

## Obsah

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. Jan Masopust  
Ing. Jiří Mühl  
Ing. Michael Remeš

Redakce:  
Ing. Libor Štěrba  
Design & Layout:  
Studio 66  
Jazyková korektura:  
Mgr. Antonín Gottwald  
Sazba, lito:  
Studio 66  
Tisk:  
Tiskárna Stopro, s. r. o.

Ročník XVIII  
4/2006  
Vyšlo 9. 3. 2007  
v nákladu 1000 ks  
MK ČR 7986  
ISSN 1212 – 1711  
Vychází čtyřikrát za rok

Pro rok 2006 je cena časopisu 78 Kč.  
Roční předplatné 312 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

## Aktuality

- Vlepkoprofilové vrty pro průzkum výskytu diamantů v severní Kanadě** 2  
*Peter Mielenz, SBF Hagusta GmbH*  
*Stefan Schwank, Bauer Maschinen GmbH*  
*Z časopis TECHNIK 5/2006 přeložil Ing. Zdeněk Jiroušek, Zakládání staveb, a. s.*
- Ing. Zdeněk Hradil, CSc.: Vrtání ponornými kladiv od A do Z – recenze publikace** 6  
*Ing. Alois Kouba, Zakládání staveb, a. s.*

## Vodohospodářské stavby

- Přístav Mělník, 1. bazén – nová ochranná zeď kontejnerového terminálu** 8  
*Ing. Milan Král, ml., Zakládání staveb, a. s.*

## Občanské stavby

- L'Ocellot – založení polyfunkčního domu v pražských Vysočanech** 10  
*Petr Vokrouhlík, Zakládání staveb, a. s.*

## Dopravní stavby

- Vysočanská radiála, I. etapa – Kbelská, opěrná zeď** 12  
*Ing. Jiří Charamza, FG Consult, s. r. o.*
- Velký městský okruh v Brně – tunely Dobrovského** 15  
*Petr Maláč, Zakládání staveb, a. s.*
- VMO Dobrovského v Brně – zatěžovací zkouška sloupu tryskové injektáže** 19  
*Doc. Ing. Jan Masopust, CSc., FG Consult, spol. s r. o., Praha, VUT v Brně, Ústav geotechniky*

## Zahraniční stavby

- River Park – Bratislava, zajištění stavební jámy nejvýznamnější stavby slovenské metropole** 22  
*Ing. Jan Šperger, Zakládání staveb, a. s.*
- Polyfunkční obytný objekt Dominant Náměstí Hraničiarov, Bratislava-Petržalka** 26  
*Ing. Roman Rybák, Ing. Oto Petrášek, Zakládání staveb, a. s.*
- Garáž Mamut Bratislava – zajištění stavební jámy** 28  
*Ing. Viliam Forner, Zakládání staveb, a. s.*
- Shopping Centre Růžinov – podchycení původního objektu a zajištění pažení stavební jámy pro dostavbu** 30  
*Ing. Jan Šperger, Ing. Milan Jeřábek*
- Stavba silničního podjezdu v Pezinku** 32  
*Otto Sedláček, Zakládní Group, a. s.*

# Velkoprofilové vrty pro průzkum výskytu diamantů v severní Kanadě

***V současné době provádí společnost Bauer Maschinen GmbH průzkumné práce na ložiskách diamantů, v tzv. Kimberlotových „komínech“ vulkanického původu v severozápadní části Kanady. Průzkum se děje prostřednictvím značného počtu vrtů o průměru 1,2 m, které jsou rozmístěny na lokalitě předpokládaného ložiska v rastru 100 x 100 m. Velkoprofilové průzkumné vrty byly hloubeny v arktických podmínkách kanadského Saskatchewanu kombinovanou metodou vrtání Kelly tyčí se vzduchovým výplachem. Práce v těchto podmínkách klade vysoké nároky na personál, materiál i techniku.***

Celkové náklady na průzkum výskytu diamantů stouply v roce 2004 o 11 % na cca 300 mil. EUR. Z této částky bylo asi 50 % investováno v Kanadě, kde je brán hlavní zřetel na další průzkum v oblasti Slave Craton v severozápadním teritoriu. Zde se v současnosti vyskytují dva

doly – EKAT I (BHP) a DIAVIK (Aber/Rio Tinto). Intenzivní průzkum se ale také provádí jižněji, v Saskatchewanu, 60 km východně od města Prince Albert, kde se nachází oblast Fort a la Corne. Primární ložiska diamantů jsou v tzv. Kimberlito-

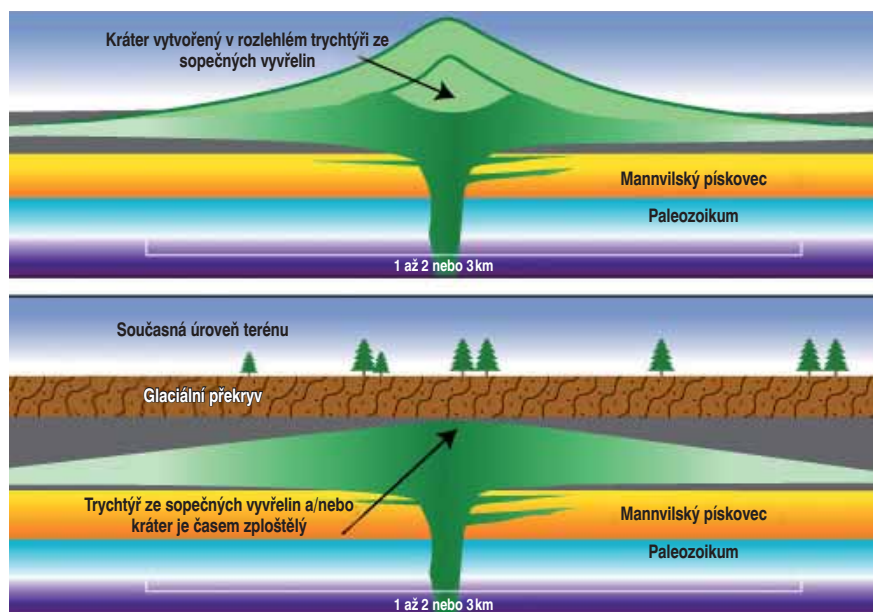
vých komínech vulkanického původu, přičemž pouze nepatrná část komínu je diamantonosná. Doposud se ví o více než 70 Kimberlitových komínech v provincii Fort a la Corne, z nichž asi u 50 je potvrzen výskyt diamantů. Kimberlitové krátery v oblasti Fort a la Corne se rozprostírají



Obr. 2: Vhodná vrtná technika umožňuje přístup k nalezištím diamantů



Obr. 1: Vrtná souprava se samostatně vybudovaným a vytápěným zařízením pro vibrosíta



Obr. 3: Typický řez Kimberlitovým „komínem“ po erupci a dnes

na stovkách hektarů a nebyly, jako je to u většiny známých světových primárních ložisek, odkryty erozí, ale jsou jen zploštělé a překryté vrstvami písku, jílu a mocnými glaciálními pokrivy, které dnes dosahují mocnosti kolem 90 m (obr. 3).

#### Historie projektu „Hvězda Kimberlitu“

Dodavatel průzkumných prací, Shore Gold Inc. z Kanady, vlastní od roku 1995 rozsáhlá průzkumná práva v prostoru Fort a la Corne v Saskatoon v Kanadě. Poté co byl v roce 1996 proveden průzkum prostoru geofyzikálními metodami ze vzduchu, bylo objeveno více magnetických anomálií v zemské kůře a ty byly potom prozkoumávány za pomoci NQ jádrového vrtání (průměr jádra 48 mm). Hlavní anomálie byly pojmenovány „Hvězda Kimberlitu“. Až do roku 2004 se provádělo další jádrové vrtání. Tak byl vedle malých sopečných důrků (obr. 3), které byly odvrtny do hloubky 699 m, objeven i jeden rozlehlý prostor kimberlitu o rozloze cca 240 ha a průměrné mocnosti 88 m, nacházející se pod 90 m vrstvou pokrývů.

Na základě mnoha slibných výsledků byla potom v letech 2003–2004 vyhloubena 250 m hluboká šachta o průměru 4,5 m, ze které bylo z různých hloubek vytěženo asi 40 000 t kimberlitu. K posouzení diamantového ložiska musí být vedle ceny diamantů obsažených v kimberlitu (USD za karát) určeno také množství diamantů (karát na tunu kimberlitové rudy). Na základě extrémně malého obsahu diamantů, pouze 0,1 až 10 karátů (0,05 až 5 gramů) na tunu kimberlitové rudy bude zapotřebí pro hodnověrné stanovení výnosnosti velké množství rudy. S ohledem na dosavadní výsledky se pro „Hvězdu Kimberlitu“ počítá s množstvím od 16

karátů na 100 tun v ceně 135 USD za karát. Ke konečnému rozhodnutí o zřízení diamantového dolu bude, kromě informací získaných z místa šachty, zapotřebí dalších informací o obsahu diamantů a jejich ceně z dalších předpokládaných ložisek. Toto posuzování se v současnosti děje prostřednictvím značného počtu vrtů o průměru 1,2 m, které jsou rozmístěny na lokalitě předpokládaného ložiska v rastru 100x100 m.

#### Nová metoda – kombinace vrtání Kelly tyčí se vzduchovým výplachem

Objednávka společnosti Shore Gold Inc. obsahovala pro vybraného dodavatele vrtných prací, kanadskou společnost NUNA Drilling FALC, následně zadání:

- vrtů o průměru 1,2 m v celé délce,
- maximální hloubka 360 m,
- stabilita stěn vrtů během celého průběhu vrtání s minimálními závaly,
- metodu „šetrného“ vrtání pro minimalizaci škod na diamantech,
- provedení předúpravy vytěženého kimberlitu a jeho plnění do BigBagů (název pro velké pytle),
- provádění vrtných prací celoročně, i v chladných podmínkách kanadského severu.

Již za čtyři měsíce po zadání zakázky byla firmou Bauer Maschinen GmbH ze Schrobenhausenu upřesněna metoda a byl vyroben kompletní systém pro vrtání. Koncept kombinuje výhody vrtání „na sucho“ v různorodých horninách a výnos drtě tvrdé horniny, rozrušené valivým dlátem za pomoci vzduchového výplachu. Aby se zamezilo co nejjednodušším způsobem haváriím, především v zimních podmínkách, byla věnována velká pozornost co



Obr. 4: Hloubení vrtu pomocí prodlužované Kelly tyče

možná jednoduché a bezpečné obsluze strojů a nářadí.

#### Provádění pažených vrtů do hloubky 35 m

Vzhledem k výskytu nakypřených písků v horní vrstvě mocnosti asi 25 m, stejně jako pro zajištění stability vrtu v úrovni kolísání hladiny suspenze při vrtání Kelly tyčí a R/C (rotačně-nárazové) vrtání, je potřeba pažit vrtu do hloubky asi 30 až 35 m.

Pro požadovaný čistý průměr vrtu 1200 mm (pro nezapažený vrt) byly zvoleny pažnice o vnějším průměru 1320 mm. V náspu byly zabudovány dvouplášťové vrtné pažnice o síle stěny 40 mm a délkách 1 až 5 m. Jednotlivé pažnice jsou navzájem sešroubovány. Použita byla speciální pažnicová korunka s vyměnitelnými vrtnými elementy, umožňujícími dokonalé osazení pažnice v závislosti na geologii a hloubce zapažení. Použité zapažovací zařízení BV 1320 s mohutným kroučícím momentem 1070 kNm je připojeno na vrtnou soupravu BG 36 s kroučícím momentem 367 kNm, který se ale především využije na zahlubování pažnic za pomoci automatického unášeče. Při prohlubování vrtu vrtným hrcem na Kelly tyči jsou souběžně osazovány pažnice. Ve vrtu je neustále doplňována bentonit-polymerová suspenze tak, aby její hladina převyšovala hladinu stávající podzemí vody a aby tak za žádných okolností nedocházelo k zavalování vrtu v nakypřených píscích. Pomocí zapažovacího zařízení BV 1320 je zaručeno vytažení pažnic i po delším čase.



Obr. 5: Mohutné vrtné tyče a vrtná hlava pro vrtní se vzduchovým výplachem



Obr. 6: Zvedání DSG soutyčí pomocí manipulátoru

#### Vyhlobení vrtu do 85 m pod ochrannou suspenzí

Z geologického průzkumu bylo známo, že pod horní vrstvou písků se nacházejí glaciální jíly se štěrky a s vrstvami valounů. Valouny o průměru do 50 cm se nacházejí v hloubce od asi 70 do asi 110 m. Protože jak jíly s proměnlivou pevností, tak i štěrky lze jen velmi obtížně vrtat valivým dlátem se vzduchovým výplachem, bylo rozhodnuto ve vrstvách umožňujících vrtat náběrovým způsobem vrtným hrcem na Kelly tyči požit tento způsob vrtní. Pomocí čtyřdílné teleskopické Kelly tyče a vrtného stroje s 30 tunovým vrátkem bylo možné dosáhnout hloubky 85 m.

#### Prohloubení vrtu do 125 m pomocí Kelly tyčí

V rozporu s údaji poskytnutými geotechnickým průzkumem před udělením zakázky se při hloubení prvního vrtu ukázalo, že přechod mezi vrstvou glaciálních sedimentů a kimberlitu se nachází v daleko větší hloubce. Po několika neúspěšných pokusech projít vrstvou glaciálních sedimentů s kameny vrtáním na vzduchový výplach bylo rozhodnuto prodloužit Kelly tyč a dosáhnout maximální hloubky 125 m. K tomu byly použity 13metrové nástavce Kelly tyče, které byly osazovány pomocným vrátkem vrtné soupravy (obr. 4).

#### Vyhlobení vrtu na konečnou hloubku pomocí vzduchového výplachu

Po dosažení kimberlitového horizontu bylo vrtné nářadí zhruba za dvě pracovní směny vyměněno za nářadí pracující se vzduchovým výplachem a bylo připojeno příslušenství na separaci suspenze na vibrosítech. Horní sání s uchycením pro hlavní lano byly zafixovány k věži. Po montáži výplachové hlavy teleskopu

bylo hlavní lano 4krát ovinuto na buben vrátku, aby při dosažení 100t tahu při vrtní a 120t tahu při vytahování došlo k jeho aktivaci. Nakonec se na pažnice osadila vrtná plošina pro vedení vrtné kolony a propojila se s hydraulikou na vrtné soupravě. Pro možnost regulace velkých tahových sil se věž vrtné soupravy vzepřela hydraulickým rámem o vrtnou plošinu. Po dokončení přestavby veškeré mechaniky a hydrauliky byla jako poslední provedena záměna elektroniky pro vrtní Kelly tyčí za elektroniku pro vrtní se vzduchovým výplachem.

Mimo manuálního ovládání přítlaku, rychlosti vrtní a otáček obsluhou může být zvoleno automatické ovládání, které umožňuje buď vrtní vlastní vahou nářadí, nebo řízený postup vrtní s kontrolou obsluhy.

#### Vrtná kolona

Vrtná kolona se skládá z dvouplášťového spirálového soutyčí DSG 200 s vnitřním výplachovým vzduchovým kanálkem o průměru 196 mm. Soutyčí může být osazeno stabilizátory pro jeho vystředění ve vrtu. Spirálové soutyčí se spojuje



Obr. 7: Obslužné prvky a obrazovky ve věžině

s vrtnou hlavou a přírubovými mohutnými tyčemi pomocí přechodek (obr. 5). Také každá druhá tyč je osazena stabilizátorem z důvodu vystředění vrtné hlavy ve vrtu. Vrtná hlava je osazena šesti řeznými vrtnými elementy. Podle geologických podmínek může být každý vrtný element osazen pancéřovanými zuby, disky nebo čockami z tvrdokovu. Kromě vhodného vrtného postupu je těžba kimberlitu ovlivněna též volbou vrtného nástroje, který vytváří hrubou vrtnou drť, kde diamanty nejsou porušeny. Pomocí vestavěné automatické vstříkovací trysky mohou být u vřáněného vzduchového výplachu kontrolovány v dané hloubce jeho množství a tlak. Pouze tak je možno kontrolovat vzestupnou rychlost a stanovit určité optimum z protikladných požadavků, kterými jsou zejména:

- vysoká rychlost výnosu výplachu – nutná pro výnos pevných částí a jejich dostatečnou velikost, což ale vyžaduje velkou kapacitu vibrosít na povrchu;
- nízká rychlost výnosu výplachu – minimalizuje dynamické síly, které mohou na diamanty působit.

K docílení vysoké produktivity při vrtní se vzduchovým výplachem je kromě samotného vrtného postupu při hlubinném vrtní významný také čas pro zapouštění a vytažování vrtných tyčí (obr. 6). Při použití dvouplášťového spirálového soutyčí (DSG 200) a manipulátoru může být čas na zapuštění 200m kolony snížen asi na 3 hodiny. Zdlouhavá práce je pouze se šroubovanými spoji na mohutných tyčích. Navíc je při dálkově řízeném osazování DSG soutyčí bez ruční práce zajištěna vyšší bezpečnost práce.

#### Údaje o vrtní

Veškeré údaje o vrtní a o strojním zařízení jsou obsluze okamžitě k dispozici v grafické podobě na různých obrazovkách (obr. 7). Kromě normálního zobrazení údajů o vrtní s Kelly tyčí a o vzduchovém výplachu jsou k dispozici další údaje o stroji. Další důležité údaje pro geology, jako např. hloubky pro jednoznačné určení kimberlitových vzorků, jsou k dispozici ze zařízení pro separaci vývrtku. Dodatečně jsou veškeré údaje zaznamenávány na RAM-kartu. Tyto údaje mohou být přeneseny (fyzicky nebo elektronicky) a uloženy do jakéhokoliv běžného počítače a pomocí speciálního B-Tronic softwaru zpracovány. Tímto způsobem je možné detailně analyzovat každou fázi vrtné činnosti.

#### Oběh suspenze

Pažící suspenze je složena ze směsi polymeru a bentonitu a připravuje se v centrálním míchacím a zásobním zařízení. Pokud to teplota okolí dovoluje, je směs k vrtu čerpána, v zimě

je zavážena cisternou. Oběh suspenze k vrtu je záměrně velmi krátký, zvláště v zimě, kdy mráz může omezovat vrtné práce. Pro optimální oběh suspenze je nutno čerpat asi 500 m<sup>3</sup>/h. V sousedství vrtné soupravy je umístěno separační zařízení (vibrosíta s hydrocyklony) umožňující ze suspenze oddělit veškeré částice vývrtku větší než 60 mikronů a přečištěnou suspenzi vrátit samospádem k vrtu (obr. 8). Samotný vývrtek je poté pomocí vodního paprsku na dvojitém síti zbaven jemných částic. Zrna kimberlitové rudy větší než 1 mm jsou nakonec plnicím zařízením „napytlována“ do BigBagů (obr. 9).

#### Vrtný výplach

Pro hloubení úseků v pokryvných vrstvách a v podložním kimberlitu za použití vzduchového výplachu je použit polymerový výplach s minimálním obsahem pevných částic na bázi karboxymetylcelulózy (CMC-SBF Viscopol). Ve srovnání s čistou bentonitovou suspenzí, případně se samotuhnoucím jílovým výplachem bez polymerových přísad, má tyto značné výhody:

- potlačuje citlivost sedimentů na jejich vázání se s vodou, čímž zamezuje zúžení, nebo naopak rozšiřování vrtu v bobtnavých, ukloněných jílových sedimentech, náchylných k závalům;
- potlačuje náchylnost jílových částic ke slepování se a případně k dispergování při cestě výplachu na povrch, jako je tomu ve výplachu neobsahujícím polymerové přísady;
- nepatrná viskozita polymerového výplachu je výhodná pro separaci a získání kimberlitového vývrtku v instalovaném zařízení;
- redukuje nutnost výměny a doplňování výplachu při úpravě jeho viskozity nebo hustoty na minimum vzhledem k inhibičním vlastnostem polymeru KMC;
- použití důlní vody z blízkého dolu obsahující soli jako záměsové pro přípravu polymerového výplachu zabraňuje výskytu bobtnání z titulu osmotických jevů.

Protože jak v kimberlitu, tak také v pokryvných vrstvách náchylných ke zvodnění a v nestabilních jílových sedimentech zůstává vrt delší čas nepažený, jsou zde mimořádné požadavky na technologii výplachu a na jeho kontrolu. „Nastavení“ počátku dekantace výplachu – odstoje vody (Wasserabgabezeit) – se děje přidáváním KMC-karboxymetylcelulózy do vrtného výplachu. Tato doba je z daných požadavků na výplach uváděna na prvním místě. Tak se daří oddálat vzájemné působení mezi vrtným výplachem a odvrtnými soudržnými sedimenty, takže vzniká dostatečně velký časový úsek pro vrtné práce a vrt zůstává stabilní. Pomocí distančních prvků může být jednoduchým způsobem spolehlivě zajištěna stálost průměru. Doba



Obr. 8: Čištění kimberlitových vzorků

počátku dekantace je současně spolehlivým indikátorem působnosti a integrity rozmíchané KMC.

Doba dekantace > 1000 vteřin je podle zkušeností dostatečná pro potlačení vlastností jílu. Kontrolu provádí posádka při vrtných pracích se vzduchovým výplachem minimálně dvakrát za směnu. Současně se kontroluje viskozita, hustota a s menší četností obsah písku cirkulujícího výplachu.

Míchání vrtného výplachu se provádí z logistických důvodů centrálně ve dvou nádržích o obsahu 70 m<sup>3</sup>, které jsou chráněny před vlivem počasí. Odtud jsou vrty zásobovány pomocí rozvodů, v případě mrazů pak pomocí vyhřívaných cisteren. Receptura a použití bentonito-KMC výplachu se přizpůsobují požadavkům na vrtní a na výplach: čistý bentonitový výplach se použije v pokryvné vrstvě kyprých písků pro:

- vytvoření filtračního koláče a k vytvoření přetlaku na stěny vrtu sloupcem výplachu,
- pro vytvoření cca 35 m „přiváděče“ polymerového výplachu s dlouhou dobou počátku dekantace ke stabilizaci sedimentů náchylných ke zvodnění v nadloží a v podložním kimberlitu.

Výroba suspenze se provádí ve dvou nádržích:

- zásobník 1: obsah 70 m<sup>3</sup> aktivované bentonitové suspenze,



Obr. 9: Plnění kimberlitových vzorků do BigBagů

- zásobník 2: obsah 70 m<sup>3</sup> KMC polymerové suspenze.

Mezní hodnoty suspenze měřené ve vrtu:

- viskozita (Marsh): 36–48 vteřin,
- měrná hmotnost: max. 1,15 kg/l,
- počátek dekantace: > 1000 vteřin.

Při překročení těchto mezních hodnot se provedou následná opatření:

- při viskozitě > 50 vteřin: výměna výplachu za polymerový výplach s nižší viskozitou,
- při měrné hmotnosti > 1,15 kg/l: výměna za polymerový výplach ze zásobníku č. 2,
- počátek dekantace < 1000 vteřin: přidání KMC.

#### Zimní opatření

Koncem měsíce října klesají teploty v Saskatchewanu pod bod mrazu a zůstávají tak obvykle do dubna. Aby nedošlo k pětiměsíční ztrátě v provádění vrtných prací, musí být vrtný systém schopen nepřetržitého provozu i při teplotách pod -20 °C.

Mimo obvyklého přizpůsobení vrtného stroje pro práci v arktických podmínkách byl kladen velký důraz na zachování cirkulace výplachu. Jak je patrné z obrázků, výrobní zařízení bylo umístěno ve vzdálenosti pouhých 5 m od vrtné soupravy. Aby nedocházelo k tvorbě

„kapes“ v rozvodu výplachu během nastavování soutyčí nebo při jeho zkracování, byla zpětná větev rozvodu výplachu ve výrobním zařízení automaticky uzavírána. Samotné výrobní zařízení bylo umístěno v permanentně vytápěném objektu.

#### Závěr

Společné know-how firem Bauer Maschinen GmbH, Schrobenhausen, Pumpenboese/Prakla Bohrtechnik GmbH, Peine a Nuna Logistic Limited Vancouver vytvořilo předpoklady k hospodárnému provádění vrtů velkého průměru (1200 mm) pro kombinovaný systém vrtní Kelly tyčí a vzduchovým výplachem v oblasti Fort a la Corne v kanadském Saskatchewanu. Bylo tak možno udržet nepřetržitý provoz s dobrým postupem vrtní při teplotách pod -20 °C. Velké množství kontinuálně výplachem vynášených a oddělených kimberlitových úlomků poskytlo bezpečné informace o obsahu diamantů a jejich statistickém podílu ve „Hvězdě Kimberlitu“.

Zároveň po ukončení vrtných prací bude moci být s jistotou učiněno bezpečné rozhodnutí o zřízení diamantového dolu.

Pro budoucí průzkum ložisek ukazuje tato nová technologie velkoprofilového vrtní další možnosti získávání objemných vzorků hornin z velkých hloubek.

**Peter Mielenz,**  
SBF Hagusta GmbH,  
**Stefan Schwank,**  
Bauer Maschinen GmbH

Z německého časopisu *TECHNIK* 5/2006  
přeložil Ing. Zdeněk Jiroušek,  
Zakládání staveb, a. s.

### Large-profile drillings for the research of diamond occurrence in Northern Canada

*The Bauer Maschinen GmbH Company is currently carrying out research works on the diamond deposits in so called Kimberlot chimneys of volcanic origin located in the north-western part of Canada. The research is carried out through a large number of drillings of 1,2 m in diameter that are located in place of the assumed deposit in the planning grid of 100x100 m. The large-profile survey drillings were carried out in arctic conditions of the Canadian Saskatchewan using the compound method of the Kelly bar drilling with puff blowing. Works in such conditions are extremely demanding in terms of personnel, materials and technologies.*

## Ing. Zdeněk Hradil, CSc.: Vrtání ponornými kladivy od A do Z – recenze publikace

V létě roku 2006 vyšla pod sponzoringem Geoprospere Praha knížka Ing. Zdeňka Hradila, CSc., „Vrtání ponornými kladivy od A do Z“. Tento titul je po dlouhé době, kdy vrtné technologie nebyla věnována v naší literatuře potřebná pozornost, první vlašťovkou, která velmi populární a přístupnou formou popisuje možnosti, přednosti, ale i úskalí technologie vrtní ponornými kladivy, technologie, která v poslední době rychle zaujímá významné místo při realizaci provozních vrtů. Stále silněji je totiž vnímán přínos rychlosti postupu vrtní, dobrá aplikovatelnost v proměnlivých geotechnických podmínkách a relativně příznivý poměr výkon/výše nákladů.

Autor na 76 stranách textu, doplněného 110 grafickými schémata, 11 grafy a 21 tabulkami, shrnul své bohaté praktické zkušenosti s hloubením technických vrtů a navíc provedl výkonné srovnání vrtného zařízení od významných světových výrobců, jako jsou firmy HALCO, Sandvick, Ingersoll Rand, Atlas Copco, Boart, Böhler, Holman a dalších.

Knížka je rozdělena do 7 kapitol, pojednává-

jících o vývoji ponorných kladiv, způsobech jejich správného nasazení, jejich výběru, údržbě při nasazení, výběru vrtných nástrojů, kompresorů jako zdrojů stlačeného vzduchu pro pohon kladiv a v neposlední řadě o údržbě, obnovování a broušení plnočelbových vrtných nástrojů osazených tvrdokovovými roubíky.

Je nutno konstatovat, že publikace je orientována na středněprofilové plnočelbové rotačně příklepné hloubení vrtů, určených pro další technické využití. Zvláštní pozornost je věnována typům, výběru a údržbě plnočelbových vrtných nástrojů osazených tvrdokovovými roubíky, které jsou při hloubení ponornými rotačně příklepnými kladivy používány. Vyloženo inspirativní je kapitola věnovaná péči o vrtné nástroje, kde je detailně rozebrána skutečnost, že včasné broušení a dílenská renovace nástroje je cestou ke zvýšení ukazatele odvrtu na nástroj a tím ke snížení nákladů na vrtný proces.

Přes pozitiva, která publikace naší technické veřejnosti přináší, si dovoluji i upozornění na

některé oblasti, pro něž se v publikaci nenašel prostor:

- v textu nejsou zmíněny výrobky tuzemského výrobce Narex-Permon, který u nás zastává velmi významné místo na trhu vrtných kladiv;
- v příručce citovaná doporučení a srovnání se týkají téměř výhradně zahraničních výrobců a pro českého čtenáře by bylo potřebné dodržení jednotných převodních koeficientů mezi západní a naší měrovou i měnovou soustavou;
- z hlediska naší dosavadní praxe by bylo vhodné doplnit informace i o rotačně příklepném vrtní maloprofilovým (do profilu 78,5 mm), které je používáno v nejrůznějších oborech (stavebnictví, hornictví, lomařství apod.).

Závěrem je možno si postesknout, že publikace „Vrtání ponornými kladivy od A do Z“ by si díky svému obsahu zasloužila větší náklad, než je 200 výtisků, a měla by se stát denní nápoje lidem, kteří se zabývají hloubením provozních vrtů.

**Ing. Alois Kouba,** Zakládání staveb, a. s.

# Přístav Mělník, 1. bazén – nová ochranná zeď kontejnerového terminálu

*V červnu minulého roku byla zahájena další stavba projektu povodňové ochrany plavidel na řece Labi. Po dokončení povodňových ochrany v městech Děčín a Nymburk, které společnost Zakládání staveb, a. s., prováděla jako generální dodavatel, přišla na řadu stavba v přístavu Mělník. Jednalo se o 350m dlouhou nábrežní zeď, která má za účel bezpečně ochránit plavidla až na úroveň povodně z roku 2002, tj. při zvednutí hladiny až o osm metrů. Celkem je tak možné ochránit až 28 plavidel. Zakládání staveb, a. s., bylo dodavatelem prací speciálního zakládání – beraněných štětových stěn, trvalých pramencových kotev a zemních prací.*



Realizace štětové stěny vibroberanidlem PTC 30

Dalším významným účelem stavby nábrežní zdi je zlepšení podmínek pro využívání labské cesty pro přepravu kontejnerů, které se do mělnického přístavu dostávají železniční cestou a poté jsou rozváženy nákladní dopravou. Zeď bude v dohledné době možné navýšit o jeden metr mobilní protipovodňovou stěnou, osazenou do koruny nábrežní zdi.

Nábrežní zeď je provedena jako prodloužení zdi stávající. Před zahájením prací speciálního zakládání bylo třeba připravit pracovní plošinu v ose budoucí štětové stěny. Ta vznikla odtěžením stávajícího břehu a přetěžením materiálu do přístavního bazénu. Na připravenou plošinu bylo možno použít nosič RDK 300, který plně vyhovoval pro beranění beranidlem PTC 30 a pro pohyb po plošině široké cca 9m. Beranidlo PTC 30 bylo zvoleno z důvodu použitých štětovic a jejich délek. Štětovnice délky 12,5m a typu VL 605 (zesílená stěna a modul 60cm) byly na stavbu dovezeny po železnici a uloženy na pronajaté plochy. Každý týden se štětovnice rozvážely podél beraněné stěny. To bylo nutné z důvodu malého obslužného prostoru stavby – byla zde k dispozici pouze jedna cesta pro jeden nákladní automobil. Beraněná stěna byla prováděna jako pohledová do vodiček ze dvou I-profilů. Úspěšně se zde použily předem připravené distančníky pro vedení štětovic v požadovaném směru. Nová stěna byla úspěšně napojena do zámků stávající štětové stěny. Beranění probíhalo bez větších problémů, pouze v některých případech bylo nutné použít rázové beranidlo na doražení štětovic na projektovanou úroveň.

Zároveň s beraněním štětových stěn probíhaly přípravné práce pro další navazující činnosti. Především bylo třeba seříznout hlavy štětovic na požadovanou úroveň a instalovat průchodky pro trvalé pramencové kotvy.

Na přikotvení nové stěny jsou použity 9pramencové kotvy, pro dodatečné přikotvení stávající stěny byly použity 6pramencové kotvy. Při hloubení vrtů pro 9pramencové kotvy, dl. 22 metrů, byl zvolen způsob hloubení bez pažnic s bentonitovou pažnicí suspenzí. Tyto kotvy jsou použity na nábrežní zdi v délce 254 metrů a odvrtny byly z předem připravené pracovní plošiny. 6pramencové kotvy na stávající nábrežní stěně byly odvrtny z lodě Jantar a posléze byly z této lodě i osazeny.

Nábrežní zeď je navržena jako úhlová, proto se muselo s ohledem na splnění termínu řešit napínání kotev v návaznosti na zásyp za zdi

a odkopy před úhlovou zdí. Bylo zvoleno napnutí kotev na plnou kotevní sílu, přičemž bylo nutné sledovat výšku násypu za stěnou a po dosažení jeho určité výšky se mohlo přistoupit k vlastnímu napínání kotev. Posléze se mohlo odtěžovat a zasypávat současně. Tímto způsobem bylo dosaženo požadované zkrácení výstavby.

V prosinci roku 2006 byly dokončeny práce na napínání kotev a zásypech úhlové zdi. Současně byly zahájeny práce na odtěžování pracovní plošiny, které probíhaly ze břehu i z lodí. Zaměřování dna probíhalo postupně za účasti pracovníků povodí Labe. Odkop pracovní plošiny byl ukončen v polovině ledna 2007.

Výměry provedených prací:  
 Štětové stěny: 3250 m<sup>2</sup>  
 Kotvy trvalé 9pramencové: 2342 m  
 Kotvy trvalé 6pramencové: 652 m  
 Zemní práce: 17 000 m<sup>3</sup>

**Ing. Milan Král, ml.,** Zakládání staveb, a. s.  
 Foto: Libor Štěrba a autor



Provádění zemních kotev zajišťujících stabilitu nově budované části přístavní zdi z umělé vytvořeného násypu



Provádění zemních kotev z lodí Jantar



Nový úsek ochranné nábrežní zdi po dokončení



Nový úsek nábrežní zdi po dokončení hlavních prací

### The Port of Mělník, 1<sup>st</sup> basin – new protection wall for the container terminal

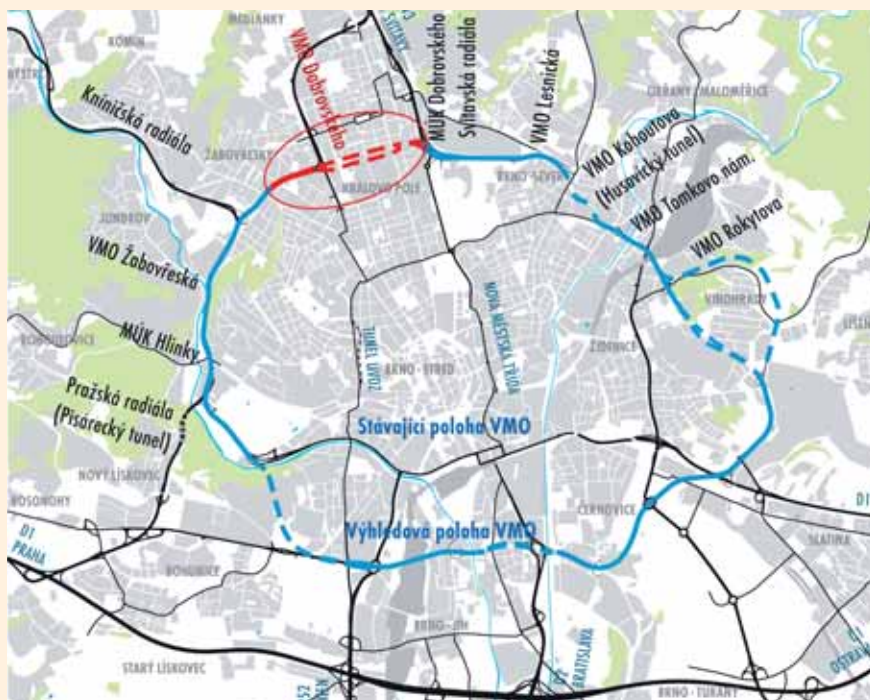
In June 2006 a new phase of the project on anti-flood protection of vessels on the Elbe River started. After termination of works on anti-flood protection structures in the towns of Děčín and Nymburk that were realised by the Zakládání staveb Co. as the general contractor, the construction works moved to the port of Mělník. They consisted in carrying out a 350m long embankment wall providing protection to vessels to the water level reached during the floods of 2002, i. e. up to the water level elevation by 8m. The protection can be provided for 28 vessels at the same time. The Zakládání staveb Co. carried out works of special foundation – ramming of sheet pile walls, permanent strand anchors and earthworks.



# Velký městský okruh v Brně – tunely Dobrovského

Trasa velkého městského okruhu (VMO) je významnou součástí „Základního komunikačního systému“ města Brna, silniční sítě ČR i mezinárodní silniční sítě. Z hlediska celoměstské dopravní struktury bude okruh jako celek zajišťovat tranzitní i mimoměstské a vnitroměstské dopravní vztahy a tím výrazně odlehčí v současné době přetíženým vnitroměstským komunikacím.

Zakládání staveb, a. s., provádí v současnosti stavební práce spojené s výstavbou okruhu na úseku ulice Dobrovského, kde je trasa vedena ve dvou dvoupruhových ražených tunelech. Jedná se především o činnosti spojené s podchycení stávající zástavby a realizací mikropilotových deštníků portálů tunelů.



Město Brno - Velký městský okruh

## Rozsah stavby VMO Dobrovského

Řešený úsek stavby VMO Dobrovského je součástí tzv. severozápadního a severního segmentu VMO. Reprezentuje ho trasa od Pražské radiály přes MÚK VMO Hlinky, VMO Žabovřeská, vlastní stavba VMO Dobrovského, MÚK Dobrovského–Svitavská radiála po navazující stavby VMO Lesnická.

Stavba se dotýká rozsáhlého území v městských částech Žabovřesky a Královo Pole. Rozhodující část tvoří dva paralelní dvoupruhové ražené tunely, dlouhé 1,25 km. Tunel Dobrovského I je trasován v ose ul. Žabovřeské – Dobrovského a tunel Dobrovského II paralelně s ním cca 60 m jižněji v prodloužené ose ul. Pešinovy. Portál tunelů je na Žabovřeském předpolí umístěn mezi most přes VMO na Korejské ulici a ulici Hradeckou.

Královopolský portál je umístěn mezi ulicemi Poděbradovou a Košínovou. Stavba zahrnuje mimoúrovňové křižovatky VMO Žabovřeská – Hradecká a Hradecká – Královopolská v Žabovřeskách a část větvi mimoúrovňových křižovatek Dobrovského – Svitavská radiála přímo související s předpolím tunelů v Králově Poli. V prostoru ulic Dobrovského a Slovinská je umístěno technologické centrum tunelů s velínem, rozvodnou a vyústěním vzduchotechniky.

## Členění stavby

Zakládání staveb, a. s., provádělo a v současné době provádí stavební činnosti spojené s výstavbou VMO Dobrovského. Dle projekční dokumentace Inženýrského sdružení VMO Dobrovského Amberg Engi-



Celková situace stavby Tunely Dobrovského – umístění do ortofotomapy, vlevo Žabovřesky, vpravo Královo Pole



Portály tunelů v oblasti Žabovřeska – úsek Korejská



Portály tunelů v oblasti Královo Pole, napojení na svitavskou radiálu

neering Brno, a. s., se jedná o práce dle níže uvedené nomenklatury:

**Pomocná opatření pro ražbu tunelu (C 618)**

- Státní zdravotní ústav (SZÚ) obj. 40, část 1,
- Ulice Velešlavínova, část 2,
- Ulice Pešínova, část 3,
- Ulice Dobrovského – Slovinská, část 4,
- Vojenská akademie, část 5.

**Podchycení stávající zástavby (C 617)**

- Část Palackého třída 1/3 SZÚ obj. 40

**Tunel I – Ražená část, C 604.1**

- Mikropilotové dešťníky z portálu Královo Pole, část 3,

**Tunel II – Ražená část, C 604.2**

- Mikropilotové dešťníky z portálu Královo Pole, část 3

Dále se v souvislosti s výstavbou VMO Dobrovského provádí **Statické zabezpečení objektu č. 34, Ústav anatomie zvířat v areálu Veterinární a farmaceutické univerzity Palackého tř. 1/3 Brno** (obr. 1, 2). Práce na tomto objektu jsou rozděleny na části: Část A: Bourací práce, Část B: Statické zajištění horní stavby od úrovně -3,7 až +13,67, Část C: Statické zajištění spodní stavby včetně clony metodou TI.

Tato část projektu je zpracována ing. Jindřichem Černíkem pro Stavební geologii GEOTECHNIKU, a. s.

**Podchycení stávající zástavby (C 617) a Pomocná opatření pro ražbu tunelu (C 618)**

Geologické prostředí pro ražbu tunelů Dobrovského, s relativně nízkým nadložím a hustou městskou zástavbou nad tunely, tvoří

velmi náročné podmínky s předpokládanými silnými účinky ražby na povrchovou zástavbu a inženýrské sítě. Pro eliminaci těchto účinků jsou primárně navržena opatření označená jako stavební objekt **C 617 Podchycení stávající zástavby**. Jedná se o vyztužení nosných konstrukcí budov, které řeší jejich konstrukční nedostatky – chybějící vodorovné či prostorové ztužení – a zvyšují jejich odolnost vůči vodorovným napětím a nerovnoměrným deformacím, které bude ražba tunelu vyvolávat.

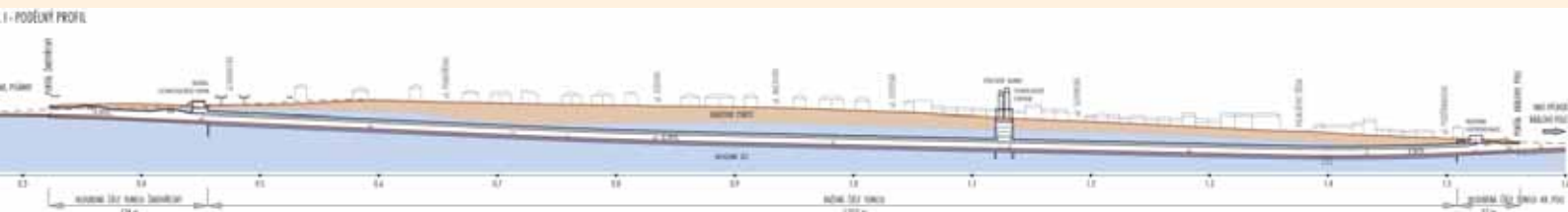
Ve vybraných úsecích ražby, kde jsou tato opatření (C617) nedostačující, je nutné v rámci ražby tunelu provést dodatečná opatření pro zlepšení hominového prostředí, která se označují souhrnně jako objekt **C 618**. Jedná se o souhrn opatření sloužících k odclonění poklesové vlny od hloubeného tunelu a k minimalizování vlivu ražby na objekty v oblasti zasažené poklesovou kotlinou. Takovým opatřením je navržena trysková



Obr. 1: Zařízení staveniště technologie TI před objektem Ústavu anatomie zvířat (č. 34)



Obr. 2: Podchycení vnitřního traktu tryskovou injektáží vrtnou soupravou MSV 741/80, Ústav anatomie zvířat



Tunel I – podélný Profil

injektáž kolem tunelu a v jeho nadloží, prováděná z povrchu území tak, aby injekční směs nabyla požadovaných pevností cca 5,0 až 7,0 MPa ještě před vlastní ražbou v daném prostoru. Mnohem důležitější než pevnost v tlaku jsou však dosažená několikanásobně větší smyková pevnost a modul deformace pilířů oproti okolní zemině. Efekt vložených pilířů je ještě zvětšen osazenými trubkami 70/9 mm do jednotlivých sloupů.

**Geologický profil** v prostoru prováděných sloupů tryskové injektáže tvoří stávající konstrukce, sprašové hlíny, zahliněný písčité štěrky, písčité jíly se štěrky, neogenní jíly. U jednotlivých objektů je zachována tato skladba s proměnnou mocností.

Na základě zkušeností s tímto geologickým prostředím s jemnou strukturou zrna byla pro vytvoření sloupů o průměru 800 mm zvolena metoda M1 s plným předřezem. Při hloubení byl prováděn předřez vodním paprskem a dosaženo 80–90 % požadovaného průměru. Zbývající část byla dořezána vlastní tryskovou injektáží. Je tedy zřejmé, že v jednotlivých sloupech

došlo k téměř úplné výměně materiálu. Objem vyplaveného materiálu se rovnal 1,5–2násobku tryskaného objemu. Zde se zrodil paradoxně jeden z největších problémů námi prováděných prací – likvidace vyplaveného materiálu. Úložné kapacity katastru města Brna jsou nedostačující nebo pro účel uložení tohoto materiálu nevyhovující. Bylo proto nutné používat odlehlejších skládky.

V místech provádění soustavy sloupů tryskové injektáže bylo vždy nutné rozepřít stávající průzkumné štoly tunelu Dobrovského s 60m přesahem od krajních vrtů (obr. 3).

#### **Státní zdravotní ústav, objekt 40 (část 1)**

Centrum hygieny potravních řetězců v Brně (CHPŘ SZÚ) je jedním z center Státního zdravotního ústavu v Praze a zabývá se především otázkami bezpečnosti potravin a aplikovanou výživou.

#### **Provedené práce**

Na objektu CHPŘ SZÚ byly provedeny následující práce:

- ztužující žlb. věnec těsně přilehlý k základovým pasům budovy (obr. 4),
- pilíře tryskové injektáže, podepírající věnec (svislé pilíře s výztuží, západní severní a východní stěna objektu) (obr. 5),
- clona z pilířů tryskové injektáže, podírající základovou konstrukci (šikmé sloupy TI na severní stěně objektu),
- příčné clony z tryskové injektáže nad tunelem v oblasti tahových deformací (opatření pro snížení celkových deformací).

Před zahájením provádění systémových sloupů tryskové injektáže na objektu SZÚ byly provedeny dva pokusné sloupy, které měly ověřit vliv vyvozených vibrací na laboratorní práce prováděné v SZÚ. Výsledek měření vibrací nesignalizoval žádné odezvy, které by měly narušit přesná laboratorní měření, přesto bylo stanoveno:

- předvrty přes základové konstrukce budou prováděny pomocí diamantových jádronic,
- bude pokračovat měření vibrací, prašnosti a hluku,
- při překročení mezních hodnot budou práce na tryskové injektáži zastaveny.



Obr. 3: Rozepření stávajících průzkumných štol při zajištění zástavby tryskovou injektáží



Obr. 5: Zajištění SZÚ clonou z tryskové injektáže, vrtná souprava Hütte 200/2 TF



Obr. 4: Armování roznášecího žlb. prahu nad sanační clonou z tryskové injektáže

V průběhu celého provádění prací byly hodnoty vibrací blížící se mezním stavům zaznamenávány pouze v pracovních dnech cca od 7 do 17 hod. Ve dnech pracovního klidu byly hodnoty téměř nulové, přestože provádění sloupů tryskové injektáže probíhalo nepřetržitě. Zjištěným

pravděpodobným důvodem mezních stavů byl samotný provoz laboratoří. Při provádění sloupů v blízkosti průzkumných štol došlo k vydutí ostění 15–20 cm do profilu štoly v délce 15 m. Po přerušení prací se toto vydutí během 12 hodin rozšířilo na

délku cca 20 m a po odeznění přepětí tlaku v hornině ustalo. Pro předcházení těmto případům byla zvětšena minimální vzdálenost jednotlivých sloupů od výrubu štoly a prodloužena výdřeva. Tento jev se pak již neopakoval.



Obr. 6: Práce na zajištění objektů v ulici Veleslavínové (pokračování ulice Dobrovského)



Obr. 7: Injekční práce prováděné vrtnou soupravou osazenou na velkoprofilovém pásovém podvozku

#### Výměry:

Délka vrtů pro TI: 2333,5 m;

Délka TI: 2053,5 m;

Délka výztuže: 430,0 m;

Žlb. pasy: 25 m<sup>3</sup>

Použitá technika: vrtná souprava Hütte 200/2 TF,

Vysokotlaká pumpa GEO ASTRA 5T 302.

#### Ulice Veleslavínova (část 2)

Pod středem Veleslavínovy ulice probíhá tunelová trouba Tunel I. U většiny objektů na této ulici lze hovořit o kumulaci nízkého nadloží a špatného technického stavu. Příliš nízké nadloží způsobuje vytváření sice úzké, ale přitom strmé poklesové kotliny, jejichž sklony přesahují akceptovatelný náklon a na jejímž povrchu vznikají tahová napětí a následné deformace, které nelze řešit prostým vyztužením objektů.

#### Provedené práce

Pod stávajícími objekty ulice Veleslavínovy byly provedeny clony z jednotlivých pilířů tryskové injektáže v rozteči 1,2 m, a to po obou stranách (obr. 6, 7, 8). Délky pilířů se měnily s ohledem na niveletu terénu tak, aby pata pilíře vždy dosahovala na úroveň počvy tunelu. Sklony pilířů se rovněž po délce ulice měnily, aby kopírovaly budoucí ostění tunelu.

Jednotlivé sloupy byly realizovány z předvypoků hlubokých místy až 2,2 m přes plastovou chráničku DN300, aby se zamezilo poškození hustých inženýrských sítí. Přesto docházelo vlivem zastaralé kanalizace k lokálním únikům směsi do kanalizace. Jednotlivé sloupy tryskové injektáže vykazovaly také vyšší spotřebu směsi při zaklesávání sloupu po skončení tryskové injektáže, což bylo způsobeno nekompatními navážkami pod komunikací a rozvolněným materiálem v místě již zmiňované nekvalitní kanalizace.

#### Výměry:

Vrty pro TI: 3580 m;

Trysková injektáž: 3143 m;

Výztuž: 2859 m;

Použitá technika: vrtná souprava Hütte 200/2 TF, vysokotlaká pumpa GEO ASTRA 5T 302.

V dalším čísle časopisu Zakládání budou popsány práce na zbývajících částech objektu C618 a práce na realizaci mikropilotových deštníků z portálu Královo Pole.



Obr. 8: Osazené průchodky pro sloupy sanační clony z TI

**Název stavby:** Silnice I/42 Brno, VMO Dobrovského,

**Místo stavby:** Brno-Královo Pole, Žabovřesky,  
**Hlavní účastníci stavby**

**Zhotovitelé:** OHL ŽS Brno, a. s., Metrostav, a. s., Subterra, a. s.,

**Speciální zakládání:** Zakládání staveb, a. s.

**Projekt:** Amberg Engineering Brno, a. s., PK Ossendorf, s. r. o., Dosing – Dopravoprojekt

Brno group, spol. s r. o., Eltodo Dopravní systémy, s. r. o.

**Architektonické řešení a vizualizace:**  
Archika, Wave Studio.

**Petr Maláč, Zakládání staveb, a. s.**

Foto: Libor Štěrbá, autor, Ing. Martin Čejka

Vizualizace: Wave Studio, Ing. arch. Zdeněk Stránský

### The Big City Ring in Brno – Dobrovského tunnels

The line of the Big City Ring forms an important part of the "Basic Communication System" of the City of Brno, as well as of the Czech (I/42) and international (E-461) road system. Within the system of urban transport structure the Ring as a whole will support transit, outside-city and inter-city transport communications, thus reducing the load on inter-city communications.

The Zakládání staveb Co. has currently carried out construction works on the Ring in the Dobrovského Street where the line is realised in two two-line driven tunnels. The works mainly involve underpinning of existing structures and realisation of micropile umbrellas of the tunnel portals.

## VMO Dobrovského v Brně – zatěžovací zkouška sloupu tryskové injektáže

**V rámci návrhu statického zabezpečení Ústavu anatomie zvířat před negativními účinky ražby tunelu na silnici I/42, VMO Dobrovského v Brně byla v říjnu 2006 provedena statická zatěžovací zkouška sloupu tryskové injektáže se zatížením dosahujícím až 1,0 MN. Sloup se nacházel v prostředí sprašových hlín a ukončen byl v ulehých štěrčích. Zkouška prokázala překvapivě vysokou únosnost tohoto prvku, kdy maximální deformace nepřesáhla 4,0 mm.**

Výsledek zkoušky slouží pro projekt statického zabezpečení objektů před negativními účinky ražby tunelu na silnici I/42, VMO Dobrovského v Brně. Jednalo se o ojedinělý projekt, neboť se zatěžovacími zkouškami sloupů tryskové injektáže nebyly doposud žádné zkušenosti. Zkušební pole bylo vybráno tak, aby bylo možné instalovat zkušební zařízení, tj. ocelový zatěžovací most typu „velbloud“ délky 6,8 m, který je kotven dvěma tahovými prvky v osové vzdálenosti 6,0 m. Na vybraném staveništi byl zjištěn následující geotechnický profil od úrovně terénu:

- 0,0–1,5 m: navážka různorodá, stavební suť hlinitopísčítá,
- 1,5–8,0: sprašové hlíny pevné konzistence,
- 8,0–11,0: štěrk jílovitý, uhlý.

Hladina podzemní vody nebyla zjištěna.

#### Sestava statické zatěžovací zkoušky

Mimosystémový pilíř tryskové injektáže označený

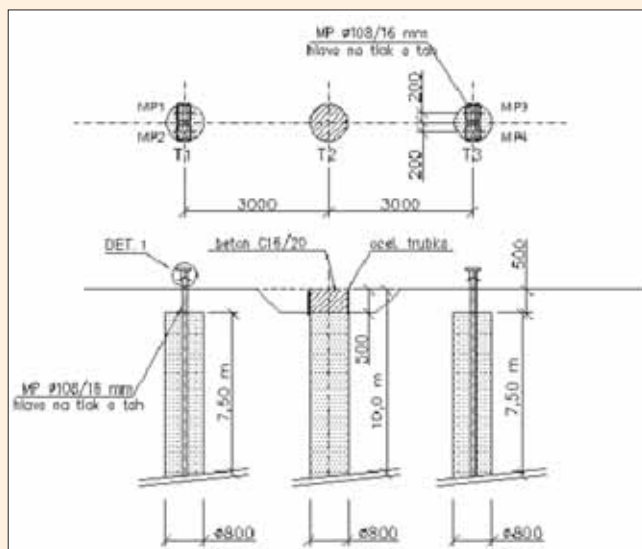
jako T2 byl navržen v délce 9,5 m od úrovně 0,5 m pod terénem, tudíž jeho pata končila ve štěrčích, do nichž byl zahlouben na délku 2,0 m. Po odkopání a očištění jeho hlavy v hloubce 0,5 m pod terénem byl dobetonován prostým betonem C16/20 do ocelové roury prof. 820 mm, ukončené v úrovni terénu. Tato úprava byla nutná s ohledem na instalaci ocelové roznášecí desky a hydraulického lisu. Vrt pro tryskovou injektáž prof. 120 mm byl realizován s vodním výplachem, tryskáno bylo jednofázovou metodou cementovou suspenzí při tlaku 30 MPa množstvím 300 l/m sloupu. Výsledný průměr sloupu T1 (po částečném odkopání) byl kolem 0,80 m.

Reakční, tahové prvky byly tvořeny rovněž sloupy tryskové injektáže označenými jako T1 a T3. Jejich výsledná délka byla 8,0 m, parametry tryskání shodné, tudíž i výsledný průměr byl kolem 0,80 m. Tryskání bylo rovněž ukončeno v hl. 0,50 m pod terénem, tyto tahové sloupy nebyly již dobetonovány. V tahových

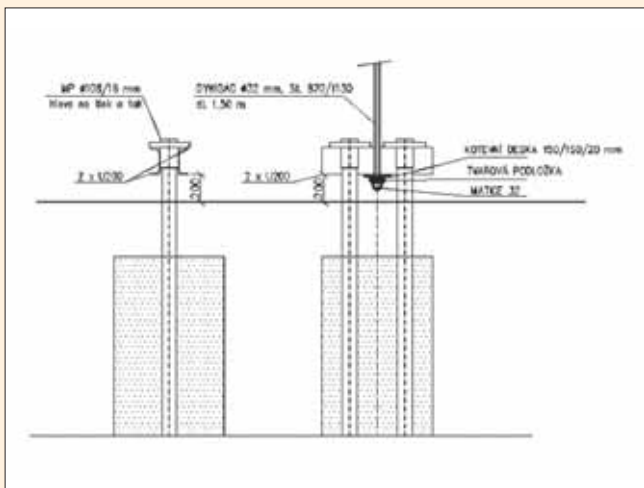
prvcích byly osazeny dvojice ocelových trubek prof. 108/16 mm délky 9,0 m, ukončených 0,5 m nad úrovní terénu typovými hlavami na tah + tlak. Tyto trubky byly umístěny v příčné ose příslušného sloupu tryskové injektáže ve vzdálenosti 400 mm. Upraveny byly jako trubky manžetové s tím, že ve spodní části bylo osazeno celkem 7 manžet v osových vzdálenostech po 0,50 m přes dvojice otvorů prof. 8 mm v těchto trubkách. Šlo v podstatě o trubní výztuž mikropilot, jež byla osazována do vrtů prof. 133 mm v zatuhlých sloupech tryskové injektáže do cementové zálivky c : v = 2,3 : 1. Tyto výztužné trubky byly injektovány po 20 hodinách od jejich osazení tlakem 4,0 MPa přes horní příruby výztužných trubek. Pod ocelovou roznášecí deskou typové hlavy byly podvléknuty příčníky z dvojic U č. 200. V ose tahového prvku byla potom osazena tyč prof. 32 mm z oceli Dywidag St. 870/1030 MPa, jež tvořila vlastní kotvení zkušební ocelového mostu typu „velbloud“ o celkové únosnosti 2,5 MN, jež má Zakládání staveb, a. s., k dispozici (obr. 1). Tahové prvky byly navrženy tak, že výpočtová (vnější) únosnost každého z obou tahových prvků činila 800 kN, počítalo se tedy s asi 1,5násobnou bezpečností. Vlastní sestava statické zatěžovací zkoušky s umístěním zkušební sloupu T2 a sloupů reakčních T1 a T3 je na obr. 2, detail kotvení hlavy reakčních sloupů je na obr. 3.



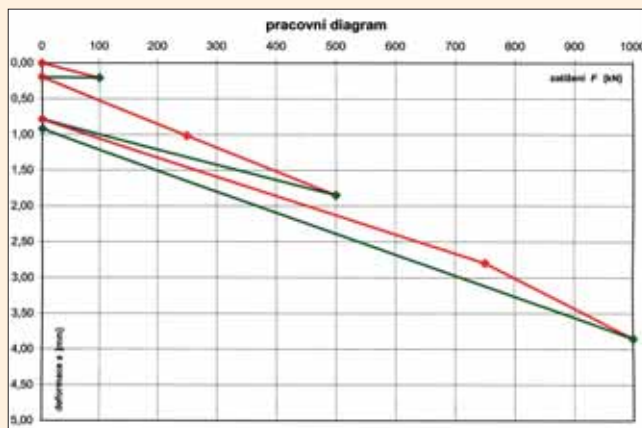
Obr. 1: Pohled na hlavu zkušební sloupy tryskové injektáže v průběhu statické zatěžovací zkoušky



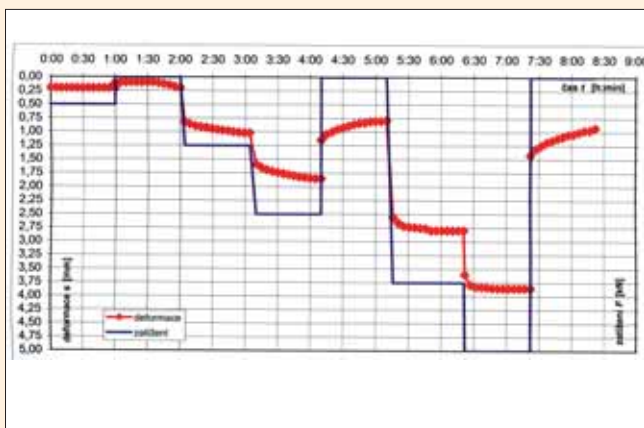
Obr. 2: Sestava prvků statické zatěžovací zkoušky sloupy tryskové injektáže T1, T3 – tahové sloupy, T2 – zkušební sloup



Obr. 3: Detail úpravy hlavy tahového sloupy T1, T3



Obr. 4: Průběh statické zatěžovací zkoušky sloupy tryskové injektáže



Obr. 5: Graf zatěžování a ustalování deformací při statické zatěžovací zkoušce



Obr. 6: Extrapolace výsledků statické zatěžovací zkoušky sloupy tryskové injektáže

Sloupy tryskové injektáže včetně tahových mikropilot byly provedeny ve dnech 28. a 29. 8. 2006.

**Průběh statické zatěžovací zkoušky**

Statická zatěžovací zkouška byla navržena ve smyslu zásad ČSN EN 1997-1: Navr-

hování geotechnických konstrukcí, část 1 – Obecná pravidla, a to jako zkouška typu MLT – s postupně rostoucím zatížením. Jednotlivé zatěžovací stupně byly navrženy následovně:

- 1. zatěžovací stupeň (předtížení) ... 100 kN,

- 1. odlehčovací stupeň (start) ... 0 kN
- 2. zatěžovací stupeň ... 250 kN
- 3. zatěžovací stupeň ... 500 kN
- 2. odlehčovací stupeň ... 0 kN
- 4. zatěžovací stupeň ... 750 kN
- 5. zatěžovací stupeň ... 1000 kN
- 3. odlehčovací stupeň ... 0 kN.

Vlastní statická zatěžovací zkouška proběhla 10. 10. 2006, tj. 42 dní po realizaci zkušebního prvku, a trvala celkem 8,5 hodiny. Zkoušku provedla společnost Zakládání staveb, a. s., spolu s SG Geotechnika, a. s., jež v průběhu zkoušky kontrolně měřila deformace hlavy sloupu. Během zkoušky byla síla měřena tenzometrickým snímačem síly HBM 2000 kN a deformace byly snímány 4 číselníkovými úchylkoměry MAHR s rozsahem 0–40 mm s přesností odečtu 0,01 mm. Tyto odečty proběhly automaticky v intervalech 5 minut. Na každém zatěžovacím i odlehčovacím stupni bylo vyčkáno na ustálení příslušné deformace, jejímž kritériem byl přírůstek deformace menší než 0,1 mm za 3 po sobě jdoucí čtení, přičemž ovšem minimální doba stanovená pro každý ze zatěžovacích či odlehčovacích stupňů činí 1 hod. Na obr. 4 je grafický záznam průběhu statické zatěžovací zkoušky a na obr. 5 potom graf zatěžování a ustalování deformací. Z nich je zejména patrné, že:

- k ustalování deformací na každém zatěžovacím i odlehčovacím stupni docházelo velmi rychle, tudíž příslušná doba na každém z těchto stupňů činila vesměs právě 1 hod.,
- celková deformace dosažená při maximálním zatížení 1000 kN činila 3,85 mm, což

svědčí o značné únosnosti tohoto prvku, c) trvalá deformace po odlehčení z 1000 kN na 0 kN činila pouze kolem 1,0 mm, tj. cca 25 %, tudíž zcela převládá deformace pružná (75 %), což rovněž svědčí o skutečnosti, že zatím nedochází k výrazným plastickým deformacím, tudíž mezí únosnosti sloupu TI nebylo zdaleka dosaženo.

Na obr. 6 je potom pokus o extrapolaci naměřených výsledků při popisované statické zatěžovací zkoušce, kde je pracovní diagram sloupu modelován jako vrтанá pilota s polovičním modulem deformace materiálu  $E_b = 13\,250$  MPa v daném geotechnickém profilu. (Mezní zatěžovací křivka je řešena jako návrhová, tudíž s příslušným dílčím součinitelem odporu  $\gamma_R = 1,4$ ). Přesto se ukazuje, že vnější únosnost prvku tryskové injektáže je vyšší než vnější únosnost vrтанé piloty, což je dáno technologií provádění, kdy zejména podíl smykového napětí na plášti tohoto prvku je výraznější než v případě vrтанé piloty. O celkové osově únosnosti sloupu tryskové injektáže bude ovšem rozhodovat únosnost vnitřní, jež souvisí s pevností výsledného díku sloupu. Statická zatěžovací zkouška sloupu tryskové injektáže provedená v rámci přípravy projektu

statického zabezpečení budov před nepříznivými účinky ražby tunelu na VMO Dobrovského v Brně prokázala značnou osovou únosnost těchto prvků, které jsou využívány zejména při pracích sanačních a při podchycování stávající zástavby.

Doc. Ing. Jan Masopust, CSc., FG Consult, spol. s r. o., Praha, VUT v Brně, Ústav geotechniky

### The Big City Ring in Brno – Dobrovského tunnels – load test on a jet-grouted column

In October 2006 a static load test with total load reaching up to 1,0 MN was carried out on a jet-grouted column constructed within the project of static securing of the Institute of animal anatomy against negative impacts of the tunnelling works on the road I/42 forming a part of the Big City Ring Dobrovského in Brno. The column was located in the surroundings of secondary loesses and it was finished in compact gravels. The test proved surprisingly high load capacity of the component with maximum deformation not exceeding 4,0mm.



# vodní hospodářství®

[www.vodnihospodarstvi.cz](http://www.vodnihospodarstvi.cz)

Vychází  
12x  
ročně

Inzerce  
na barevných  
i černobílých  
stranách



Více informací a možnost objednání na [www.vodnihospodarstvi.cz](http://www.vodnihospodarstvi.cz).

Cena ročního předplatného (12 čísel) je 620 Kč + 5% DPH.

Vydává Vodní hospodářství, spol. s r. o.

Redakce: Podbabská 30, 160 62 Praha 6. Tel.: Václav Stránský 603 431 597,

Stanislav Dragoun 603 477 517, 234 139 287 (VoIP), fax: 266 107 646

e-mail: [stransky@vodnihospodarstvi.cz](mailto:stransky@vodnihospodarstvi.cz), [dragoun@vodnihospodarstvi.cz](mailto:dragoun@vodnihospodarstvi.cz)

Specializovaný  
vědeckotechnický časopis  
přináší již 57. rokem informace  
z oblasti projektování,  
realizace a plánování  
ve vodním hospodářství  
a dalších souvisejících oborech  
životního prostředí

# River Park – Bratislava, zajištění stavební jámy nejvýznamnější stavby slovenské metropole

**Na jaře roku 2006 zahájila společnost Zakládní staveb, a. s., práce na zajištění stavební jámy pro jednu z nejprestižnějších staveb současné Bratislavy – River Park. Přimo na nábřeží levého břehu Dunaje mezi Novým mostem a Parkem kultury a oddechu vyroste nový polyfunkční komplex s byty, kanceláři, obchody, restauracemi a hotelem. V obtížných geotechnických podmínkách v těsné blízkosti Dunaje byla po zvážení všech alternativ rozsáhlá stavební jáma zajištěna převrtávanou pilotovou stěnou z pilot délky 14 m a průměru 1180 mm a 880 mm. Vzhledem k celkovému počtu 768 ks pilot bylo pro dodržení termínu nutno nasadit až 5 vrtných souprav najednou.**

Při tvorbě projektu investor i architekt respektovali požadavky hlavního města na citlivé zakomponování stavby do siluety města s doznívající členitostí Malých Karpat, bohatě strukturovanou členitostí Starého města a dominantou hradního vrchu. Jelikož záměrem investora bylo vytvoření nové dominanty města, vyhnul se autor projektu případnému konfliktu výškové dominanty s bratislavským hradem, a to „vysunutím“ jednoho z objektů nad hladinu Dunaje. Vytvořením tohoto originálního tvaru dosáhl splnění záměru investora, aniž by došlo k necitlivému zásahu do výrazu města. Způsob, jakým architekt řeší rozložení zástavby a jednotlivých projektů je cenný tím, že díky průhledům od promenády směrem k zeleni levobřežního vrchu nevzniká těžká hradba budov, ale prostor zůstává „vzdušný“.

Svémi funkcemi odpovídá River Park heslu „město ve městě“. Na ploše více než 43 000 m<sup>2</sup> vznikne 340 bytů a 28 000 nadstandardních kancelářských ploch. Součástí komplexu bude 5hvězdičkový hotel, chybět nebudou kavárny, restaurace, obchody, fitness, banka a další služby určené obyvatelům a návštěvníkům parku, kteří využijí širokou promenádu například na procházku. River Park by se tak díky svým funkcím a poloze měl stát rozšířeným centrem hlavního města.

Autor projektu: (EEA) Erick van Egeraat associated architects, mezinárodní architektonická kancelář založená v roce 1995 v Rotterdamu. V současné době zaměstnává 120 odborníků v 5-ti evropských kancelářích v Rotterdamu, Londýně, Moskvě, Budapšti a Praze.

Investor: J&T GLOBAL, a. s.

S použitím materiálů ČTK, archiweb.

## Úvodem

Pro vybudování tří pater podzemních garáží bylo nutno zajistit stavební jámu o celkové délce 274,0 m a šířce 54,0 m. Základová spára stavební jámy se nachází v hloubce 9,0 m pod úrovní předvýkopu, který je 3,0 m hluboký. Dno stavební jámy je 6,5 m pod výpočtovou hladinou podzemní vody. Zadáním pro projektanty a zhotovitele bylo tedy vytvořit konstrukci, která bude odolávat horizontálnímu zemnímu tlaku, tzn. zapaží výkop pro stavební jámu a zároveň bude trvale sloužit jako základová konstrukce pro nadzemní objekt. Zároveň bude mít po dobu vestavby podzemních pater objektu těsnicí funkci a zamezí přítokům podzemní vody do stavební jámy. Trvalou těsnicí funkci následně převezme základová deska s monolitickou železobetonovou stěnou, přibetonovanou k líci pažicí konstrukce.

## Geotechnické poměry

Staveniště se nachází v území Podunajské nížiny. Skalní podloží tvořené granodiority

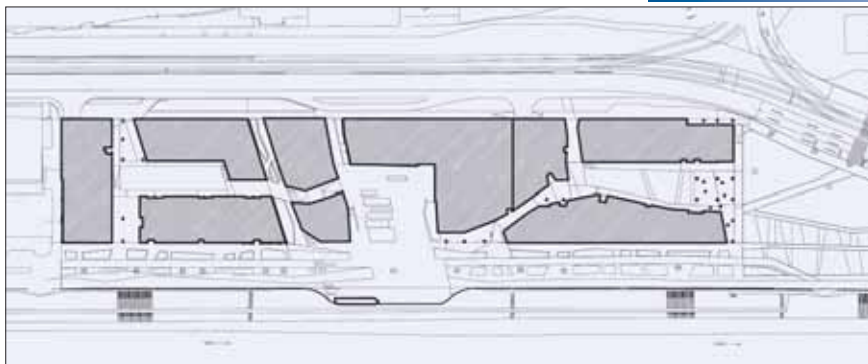




se nachází v hloubce od cca 16,0 m na jižní straně staveniště a směrem od toku Dunaje se zvedá až k úrovni základové spáry stavební jámy v hloubce 12,0 m. Na skalním podloží leží údolní niva Dunaje, tvořená štěrkopískovými až štěrkovými sedimenty s proměnlivým obsahem písčité frakce. Z hydrogeologického hlediska je staveniště významně ovlivněno Dunajem, protékajícím v těsné blízkosti, což znamená, že stavební jáma se nachází v mohutném kolektoru s vysokou průlinovou propustností.

#### Technické řešení zajištění stavební jámy

Prvotním návrhem pro zajištění stavební jámy byla konstrukce monolitických podzemních stěn. Na základě zkušeností ze staveb v podobných geotechnických podmínkách, které byly v Bratislavě realizovány společností Zakládání staveb, a. s., byly v dostatečném předstihu před zahájením prací provedeny v místech budoucího staveniště technologické sondy, jejichž úkolem bylo mimo ověření geologického profilu i odzkoušení vhodnosti nasazení technologie podzemních stěn těžných pod bentonitovou suspenzí v místních podmínkách. Technologickým pokusem bylo zjištěno, že štěrky pod hladinou podzemní vody jsou značně nestejnozrné s chybějící písčitou frakcí, což působilo komplikace při pažení rýh bentonitovou suspenzí. Tato skutečnost byla vyhodnocena a následně bylo v součinnosti s generálním projektantem a zástupci technického dozoru investora nalezeno řešení, spočívající ve využití technologie převrtávaných pilot, která byla s úspěchem použita na několika stavbách v posledních letech. Výhodou takto zvolené technologie je bezproblémové zajištění stability stěny vrtu s využitím mechanického pažení ocelovou pažnicí.



Půdorysné rozložení objektů River Parku



Provádění převrtávané pilotové stěny



Celkový pohled na rozsáhlé staveniště budoucího River Parku



Betonáž sekundární piloty



Frézování líce převrtávané pilotové stěny



Hloubení vrtů pro dočasné lanové kotvy zajišťující převrtávanou pilotovou stěnu



Pohled na zakotvenou a ořezovanou stěnu



Stavební jáma se sestavou čerpacích studní



Provádění pilot pod základovou deskou

Převrtávaná pilotová stěna byla navržena z pilot o průměru 1180 mm a 880 mm (880 mm severní stěna jámy) a délky cca 14 m dle zastíženého skalního podloží. Základním principem převrtávané pilotové stěny je rozdělení pilot na primární a sekundární. Nejdříve jsou provedeny piloty primární, které jsou bez výztuže. Následně jsou do mezilehlých vrtů, které částečně přezárají díky primárním pilot, betonovány piloty sekundární, již vyztužené armokošem. Pro dosažení ideálních podmínek k přezáření primárních pilot byla v předstihu před zahájením prací vyvinuta společně s dodavatelem přísad do betonu – firmou Stachema, a. s. – receptura pro beton (C 25/30 XC2 (90d),  $D_{max}$  16 mm, konzistence S4, max. průsak 50 mm podle STN EN 12390-8), u kterého byl náběh pevností v prvních dnech zpomalen. Konečné doladění receptury do požadovaných hodnot pevností 5 MPa po 2 dnech a 15 MPa po 10 dnech proběhlo až v průběhu zahájení prací. Vzhledem k celkovému počtu 768 ks pilot bylo pro dodržení termínu nutno nasadit až 5 vrtných souprav najednou.

Pro zajištění stability převrtávané pilotové stěny byla vždy v každé sekundární pilotě umístěna dočasná pramencová kotva o šesti nebo sedmi pramencích v délkách 19,5 nebo 20,0 m.

#### Založení základové desky

Základová deska byla podporována vrtnými pilotami, které byly navrženy zejména pod sloupy nosné konstrukce. Piloty o průměru 1180 mm a 880 mm byly vetknuty do skalního

podloží, podmínka vetknutí daná RDS byla 0,5 m do skály třídy minimálně R4. Délky pilot se pohybovaly v rozmezí od 1,2 m do 8,0 m. Zajištění základové desky objektu proti vzlaku podzemní vody je řešeno soustavou tahových tyčových kotev, které mají trvalou funkci. Kotvy typu Dywidag s dvojitou protikorozií ochrannou o průměru 63,5 mm byly prováděny přes průchodky osazené v základové desce. Vrtý pro kotvy byly hloubeny dopažovací kolonou Duplex o průměru 192 mm. Ve vrstvách skalního podloží, kde se nacházely kořeny kotev, byla použita technologie rotačně příklepného vrtní kladivem o průměru 152 mm. Kotvy budou napnuty až po dosažení předepsaného zatížení základové desky od vestavěného objektu. Po napnutí bude hlava kotvy v základové desce zabetonována a celý detail prostupu základovou deskou tak vodotěsně uzavřen.

#### Závěrem

V současné době (únor 2007) probíhají práce na výstavbě základové desky, jež je kotvena trvalými tyčovými kótami Dywidag. Závěrem lze konstatovat, že zhotovitel speciálních geotechnických prací akciová společnost Zakládání staveb, a. s., zdárně zvládl veškeré technologické nároky stavby, vyvolané zejména složitými geotechnickými podmínkami stavebního kosmopolitního komplexu v Bratislavě. V blízké budoucnosti se tak můžeme těšit na konečnou architektonickou podobu celého díla.

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

Foto: Libor Štěrba a autor

Vizualizace: EEA – Erick van Egeraat associated architects

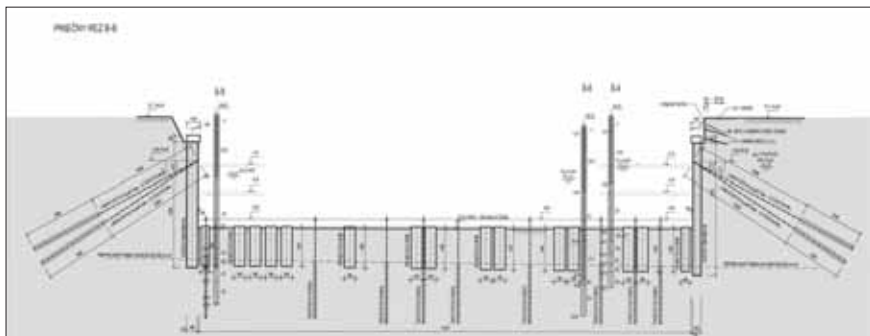


Hloubení vrtů pro trvalou tyčovou kotvu Dywidag ze základové desky

#### River Park – Bratislava, securing of a foundation pit of the most important construction in the capital of Slovakia

In spring of the 2006 the Zakládání staveb Co. started works on securing a foundation pit for the River Park - one of the most prestigious constructions of the present-day Bratislava. The new multifunctional centre involving apartments, offices, shops, restaurants and a hotel is planned to be built directly on the left embankment of the Danube River between the New Bridge and the Park of Culture and Relaxation.

With respect to the complex geotechnical conditions in close proximity of the Danube River and taking into account all alternative solutions, the large foundation pit was secured by a redrilled pile wall made of 14m long piles of 1180 mm and 880 mm in diameter. Due to the total number of 768 piles it was necessary to use 5 drilling sets at the same time to keep the contractual deadline.



Příčný řez stavební jámou