun). Následně byla trať prodloužena asi o 200 m k nové, definitivní a od roku 1902 dodnes stojící vozovně, postavené v místě tzv. Malé Klamovky. K napojení na síť bývalé koňské dráhy, od roku 1901 elektrizované, došlo v křižovatce u Anděla až v roce 1907. V roce 1910 byla trať zdvoukolejněna. Prodloužení na Zámečnici, jak bylo v původní koncesi plánováno, se trať dočkala až v roce 1924. **ZBYNĚK PĚNKA ■**

◀◀ Tramvaj na konečné na křižovatce Anděl (Muzeum hl. m. Prahy)

▲ Košířská tramvaj s bočním vedením troleje (Archiv VÚKV)



◀◀ Zkušební jízda roku 1897 (Archiv VÚKV)

◀ Vozovna Košíře – Malá Klamovka

◀ Zahradní restaurace Klamovka

Modelování tunelových staveb na prodloužení trasy A metra v Praze

Na podzim roku 2009 byla zahájena výstavba provozního úseku V.A pražského metra. Tento provozní úsek délky 6134 m má čtyři stanice, z nichž tři jsou ražené metodou NRTM. Koncová stanice Motol je hloubená, jen částečně zapuštěná pod terén. Stanice Petřiny a Bořislavka jsou jednolodní stanice, na Veleslavíně byla již vybudována trojlodní stanice. S ohledem na relativně velkou celkovou délku nového úseku 6,12 km byla ražba traťových tunelů v převážném rozsahu navržena pomocí moderních tunelovacích štítů EPBS. Zbývající část traťových tunelů, propojky a VZT tunely a štolky byly raženy metodou NRTM.

1. Ražby TBM

1.1. Statické řešení segmentového ostění traťových úseků

S ohledem na geologické prostředí, hloubku uložení trasy a malou výšku hladiny spodní vody nad klenbou tunelů vychází charakteristické namáhání průřezu tunelu s velkou excentricitou normálové síly, a proto je návrh ostění proveden v železobetonu. V traťových úsecích jednokolejných tunelů trasy bylo zvoleno osm charakteristických příčných řezů, které se liší různými výškami nadloží, geologickými poměry a výškou hladiny podzemní vody, ve kterých byl proveden

základní výpočet. Další ověřující výpočty jsou prováděny v místech souběhu TBM tunelů s přístupovými štolami a eskalátorovými tunely.

S ohledem na variabilitu geologického prostředí v trase tunelů byla provedena optimalizace pro dva různé typy vyztužení prutovou výztuží – tzv. „lehký“ a „těžký“ typ, ale rozdíl v konečném návrhu výztuže nebyly výrazné, proto byl použit pouze jeden typ pro celou trasu.

Segmenty byly navrženy z betonu C50/60 – XA2 – XC3 – CI 0,20 – Dmax16 – max. průsak 30 mm s výztuží B 500B – 104,5 kg/m³. Stupeň agresivity prostředí XA2 je tvořen kombinací dvou XA1 (síranové a uhlíčitanové), není tedy nutno používat síranovzdorné cementy.

Výpočetní konstrukční analýzy segmentového železobetonového ostění byly provedeny dle doporučených postupů podle ITA/AITES. Výpočty v charakteristických příčných řezech byly provedeny metodou konečných prvků programu GEO5-MKP a MIDAS GTS. Dimenzování tubinků bylo provedeno v programu FIN EC BETON 2D.

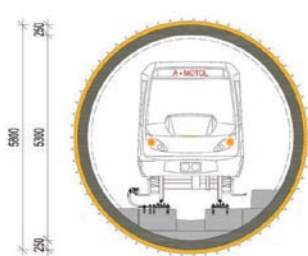
Pro statický výpočet ostění se předpokládají tři základní skupiny zatěžovacích stavů: provozní (konečný), stavební a manipulační:

- součástí **provozního** zatěžovacího stavu je zatížení horninovým tlakem a tlakem podzemní vody, teplotní zatížení, zatížení stavebním vybavením tunelu (kolejové betony atd.), zatížení od vlakových souprav;
- při **stavebním** stavu se plánuje zejména zatížení přtlakem lisů při ražbě, zatížení od pojezdu štítu a zásobovacích vozidel, zatížení injekčním tlakem při provádění injektáží za ostění;
- manipulační** zatížení zahrnují veškeré stavy při manipulaci s jednotlivými dílci od výroby po zabudování do ostění.

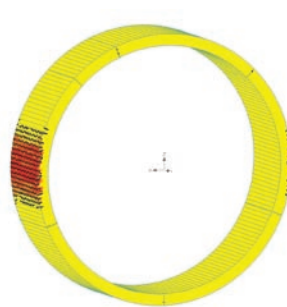
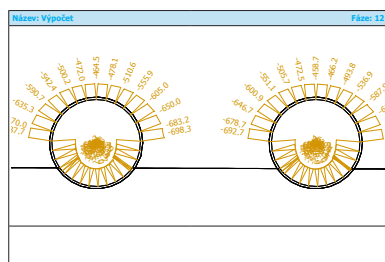
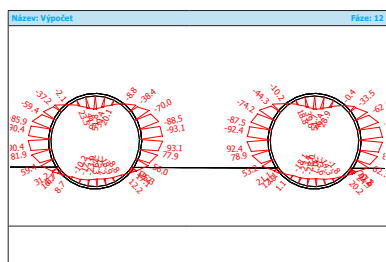
Logistika manipulace a skladování dílců jsou navrženy tak, aby skupina manipulačních zatížení nezvyšovala nároky na vyztužení dílců.

Detailní posouzení styků dílců i zatížení od tlačných lisů razicího stroje bylo provedeno analýzou FEM ve 3D v programu ATENA 3D s použitím souboru materiálových charakteristik reálného betonu získaných z mechanických zkoušek v Kloknerově ústavu.

► Příčný řez TBM tunelem



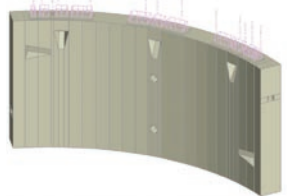
▼ Vnitřní síly M a N segmentového ostění



◀ Rozvoj trhlin na segmentovém ostění

▼ Zatížení segmentu od lisů

▼▼ Rozvoj trhlin segmentu při kolapsu



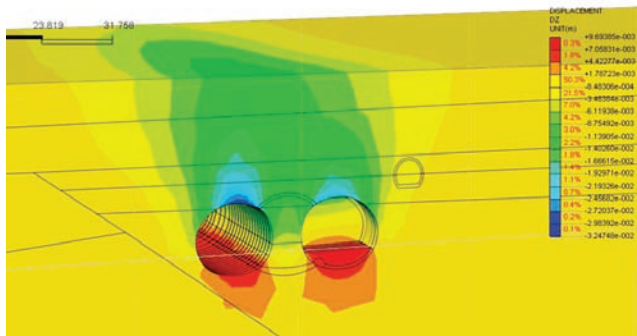
Byly provedeny výpočty: Kruhový prstěnek zatížený kontaktním napětím z modelu 2D

2. Ražby NRTM

2.1. Statické řešení trojlodní stanice Nádraží Veleslavín
Trojlodní ražená stanice. Plocha levého a pravého výrubu 68 m², plocha středního výrubu 44 m². Maximální výška 10 m a šířka 22 m. Délka ražené stanice – 100 m.

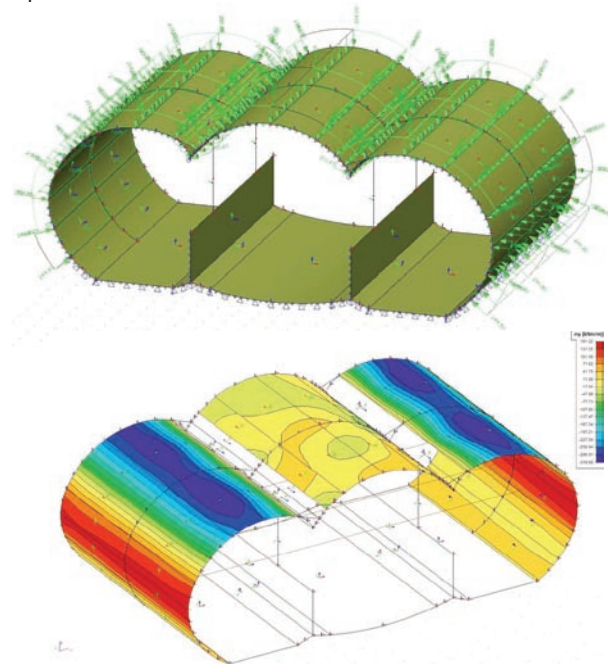
Stanice Nádraží Veveslavín je atypická tím, že je první trojložní stanicí raženou metodou NRTM s železobetonovým monolitickým definitivním ostěním. Konstrukční řešení stanice je trojložní s podélnými trámy podpíranými sloupy a stěnami.

Postup výstavby stanice byl navržen následovně: ražba levého tunelu, ražba pravého tunelu, zhotovení sekundárního ostění levého a pravého staničního tunelu, ražba středního staničního tunelu a zhotovení sekundárního ostění středního staničního tunelu. Tento postup výstavby byl zohledněn i ve výpočetních modelech.



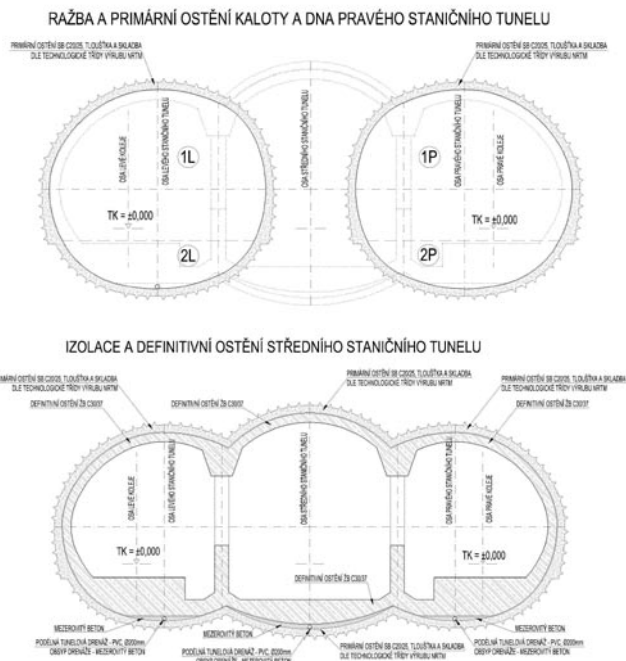
◀ Svislá deformace částečně vyraženého LST a PST stanice Nádraží Veveslavín MIDAS GTS

Definitivní ostění stanice bylo modelováno pomocí programu Scia Engineer ve 3D. Zatížení definitivního ostění horninovým tlakem bylo přejato z 2D modelu v programu GEO5-MKP pomocí napětí na kontaktech na nosnicích definitivního ostění. Horninové prostředí bylo nahrazeno nelineárními pružinami s vyloučením tahu, jejichž tuhost byla odladěna tak, aby deformace definitivního ostění co nejvíce odpovídaly deformacím, a tím pádem i namáhání definitivního ostění z 2D modelu. Sekundér byl zatížen kombinací horninového tlaku, tlaku podzemní vody, zatížením od změny teplot a smrštěním betonu.



◀ Model definitivního ostění stanice Nádraží Veveslavín v Scia Engineer

◀ Vnitřní síly M definitivního ostění stanice Nádraží Veveslavín v Scia Engineer



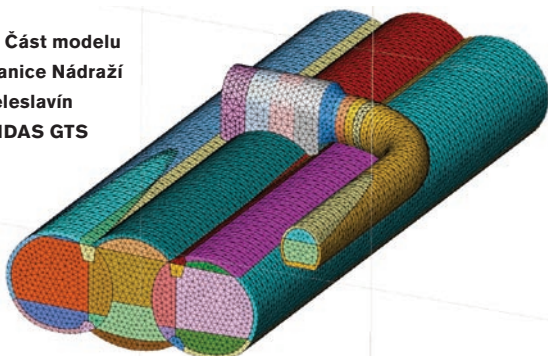
▲ Příčný řez stanicí Nádraží Veveslavín

Ražba stanice Nádraží Veveslavín byla modelována v programu GEO5-MKP ve třech typických řezech s přesným postupem výstavby. Dále byl proveden model v programu MIDAS GTS a byl ověřován postup výstavby a vliv únikové štoly na stanici.

Model v programu MIDAS GTS

Velikost modelu	130 × 50 × 85 m
Počet 3D prvků	701 205
Počet 2D prvků	62 208
Počet fází výstavby	278

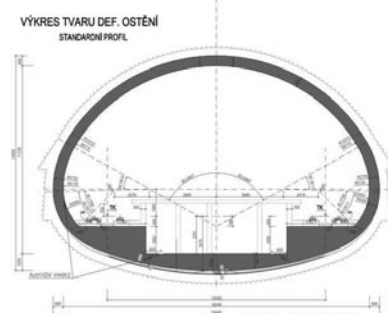
▶ Část modelu stanice Nádraží Veveslavín MIDAS GTS



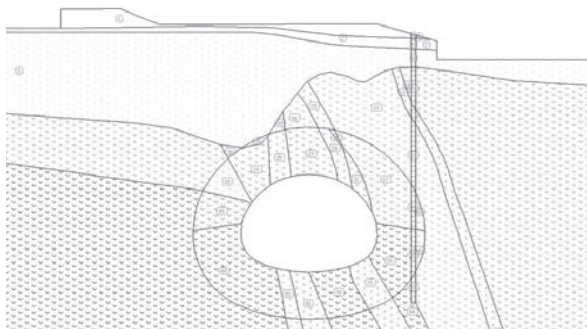
2.2. Statické řešení jednolodní stanice Bořislavka

Jednolodní stanice o celkové ploše výrubu cca 257 m². Maximální výška 15 m a šířka 21 m. Ražba stanice je prováděna pomocí tří dílčích výrubů a ty jsou dále členěny na kaloty, opěří (jádro) a dno. Ražba stanice Bořislavka byla modelována v programu GEO5-MKP v pěti řezech. Začátek stanice se nacházel ve velice složitých geologických podmínkách, kde se musela minimalizovat několika opatřeními poklesová kotlina, aby nedošlo k poškození okolní zástavby. Jedno z opatření byla „plovoucí“ pilotová stěna s minimalizovaným plášťovým třením.

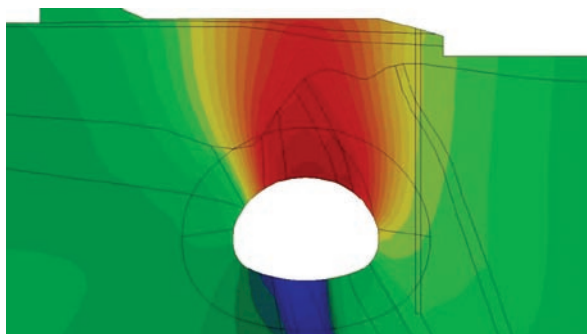
▼ Příčný řez stanicí Bořislavka



► Příčný řez stanicí Bořislavka s geologií v programu GEO5-MKP



► Svislé deformace stanice Bořislavka v programu GEO5-MKP

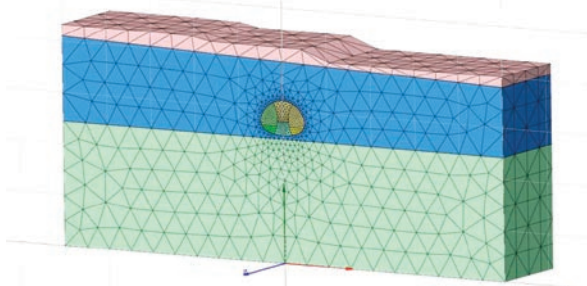


Modelem v programu MIDAS GTS byl ověřován postup výstavby a odstup jednotlivých kroků ražeb.

Modelem v programu MIDAS GTS

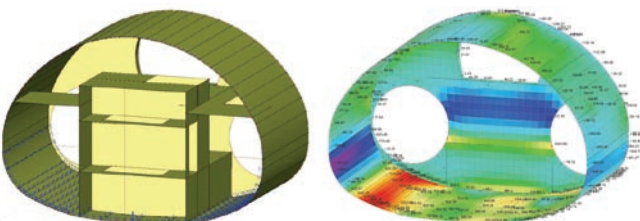
Velikost modelu	200 × 32 × 86 m
Počet 3D prvků	96 756
Počet 2D prvků	7 584
Počet fází výstavby	116

► Model stanice Bořislavka v programu MIDAS GTS



Definitivní ostění stanice bylo modelováno pomocí programu Scia Engineer. Pro model byl použit stejný princip jako u stanice Veleslavín

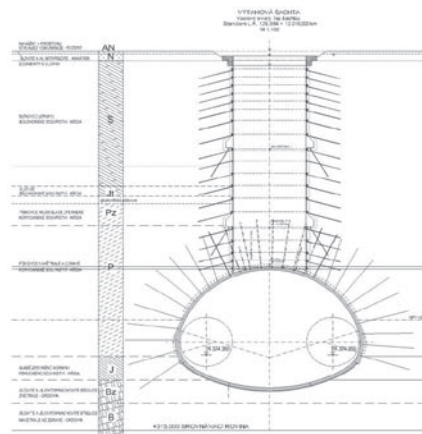
► Model definitivního ostění stanice Bořislavka v Scia Engineer



► Vnitřní síly M definitivního ostění stanice Bořislavka v Scia Engineer

2.3. Statické řešení jednolodní stanice Petřiny

Jednolodní stanice o celkové ploše výrubu cca 260 m². Maximální výška 15,5 m a šířka 22 m. Ražba stanice je prováděna pomocí tří dílčích výrubů a ty jsou dále členěny na kalotu, opěři (jádro) a dno. Do stanice Petřiny vede hloubená výtahová šachta. Jde o svisle raženou (hloubené dílo) jámu o celkové hloubce cca 26,70 m od úrovně terénu/vozovky



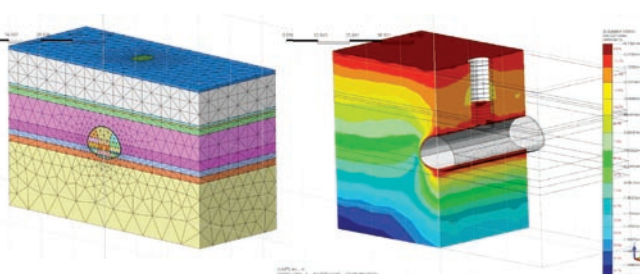
◀ Příčný řez stanicí Petřiny s výtahovou šachtou

(362,00 m n. m.) na úroveň vrcholu klenby ražené stanice (335,30). Příčný průřez jámy je přibližně oválný, složený ze dvou poloměrů R1 = 7,00 m a R2 = 5,5 m. Delší osa je rovnoběžná resp. totožná s osou stanice, kratší je na osu stanice kolmá. Rozpětí v delším směru je 10,37 m, v kratším 8,6 m.

Ražba stanice Petřiny byla modelována v programu GEO5-MKP. Hloubení výtahové šachty a jejího vlivu na ostění stanice bylo modelováno v programu MIDAS GTS, aby se ověřilo, do jaké hloubky je možné vyhloubit výtahovou šachtu, aniž by to ovlivnilo primární ostění stanice. Zbytek výtahové šachty se vyhloubí až po zhotovení sekundárního ostění.

Modelem v programu MIDAS GTS

Velikost modelu	120 × 50 × 70 m
Počet 3D prvků	66 761
Počet 2D prvků	5 520
Počet fází výstavby	165



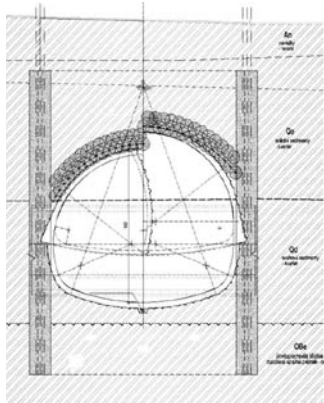
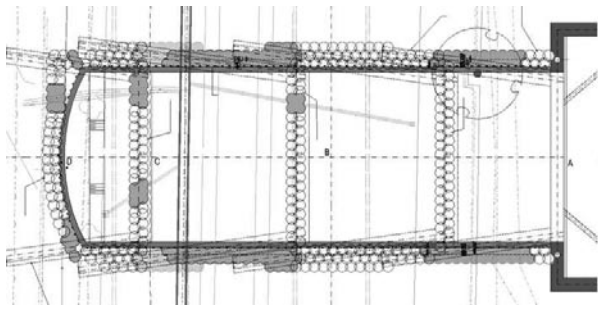
▲ Model stanice Petřiny v programu MIDAS GTS

▲ Napětí horninového masivu po vyražení stanice Petřiny a výtahové šachty v programu MIDAS GTS

2.4. Statické řešení VZT tunelu Kanadská

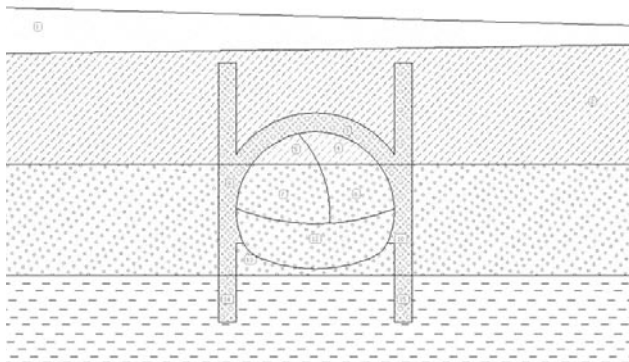
Tunel s maximální plochou výrubu 142 m². Maximální výška 12,5 m a šířka 13,6 m. Jedná se o tunel s velkou plochou výrubu v zeminách s malým nadložím pod rušnou komunikací (Evropská). Z výše popsaných důvodů panovaly obavy, že při realizaci dojde k přílišné deformaci na terénu a budou problémy s nestabilní čelbou při ražbě, a proto bylo přistoupeno k realizaci svislých stěn z tryskové injektáže, a to jak kolem tunelu, tak i k třem přepážkám. Byl navržen deštník z tryskové injektáže nad klenbou, vodorovná zámková injektáž v čelbě výrubu a samozřejmě členění kaloty.

Tento tunel byl modelován v programu GEO5-MKP ve dvou řezech, a to v základním řezu a v řezu zvětšeném o kapičku pro tryskovou injektáž klenby. V těchto řezech jsou modelovány

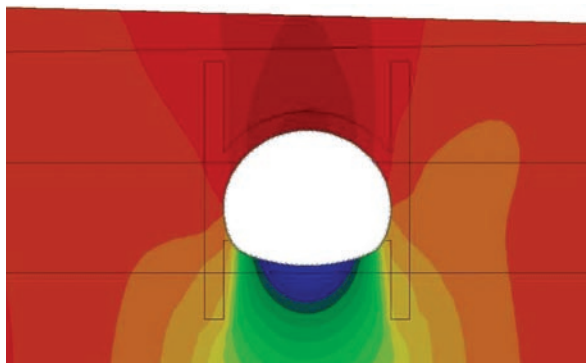


▲▲ Půdorys a příčný řez VZT tunelem

stěny a deštník z tryskové injektáže oblastmi s parametry vycházejícími ze zkušebního sloupce tryskové injektáže. Zámková injektáž v čelbě je zohledněna změnou parametrů uvnitř tunelu váženým průměrem parametrů zeminy a tryskové injektáže.

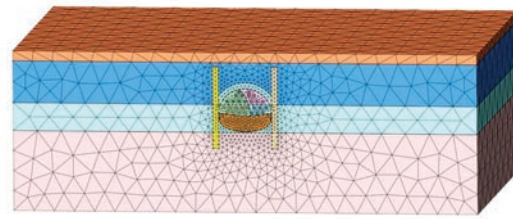


▲ Příčný řez stanicí VZT tunelem s geologií v programu GEO5-MKP

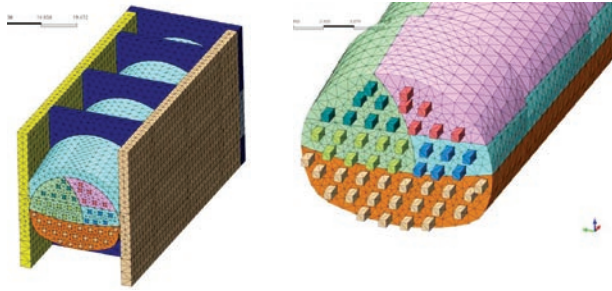


▲ Svislé deformace VZT tunelu v programu GEO5-MKP

Pro ověření skutečného chování při výstavbě byl proveden co nejpřesnější model v programu MIDAS GTS. Nejsledovanějším parametrem byla svislá deformace a stabilita čelby tunelu. V modelu byly vymodelovány jak stěny a deštník z tryskové injektáže, tak zámková injektáž v čelbě tunelu. Při zadávání fází výstavby byly co nejpřesněji dodržované předpokládané postupy výstavby.



◀ Model VZT tunelu v programu MIDAS GTS



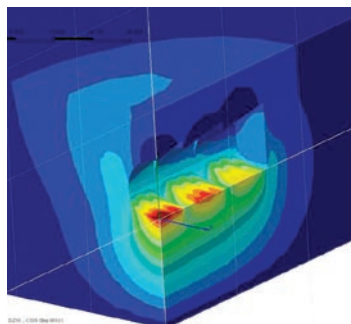
◀ Model VZT tunelu v programu MIDAS GTS – injektáže

Modelem v programu MIDAS GTS

Velikost modelu	116 × 80 × 40 m
Počet 3D prvků	261 642
Počet 2D prvků	5 792
Počet fází výstavby	69 (55)

Postup výstavby:

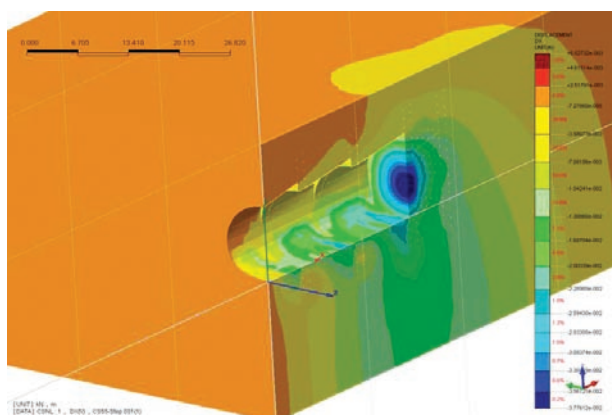
- 1) stěny z tryskové injektáže a první deštník z tryskové injektáže;
- 2) první etapa zámkových tryskových injektáží do čelby;
- 3) vyražení pravé a potom levé kaloty až k první přepážce;
- 4) druhá etapa zámkových tryskových injektáží do čelby kaloty a druhý deštník z tryskových injektáží;
- 5) vyražení dna až k první přepážce;
- 6) druhá etapa zámkových tryskových injektáží do čelby dna;
- 7) stejným postupem byly vyraženy zbývající sekce tunelu.



Při ražbě VZT tunelu se prokázalo, že navržená opatření byla účinná a veškerá prováděná měření se pohybovala v rozmezí hodnot vycházejících z realizovaných modelů.

◀ Svislé deformace VZT tunelu v programu MIDAS GTS

MARTINA URBÁNKOVÁ ■



◀ Vodorovné deformace ve směru ražby VZT tunelu v programu MIDAS GTS

Rozhovor s Jiřím Bartákem, profesorem FSv ČVUT v Praze

■ S rozvojem výpočetní techniky a rozvojem numerických metod rostou požadavky na stále podrobnější a rozsáhlejší výpočty v rámci projektu tunelu. Přitom základní vstupní údaje o horninovém masivu máme vesměs pouze z bodových informací, a tedy s velkou mírou nepravděpodobnosti. Neztrácí se tak postupně osobní zkušenost tuneláře s horou a cit pro „zdravý technický úsudek“ za horami výstupů z počítače?

Mnozí z nás si ještě velmi dobře pamatují doby, kdy jsme si při navrhování podzemních konstrukcí museli vystačit s klasickými postupy statických výpočtů, vrcholem bývala polygonální metoda. Každý statik musel perfektně ovládat stavební mechaniku, pružnost a pevnost, dimenzování betonových, ocelových i dřevěných konstrukcí a využívat mnoho dalších pomůcek usnadňujících jeho odpovědnou práci. Statický výpočet v pravém slova smyslu tvořil. Současně posuzoval realnost postupně získávaných výsledků, a to jednak díky detailnímu porozumění podstatě svých výpočtů, jednak na základě svých zkušeností.

S intenzivním rozvojem výpočetní techniky, který umožnil provádět numerické modelování podzemních konstrukcí i jejich dimenzování renomovanými výpočetními programy, se někdejší výrazně individuální tvůrčí přístup statika k řešení konstrukce podstatně změnil. Značnou část někdejší statické „dřiny“ za něj provede vhodný software jeho počítače. Ale náročnost a odpovědnost statické práce nezmizela, spíše naopak, jen se přesunula do jiné sféry. Výběr optimálního programu pro řešení konkrétní úlohy, vytvoření geotechnického modelu, výběr vstupních geomechanických parametrů, zavedení optimálního materiálového modelu, vytvoření geometrického modelu, rozfázování výpočtu ve shodě s pracovním postupem, simulace neopominutelných charakteristik pracovních postupů a smysluplná interpretace získaných výsledků vyžadují všestranné porozumění charakteru konstrukce, smyslu a zaměření celého výpočtu.

Numerické modelování je mocným nástrojem pro statické řešení podzemních konstrukcí a analýzu chování horninového masivu, požadavky na jeho výstižnost lze v mnoha případech splnit jen na základě hlubokých odborných znalostí a velkých zkušeností. V položené otázce zmíněný „zdravý technický úsudek“ samozřejmě nesmí chybět, skutečně dobrý statik jej důsledně využívá, ať počítá podzemní konstrukci jakoukoliv metodou.

■ Letitou praxí u nás je, že za zpracování a výsledky geotechnického průzkumu většinou zodpovídá projektant. Ten si ho objedná a platí v rámci vysoutěžené zakázky, i když se jedná o zmapování vlastností majetku investora. Z logiky věcí by vlastnosti horninového prostředí měly být jednoznačně rizikem investora.

Ano, praxe v naší zemi je, bohužel, takto zavedená, i když neodpovídá očividně pojetí běžnému v řadě tunelářsky vyspělých zemí. To vychází z představy, že investor nechává provést geotechnické průzkumy, rozhoduje o jejich rozsahu a komplexnosti,

nechává zpracovat projektovou dokumentaci pro stavební povolení a dokumentaci pro zadání stavby, dodavateli „předává“ horninový masiv k provedení stavby. Investor zajišťuje i zpracování tzv. základní geotechnické zprávy, která je pak součástí zadávacích podmínek. Bere tím ovšem na sebe závazek, že v případě skutečných geotechnických poměrů nepříznivějších než ty, které byly stanoveny smluvními základy a kritérii uvedenými v ustanoveních o odlišných podmínkách staveniště, uhradí dodatečné náklady projektanta a dodavatele související s nutným reagováním na prokázané změny. Stručně řečeno, za rizika vyplývající z geotechnických poměrů, které jsou horší než odpovídá hodnotám smluvních základů stanovených v souhrnné geotechnické zprávě, by měl odpovědnost převzít investor.

které jsou horší než odpovídá hodnotám smluvních základů stanovených v souhrnné geotechnické zprávě, by měl odpovědnost převzít investor.

■ Jaká je podle vás, v porovnání se zahraničím, technická úroveň projektů tunelů v ČR?

Na to, že Česká republika je relativně malá středoevropská země s poměrně příznivými geomorfologickými podmínkami, které k výstavbě rozsáhlých tunelových staveb nikterak výrazně „neprovokují“, jsme dosáhli v podzemním stavitelství mimořádných úspěchů, a to jak historicky, tak v několika posledních desetiletích. Dvě prestižní mezinárodní ocenění z posledních let to symbolicky dokumentují (vysouvané tunely pod Vltavou na úseku IV.C1 pražského metra a tunel pod valem Prašného mostu na Hradčanech).

Většina našich tunelů staršího data realizace (zejména železničních) byla postavena klasickými tunelářskými metodami, založenými na pilířovém systému ražení s provizorní výstrojí tvořenou výdřevou. V 50. letech 20. století začal vývoj původního tunelového stavitelství probíhat na značně



širší bázi, postavené na nových vědeckých postupech, teoretickém zkoumání problémů mechaniky hornin a rozvinutí strojních technologií. Výsledkem tohoto vývoje bylo u nás zavedení prstencové metody ražení využívající tubinkového ostění ukládaného pomocí erektoru. Největší rozšíření tato metoda zaznamenala při výstavbě pražského metra. Při ražbě metra byly v 60. až 80. letech rovněž úspěšně používány tunelářské štíty, převážně nemechanizované, ale byl použit i mechanizovaný plnoprofilový štít TŠČB-3. Značný rozsah využití razících strojů bez štítu byl na méně známých, ale velmi důležitých vodovodních přivaděčích, kanalizačních stokách a kabelových tunelech.

Až od přelomu 90. let 20. století – toto zpoždění oproti světu bylo zřejmě způsobeno převážně politickými vlivy – se začala v České republice prosazovat pro ražené tunele Nová rakouská tunelovací metoda. Až na malé výjimky byla a je v ČR tato metoda, díky své všestrannosti, využívána v imponujícím rozsahu, o čemž svědčí desítky realizovaných tunelů městských, silničních a dálničních, železničních i tunelů metra.

Ve světě nejrozšířenější metoda výstavby tunelů pomocí moderních plnoprofilových tunelovacích strojů našla v současnosti u nás vysoce úspěšné uplatnění na prodloužení linky „A“ pražského metra a jsou reálné předpoklady pro jejich další nasazení (Ejpvovický tunel, linka „D“ metra).

■ Jak hodnotíte pražské metro z pohledu své profese a měl byste nějaká doporučení pro nás projektanty?

Metro má oproti jiným typům podzemních staveb obrovskou výhodu v tom, že jeho přednosti pro řešení hromadné dopravy ve městě jsou tak očividné, že prakticky nedochází k zásadnímu zpochybňování jeho etapovitě výstavby. K drobným kolizím s občanskými sdruženími v posledních letech při výstavbě prodloužených částí metra samozřejmě také došlo, zásadní stavební záměr však nikdy nebyl ohrožen, což by mohlo být dobrou devizou i pro jeho další rozvoj. Jak zkušenosti ukazují, u ostatních staveb dopravní infrastruktury jsou obstrukce odpůrců nejrušnějšího typu někdy téměř nepřekonatelné.

Chválit metro v časopise Metroprojektu pokládám za nadbytečné. Z hlediska tunelářské profese je nezpochybnitelné, že po dlouhou řadu let metro představovalo jediný realizační objekt, na němž se třibily znalosti projektantů i dodavatelů a získávaly neocenitelné zkušenosti. Poslední desetiletí jsou objektem zájmu projektantů Metroprojektu i jiné typy podzemních staveb, tunely silniční i železniční a další stavby. Úspěšné zvládnutí těchto rozmanitých projektů, domácích i zahraničních, svědčí o vysoké úrovni všech pracovníků společnosti.

Žádné doporučení pro projektanty nemám, spíše jedno obecné přání – chci věřit, že politicky i hospodářsky poně-

kud rozháraná doba, která diskriminuje stavebnictví, brzy skončí a výborná projektová příprava trasy „D“ pražského metra dojde svého naplnění.

■ Nové modelovací programy jsou v učebních osnovách na vysoké škole. Pracují s nimi studenti?

Ano, ve velkém rozsahu. Inženýrské úlohy, včetně úloh geotechnických, řeší studenti v rámci projektů, bakalářských a diplomových prací pomocí na fakultě instalované výpočetní techniky a softwarového vybavení, případně mají možnost využít nabídky firem, produkujících softwarové vybavení, na jeho výhodné zapůjčení. S mírnou nadsázkou lze konstatovat, že v používání počítačů a statického softwaru jsou studenti většinou mnohem zdatnější než v běžném verbálním a zejména grafickém manuálním projevu. Jak již bylo řečeno, úspěšné numerické modelování složitých geotechnických úloh vyžaduje patřičné odborné

znalosti, inženýrský cit a velké zkušenosti. Je zřejmé, že škola může poskytnout jen část těchto předpokladů, pilný inženýr se (pravděpodobně) zbytek doučí v praxi.

■ Studium oboru konstrukce a doprava na stavební fakultě bylo vždy náročnější a o studium byl malý zájem. O technické obory je všeobecně malý zájem i v současnosti. Jak je „zpopularizovat“?

Na tuto otázku neumím při nejlepší vůli odpovědět, láme si s tím hlavu celé ČVUT a některá odvětví ještě více než to naše. Zřejmě být právníkem, ekonomem, filosofem je přitažlivější a mnohdy asi i lukrativnější než stavařem. Mně osobně inženýrské a vodní stavitelství vždy velmi imponovalo skvělými a prospěšnými díly. Geotechnika, a zejména podzemní stavitelství, v sobě má, díky variabilitě horninového prostředí, zvláštní náboj – vyprojektovat a realizovat podzemní dílo je určitým dobrodružstvím. A to i v případě, že se moderními návrhovými a prováděcími postupy snažíme v nejvyšší dostupné míře eliminovat možná rizika. Snažím se to vysvětlit i svým studentům a vždy se mezi nimi najde několik odvážných, a vesměs schopných, kteří si geotechniku zvolí jako svou budoucí profesi.

■ **Letní dovolené máme za sebou, prozradíte nám, jak jste ji prožil a jaké formě relaxace dáváte přednost?**

Již řadu let dávám v letních měsících před poněkud hektickým prostředím zahraničních letovisek přednost dovolené strávené na chalupě blízko Chlumu u Třeboně. Nádherná krajina je rájem pro cyklistické toulky, potěšení z kopců Rakouska je za humny. Blízký tenisový kurt a na výběr řada hospůdek vytvářejí pohodu, kterou jsem jinde nezažil. ■

Ing. Jiří Barták

- Absolvent ČVUT v Praze, fakulta inženýrského stavitelství a fakulta stavební. Po absolvování školy nastoupil jako odborný asistent na FSv ČVUT, kde od roku 1988 až do dneška působí jako profesor.
- Autorizovaný inženýr pro obor geotechnika, soudní znalec z oboru stavebnictví, specializace zakládání staveb a podzemní stavby.
- Místopředseda České tunelářské asociace, člen ČKAIT, člen Geotechnické společnosti ČSSI, člen redakční rady časopisu Inženýrské stavby, předseda redakční rady Tunel.
- Další členství: Technická rada Subterry, Ředitelství silnic a dálnic ČR, Rada monitoringu tunelů Blanka a ražby prodloužení trasy A pražského metra.



► Visutá dráha
ve Wuppertalu

Odborný zájezd do Německa

V rámci pravidelného odborného zájezdu společnosti METROPROJEKT Praha a.s., jenž je zaměřen především na dopravní stavby a preferenci městské hromadné dopravy, padla v roce 2013 volba na Spolkovou republiku Německo. Trasa čítala více než 2100 km a úspěšně jsme ji absolvovali v červnu letošního roku.

Prvním cílovým městem bylo největší město spolkové země Sasko, tedy Lipsko, které má po Berlínu druhou nejrozsáhlejší síť tramvajových tratí v Německu. Ze zastávky Südfriedhof jsme se vypravili po zatravněné tramvajové trati do centrálního přestupního uzlu, tedy k Hlavnímu nádraží (Hauptbahnhof). Nádražní hala se skládá z několika propojených obloukových lodí, vlastní stanice má hlavové uspořádání. V předprostoru nádraží je situován kapacitní přestupní uzel tramvajové dopravy. Navštívili jsme konečnou zastávku Messegelände, kde se nachází nový lipský veletržní areál otevřený v roce 1996. Jeho dominantu tvoří sklo-ocelová výstavní hala. Od roku 2005 je ve výstavbě podzemní dráha, nazvaná City – Tunnel, podcházející v délce 4 km pod centrem severojižním směrem. Trasa bude používána dráhou a vlaky S-Bahn.

Před odjezdem z Lipska jsme se zastavili na jeho severním okraji, kde sídlí továrna na výrobu automobilů značky BMW – konkrétně BMW Leipzig Plant, která byla postavena v nedávné minulosti (2003–2006) dle návrhu architektky Zahy Heidid. Další zastávkou pak byla prohlídka nové konečné stanice

Büschdorf úzkorozchodné tramvajové trati ve městě Halle.

Druhý den zájezdu byl kompletně věnován Hamburku, který si to jako druhé největší město Německa a jeho největší přístav jistě zaslouží. O to víc překvapí zjištění, že Hamburk nemá tramvajovou dopravu (byla zrušena v 70. letech minulého století), její funkci převzala hustá železniční síť v kombinaci s tzv. metrobusy a metrem. Naše prohlídka byla v úvodu soustředěna na dvě místní železniční stanice. Nejdříve menší průjezdné nádraží Dammtor, následně jsme se přesunuli na Hlavní nádraží,

► Tříčlankový
metrobus
v Hamburku



z hlediska MHD největší dopravní uzel, v němž se střetávají všechny místní systémy hromadné dopravy osob. Vlastní nádražní hala je sice pouze jednodolná, ovšem úctyhodného rozpětí.

Metro (provozuje firma Hochbahn) v Hamburku nese označení U-Bahn, doslovně tedy podzemní dráha, významná část sítě je ovšem vedena na povrchu. V současné době tvoří síť metra celkem čtyři linky (U1 až U4, přičemž U4 byla otevřena v listopadu 2012). Tato základní síť je pak dále doplněna železnicí a hlavně autobusy. Tramvajová doprava je v Hamburku nahrazena tzv. metrobusy (používají se belgická tříčlanková vozidla Van Hool AGG 300 délky 25 m), které se pohybují v páteřních dopravních stopách v krátkých intervalech a zajišťují velkokapacitní přepravu cestujících. Nejzatíženější autobusovou linkou v Evropě je metrobus na lince č. 5. Délka trasy je 15,1 km, je na ní 30 zastávek a 50 světelných signalizací. Denní přeprava činí 60 tisíc cestujících. Po projíždce metrobusem následovala prohlídka přístavu a návštěva světoznámého hamburského muzea miniatur, kde bylo možné na rozsáhlé výstavní ploše obdivovat modely dopravních staveb (a nejen jich) z celého světa.

První zastavení třetího dne zájezdu proběhlo na jihozápadním okraji Brém, konkrétně na železniční zastávce Mahndorf, kde se na nové konečné stanici tramvajové trati ukázkově prolínají autobusy, tramvaje a železnice, záchytné parkoviště pro osobní vozidla je situováno do vnitřního prostoru tramvajové smyčky. Další zastávkou na cestě byl Osnabrück, kde jsme se krátce zdrželi na místním nádraží a v historickém centru.

A pak již přišel zlatý hřeb třetího dne – návštěva Wuppertalu a projížďka visutou dráhou Schwebebahn (do provozu uvedena v roce 1901). Dvě jízdni



◀ Stanice městské rychlodráhy Breslauer Platz v Kolíně nad Rýnem

dráhy jsou neseny nosníky ve tvaru obráceného písmene V, provoz zajišťují zavěšené kabiny, každá má svého vlastního řidiče a pohybuje se nezávisle na ostatních. Většina trasy se odehrává nad místní říčkou Wupper, ve zbytku trasy pak přímo nad ulicemi. Celková délka trasy činí 13,3 km, na trase je 20 zastávek. Po opuštění visuté dráhy jsme navštívili unikátní trolejbusovou točnu v sousedním Solingenu.

Čtvrtý den jsme důkladně prozkoumali integrovaný dopravní systém měst Kolín nad Rýnem a Bonn. Rozdíl mezi tramvajemi a železnicí se zde stírá, vše má charakter městské rychlodráhy. Linkou 16 (označení U-Stadtbahn) jsme se vydali přímo do centra Kolína nad Rýnem, na stanici Breslauer Platz. Tato stanice je navržena jako hloubená, s ohledem na úctyhodnou výšku celého prostoru je pohyb pěších zajišťován v několika úrovních. Stanice se nachází v těsném sousedství Hlavního nádraží, které bylo naší další zastávkou včetně nedaleké pychy Kolína nad Rýnem, gotické katedrály sv. Petra, jejíž stavba trvala několik století a je v současnosti součástí světového dědictví UNESCO.

Poslední den výpravy začal krátkou návštěvou Remagenu, kde dodnes stojí pozůstatky slavného mostu, který se na konci 2. světové války nepodařilo ustupujícím německým jednotkám včas vyhodit do povětří, čímž se usnadnil postup spojeneckých vojsk přes Rýn. Další zastávkou byla lanovka v Heidelbergu. Z počáteční stanice Kornmarkt (výška 113,2 m) vozy stoupají do stanice Königstuhl (výška 549,8 m). Charakterem provozu tato lanovka připomíná lanovku z Petřína, její historie sahá až do poslední fáze 19. století, poslední rekonstrukce proběhla v letech 2004 až 2005. V první části stoupání až ke stanici Molkenkur dopravu zajišťují historické vozy (stoupání v rozmezí 25–43%), dále je nutné přestoupit na nové moderní vagony. Ve druhé části lanovky se stoupání pohybuje v rozmezí 22–41%. Po opuštění Heidelbergu následovala již pouze zpáteční cesta do Prahy přerušena jen zastavením v historickém městě Schwäbisch Hall.

ZBYNĚK FRONĚK

FOTO: PETR ZOBAL, JAROSLAV VALA ■



◀ Přestupní uzel Mahndorf, v Brémách

◀ Preference autobusů v Hamburku



Jubilejní 40. letní sportovní hry

Tradiční letní sportovní hry proběhly ve znamení nejen sportovních výkonů, ale také oslav.

Za účasti nestora her Karla Veseleho jsme společně oslavili už čtyřicáté narozeniny! Celý jeden večer jsme

společně nad historickými fotkami vzpomínali na společné začátky této krásné tradice.

Letošní sportovní zápoleň proběhlo ve dnech 13.–16. září 2013 stejně jako vloni v krásném areálu RÁJ Srb-

sko u Kněžmostu. Navzdory předpovědi počasí nám v Českém ráji nepřešlo. V 15 sportovních disciplínách se utkalo 85 kolegů sportovců a tradičně se také konalo mezifiremní utkání s týmem SUDOPu ve volejbalu. ■

Babiččina zahrada

Babička je pro většinu z nás žena, u které se vždy cítíme dobře. Připomíná nám čas her, pohádek, klidu a úžasných dobrot. A taková je i restaurace Babiččina zahrada.

Podobně jako babička Boženy Němcové vítá návštěvníky domácím chlebem s kvasem se škvarkovou pomazánkou, máslem a ochuceným tvarohem. Pokrmy lákají svou vůní a chutí už jen při čtení jídelního lístku. Kachní játra vařená v sádle, polévka z kastrůlku, pstruh z domácí udírny, kachna pomalu pečená přes noc, tlačěnka z vepřových nožiček a kolínek, králičí stehno na divoko, tradiční svičková a vídeňský telecí řízek nadchnou stejně jako slad-



ká tečka v podobě plněných buchet a bábovky, teplého čokoládového dortíku, jahodových knedlíků nebo tvarohového koláče s malinami.

Typicky babičkovská česká kuchyně je připravována v moderním kabátě a zdravě odlehčené verzi. Používány

jsou pouze potraviny, které geologicky patří k naší zemi a pocházejí od drobných pěstitelů, farmářů a dodavatelů s prověřenou kvalitou. ■

Babiččina zahrada

Tovární 536, 252 43 Průhonice,

tel: 272 690 865, www.babiccinazahrada.cz

JUBILEA Ve třetím čtvrtletí oslavili svá životní jubilea **Jana Kopecká, Jiřina Rozsypalová, Jana Křivánková, Veronika Kulichová, Petr Zobal a Jakub Vojtěch**. Všem jubilantům gratulujeme a přejeme pevné zdraví a hodně pracovních i osobních úspěchů.

METROPROJEKT INFORMUJE

- firemní časopis
- redakční rada: Ing. Jiří Pokorný, Ing. Vladimír Seidl, Ing. arch. Evžen Kyllar, Ing. Zbyněk Pěnka, Ing. David Krása, Ing. Václav Valeš,
- Vydává METROPROJEKT Praha a.s., I. P. Pavlova 2, 120 00 Praha 2 • IČO: 45271895
- ev. č. MK ČR E 18232 • redakce@metroprojekt.cz