

Časopis ZAKLÁDÁNÍ

vydává:

Zakládání staveb, a. s.

K Jezu 1, P. O. Box 21

143 01 Praha 4 - Modřany

tel.: 244 004 111

fax: 241 773 713

E-mail: propagace@zakladani.cz

<http://www.zakladani.cz>

<http://www.zakladani.com>

Redakční rada:

vedoucí redakční rady:

Ing. Libor Štěrba

členové redakční rady:

RNDr. Ivan Beneš

Ing. Martin Čejka

Ing. Alois Kouba

Ing. Jiří Mühl

Ing. Michael Remeš

Redakce:

Ing. Libor Štěrba

Design & Layout:

Studio 66, s. r. o.

Jazyková korektura:

Mgr. Antonín Gottwald

Sazba, lito:

Studio 66, s. r. o.

Tisk:

Tiskárna VHF

Foto na titulní straně:

Težba podzemních stěn pro obchvat

Jihlavy

Foto: Ing. Libor Štěrba

Překlady anotací:

Mgr. Klára Ouředníková

Ročník XVI

2/2004

Vyšlo 30. 7. 2004

v nákladu 1000 ks

MK ČR 7986

ISSN 1212 – 1711

Vychází čtyřikrát za rok

Pro rok 2005 je cena časopisu 72 Kč.

Roční předplatné 296 Kč vč. DPH,

balného a poštovného.

Objednávky předplatného na tel.:

234 035 200, fax: 234 035 207 nebo na

myris@myris.cz, www.myris.cz

Myris Trade, s. r. o.

P. O. Box 2, V Štíhlách 1311/3

142 01 Praha 4

Podávání novinových zásilek

povolila PNS pod č.j. 6421/98

Obsah

Aktuality

- Prezentace prací speciálního zakládání v areálu Korunní dvůr
na pražských Vinohradech 2
- Zakládání staveb, a. s., partner Expedice Makalu 2004 3
- Pražské mosty 4
Ing. Michael Remeš, Ing. Alois Kouba, Zakládání staveb, a. s.
- Umělé Palmové ostrovy u Dubaje, aneb Pojedeme se rekreovat na osmý div světa? 7
Zpracoval: RNDr. Ivan Beneš, Zakládání staveb, a. s.

Teorie a praxe

- Vrtný systém s reverzní cirkulací RCDS 10
Zpracoval: RNDr. Ivan Beneš, Zakládání staveb, a. s.

Občanské stavby

- Zajištění stavební jámy pro administrativní budovu Diamond Point v Praze 12
Ing. Aleš Skalický, Zakládání Group, a. s., Ing. Alois Kouba, Zakládání staveb, a. s.

Dopravní stavby

- Zajištění stavební jámy pro estakádu nad Bílinou
v Ústí nad Labem – Rekapitulace 14
Petr Maláč, Zakládání staveb, a. s.
- Výstavba tunelů Panenská na dálnici D8 17
*Ing. Jan Kvaš, Metrostav, Ing. Jiří Mosler, Metrostav, a. s.,
Ing. Ondřej Kostohryz, SG Geotechnika, a. s.*
- Zajištění portálů tunelů Panenská pro první horskou dálnici v ČR 21
Bohuslav Bubník, Zakládání staveb, a. s.
- Stříkaný beton svahů zárubních zdí tunelu Panenská 21
Ing. Pavel Polák, Metrostav, a. s., Ing. Vladimír Míka, Beton Bohemia, s. r. o.
- Silniční obchvat Jihlavy – projekční řešení a realizace hloubeného tunelu 24
Ing. Jiří Pechman a Ing. Miroslava Minářová, Amberg Engineering Brno, a. s.
- Hloubený tunel v Jihlavě – zajištění stavební jámy a realizace podzemních stěn 29
Ing. Jan Šperger, Zakládání staveb, a. s.

Komerční a obchodní stavby

- Obchodně-administrativní centrum Palladium na náměstí Republiky 31
Petr Vokrouhlík, Zakládání staveb, a. s.

Pražské mosty

V druhé polovině roku 2003 získala společnost Zakládání staveb, a. s., ve veřejné soutěži dvě související zakázky – „Záhozy mostů na území hl. m. Prahy“, jejíž součástí byl i „Doprůzkum pilířů č. 8, 9 Karlova mostu“ a „Karlův most – oprava ledolamů“. Vzhledem k zjištěným skutečnostem během realizace těchto prací byla odborem městského investora Magistrátu hl. m. Prahy vypsána soutěž: „Oprava Karlova mostu, ochrana základů pilířů č. 8 a 9“ a Svazem českých stavebních inženýrů uspořádán seminář s názvem „Oprava Karlova mostu“.

Obě výše uvedené zakázky získala společnost Zakládání staveb, a. s., pro stejného investora – Technickou zprávu komunikací hl. m. Prahy. První z nich jako subdodávku pro stavební firmu Stavby silnic a železnic, a. s., odstěpný závod 3-Praha, a druhou jako přímou dodávku pro investora. V praxi však společnost Zakládání staveb, a. s., realizovala obě zakázky kompletně, i když první jmenovanou na základě zmocnění stavbyvedoucího Ing. Zdeňka Leda, autorizovaného inženýra v oboru vodo hospodářské stavby, k zastupování vítěze soutěže (SSŽ, a. s.). Práce na obou akcích probíhaly současně a vzájemně se prolínaly. Velká část prací se uskutečnila pod vodní hladinou a byla zajišťována dvěma skupinami potápěčů.

Záhozy mostů na území Prahy

Předmětem zakázky bylo provedení těžkých záhozů v okolí mostních pilířů, u kterých došlo při povodni v srpnu 2002 k vymletí dna, a dále kompletní sanace vlastního zdiva mostních pilířů pod úrovní vodní hladiny.

Rekonstrukční práce probíhaly na následujících mostech: Barikádník, Hlávčův most obloukový, Hlávčův most trémový, Štefánikův most, Čechův most, Mánesův most, Karlův most, most Legií, Jiráskův most, Palackého most, Barrandovský most a most Závodu míru.

Potápěčské práce spojené se sanací zdiva pilířů zajišťovala potápěčská skupina PS Profi, s. r. o., s bohatými zkušenostmi s obdobnými pracemi při údržbě a opravách vodních děl. Jejich práce spočívala v odstranění degradované výplně spár, opravě ploš-

né degradace povrchu, doplnění chybějícího zdiva a vyplnění kaveren. Prvním krokem technologického postupu bylo dokonalé vyčištění spár a kaveren od nánosů, šlemu a biologických zbytků, případně i uvolnění další části spárovacího materiálu, který již neplnil řádně svoji funkci. Následovalo vyplnění spár speciální hmotou, která je zpracovatelná pod vodou a je pro tyto aplikace otestována a schválena Povodím Vltavy, s. p. Při průzkumu pilířů i vlastních sanačních pracích bylo možno využít přímého přenosu signálu z kamery, umístěné na přílbě potápěče na monitor na hladině; na požádání tak bylo možné prozkoumat určitý detail, umístit kameru do požadované polohy apod. a zároveň pořizovat záznam. Součástí této zakázky byl i doprůzkum pilířů č. 8, 9 Karlova mostu, popsany v následující kapitole.

Doprůzkum pilířů č. 8, 9 Karlova mostu

Tato samostatná část prací byla realizována ve dnech 28. 12. 2003–31. 2. 2004 potápěčskou firmou Petr Klier a Hynek Šorm. Vzhledem ke skutečnosti, že první výsledky potápěčského průzkumu přinesly zajímavé výsledky, byla tato část zakázky postupně rozšiřována a doplňována ze strany objednatele o další požadavky a její rozsah se podstatně zvětšil. O celém průběhu prací pod vodní hladinou byl pořizován digitální videozáznam. Nakonec se jednalo o dodatečný průzkum všech pilířů Karlova mostu ve Vltavě (pilíře č. 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9). Největší pozornost ale byla věnována pilíři č. 8 a 9. Práce u pilíře č. 8 zahrnovaly zdokumentování stavu původních základů, rozebrání části dřevěné štetové stěny, vytvoření průzkumné stoly k základu.

Dle dostupných informací jsou základy tohoto pilíře v původním, historickém stavu se základovou spárou ve šterkové terase. Dalším odkrýváním materiálu do hloubky podél základu byly pod podélným trémem objeveny celkem 3 piloty lišící se svým provedením, způsobem opracování i připojením k podélnému trému. V hloubce 60 cm pod podélným trémem se nachází pevné dno tvořené jílem. Při odkrývání základu bylo odkryto toto jílovité dno v šířce cca 3 m. Podle pravidelné struktury jílového dna se pravděpodobně jednalo o těsnění jímky, ve které byl pilíř budován.

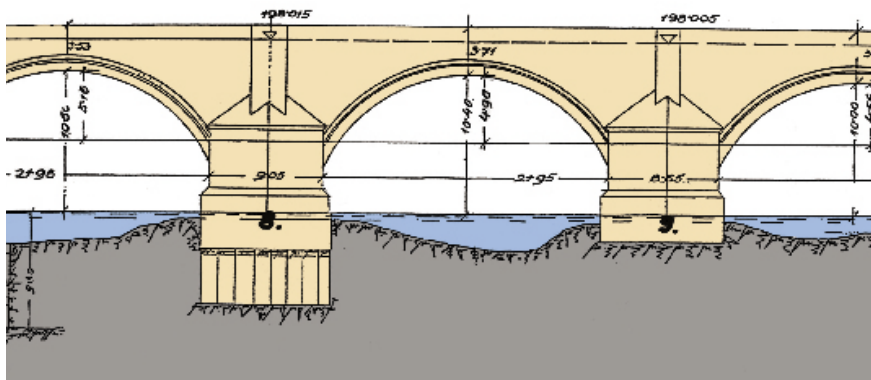
Při odtěžení naplaveného materiálu byl zvolen následující postup. Písek, bahno a šterk byly odsávány pomocí velkého kalového čerpadla a byly umístěny na vybrané místo ve vzdálenosti 5 m. Takto byl nejdříve odebrán materiál před štetovnicovou stěnou (směrem do řeky). Na místě zůstaly pouze velké balvany, které byly ručně odstraněny. Stejně se postupovalo při těžbě za štetovnicemi a na vlastním základu. Poté byl materiál z řeky odtěžen drapákem. Základy byly pravděpodobně vybudovány za sucha, dnes jsou pod kamenným záhozem, pod nímž se pravděpodobně podařilo odhalit základ, jeho dřevěný obklad z dubových fošen i trámce zpevňující okraj základu. Postup práce zde byl obdobný jako u pilíře č. 8 s tím rozdílem, že se zde jednalo především o těsnění kamenů ze záhozu. Těžený materiál byl nakládán ručně do drapáku nebo do plechové bedny zavěšené na drapáku a poté vytažen. U obou pilířů se jednalo o odběr zkušebních vzorků z kamenů, malty, dřevěných štetovnic, fošen a trámů pod pilířem, těsnícího jílu, hřebu z dřevěné konstrukce.

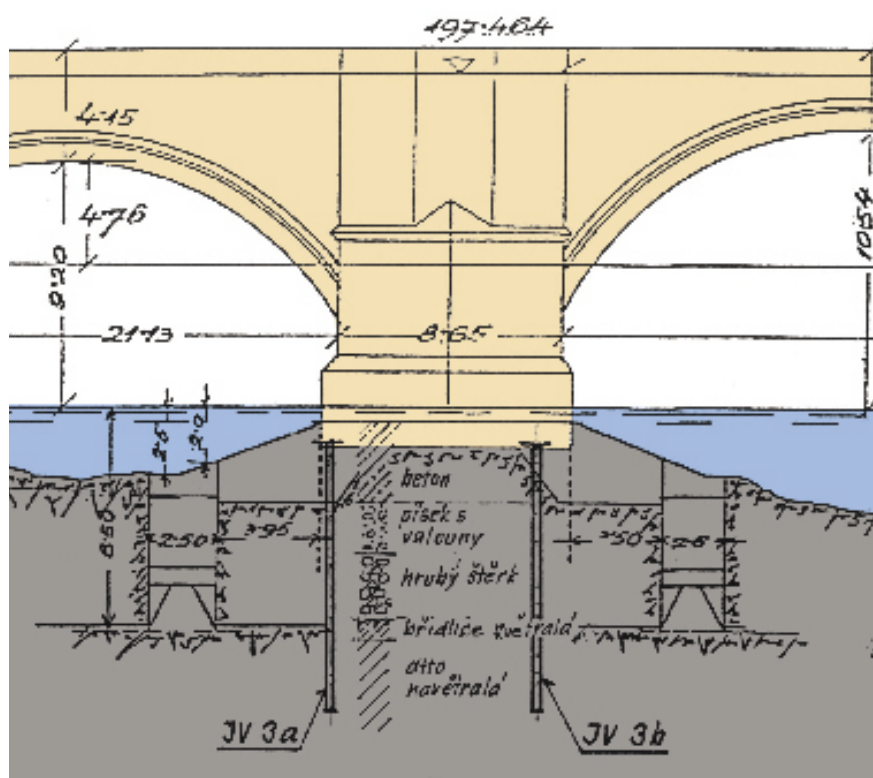
U pilíře č. 4 byl navržen průzkum pomocí dvanácti kusů jádrových odvrtů dl. cca 3 m, situovaných rovnoměrně po obvodu pilíře. Těmito vrty bude provrtána horní betonová deska zakrývající prostor mezi tělesem pilíře kesonem. Účelem je zjištění tloušťky této desky, provedení zkoušek pevnosti materiálu a zjištění struktury materiálu pod deskou. Práce budou prováděny z vody.

Karlův most – oprava ledolamů

První etapa prací spočívala v průzkumu dna a zjišťování kvality zabíraných dřevěných pilot stávajících ledolamů. Tyto průzkumné práce byly opět realizovány potápěčskou firmou Petr Klier a Hynek Šorm a úzce se prolínaly s výše uvedeným doprůzkumem pilířů Karlova mostu. Při průzkumu dřevěných pilot bylo nutné postupně odtěžovat záhozový materiál z prostoru uvnitř ledolamu. Těžba se prováděla na hloubku zhruba až 2,5 m pod hladinu vody. Postupně byla objevena změť dřevěných pilot, kolejnic a jiných prvků, které byly pravděpodobně v různých časových obdobích postupně zaráženy do dna. Tato skutečnost znemožňovala realizovat původní záměr projektanta zabíraní nové prvky bez odstranění původních zabíraných prvků (původní piloty měly být pouze nade dnem odříznuty). Nakonec bylo rozhodnuto všechny nalezené původní piloty z návodní strany odstranit. Jejich počet byl velký (30–40 kusů). Byly totiž raženy ze dvou až třech výškových úrovní

Založení pilířů č. 8 a 9 Karlova mostu





Založení pilíře č. 4 Karlova mostu

a tvořily nepravidelný rastr. Projekt na obnovu ledolamů zpracoval atelier arch. Šantavého, a proto byly všechny postupně zjišťované skutečnosti s arch. Šantavým konzultovány a další postup průběžně odsouhlasován. Za zvláštní zmínku stojí objev části sochy anděla ze sousoší svatého Václava během průzkumných prací. Sousoší bývalo kdysi umístěno na pilíři č. 8; dnes je i se znovunalezeným andělem umístěno v lapidáriu Národní galerie. Dle informací historiků ležela socha ve Vltavě 220 let.

Všechny výše uvedené práce probíhající z lodí ukotvených na Vltavě prakticky v centru města a z velké

části přímo u Karlova mostu vzbudily zvýšenou pozornost Pražanů i odborníků. Práce byly navíc medializovány výše uvedeným nálezem pozůstatků části sochy anděla ze sousoší svatého Václava. To vše vyústilo v krátké době v uskutečnění dalších dále popsanych navazujících akcí.

Seminář o koncepci opravy Karlova mostu

Dne 13. 4. 2004 proběhl v sále na Novotného lávce veřejný technický seminář s názvem „Oprava Karlova mostu“, který uspořádal Svaz českých

stavebních inženýrů. Jeho účelem bylo seznámit širší technickou veřejnost s návrhem komplexu prací souvisejících s plánovanou opravou Karlova mostu. Na semináři byly předneseny příspěvky, které na základě studia historických podkladů i omezeně povoleného průřezu objektu popsaly technický stav mostu a doplnily tak dosavadní podklady pro projekt jeho opravy.

V úvodní části semináře, po přivítání přítomných doc. Ing. Pavlíkem, prezidentem ČSSI, promluvil náměstek primátora Ing. J. Bürgemeister, který označil plánovanou opravu Karlova mostu za jednu z priorit magistrátu, chápanou jako technický problém a přislíbil podporu i pomoc při celkovém i dílčím řešení. Investorská funkce byla přidělena magistrátní investorské organizaci MIO. Postup prací na opravě je uvažován v souladu s harmonogramem zpracovaným ČSSI, kdy rok 2004 je uvažován pro práce prováděné z vody – ledolamy a opravy základů pilířů 8 a 9 a práce na vrchní stavbě mají proběhnout ve stavební sezóně roku 2005. Po tomto úvodu následovaly odborné přednášky, při kterých jednání řídil Ing. Křížek, CSc., který také seminář z úrovně ČSSI připravil a odborně garantoval.

V dopolední části jednání byl Karlův most představen z pohledu historického, jako neodmyslitelná dominant panoramatu Prahy i jako technický objekt, který má svoji historii, život, účel, ale i přirozené stárnutí, opotřebování a reakce na léčbu (opravy) a kvalitu údržby.

Spodní stavbě mostu věnovali svoje příspěvky prof. Škopek a doc. Drozd. Z nich vyplynulo, že založení pilířů umístěných v korytě řeky bylo v historických dobách opraveno a zesíleno s výjimkou pilířů 8 a 9, které jsou založeny mělce, snad na původní úrovni. Proto se projektovaná oprava soustředí právě na tyto pilíře, u kterých bude jejich založení zesíleno. Pro posouzení založení mostu a případné práce pod vodou má velký význam i potvrzení, že

Obnova ledolamů před pilíři Karlova mostu





Obnova ledolamů před pilíři Karlova mostu

bazální vrstva nesoudržných sedimentů říčního koryta pochází z doby posledního glaciálu a je balvanitá s balvany rozměru až 1 m³. Z důvodu jejího zrnitostního složení i značné ulehlosti je velmi obtížně proberanitelná. Tento poznatek se již potvrdil při obnově ledolamů u pilířů 3–7, kde se dřevěné piloty nepodařilo žádným způsobem zaberanít na projektovanou hloubku až ke skalnímu podkladu a pro naplnění požadavku projektu musela být změněna technologie na předvrtávání a doberanění. V rámci těchto příspěvků byly prezentovány i výsledky tří kopaných sond, které byly provedeny ve vozovce a horní části mostu. Sondy nad klenbami 4, 5 a 6 ověřily existenci i stav rubové betonové vrstvy v síle cca 15 cm nad klenbami. Dále bylo možno zjistit, že vychýlení poprsních zdí mostu, které bylo připisováno železobetonové desce vložené nad klenby, bylo ve skutečnosti způsobeno tlakovou injektáží kleneb při poslední opravě mostu. Další příspěvky, které byly věnovány již převážně vrchní stavbě mostu, jsou uveřejněny ve sborníku, který byl k semináři vydán.

V odpoledním programu semináře vystoupili především dva odborníci z NSR, kteří se zabývají údržbou, opravami a rekonstrukcí historických mostních objektů. Byli to p. rada Swaczyna, který jako člen magistrátu města Regensburg (Řezno) má na starost i péči o historický kamenný most a ing. Stolarski, vedoucí LGA Bayern.

Ing. Swaczyna podrobně popsal historický kamenný most v Regensburgu a metody jeho oprav i údržby. Jako jednoznačně nutnou označil průběžnou údržbu mostu, kterou provádí četa odborných stavebních dělníků vedená zkušeným technikem se znalostí metod restaurování historických objektů (malá stavební huť). Tato četa je schopna provádět kamenické práce, získávat původní materiál ve speciálně otevřeném malém lomu a pro spárování míchat nekomerční směsi dle momentálních potřeb. Překvapivá byla sdělení o úporném a nesnadném úsilí o vyloučení hromadné autobusové dopravy z mostu i o obtížném zajištění finančního krytí pro technicky nutné práce i údržbu. (Město Regensburg nemá pevný rozpočet, získává pouze mizivé státní dotace a příjem z daní v současné době klesl zhruba o 40 %.)

Ing. Stolarski představil LGA jako Bavorskou zemskou organizaci zaměřenou na odbornou koor-

dinaci, posuzování a dozorování prací při úpravách a opravách historických objektů. LGA je i rozhodčím orgánem při výběru a posuzování technických návrhů pro opravy a rekonstrukce historických objektů. Organizace působí i mimo území Bavorska, což dokladoval na mostech v Mostaru a Norimberku. Z jeho přednášky lze vyzvednout následující zkušenosti:

- velmi dobré výsledky s použitím ultrazvukových sond pro lokalizaci podemletí pilířů,
- nutnost podrobného a dokonalého průzkumu objektu před zahájením projekce a realizace oprav. Účelem průzkumu je nejen ověření skladby konstrukce, ale i zajištění technologických postupů při původních pracích a identifikace chyb, ke kterým při nich došlo, aby je bylo možno z projektovaných prací vyloučit. Např. na mostě v Regensburgu byl proveden v každém pilíři jádrový vrt a získané jádro bylo podrobně analyzováno jak materiálově, tak technologicky.

Velmi obtížným úkolem je zadaná obnova mostu v Mostaru. Tam je požadována přesná replika původního stavu s dodržení použitých materiálů i technologie výstavby. Bylo zjištěno, že kvádry v klenbě byly spojeny ocelovými hmoždinkami zalitými olovem, což umožnilo vytvoření typického tvaru klenby i její trvanlivost. (Při použití moderní vojenské techniky trvalo dva dny, než se most zřítíl.) Velké komplikace vytvářejí i břehy, trvale podemílané horskou řekou Neretvou, do kterých je most vzepřen. V červenci 2004 byl most již slavnostně otevřen.

V dalším programu semináře byly představeny jednotlivé technologie izolace mostu, připadající v úvahu pro opravu Karlova mostu. Celý blok uvedl doc. Kutnar, který sdělil některé poslední zkušenosti z jejich aplikací. Firma ICOPAL uvedla použití izolace z asfaltových pásů na mostě v Písku. Ateliér stavebních izolací představil dvouvrstvou izolaci z měkčeného PVC a zdůraznil možnost kontroly funkce izolace i provedení rychlých oprav. Izolace náštříkovými hmotami uvedené firmami Duomis a Sika se liší prakticky pouze použitými hmotami. Oba systémy jsou dvouvrstvé náštříky s možností aplikace i na vlhké podklady, při nízkých i vysokých teplotách, se schopností rychlého zaschnutí a tím rychlé návaznosti aplikace obou vrstev. Kontrola

celistvosti izolace se provádí jiskrovými zkouškami. Na semináři bylo předneseno 21 referátů, které svoji délkou přesáhly i čas vyhrazený na diskusi. Závěrem semináře poděkoval Ing. Křížek, CSc., všem účastníkům a zdůraznil účel semináře – informovat širší technickou veřejnost o stavu a záměrech tak odpovědného technického úkolu, jakým je oprava Karlova mostu. Tím, že seminář obsahoval příspěvky zaměřené k problematice z nejrůznějších pohledů, svůj účel bezpochyby dobře splnil.

Výzva: Oprava Karlova mostu, ochrana základů pilířů č. 8 a 9

Zadavatel: obec Hlavní město Praha, zastoupená odborem městského investora Magistrátu hlavního města Prahy

Jedná se o vypsaní soutěže na vypracování projektové dokumentace pro stavební povolení (DSP), projektové dokumentace pro zadání stavby (DZS) a zvláštních technicko- kvalitativních podmínek stavby (ZTKP) definitivní ochrany pilířů č. 8 a 9 Karlova mostu. Součástí návrhu má být i provizorní zajištění pilířů.

Zadání předpokládá provedení železobetonové krycí desky v suché jímce, k jejíž konstrukci bude využito definitivní konstrukce navržené ochrany pilíře (ocelových trubek nebo profilů, sloupů tryskové injektáže apod.). Ze suchého prostředí jímky bude opraveno zdivo pilířů. Navržená ochrana nesmí zasahovat do plavebního profilu, který je vymezen mezi pilíři č. 7 a 8 (obousměrný provoz) a mezi pilíři č. 8 a 9 (jednosměrný provoz).

V současné době je soutěž uzavřena. Zadavatelem byl vybrán návrh společnosti FG Consult, s. r. o. . Rozpracovaná projektová dokumentace je nyní ve fázi připomínkování ze strany všech dotčených institucí.

Autor: Ing. Michael Remeš, Ing. Alois Kouba, Zakládání staveb, a. s.

Foto: Ing. Libor Šterba

Bridges of Prague

In the second half of the year 2003 the Zakládání staveb, Co., won two joint tenders within a public contract: „Backfilling of bridges on the territory of the capital city of Prague“, including works on the „Terminal survey of the Charles Bridge pillars No. 8 and 9“ and the „Charles Bridge – reconstruction of ice aprons.“ With respect to new facts found out in course of realisation of these works, The Department of Municipal Investments of the Municipality of Prague put out a public tender called „Reconstruction of the Charles Bridge, protection of the pillar foundations of pillars No. 8 and 9.“ In addition, the Union of the Czech Construction Engineers organised a seminar on „Reconstruction of the Charles Bridge.“ All events mentioned above are in more detail described in the following article.

Umělé Palmové ostrovy u Dubaje, aneb Pojedeme se rekreovat na osmý div světa?

Kam až sahají lidské možnosti a možnosti stavebního průmyslu, když je dostatek peněz, to ukazuje pozoruhodný projekt Palmové ostrovy v Dubaji. Tyto umělé ostrovy postupně vyrůstají z mořského dna.

První z ostrovů vyžadoval uložení 95 mil. m³ násypu, který je následně konsolidován vibračními zhutňovači. Více v článku Adriana Greemana z časopisu Ground Ingeneering.

Projekt palmových ostrovů

Vybudovat celý ostrov je velmi ambiciózní záměr, obzvlášť když se jedná o ostrov ve tvaru palmového stromu. Postavit dva takové ostrovy je myšlenka ještě smělejší. Ovšem pro jednu z dubajských stavebních společností nebyl tento cíl ničím nedosažitelným a nyní již plánuje svůj třetí projekt umělých ostrovů. Bob Berger z projektční společnosti Hill International říká: „Nikdo zatím nerealizoval podobný projekt získání území ze dna moře, alespoň ne v takovém rozsahu.“ B. Berger je hlavním manažerem dubajské stavební společnosti Nakheel, která v reklamní kampani projektu označuje Palmové ostrovy za „osmý div světa“. Stavba ostrovů patří mezi největší rezidenční projekty na světě a náklady první a druhé fáze výstavby se vyšplhaly na

2 a 2,5 mld. USD; v Dubaji se ovšem i takové částky zdají být běžné, vzhledem k tomu, jaké stavební práce probíhají přímo podél pobřeží i daleko směrem do pouštního vnitrozemí. Bob Berger má na starosti šest dalších rozsáhlých staveb komerčních a turistických objektů realizovaných společností Nakheel, ale Palmové ostrovy jsou z nich nejambicióznější a přímo zaměřené na špičku světového turistického a zábavního průmyslu. David Beckham i jiní fotbalisté si již na ostrovech koupili vilu. Každý z ostrovů obklopuje kruhový nebo obloukovitý útes, který slouží jako vnější mořská bariéra okolo „palmového stromu“. Jeho „kmen“ spojuje ostrov a rozvětvené „listy“ s pevninou. První projekt – „Palma Jumeirah“ – měří 5 km v průměru a leží ve vzdálenosti

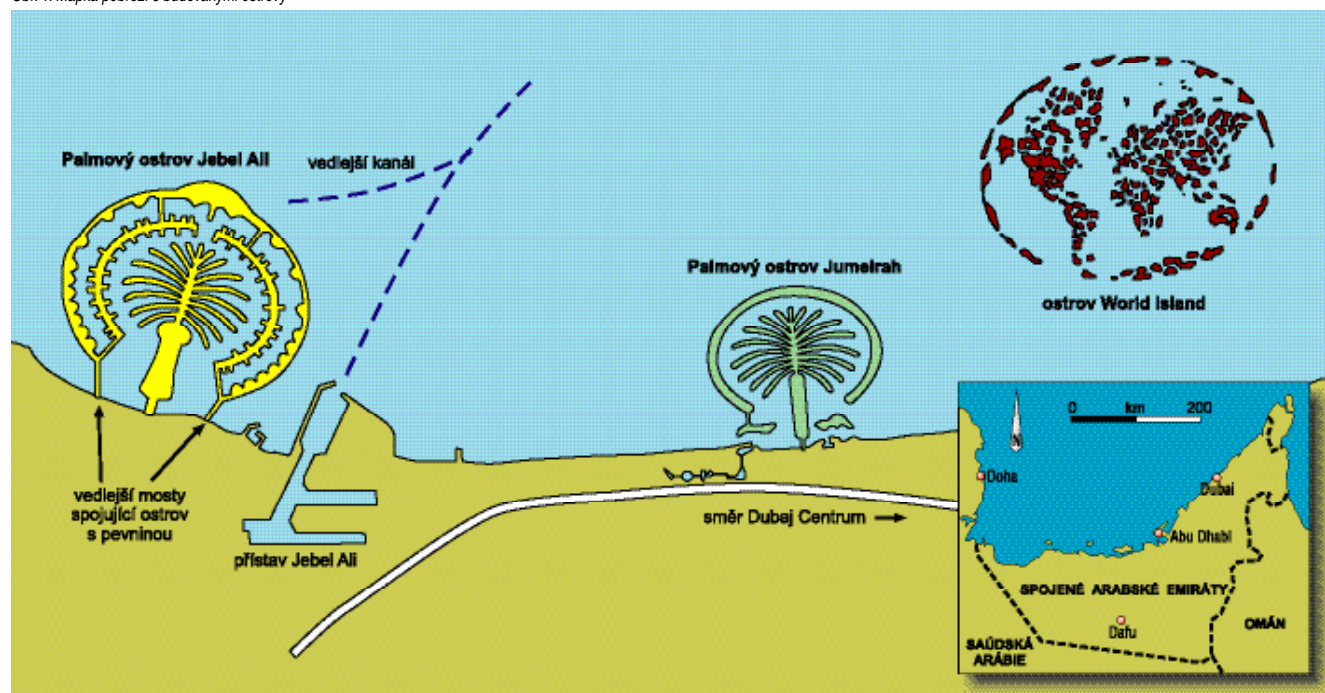
20 km od Dubaje; druhý projekt, „Palma Jebel Ali“, leží ještě o 10 km dále, za nákladním přístavem Jebel Ali (viz obr. 1).

Realizace třetího z projektů, nazvaného „World Island“, vzdáleného 4,5 km od pobřeží, právě začala. Jedná se o skupinu 260 malých ostrovů, které svým uspořádáním připomínají mapu světa. Ostrovy obklopuje kruhový vlnolam o průměru 7 km a délce 9 km. Každý ostrov bude prodán jako jednotlivá nemovitost.

Oba Palmové ostrovy Jumeirah a Jebel Ali postupně vyrůstají z mořského dna blízko pobřeží. První stavební práce začaly na ostrově Jumeirah v květnu 2001. Tento ostrov bude dokončen příští rok a druhý, Jebel Ali, v roce 2007.

Jak říká Bob Berger, projektování začalo v roce 2001. Byly uzavřeny smlouvy se společností Archirodon z Nizozemí ohledně návrhu a realizace vlnolamu, a dále se společností Royal Haskoning a Van Oord, které se také budou podílet na provedení prací. „Společně se smluvními partnery jsme zadali vypracování hydraulických a ekologických studií včetně 2D a 3D modelu mořského proudění v laboratořích v nizozemských Delftách. Výsledkem byla mimo jiné změna návrhu vlnolamu, který má v nynější

Obr. 1: Mapa pobřeží s budovanými ostrovy



podobě dvě ústí, umožňující proudění v laguně. Zdá se, že toto řešení splnilo očekávání, protože zatím nedochází k růstu řas či podobných organismů.“

Ukládání pískových násypů

Násypy ostrova jsou poměrně jednoduché. Pískový násyp byl pod vodou ukládán plovoucími bagry s vyklápěcím dnem přímo na mořské dno do hloubky až 10,5 m. Nad hladinou vody byl násyp ukládán plavením písku vodou. Povrch nad hladinou dosahuje konečné výšky 3 m, povrch bariér až 4 m. Podle slov pana Bergera má mořské dno podobnou strukturu jako pevnina; tvoří jej pevné vrstvy vápnité horniny a měkkého pískovce.

Podobné práce byly realizovány již dříve, ale ne s takovou přesností umístění, jaká je nutná zde, obzvláště na ostrově World Island. Provedení by pravděpodobně nebylo možné bez nejnovějších inovací v oblasti řídicích systémů GPS pro moderní sací bagry (obr. 2). To platí především pro 5 m široké písečné pásy pláží. Jak pan Berger připomíná, v celém projektu najdeme pouze dvě přímé čáry.

Uložení 95 mil. m³ násypu na ostrově Jumeirah bylo dokončeno loni na podzim a na ostrově Jebel Ali, který je o 40 % větší, už leží na svém místě přibližně 20 mil. m³ násypu. Některé ze zde používaných sedmi velkých plovoucích bagrů, dvanácti dopravních nákladních člunů a sedmi jeřábových lodí již nyní pracují na stavbě ostrova World Island.

Pan Berger říká, že nejobtížnějším úsekem práce bylo vybudování vnějšího oblouku ostrova, který je vyztužen velkými balvany o váze až 6 tun, umístěnými na vrstvách drobnějšího kameniva. Tyto vrstvy jsou uloženy za patou základů, zapuštěnou do mořského dna a byly uloženy

převážně pomocí lodních drapákových bagrů. Vrstvy kameniva navyšují celkové množství uloženého materiálu o dalších 5 mil. m³. Většina kameniva byla přivezena z lomů v horách vzdálených 100 km.

Zhutňování násypů

Podle slov pana Bergera je vytvořený povrch dobrý a nebude docházet k jeho nestejnoměrnému sedání. Vibrační zhutňovače zemin nyní postupují kolem jednotlivých výběžků ostrova; mezi společnostmi, které se podílejí na konsolidaci povrchu před zahájením hlavních prací na infrastruktuře, patří například Bauer, Soletanche nebo Keller Group.

Ředitel marketingu společnosti Keller UK, Martin Singleton, nás informoval o tom, že smluvní práce v hodnotě 8,2 mil. liber zahájené v únoru zahrnují zhutnění povrchu do maximální mocnosti 11 m, což je vlastně celková tloušťka navezeného písku. Společnost Keller provozuje na svém úseku 10 kompletně vybavených vibračních souprav využívajících k zahlubování vibračního nástroje mořskou vodu (viz obr. 3, 4). To pomáhá vytvořit mezikruží kolem vpichů, a pískový násyp tak může padat přímo na dno vpichu. „Proměnlivost únosnosti konsolidované zeminy je v zásadě minimální, zde se ustaluje na celkové hodnotě 150 kPa. To znamená, že se klienti prozatím nemusí rozhodovat, kde přesně bude jejich budova stát, a zároveň je potřeba budování pilot pro veškerou výstavbu značně snížena,“ říká Singleton.

Mořská flora a fauna

„Jednou ze zajímavých stránek celé práce je hojnost mořské fauny a flóry, od planktonu po delfíny, která se na místě objevila“, říká Berger. „V mnoha ohledech je mořské dno obrazem

pouště s omezenými projevy života, ale jak se zdá, díky vytvoření místa k uchycení se nám zde podařilo soustředit mnoho živých organismů. Jedním z našich záměrů je vytvořit podmínky pro růst korálů. V místě plánovaného potápěčského centra budou do vody také ponořena tři stará letadla, zbavená toxických látek, která by měla napomoci rozvoji mořské fauny a flóry“.

Infrastruktura

Každý ostrov je „malým městem“ a musí mít všechny prvky běžné městské zástavby; navíc je třeba zajistit činnosti umožňující život v poušti, od dodávky pitné vody, přes zavlažovací systémy, až po chlazení. „Na ostrovech máme téměř všechno, s výjimkou jaderné energie,“ říká Berger. „Dokonce jsme zvažovali využití energie vln a větru.“ Mořské vlny tu ale nejsou dostatečně velké, protože Arabský záliv je příliš krátký na to, aby v něm docházelo ke vzniku větších bouřkových systémů. To je ovšem na druhé straně příznivé pro vlnolamy. Dodávku elektrické energie budou zajišťovat elektrárny v Dubaji, ostrovy budou mít vlastní destilační stanice na pitnou vodu kryjící část spotřeby. Budou mít také vlastní chladicí systémy: chlazená voda pro klimatizaci vil a bytů bude vedena z centrální stanice pomocí speciálních izolovaných potrubí. Tyto větší elektrárnské objekty budou vystavěny na pilotách, stejně jako některé z větších obytných bloků, vysokých až 14 pater.

„Musíme dále zavést telekomunikační síť, zajistit rozvod elektřiny z napětí 132 kV a postavit silnice,“ říká Berger.

Příjezdová pětiproudová silnice bude spojoval 300 m dlouhý „kmen“ ostrova s pevninou. V soutěži o nejlepší návrh této 350 m dlouhé přístupové komunikace ve tvaru Y – na ostrově se rozděluje na 2 proudy – zvítězila architektonická kancelář H2L2 z New Yorku. Návrh H2L2 využívá 25 m vysoké prostorové rámové konstrukce a součástí konstrukce jsou i sochy sedmi původních divů světa. Statické práce provádí německá společnost Leonhardt, Andra & Partner.

Dodavatelská společnost Belhassa Six už zahájila zakládání na pilotách. Zelené armovací koše s epoxidovým nátěrem, které Belhassa používá, jsou v Dubaji dobře známé, protože celá oblast je charakterizována jedním z nejagresivnějších složení podzemní vody na světě. Téměř všechny základy vyžadují rozsáhlou ochranu (viz obr. 5).

Ostrov Jebel Ali budou s pobřežím spojoval boční mosty vedoucí z obou konců ostrovního oblouku na pevninu a každý „list“ palmy bude propojen sítí tunelů přes lagunu na oblouk a jeho silnice. Práce již zahájily společnosti budující infrastrukturu i firmy zajišťující výstavbu soukromých budov a hotelů. Vzhledem k tomu, že práce na ostrově Jumeirah by měly skončit

Obr. 2: GPS řídicí systémy umožnily realizaci komplikovaných dispozic na ostrově





Obr. 3: Stavební týmy provádějící vibrační práce na výběžcích ostrova Jumeirah

už v roce 2005, mezinárodní tým pod vedením pana Bergera má nyní důležitý úkol – dobře zkoordinovat veškeré práce.

Nabídka pro bohaté

Palmové ostrovy jsou zatím posledním z projektů, které za 40 let změnily malý přístav v zálivu Dubaj na významné město. Kromě záměru proměnit pustou poušť v zelenou krajinu, leží v oblasti zájmu Dubaje turistický ruch, volný čas a maloobchod jako zdroje budoucích příjmů, se zvláštním zaměřením na tu nejbohatší část světového trhu.

Ostrovy nabízejí 120 km nového pobřeží, což je

více než dvojnásobek délky dubajských pláží. Vily budou postaveny na „listech“ ostrovů, kde je snadný přístup k vodě. Na 11 km dlouhých obloucích je dostatek pozemků pro hotely, bloky obytných domů a zařízení pro volný čas, jakými jsou např. potápěčská střediska. Na „kmeni palmy“ na ostrově Jumeirah bude vybudován 1,5 km dlouhý vodní kanál, luxusní nákupní středisko, rekreační zařízení s 2000 pokoji a vodní park.

Palmový ostrov Jebel Ali bude o 40 % větší než Jumeirah. Jak zveřejnila společnost Nakheel, zahájení druhého projektu bylo výsledkem překvapivě rychlého prodeje pozemků na os-

trově Jumeirah v uplynulém roce. Jebel Ali však nebude tak klidným místem pro odpočinek jako Jumeirah, bude mít spíše podobu „zábavního parku“. Do kruhu uspořádaná „vodní vesnice“ s více než 1000 domy na kůlech bude stát nad 1500 m širokým kanálem mezi palmovými listy a 17 km dlouhým obloukem. Bude zde více zábavních center, přístavů a rekreačních středisek. A samozřejmě více obchodů. Paní Beckhamová bude mít radost!

Podle článku v časopise *Ground Engineering* (April 2004) zpracoval **RNDr. Ivan Beneš**, Zakládání staveb, a. s.
Překlad: Klára Ouředníková

Artificial Palm Islands near Dubai ... or Shall the 8th wonder of the world become our holiday destination?

The extraordinary project of Palm Tree Islands in Dubai shows the boundless potential of human kind and possibilities of the constructing industry in cases when financial sources are profuse. These artificial islands have been progressively rising from the seabed. 95 mil.m³ of filling was placed on the first island and consequently stabilised by vibratory compactors. Adrian Greeman's article from the Ground Engineering Magazine tells more about this project.

Obr. 4: Vybrační práce na nejmenším ostrově Palm Islands – Jumeirah

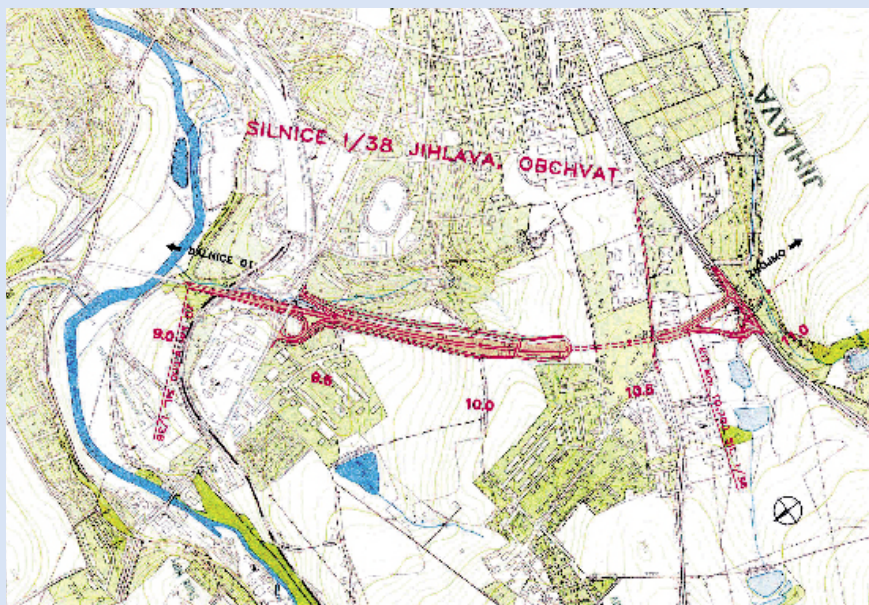


Obr. 5: Armovací ocel se zeleným epoxidovým nátěrem



SILNIČNÍ OBCHVAT JIHLAVY – projekční řešení a realizace HLOUBENÉHO TUNELU

V roce 2002 byla zahájena výstavba a 1. července 2004 uvedena do zkušebního provozu první etapa silničního obchvatu Jihlavy. V budoucnosti bude tato komunikace postupně budována tak, aby v trase stávající silnice I/38 vznikla kapacitní komunikace ve směru Jihlava–Znojmo– Vídeň. Součástí výstavby obchvatu byla i konstrukce hloubeného tunelu délky cca 300 m. Výstavba tunelu metodou milánských stěn v poloskálním až skalním horninovém prostředí, technické parametry i klimatické poměry kladly vysoké nároky na zhotovitele podzemních stěn – Zakládání staveb, a. s.



Obr. 1: Přehledná situace obchvatu

Základní údaje charakterizující stavbu

V letošním roce je dokončena a uvedena do provozu stavba „Silnice I/38 Jihlava, obchvat“ – první úsek etapově budované kapacitní komunikace I/38. Silnice je vedena západně od města, v prostoru mezi centrální městskou zástavbou a Horním Kosovem; severně navazuje na stávající čtyřpruhovou komunikaci I/38 od dálnice D1, jižně navazuje na radiální silnici I/19 ve směru Jihlava–Pelhřimov. Tento úsek obchvatu příčně protíná protáhlé návrší, po kterém je vedena ulice Přední jako pěší komunikace a ulice Rantířovská – silniční spojnice centra Jihlavy a Horního Kosova. Zde je situován hloubený tunel o délce zaklenutí 304 m.

V budoucích navazujících etapách dojde k prodloužení obchvatu a jižně za obcí Pístov k jeho napojení na stávající silnici I/38 ve směru na Znojmo a Vídeň. Výstavba obchvatu je řešena etapovitě, dle dopravní zátěže a investiční možnosti investora tak, aby v konečné podobě měl parametry směrově rozdělené komunikace kategorie S22,5/80. Podle

prognózy dopravní zátěže na 15 až 20 let je pro obchvat dostačující jen jeden jízdní pás, dočasně obousměrně provozovaný. Z rozhodnutí investora je budován pouze pravý jízdní pás a jen jeden tunelový tubus. Po naplnění dopravní kapacity tohoto jízdního pásu bude komunikace přestavěna a rozšířena o levý jízdní pás včetně druhého tunelového tubusu a dopravní provoz uspořádán jako směrově rozdělený.

Geologické a hydrogeologické poměry lokality

Tunel je budován v horninovém prostředí rul s různým stupněm zvětrání. Ve svrchních vrstvách cca do hloubky 6 až 9 m pod povrchem jsou produktem zvětrání písků a hlinitopísčité rulové eluvia, v nižších polohách přechází do poloskálních a skalních hornin. Nepravidelnosti zvětrání odpovídá i různá mocnost eluvia. Ruly jsou nepravidelně migmatizované, jemně až středně zrnité, nepravidelně zrnité a nepravidelně rozpukané. V tunelové trase se stří-

dají polohy rul od úplně zvětralých až po rozpukané, silně navětralé až po nepatrně navětralé, s různou rozpojitelností a vrtatelností.

Z hlediska hydrogeologického lze na lokalitě vymezit svrchní zvětrání vázanou na kvartérní (deluviální) pokryv a zónu zvětrávání a podpovrchového rozpojení hornin. Horniny lze charakterizovat jako puklinově propustné s proměnlivým podílem průlinové pórizity. Průlinovo-puklinový oběh je silně rozkolísaný a nepravidelný; v délce tunelové trasy je hladina podzemní vody proměnná. Voda byla zastižena převážně na horizontu pevnějších hornin, s převažujícím projevem jako puklinová. Zajímavostí lokality je, že na vrcholu hřbetu kopce byla ustálená hladina podzemní vody zastižena v hloubce cca 2 až 3 m pod terénem a k úpatí kopce klesla do hloubky cca 8 až 9 m pod terénem. Chemický rozbor odebraných vzorků prokázal přítomnost agresivního oxidu uhličitého.

Vedení trasy a prostorové uspořádání v tunelu

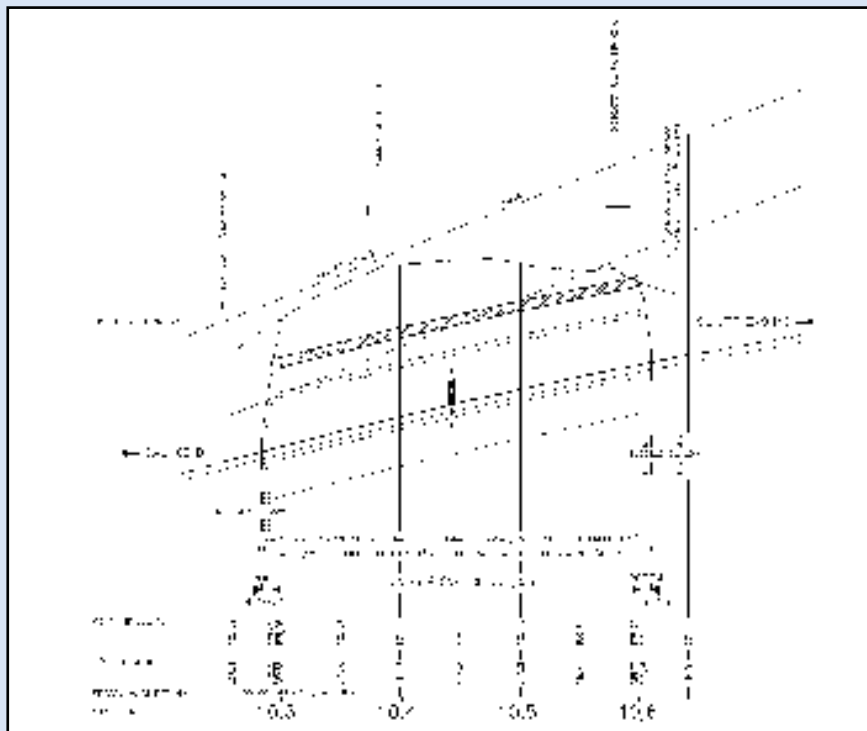
Směrově leží celý tunel v levostranném kruhovém oblouku s přechodnicemi. První polovina tunelu leží v kruhovém oblouku $R = 2,000$ m a druhá polovina tunelu leží v přechodnici s parametrem $A = 670$. Situování trasy realizované etapy obchvatu a umístění tunelu je na obr. 1.

Výškově je tunel umístěn do vrcholového zakružovacího oblouku o poloměru oskulační kružnice $R = 45,000$ m. Sklon tečny je 4,00 %. Podélný profil tunelu je na obr. 2.

Průřezný průřez v tunelu odpovídá návrhové tunelové kategorii T – 9,00 dle ustanovení ČSN 73 7507. Průřezná výška nad vozovkou v tunelu je 4,80 m. Z obou stran vozovky jsou v tunelu nouzové chodníky šířky 1,0 m. Světelná šířka tunelu je 11,0 m. Konstrukční uspořádání tunelu v příčném řezu je na obr. 3.

Hlavní účastníci výstavby

Investorem stavby je Ředitelství silnic a dálnic Praha, správa Jihlava, výkonem supervize bylo



Obr. 2: Podélný profil tunelu (10x převýšený)

pověřeno VPÚ DECO Praha, a. s. Generální projektant obchvatu je DOPRAVOPROJEKT Brno, a. s., projektant zakrytého úseku – hloubeného tunelu – je Amberg Engineering Brno, a. s. Řešitelem technického vybavení tunelu je ELTODO dopravní systémy, s. r. o. Projektová dokumentace ve stupni DSP byla vypracována a schválena v roce 1999. Realizace stavby byla zahájena v roce 2002 s termínem dokončení v roce 2004. Výstavbu provádělo sdružení stavebních firem, kde vedoucím sdružení je COLAS CZ, a. s., závod Jih. Vyšším zhotovitelem tunelu je ŽS Brno, a. s., závod MOSAN, s podílem dílčích prací na členy sdružení a subdodavatele. Zemní a výkopové práce připadly na firmu Stavby silnic a železnic, a. s., Praha, podzemní stěny jsou dílem ZAKLÁDANÍ STAVEB, a. s., konstrukce klenb a portálů realizovaly SMP CONSTRUCTION, a. s., dodavatelem technického vybavení tunelu je ELTODO dopravní systémy, s. r. o.

Koncepce konstrukčního řešení

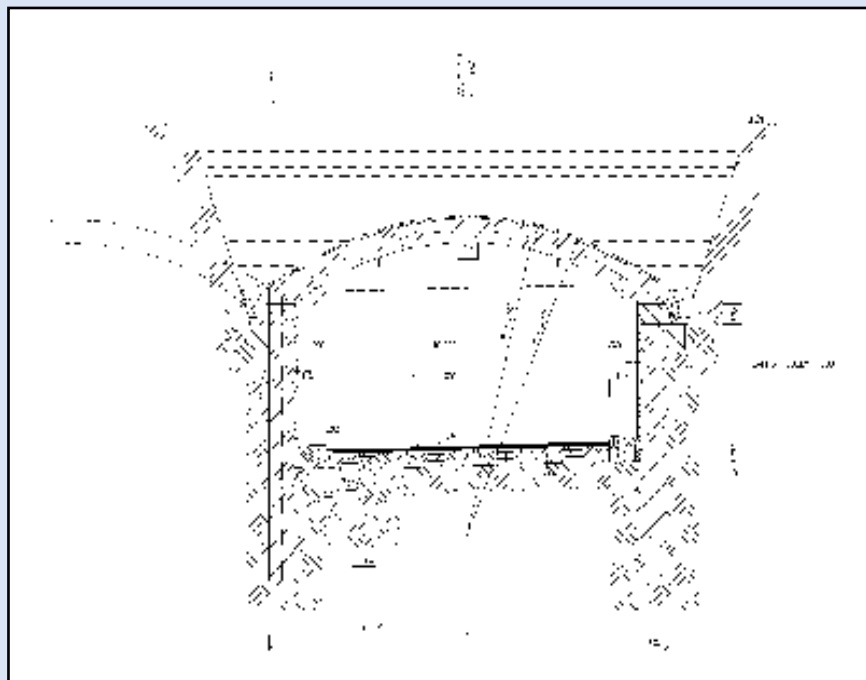
Tunelová konstrukce je vzhledem k vedení trasy řešena jako hloubený tunel (obr. 4). Principem řešení bylo vyhloubit výkopovou jámu jen na nezbytně nutnou hloubku a šířku, z jejího dna zhotovit podélné podzemní stěny a na tyto shora vybetonovat plochou klenbu; vnitřní prostor tunelu odtěžit po zhotovení klenby a výkopek ukládat jako zásypový materiál shora na klenbu.

Vlastní konstrukční a prostorové uspořádání, geometrie tvaru i statické řešení tunelové konstrukce se musely podřídit mnoha vstupním parametrům, z nichž nejvýznamnější jsou:

- prostorové uspořádání převáděné komunikace a požadavky na technologické vybavení tunelu,
- konstrukční řešení umožňující realizaci budoucí obdobné tunelové konstrukce v těsném sousedství,

- statické řešení zahrnující všechny zatěžovací vlivy na konstrukci v průběhu výstavby a provozu tunelu, včetně zatěžovacích vlivů, které mohou vzniknout při výstavbě a provozování budoucího druhého tunelu,
- minimalizace dočasných a trvalých záborů pozemků,
- minimalizace délky dopravní uzávěry ulice Rantířovská a po celou dobu stavby zajištění trvalého propojení chodníku ulice Přední, které tunelová stavba přetíná,
- proměnlivá mocnost nadloží – pod ul. Rantířov-

Obr. 3: Vzorový příčný řez tunelu



skou jen v tloušťce vozovky, přibližně v polovině délky tunelu 6 až 9 m zpětného zásypu,

- neovlivnit budovy v okolí,
- minimalizovat dočasné i trvalé vlivy tunelové stavby na hydrogeologické poměry lokality,
- zajistit vodotěsnost všech konstrukčních částí tunelu a jejich pracovních i dilatačních spár,
- volit technologii výstavby podzemních stěn s ohledem na vlastnosti zastižených hornin.

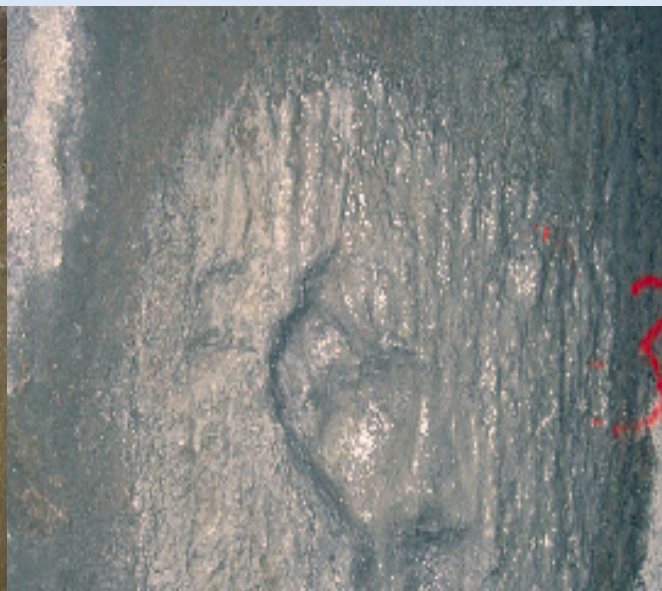
Nosná konstrukce tunelu je v podstatě tvořena polorámem s příčlím ve tvaru ploché klenby, osazené na podzemních stěnách, částečně vetknutými do horniny. Hloubka vetknutí stěn pod úroveň pláňe vozovky v tunelu byla stanovena především potřebou omezit pronikání podzemní vody do vnitřního prostoru tunelu podtěkáním puklinovým systémem pod stěnami.

Na základě vstupních parametrů konstrukce a poznatků provedených průzkumů projektant v dokumentaci pro stavební povolení a zadání stavby řešil realizaci podzemních stěn technologií frézováním. Tato relativně drahá a technicky i technologicky náročná metoda byla projektantem preferována i s ohledem na budoucí zhotovení druhé tunelové roury v těsném sousedství. Přednost frézování viděl v šetrném rozpojování poloskalní horniny, a tím i minimalizování odchylek rozměrových parametrů podzemních stěn, ve zhotovení jednoduchého, relativně kvalitního vodotěsného zámku v napojení sousedících lamel.

Snahou projektanta, kterou se však nepodařilo prosadit, bylo současné zhotovení obou tunelových tubusů v jedné etapě, při zachování obdobné koncepce řešení. Tunelová konstrukce by měla tvar polorámu o dvou polích – krajní opěři z podélných podzemních stěn, střední podpěra jako řada pilířů a zastropení dvěma spojitě spojenými klenbami. Došlo by k vyloučení zatěžovacích stavů od dodatečné



Obr. 5: Betonový odlitek – artefakt studny



Obr. 6: Sanace místa s průnikem vody

výstavby druhého tunelu, které dost významně navyšují dimenzi konstrukcí. Přínosem by bylo provedení jednotné a konečné tunelové konstrukce o dvou otvorech, v konečném součtu objemově, materiálově, technologicky, časově i investičně méně náročné, jednorázové provedení přeložek komunikací, inženýrských sítí, úprava a urbanistické využití prostoru nad tunely, vyloučení opakované zátěže lokality rozsáhlými stavebními pracemi. Negativum, které při rozhodování u investora převážilo, bylo nezanedbatelné navýšení původních investičních nákladů a jejich uložení na mnoho let do „mrtvé části“ stavby; správci a provozovatelé tunelu by se zase na mnoho let zvýšily až o 100% náklady na provoz, údržbu a správu tunelu.

Realizace konstrukce – podzemní stěny

Ve zjednodušení lze stěžejní realizační činnost definovat takto:

- otevření stavební jámy – rýhy hluboké až 9,0 m a v patě široké 13,0 m, se svahy stabilizovanými vrstvou stříkaného betonu, hřebíkováním a tyčovými kotvami,
- zhotovení podzemních stěn,
- zhotovení klenby,
- zpětný zásyp klenby a odtěžení vnitřního prostoru tunelu,
- vestavba vozovky a dokončovací práce.

Jednou ze stěžejních konstrukčních částí tunelu jsou podzemní stěny. V průběhu přípravy zhotovitel podzemních stěn Zakládání staveb, a. s., předložil investorovi, projektantovi a vyššímu zhotoviteli návrh, prověřit přímo na místě v daném geologickém prostředí, zda původně navrhovanou technologii zhotovení podzemních stěn frézováním nelze nahradit technologií relativně levnější – náběrovou těžbou drapákem, v případě zastižení poloh těžko

rozpojitelné horniny s použitím předvrtů. Zkouška byla realizována a na základě její úspěšnosti byla odsouhlasena realizace podzemních stěn dle technologie Zakládání staveb, a. s., pomocí drapáku. Zhotovitel se zavázal dodržet původní projektem požadované parametry i kvalitu; pro vodotěsnost svislých spár mezi lamelami navrhl vkládat těsnicí pásy, provést dodatečnou těsnicí injektáž, po odkrytí lícových ploch tyto začistit ofrézováním a případné průniky vody ve stěnách sanovat a zatěsnit. Nároky na podzemní stěny a jejich provedení byly navíc umocněny předpisem mimořádně přísných tolerancí na polohu výztuže. Na konstrukci podzemních stěn shora bezprostředně navazují podélné prahy a tunelová klenba. Jejich napojení na hlavy podzemních stěn je ze statických důvodů jedno z nejcitlivějších míst tunelové konstrukce. Zde, v místě koncentrace největšího namáhání betonu i výztuže, bylo technicky a technologicky nutné

Obr. 4: Staveniště obchvatu





Obr. 7: Podzemní stěny před betonáží klenby



Obr. 9: Betonáž jižního portálu

propojit veškerou výztuž mezi stěnami a klenbou. Pro svoji stoprocentní únosnost, ověřenou navíc trhacími zkouškami, byly pro propojení prutů hlavní nosné výztuže použity šroubové spojky typu DEHA. Uvedená skutečnost kladla na zhotovitele podzemních stěn nároky na velmi přesné zhotovení, osazení a zabetonování armokošů tak, aby na závitové konce vyčnívajících prutů bylo možné připojit výztužné pruty klenby. Přípustné tolerance prostorové polohy konců prutů se přitom pohybovaly řádově do 25 mm. K uvedeným požadavkům se navíc přidaly klimatické podmínky, kdy výstavba podzemních stěn probíhala v zimních měsících r. 2002 až 2003. Bez možnosti výrazněji ovlivnit situaci se společnost Zakládání staveb, a. s., potýkala s problémem vlastností dodávaných betonových směsí. Investorem schválená betonárka nebyla schopna v drsných zimních podmínkách zajistit stabilní jednotné předeřtění surovin a plynulou

dodávku betonu na stavbu. V podstatě každý domíchávač dovezl betonovou směs jiných vlastností. Měření teplot ukládaných směsí vykazovalo výkyvy, v mnoha případech s hodnotami jen těsně nad normovým limitem. Jak se po odkrytí lícových ploch u několika lamel podzemních stěn prokázalo, uvedené skutečnosti byly zjevnou příčinou nestandardního procesu počátků a rychlosti tuhnutí navazujících dávek betonu, s prokopírováním spár. Tato místa bylo nutno sanovat. Výčet nepříznivých okolností tímto ještě nekončí. V některých místech těžko rozpojitelné poloskalní až skalní prostředí vykazovalo nepříznivý sklon odlučných ploch. U tří lamel to bylo příčinou vyjetí skalních lavic do rýhy a vzniku nadvýlomů následně vyplněných betonem; v jednom případě byla zastižena i stará studna (obr. 5). Konečná úprava lícových ploch podzemních stěn byla prováděna až po vytěžení vnitřního prostoru tunelu. Spočívala v odstranění betonu

v místech nadvýlomů a v přefrézování a začistění lícových ploch stěn. Několik míst se zjištěnými průsaky vody bylo utěsněno a sanováno (obr. 6). Přesto, že při realizaci podzemních stěn došlo k záměně technologie frézování za náběrovou těžbu drapákem, Zakládání staveb, a. s., prokázalo schopnost operativně a úspěšně uplatnit své technologie a mechanismy v nepříznivém geologickém prostředí i klimatických podmínkách. S potěšením lze konstatovat, že u podzemních stěn byly splněny garantované parametry, limity polohy a rozměrů, vlastností, jakost i dohodnuté termíny, zajišťující kontinuální návaznost procesu výstavby tunelu a celého obchvatu (obr. 7).

Realizace konstrukce – klenba a dokončovací práce

Postupná betonáž klenby byla zahájena v jarních měsících r. 2003 tak, aby byla splněna podmínka

Obr. 8: Výstavba tunelové klenby



stavebního povolení – do 1. srpna 2003 kompletně provést v prostoru ulice Rantířovská přeložky inženýrských sítí, zhotovit vozovku s chodníky a tyto předat veřejnosti k užívání. Realizace klenby v podstatě probíhala bez zjevných problémů. V jednom technologickém kroku s časovou náročností cca 5 až 6 dní byl zhotoven klenbový pás délky 12,0 m. V tomto kroku probíhalo odbednění předchozího klenbového pásu, přesunutí a osazení posuvného bednění do nové polohy, armovací práce, betonáž klenby a nezbytné zrání a ošetřování betonu. Po dosažení předepsaných hodnot pevnosti a pružnosti betonu bylo možné provést odbednění. Původní pochybnosti a obavy některých účastníků stavby z uplatnění šroubových spojek typu DEHA pro propojení prutů výztuže podzemních stěn a klenby se nenaplnily. Závitové konce prutů armatury vystupující ze stěn i jejich poloha umožnily jejich bezproblémové napojení na výztuž klenby. Spojky se plně osvědčily a prokázaly, že jejich volba byla odůvodněná a správná. Ve velmi stísněném prostoru umožnily provést montážně bezproblémové, rychlé a jednoduché nastavení nosné výztuže s garancí stoprocentní statické únosnosti spoje. S oteplením skončily zřejmě i problémy s kvalitou dodávané betonové směsi. Všechny klenbové segmenty vykazují kvalitu v provedení a vzhledu i s ohledem na detaily rohů, spár apod. (obr. 8). Na zhotovení klenob navazovalo provedení rubového hydroizolačního systému a rubových drenáží s následnou přesypávkou tunelové konstrukce. Po dokončení betonáže klenob v celé tunelové délce se přistoupilo k vytěžení horniny z vnitřní tunelové

prostory. Zde se příroda opět nenechala znásilňovat. Oproti projektovanému postupu výstavby zahájili zhotovitelé těžbu úpadně – ve směru od výše položeného portálu k níže položenému. Voda pronikající do tunelu nemohla odtékat a v některých úsecích podmáčela tunelovou počvu – budoucí plášť vozovky, kdy pojezd těžkých kolových mechanismů dílo zkázy dokončoval.

Z tohoto důvodu bylo nařízeno zvýšit ochrannou vrstvu pláště až na 80 cm. Teprve po vytěžení vnitřních prostor bylo možné položit odvodňovací drenáže, odvodněnou plášť upravit pro pojezd mechanismů a zahájit práce na vnitřních úpravách. Současně probíhala výstavba tunelových portálů (obr. 9).

Vnitřní úpravy spočívaly v začistění, zatěsnění a ofrézování svislých ploch podzemních stěn. Navíc pro zdokonalení ochrany tunelu proti průniku vody v celé délce tunelu byly ofrézované povrchy podzemních stěn kryty drenážní vrstvou, hydroizolační fólií a ochrannou obezdívkou – tenkou železobetonovou moniérkou.

Následovalo zhotovení kabelových chráničů pod chodníky, osazení obrubníků, odvodňovačů vozovek, šachet apod. Konečná povrchová úprava svislých stěn je provedena keramickými obklady, povrch klenby je ošetřen nátěrovým systémem (obr. 10).

V tunelu není potřeba zajišťovat nucené větrání; ostatní technické vybavení tunelu je řešeno pro krátký tunel v souladu s platnými předpisy. Tunel bude vybaven i stálým kamerovým dozorem.

Ing. Jiří Pechman a Ing. Miroslava Minářová,
Amberg Engineering Brno, a. s.

Foto: Amberg Engineering Brno, a. s.; COLAS CZ, a. s.; ŽS Brno, a. s., závod MOSAN; VPU DECO Praha, a. s.

Podklady pro článek: Amberg Engineering Brno, a. s.: Projektová dokumentace pro stavební povolení, Realizační dokumentace stavby

Road by-pass of the Jihlava town – project design and realisation of an excavated tunnel

Construction of the first phase of a road by-pass around the town of Jihlava was started in 2002 and this summer (2004) it will be put in operation. It is a plan for the future that this road will be gradually extended so that a capacity road is finally built on the existing road line No. I/38 towards the direction of Jihlava – Znojmo – Vienna. Construction of an excavated tunnel, approx. 300 m long, made for a part of the by-pass construction. The tunnel construction used the method of slurry trench walls in half-rock to rock conditions; all technical parameters as well as the climate conditions made rather high demands on the constructor of the diaphragm walls – the Zakládání staveb, Co.

Obr. 10: Pohled na dokončený jižní portál





Obr. 11: Celkový pohled na stavební jámu pro provádění podzemních stěn



Obr. 12: Těžba rýhy podzemních stěn

Hloubený tunel v Jihlavě – zajištění stavební jámy a realizace podzemních stěn

Práce provedené společností Zakládání staveb, a. s., na stavbě hloubeného tunelu na silničním obchvatu Jihlavy lze rozdělit do dvou částí. Nejdříve byla zajištěna stavební jáma pro těžbu podzemních stěn a následně ze dna jámy provedena těžba rýhy podzemních stěn a jejich betonáž. Článek podrobněji informuje o průběhu těchto prací.

Zajištění stavební jámy

Práce byly zahájeny v červenci 2002. Stavební jáma mezi severním a jižním portálem měla celkovou délku 304 m (staničení km 10,295–10,599), hloubka

se pohybovala od 4,2 do 9 m (obr. 11). Pravá strana stavební jámy o sklonu 5:1 byla zajištěna stříkaným betonem a hřebíkováním s doplněním o tyčové kotvy s převážkami z Larssen III n. Levá strana o sklonu

1,5:1 byla zajištěna stříkaným betonem.

Realizace podzemních stěn

Podzemní stěny plní funkci opěr tunelového ostění a zároveň slouží jako základové konstrukce pro klenbu tunelu. Jednalo se o konstrukční železobetonové monolitické podzemní stěny s tloušťkou 800 mm. Jednu čtvrtinu objemu prací na výstavbě podzemních stěn provedla společnost Soletanche, spol. s r. o., jako subdodavatel Zakládání staveb, a. s.

Přípravné práce

Nejdříve byla pro pojezd stavebních mechanismů na dně stavební jámy zhotovena pracovní plošina ze silničních panelů. V ose budoucích podzemních stěn byly zhotoveny vodící zídky, na rubové straně v patě zajištěných svahů zesílené o čtyři profily R16. Před hloubením rýh pro podzemní stěny byla snižována hladina podzemní vody – za rubovou vodící zídkou byly navrtány studny o hloubce 8 m a pomocí ponorných čerpadel byla voda odváděna do středového svodného drénu. Vytvořil se tak potřebný přetlak mezi hladinou pažicí suspenze ve vodících zídkách a okolní sníženou hladinou spodní vody. Tento uměle vytvořený stav zlepšoval působení pažicí suspenze na okolní horninové prostředí a snižoval tak riziko vzniku kaveren při těžbě. Úseky s těžko rozpustitelným horninovým prostředím byly pro snazší průběh těžby předvrtávány – v místě budoucích lamel podzemních stěn byly z koruny



Obr. 13: Těžba rýhy podzemních stěn



Obr. 14, 15: Zčištění líce podzemních stěn frézou

vodicích zádek rotačně přiklepovým plošobovým způsobem vrtány perforační vrtvy o průměru 140 až 170 mm. Podle míry „tvrdosti“ zjištěné při vrtání byl rastr vrtů operativně měněn. Nejvíce užívaný rastr vrtů byl šachovnicového uspořádání ve směru osy podzemních stěn. Předvrtvy byly prováděny vrtnou soupravou HBM 120 SB.

Těžba rýhy

Rýhy pro podzemní stěny se hloubily hranatým drapákem Soilmec BH12 (2500/800) na pásovém nosiči. Nasazeny byly dva nosiče současně: Liebherr HS 843 a Unex (obr. 12, 13). Stabilitu rýhy při těžbě, jejím vystrojení a betonáži zajišťovala pažicí suspenze Argipol, což je suspenze na bázi polymerů, která byla vyráběna v rozplavovací míšením vody, uhličitánu sodného a Argipolu P. Při těžbě rýhy na pěti lamelách došlo k sesuvu horniny ze stěny rýhy; tyto havárie byly způsobeny vylomením skalních bloků po odlučných plochách nespojitosti. V těchto případech musela být těžba

Obr. 16: Konečná úprava líce podzemních stěn



zastavena a rýha sanována potěrem P100. Zhruba 48 hodin po takto provedené sanaci mohla být rýha přetěžena a zabetonována.

Betonáž

Do podzemních stěn byl ukládán beton C 20/25 XA2 s konzistencí sednutí kužele S4 (160–210 mm), min. obsahu cementu CEM II/B – S 32,5 375 kg/m³, max. zrna kameniva 22 mm. Dodavatelem betonu pro stavbu tunelu byla betonárna Holcim Beton, a. s., v Jihlavě. Vzhledem k nepříznivým klimatickým podmínkám v zimních měsících byla kvalita dodávaného betonu co do konzistence a teploty směsi velmi proměnlivá. Před uložením betonu do rýhy byla každá dávka betonu kontrolována, prováděna zkouška sednutí kužele a měřena teplota; při nedodržení limitů sednutí kužele 160–210 mm, nebo při teplotě betonu pod 5 °C, nebyl beton převzat. Celkem bylo do podzemních stěn uloženo 4675 m³.

Dokončovací práce

V zimním období byla koruna podzemních stěn

ochráněna tepelnou izolací a pod ochranným stánem bylo přitápěno pro dosažení teploty min. 5 °C. Po betonáži podzemních stěn probíhala injektáž zámků lamel stabilizovanou cementovou směsí. Současně byla očišťována koruna podzemních stěn pemrlaváním. Takto upravená koruna byla předána objednateli pro práce spojené s výstavbou klenby. Líc podzemní stěny (po dokončení výkopu tunelu) byl po odhalení dorovnán do předepsaných tolerancí odbouráním výstupků a nerovností vzniklých kopírováním stěny rýhy. Definitivní vyrovnaní bylo provedeno frézováním rotační bubnovou frézou na nosiči Soilmec R6 s lafetou speciálně upravenou pro práci v jihlavském hloubeném tunelu (obr. 14, 15). Místa s nekvalitním betonem byla sanována dle schváleného technologického postupu – beton byl odstraněn, vymyt tlakovou vodou a přes adhézní můstek byl proveden nástřik sanačním materiálem. Ojedinelé průsaky vody konstrukcí podzemních stěn byly sanovány pomocí hmot těsnicích na bázi krystalizace a nebo injektáží směsí na bázi polymerů pomocí injektážních ventilů.

Výsledkem práce společnosti Zakládání staveb, a. s., bylo zdařilé provedení jedné ze základních částí technicky zajímavého projektu (obr. 16). V současné době je již tunel v provozu.

Výměry provedených prací:

Zajištění stavební jámy pro provádění podzemních stěn:

Stříkaný beton SB 25 – 437,1 m³;

Trny – 4222 m;

Tyčové kotvy – 658 m.

Podzemní stěny:

Čerpání vody za rubem – 9 240 hod;

Výztuž do PS – 94 t;

Výztuž do podzemních stěn závitovaná – 116 t;

Beton C 20/25 XA2 – 4675 m³.

Ing. Jan Šperger, Zakládání staveb, a. s.

Foto: Ing. Jan Šperger, Ing. Libor Štěrba, Zakládání staveb, a. s.

Excavated tunnel in the Jihlava town – securing of a foundation pit and realisation of diaphragm walls

Works carried out by the Zakládání staveb, Co., on the construction of an excavated tunnel on the road by-pass around the town of Jihlava, can be divided into two parts. Firstly, the foundation pit was secured for the execution of diaphragm walls; consequently the excavation of a trench for the diaphragm walls and their concreting was carried out from the pit bottom. This article brings more information about the realisation of these works.