

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. 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.

Foto na titulní straně:  
Libor Štěrba,  
Ing. Martin Čejka  
Překlady anotací:  
Mgr. Klára Ouředníková

Ročník XVIII  
1/2006  
Vyšlo 14. 5. 2006  
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

- 80 let Stavební geologie – Geotechnika, a. s.** 2  
*Doc. Ing. Alexandr Rozsypal, CSc., SG-Geotechnika, a. s.*
- Vychází další evropská norma z řady „Provádění speciálních geotechnických prací“** 5  
*RNDr. Ivan Beneš, Zakládání staveb, a. s., autor českého překladu normy*
- Co přináší integrovaný systém řízení do společností na stavebním trhu?** 8  
*Ing. Alena Rysková, CSc., vedoucí auditor QMS, EMS, BOZP*
- Zavádění integrovaného systému řízení u společnosti Zakládání staveb, a. s.** 9  
*Ing. Alois Kouba a Ing. Petr Herold, Zakládání staveb, a. s.*
- 11. mezinárodní seminář „Zpevnování, těsnění a kotvení horninového masivu a stavebních konstrukcí 2006“** 10  
*Ing. Milan Jeřábek, Zakládání staveb, a. s.*

## Teorie a praxe

- Modely hlubokých základů pro mostní pilíře** 12  
*Ing. Petr Hurych, FG consult, s. r. o.*
- Požadavky na beton do konstrukcí prováděných technologiemi speciálního zakládání** 16  
*Ing. Jiří Mühl, Ing. Jan Šperger, Zakládání staveb, a. s.*
- MC-Fórum – nové technologie v oblasti sanace stavebních konstrukcí** 18  
*Ing. Milan Jeřábek, Zakládání staveb, a. s.*

## Dopravní stavby

- Stavba Nového spojení v Praze** 19  
*Ing. Michal Gramblička, Ing. Ivan Pomykáček, SUDOP Praha, a. s.,*
- Bezbariérové zpřístupnění stanice metra Florenc B  
Zajištění jámy výtahové šachty** 22  
*Ing. Jan Šperger, Zakládání staveb, a. s.*
- Výstavba drážního tunelu Březno u Chomutova** 24  
*Ing. Martin Čejka, Zakládání staveb, a. s.*

## Podzemní stavby

- Průzkum a realizace připojení objektů na inženýrské sítě v distribučním kolektoru v husté městské zástavbě** 26  
*Ing. Jiří Holaň, Ing. Ivan Cihelka, Describo – stavební projekty, spol. s r. o.*

## Občanské stavby

- Vila Tugendhat – porucha základů** 29  
*Mgr. Karel Ksandr, garant památkové obnovy vily*
- Současný stav vily Tugendhat po statické stránce** 30  
*Ing. Vladimír Fiala, statick*

# 80 let Stavební geologie - Geotechnika, a. s.

**Letošní 80. jubilem firmy bylo příležitostí pro ohlédnutí za bohatou minulostí firmy Stavební geologie – Geotechnika, a. s., která vždy patřila k hlavním subjektům na trhu ve svém oboru v České republice a v současnosti je největší tuzemskou konzultační společností ve stavebnictví.**

V roce 2006 uplynulo již 80 let od okamžiku, kdy pozdější akademik Quido Záruba, zakladatel a první prezident mezinárodní společnosti pro inženýrskou geologii IAEG, založil první inženýrskogeologické pracoviště v Československu a položil tak základy pro naši budoucí firmu – SG - Geotechnika, a. s. V tomtéž roce si však firma připomíná i další významné jubileum. Je to 15 let její existence jako akciové společnosti ve formě moderní nezávislé konzultační firmy. Původním impulsem ke vzniku našeho prvního pracoviště inženýrské geologie v roce 1926 byl rozvoj dopravní infrastruktury na Slovensku, zejména výstavba tunelů. V roce 1929 si pak dynamický rozvoj stavebnictví v nově vzniklé Československé republice vynutil založení první československé laboratoře mechaniky zemin v pražské Podbabě. U jejího zrodu stál další nestor československé geotechniky profesor Alois Myslivec. Po válce byly obě významné osobnosti povolány na vysoké školy a jejich pracoviště byla spojena. V jejich rámci se intenzivně rozvíjely všechny specializace inženýrské geologie a geotechniky. Rok 1954 byl dalším významným mezníkem v historii firmy. Tehdy se na bázi obou výše uvedených pracovišť konstitoval ústav Stavební geologie. Ten byl schopen komplexně uspokojovat náročné a prudce rostoucí potřeby rozvíjejícího se státu jak v oblasti občanských, tak i průmyslových a inženýrských staveb. V roce 1958 byl vývoj zkomplikován skutečností, že firma byla vyňata z kompetence minister-



První československá laboratoř mechaniky zemin v Praze-Podbabě, propustoměry podle návrhu prof. A. Myslivece z roku 1932



Sondovací práce pro II. železniční tunel na Vinohradech (1933), přetisk z přílohy Českého slova 2. 9. 1933

stva stavebnictví a byla začleněna pod Ústřední ústav geologický, v jehož centru pozornosti bylo vyhledávání a správa nerostných surovin. Předmět podnikání byl rozšířen o vrtné práce i stavební práce v oblasti zakládání staveb. Tím byl ztracen výlučně odborný charakter firmy, která se ve svém řízení musela podřídit (nevhodným) odlišným pravidlům výrobního podniku. Až do roku 1968 pak měla naše firma sídlo v Žilíně a název IGHP (Inženýrskogeologický a hydrogeologický průzkum). V svém předmětu podnikání měla výrazné dominantní postavení v celém Československu. V roce 1968 pak spolu se vznikem federace dochází k jejímu rozdělení na tři subjekty: IGHP Žilina, Geotest Brno a Stavební geologii Praha. Podnikatelské zaměření firmy a její podřízenost vůči Českému geologickému úřadu však zůstává beze změny. Stavební geologie Praha v řadě geotechnických specializací dál držela dominantní postavení v celé federativní republice. Z významných stavebních investic, jichž se zúčastnila Stavební geologie Praha ve Slovenské republice, lze například jmenovat přečerpávací elektrárnu Čierny Váh. Na této lokalitě byl aplikován v té době nejmodernější a nejkompaktnější soubor polních zkoušek v horninách s měřením původ-

ní napjatosti horninového masivu systémem radiálních lisů v průzkumné štole. Přes problematické propojení s vrtnými závody a stavebním provozem Stavební geologie Praha garantovala komplexní rozvoj odborných geotechnických disciplín, prováděla potřebný aplikovaný výzkum a zejména hrála rozhodující roli při poskytování geotechnických a geologických podkladů pro všechny velké stavby té doby na území Čech a Moravy. V časovém sledu se jednalo nejdříve o velká vodní díla, jako byly přehrady Vltavskéaskády, podzemní kaverna Lipno, sypané hráze Přísečnice, Jirkov, Nechanice. Tyto hráze jsou pozoruhodné tím, že při jejich projektování a sledování byla poprvé v širším rozsahu v praxi použita observační metoda s využitím měření pórových tlaků pod hrází a v tělese sypané hráze. To bylo kromě jiného umožněno neobyčejně vysokou technickou úrovní laboratoře mechaniky zemin, která již tehdy mohla provádět zkoušky neporušených vzorků soudržných zemin s přesným měřením pórového napětí vody v průběhu zatěžování.

Následovaly stavby pro energetiku, a to v první řadě průzkum pro JE Temelín a ostatní plánované jaderné elektrárny, zajištění těžby v hnědouhelných povrchových dolech v SHD, geotechnický průzkum na lokalitách navržených



Zatěžovací zkouška v Lahovicích (1961)



Průzkum pro pražské metro v roce 1972, průchod trasy A pod Vltavou

jako hlubinná úložiště radioaktivního odpadu a zásobník plynu Příbram. Tento zásobník patří k jedinečným inženýrským dílům ve světovém měřítku i dnes. V hloubce 1000 metrů pod zemí se v granitovém masivu prováděly zkoušky původní napjatosti horninového masivu, jeho nepropustnosti pro vodu i pro plyn.

Pro podporu rozvoje těžby uhlí v hlubokých severočeských povrchových uhelných velkomelech situovaných na úpatí Krušných hor byl ve firmě řešen rozsáhlý státní výzkumný úkol s cílem rozvoje speciálních geotechnických metod, které měly tento úkol zajistit. Na úkolu pod vedením specialistů z SG - Geotechniky, a. s., pracoval na počátku osmdesátých let tým několika desítek odborníků z téměř dvaceti institucí.



Stavba podchodu na Václavském náměstí v Praze (1967)



Výzkum v rámci státního úkolu „Srovnávání deformací základové půdy s předpoklady průzkumu“, instrumentace zkušebního základu hloubkovými měřidly sedání a snímači kontaktního napětí (1972)



Tetín, zabezpečování skalního svahu kotvením (1972)

Další skupinou staveb byla díla zajišťující pitnou vodu, jako přivaděč Želivka, kanalizační sběrače Ústí n. L., Hradec Králové, Kolín a další.

Mimo výše uvedené široké odborné aktivity společnosti SG-Geotechnika, a. s., je nutno připomenout i její působení v normotvorné činnosti, inženýrskogeologickém mapování důležitých regionů, součinnosti při dopravních stavbách, a to od fáze projektu až po vlastní dozor a monitoring realizace, a další odborné činnosti.

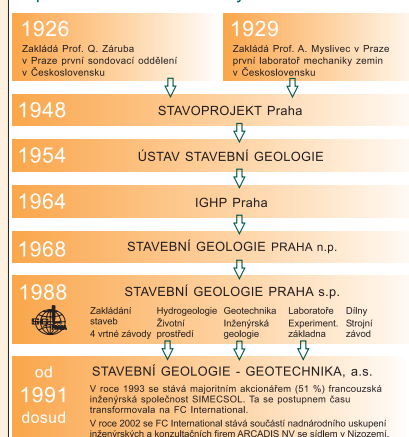
V této oblasti je možno připomenout například státní výzkumný úkol Srovnání skutečných deformací s předpoklady průzkumu. Tento úkol, který se řešil ve Stavební geologii, byl podkladem pro nejdůležitější geotechnickou normu ČSN 73 10 01 Zakládání plošných základů.

V roce 1991, v době velkých společenských přeměn, se vedl boj i o budoucí charakter firmy. Zvítězil koncept prosazovaný skupinou dlouhodobých odborných zaměstnanců firmy. Spočíval v zachování integrity podniku, co se týče všech odborností nutných ke komplexní analýze geotechnických problémů. Nově vzniklá společnost Stavební geologie – Geotechnika sdružila všechna odborná geotechnická pracoviště původní v moderní nezávislou konzultační firmu. Oprostila se od vrtných a stavebních provozů. Nová společnost se vyhýbala rizikům kupónové privatizace, snahám různých soukromých subjektů zmocnit se jejich aktiv prostřednictvím konkurenčních dobrodružných privatizačních projektů. Vsadila na privatizaci podle vlastního originálního konceptu, založeného na vyvážené kombinaci privatizace do rukou co největšího počtu vlastních zaměstnanců a strategického zahraničního partnera s obdobným předmětem podnikání.

### Kontinuita firmy

Tak byla založena moderní podoba firmy, která trvá dodnes. Propojení se zahraničním partnerem umožnilo její rychlou konsolidaci. Od svého vzniku SG - Geotechnika, a. s., pokračuje ve svém rozvoji extenzivním i intenzivním způsobem. Postupně rozšiřuje portfolio nabídky svých služeb o baňské inženýrství, geotechnické konzultace, geodetické inženýrství, projektování geotechnických konstrukcí, inženýrské supervize a stavební dozory inženýrských staveb. Zakládá regionální kanceláře v Brně a Ostravě. Pokračuje ve výzkumné činnosti a zejména mohutně investuje do přístrojové techniky. V současné době má firma díky tomu mimořádně dobré postavení na trhu tunelových staveb. Jmenujme tunel Mrázovka v Praze, trasy metra IV. C v Praze, tunely Valík, Panenská, Mlčechovosty, Krasíkov, Klímkovice, Velká a Malá Huba. Tam všude se uplatnili specialisté SG - Geotechniky, a. s., s progresiv-

### Nepřetržitá kontinuita firmy od roku 1926



ními metodami monitoringu a hodnocením geotechnických dat s pomocí ve firmě vyvinutého originální databázového souboru BARAB. Charakteristickým rysem její podnikatelské filozofie je intenzivní osvětová činnost směřovaná na specialisty z oborů bezprostředně navazujících na geotechniku. SG - Geotechnika, a. s., spolu s ČaSVMZZS spoluzaložila tradici Mezinárodní pražské geotechnické přednášky, tradici Pražských geotechnických dnů. Každoročně pořádá spolu se Silniční společností jednu až dvě konference zaměřené na moderní geotechnické metody v zemních pracích. Kromě toho přímo v sídlech různých organizací pořádá ročně několik specializovaných odborných seminářů.

V současné době se zapojuje významným způsobem do rozvoje dopravní infrastruktury v České republice. Cílevědomé investice a výsledky vlastního technického vývoje umožnily firmě významný konkurenční náskok v oblasti monitoringu podzemních staveb i v problematice posuzování a navrhování geotechnických konstrukcí.

V roce 2005 dosahuje Stavební geologie - Geotechnika, a. s., se 170 stálými zaměstnanci ročního obrátu 340 milionů Kč. Tím je beze sporu největší konzultační firmou podnikající ve stavebnictví a svou velikostí je srovnatelná s největšími firmami v tomto segmentu trhu s výjimkou dodavatelů stavebních prací.



Výzkum stabilitních problémů lomů při úpatí Krušných hor, mohutná rozpěrná zkouška ve štolě Jezeří (1981)



Georadarový průzkum horninového masivu před čelbou tunelu pomocí směrově orientované antény do vrtu (2003)



Pamětní medaile akademika Q. Záruby a SG - Geotechnika, a. s. (2003)

To jí dalo sílu i energii, aby se vrátila zpět na slovenský trh. V roce 2005 zakládá v Bratislavě samostatně působící organizační složku. V Žilině, místě bývalého sídla vedení podniku v šedesátých letech, kapitálově vstupuje do společnosti GEOFOS. Hned v prvním roce podnikatelské činnosti v tomto segmentu trhu zde dosahuje celkem 10% ze svého celkového obrátu.

V osmdesátém roce své existence Stavební

geologie - Geotechnika, a. s., přeformovala svůj vrcholový management tak, aby zajistila další rozvoj při zachování své podnikatelské filozofie a svých tradičních hodnot.

Věřím, že budoucnost firmy uspokojí jak očekávání jejích klientů, odborné veřejnosti, tak i jejích zaměstnanců.

Doc. Ing. Alexandr Rozsypal, CSc.,  
SG - Geotechnika, a. s.

### 80th anniversary of the Stavební geologie - Geotechnika Co.

*This year's 80th anniversary provided an opportunity to look back at the rich history of the Stavební geologie - Geotechnika Co. that has always counted among the leading companies in its field in the Czech Republic and that currently holds primacy among Czech consultancy companies in the building industry.*

## OZNÁMENÍ

Stavební geologie - Geotechnika, a.s. a ČaS výbor MZZS  
ve spolupráci s ČGtS a s patronací ÚTAM AV ČR

pořádají

# PRAŽSKÉ GEOTECHNICKÉ DNY 2006

včetně 14. Pražské geotechnické přednášky (PGP)

ve dnech 22. a 23. května 2006

v budově Akademie věd ČR, Praha 1, Národní třída 3

### PROGRAM:

Odborný seminář: **Vliv vody na chování geotechnických konstrukcí**

14. PGP: **French National Project: Micropiles**  
prof. Roger Frank, director of CERMES (ENPC-LCPC) France

Workshop: **Eurocode 7: Geotechnical Design**  
**Dosavadní hodnocení přístupu k EC 7 v ČR, SR a v sousedních zemích**  
úvodní přednáška a moderování: prof. R. Frank

Součástí prvního dne Pražských geotechnických dnů 2006 bude doprovodná výstavka odborných firem a předání ceny akademika Quido Záruby pro mladé inženýrské geology a geotechniky

Všechny přednášky i workshop budou simultánně tlumočeny

Pozvánky včetně podrobného programu a závazných přihlášek najdete na [www.geotechnika.cz](http://www.geotechnika.cz)

Kontaktní adresa: SG - Geotechnika, a.s. (Ing. M. Frombergerová)  
tel.: 234 654 101, fax: 234 654 102, e-mail: sekretariat@geotechnika.cz



# Vychází další evropská norma z řady „Provádění speciálních geotechnických prací“

**V únoru 2006 Český normalizační institut přijal do soustavy norem anglický originál desáté geotechnické normy z řady „Provádění speciálních geotechnických prací“. Jedná se o normu „Execution of special geotechnical works – Ground treatment by deep vibration“, kterou CEN uveřejnila v září 2005. Tato norma bude brzy nahrazena jejím českým překladem, který je již dokončen.**

Jednou z povinností členských států Evropské unie na poli normalizace je udělit všem evropským normám status národní normy. To se podle vnitřních předpisů CEN/CENELEC (Evropské komise pro normalizaci) musí stát nejpozději do šesti měsíců po vydání normy. Převzetí je možné buď vydáním identického textu v mateřském jazyce přejímající země, anebo schválením k přímému používání v oficiální jazykové verzi (angličtině, francouzštině nebo němčině). Český normalizační institut se přiklání k vydávání většiny norem v českém jazyce. Jelikož ovšem překlad a vydání normy v češtině včetně nezbytného procesu připomínkového a schvalovacího řízení nelze zajistit v půlroční lhůtě dané předpisy, je norma obvykle vydána nejprve v originále, který je později nahrazen překladem. Podobný osud potkává i další z geotechnických norem – již desátou evropskou normu z řady „Provádění speciálních geotechnických prací“, kterou připravuje technický výbor CEN TC 288 „Execution of special geotechnical works“. Touto normou je EN 14731: „Execution of special geotechnical works – Ground treatment by deep vibration“, kterou CEN vydal v trojjazyčné verzi v září 2005. Český normalizační institut ji v originální jazykové verzi přijal do soustavy norem v únoru 2006. Začátkem letošního roku byl zároveň dokončen její překlad do češtiny. Po proběhnutí připomínkování a schvalova-

cího procesu překladu bude v první polovině tohoto roku nahrazen originální text českým překladem. Norma nese český název ČSN EN 14731 (73 1078) Provádění speciálních geotechnických prací – Hlubkové zhutňování zemin vibrováním. Anglický text je, včetně příloh a seznamu literatury, uveden na 24 stranách formátu A4, český překlad má 23 stran. Technologie hlubkového zhutňování zemin vibrováním se na našem území v poslední době úspěšně rozvíjí, především při výstavbě liniových staveb, ale i staveb průmyslových. Jedná se o technologii zlepšování vlastností zemin, zejména ulehlosti, únosnosti a smykové pevnosti, případně snižující propustnost hrubozrnných zemin nebo urychlující konsolidaci jemnozrnných zemin. Normu lze použít pro plánování, provádění, zkoušení a monitoring prací hlubkového zhutňování zemin vibrováním, tedy pro práce prováděné hlubkovými vibrátory a hutnicími sondami. Tato evropská norma platí pro hlubkové zhutňování následujících typů:

- hlubkové vibrační zhutňování ke zvýšení ulehlosti stávajícího podloží;
- vibrované štěrkové pilíře tvořící kompozitní zemní konstrukci vyztuženou hrubozrnným materiálem, který musí být zhutněn.

Pro hlubkové zhutňování jsou používány:

- metody, při nichž se do podloží zapouštějí

hlubkové vibrátory sestávající z oscilujících závaží, která vyvolávají horizontální kmitání;

- metody, při nichž se do podloží zapouštějí hutnicí sondy s použitím vibrátorů, které zůstávají na povrchu a které ve většině případů oscilují ve svislém směru.

Norma mj. nezahrnuje následující metody zhutňování:

- metody, při nichž jsou pískové nebo štěrkové pilíře instalovány pomocí beraněných nebo vibrovaných pažnic;
- metody, při nichž jsou vytvářeny velmi pevné pilíře buď přidáním cementu do hrubozrnného materiálu, nebo použitím betonu či jiného pojiva;
- dynamické zhutňování a jiné metody, při nichž se určita forma zhutňování aplikuje na povrch terénu;
- zhutňování výbuchem.

## Struktura normy

Všechny normy řady evropských norem vydávaných TC 288 mají jednotnou stavbu. Jednotlivé články jsou uspořádány do předmluvy a jedenácti kapitol. Norma dále obsahuje dvě obsáhlé informativní přílohy a seznam literatury.

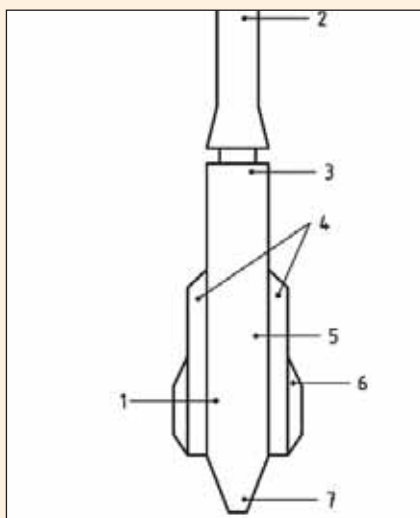
## Stručně z obsahu

**Předmětem normy** je provádění, zkoušení, dohled a monitoring prací hlubkového zhutňování zemin vibrováním. Hlubkové zhutňování se realizuje dvěma rozdílnými způsoby: hlubkovým vibračním zhutňováním a výstavbou vibrovaných štěrkových pilířů.

Kapitola **Termíny a definice** podává výklad deseti termínů použitých v textu normy. Jejich překlad do českého jazyka konzultoval autor české verze s odborníky z firem, které tyto technologie běžně používají.

V kapitole **Informace potřebné k provádění prací** je taxativně vyjmenováno, co vše musí být k dispozici pro realizaci hlubkového zhutňování zemin. Uvádí, že veškeré informace nutné k realizaci prací musí být opatřeny a musí být k dispozici na stavbě před zahájením prací. Úspěšnost hlubkového zhutňování zemin vibrováním úzce souvisí s dokonalým poznáním zlepšovaného prostředí. Proto norma vyžaduje velice podrobný **geotechnický průzkum** geologické stavby staveniště, znalost rozsahu a hutnitelnosti jednotlivých zastižených typů zemin, podrobné ověření jejich fyzikálních a mechanických vlastností a zjištění veškerých překážek pro realizaci prací. Důležité je ověření zemin náchylných k porušení vibrováním, jako jsou zeminy rozhrdávající,



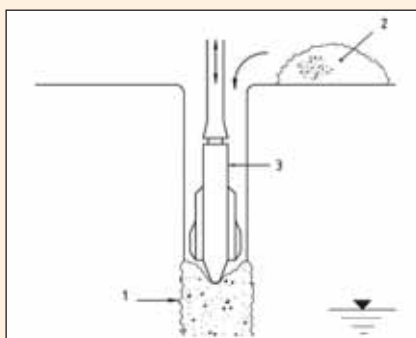


Obr. 1: Hloubkový vibrátor, 1. excentrické závaží (uvnitř), 2. nástavec, 3. izolátor, 4. vodní nebo vzduchové trysky, 5. motor (uvnitř), 6. křídla zabraňující rotaci, 7. kónická špička

prosedavé a náchylné ke ztekucení. Průzkumem se musí zjistit i vlastnosti hrubozrnného materiálu, přírodního nebo uměle připraveného, který má být použit do štěrkových pilířů. Jejich vlastnostem se věnuje též kapitola o požadavcích na **materiály a výrobky**. Materiálem hutněným při hloubkovém vibračním zhutňování a při výstavbě štěrkových pilířů může být přírodní písek, štěrk, drcené kamenivo nebo recyklované materiály (drcené cihly nebo beton). Pro jednotlivé technologické postupy je uvedeno typické zrnitostní složení materiálu.

Kapitola **Požadavky na návrh** zahrnuje všechny údaje, které musí obsahovat projektová dokumentace. Jelikož se jedná o technologie zlepšování vlastností zemín, věnuje se všem okolnostem, které mohou projekt ovlivnit. Vybraná metoda zhutňování musí být schopna splnit požadavky projektu, předpokládají se předběžné zkoušky proveditelnosti a optimalizace návrhu. Ověření, že cíle návrhu byly splněny, se má provést pomocí objektivně měřitelných zkoušek. Kapitola **Provádění** požaduje v obecné části, aby byl před prováděním prací vypracován písemný předpis (postup), který musí obsahovat normou vyjmenované položky.

Další články kapitoly se věnují přípravě staveniště a stručně jednotlivým typům hloubkového zhutňování zemín. Detailní popis hloubkového vibračního zhutňování a tři způsoby výstavby vibrovaných štěrkových pilířů je uveden v přílohou části normy. Úspěšná realizace prací hloubkového zhutňování je závislá na kvalifikovaném **dohledu**, hojném a pečlivém **zkoušení** a detailním **monitoringu** prací. Rozsah a metody musí stanovit projektová dokumentace. Zkouška účinnosti pro ověření výsledků jednotlivých technologií hloubkového zhutňování vibrováním se má provést některou z polních zkoušek vyjmenovaných normou – statickou či dynamickou penetrací, dilatometrickými



Obr. 2: Výstavba štěrkového pilíře s horním plněním bez vodního výplachu, 1. formování štěrkového pilíře, 2. zásoba hrubozrnného zásypu, 3. vibrátor

nebo presiometrickými zkouškami a případně zatěžovacími zkouškami. Jako doplňkové lze použít i geofyzikální metody, laboratorní zkoušky na vzorcích a zkoušky propustnosti ve vrtech. O provádění prací se vedou provozní **záznamy**, výčet provozních parametrů obsahuje příslušná kapitola. Při předání prací se vyžadují záznamy skutečného provedení prací.

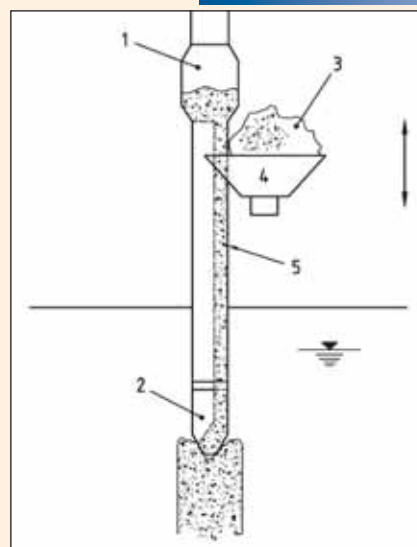
Kapitola týkající se **bezpečnosti a ochrany zdraví** při práci na staveništi klade důraz na dodržování pracovních postupů, kvalifikovanou obsluhu strojů a ochranu životního prostředí. Zejména upozorňuje na nebezpečí vyplývající z práce v okolí zavěšených břemen, možnosti ovlivnění stability strojů, staveb, svahů a výkopů. Přílohou část normy se věnuje podrobnému, i když velmi obecně podanému popisu jednotlivých technologií hloubkového zhutňování zemín vibrováním.

#### Příloha A: Hloubkové vibrační zhutňování

Tato metoda je vhodná pouze do hrubozrnných zemín. Používají se buď hloubkové vibrátory, nebo vibrační sondy. Hloubkové vibrátory, jejichž vibrace vyvolávají rychle se otáčející excentrická závaží zabudovaná přímo v těle vibrátoru, vibrují v horizontálním směru. Hloubkový vibrátor je opatřen křídly proti otáčení a průnik do zeminy je podporován tryskáním vody nebo stlačeného vzduchu. Vibrační sondy jsou spojeny s nadzemním vibrátorem tak, aby co nejúčinněji přenášely vibrace do zeminy. Existuje celá řada různě tvarovaných sond; jako vibrátory se obvykle používají konvenční vibrátory pro ražení štětovic nebo i speciálně vyvinuté vibrátory.

#### Příloha B: Provádění vibrovaných štěrkových pilířů

Příloha popisuje tři technologické postupy provádění vibrovaných štěrkových pilířů: s horním plněním bez vodního výplachu, s vodním výplachem a s dolním plněním bez vodního výplachu. Všechny tři postupy používají stejný druh hloubkového vibrátoru, jehož princip je popsán v příloze A. Příloha podává obecný popis, do jakého horninového prostředí jsou jednotlivé postupy



Obr. 3: Postup výstavby štěrkového pilíře s dolním plněním bez vodního výplachu, 1. tlaková komora, 2. vibrátor, 3. zásoba kameniva, 4. plnicí koš na kamenivo, 5. plnicí trubka na kamenivo

vhodné, jak se výstavba štěrkového pilíře provádí a jaký materiál se k jeho vybudování používá.

#### Závěr

Evropská norma pro provádění hloubkového zhutňování zemín vibrováním normalizuje požadavky na základní postupy při tzv. vibroflo-tačním zhutňování a výstavbě štěrkových pilířů vibrováním. Jelikož se jedná o technologické postupy, které se u nás začaly používat a jejichž používání se nadále rozšiřuje, může být dobrým vodítkem při navrhování, přípravě i zkoušení tohoto typu geotechnických prací. Jako žádná obdobná norma však nemůže nahradit know-how firem, které tyto práce provádějí, a zkušenosti s realizací jednotlivých typů technologie hloubkového zhutňování vibrováním v nejrůznějších geotechnických prostředích.

RNDr. Ivan Beneš, Zakládání staveb, a. s., autor českého překladu normy

#### New European Standard from the series of Execution of special geotechnical works has been issued

In February 2006 the Czech Standard Institute adopted into the system of standards an English original of the tenth European geotechnical standard from the series of Execution of special geotechnical works. It was the EN 14731: „Execution of special geotechnical works – Ground treatment by deep vibration“ published by CEN in September 2005. This standard will be soon replaced by its Czech translation that is already finished.

# Modely hlubokých základů pro mostní pilíře

**Článek rozebírá statickou funkci hlubokých základů, tvořených skupinou nosných prvků - pilot nebo podzemních stěn. Zabývá se jen svislým centrickým zatížením skupiny a ukazuje, že i v tomto zdánlivě jednoduchém případě dochází vlivem spolupůsobení mezi nosnými prvky k efektům málo známým nebo zcela nečekaným:**

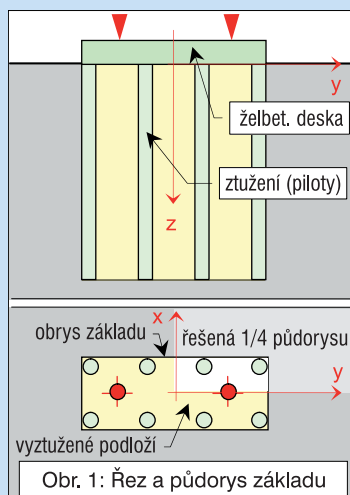
- \* prvky skupiny nepřebírají stejné části zatížení,
- \* málo účinné jsou prvky uvnitř skupiny,
- \* smyk na plášti prvků se mění po obvodu prvků,
- \* prvky skupiny jsou ohýbány.

Téma článku vychází ze zkušeností s řešením statiky hlubokých základů řady mostů realizovaných v posledních letech. Přes různé geologické poměry a různé typy použitých konstrukcí mají hluboké základy některé společné vlastnosti, využitelné při návrhu.

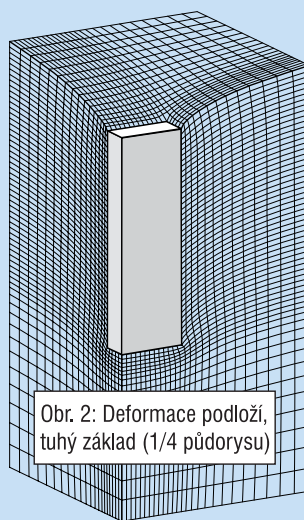
## Základ jako homogenní hranol

První představa o funkci základu může vycházet jen z jeho obrysu. Půdorys je dán betonovou deskou nesoucí stojky mostu, viz obr. 1. Bývá obdélníková, ale může mít i jiný tvar. Základ ztužuje podloží pod deskou, návrh založení hledá typ a počet nosných prvků, jejich délky a rozmístění. Nosnými prvky bývají svislé pruty (piloty, mikropiloty), ale i podzemní stěny. Modelem základu je tu hranol, jehož plášť a dolní podstava tvoří kontakt s podložím.

Uvažujeme-li základ jako homogenní těleso v podloží, je jeho tuhost vůči podloží velká a pohybuje se jako celek. Pohyb je omezen jen odporem podloží, úměrným velikosti základu. Tato představa „nevidí“ vnitřní členění základu.

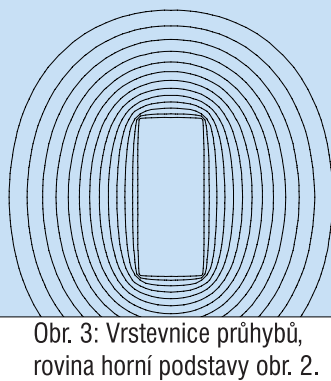


Obr. 1: Řez a půdorys základu



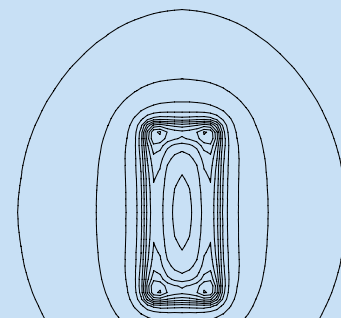
Obr. 2: Deformace podloží, tvuhý základ (1/4 půdorysu)

Tuhost materiálu hranolu lze odhadnout z materiálu prutů v poměru ploch. Např. na obr. 1 je 8 pilot  $\varnothing 120$  cm pod deskou  $5,5 \times 13$  m, s průměrem velikosti asi  $1/8$  plochy desky, náhrada může mít tedy asi  $1/8$  modulu pružnosti betonu. Oddělit technologii založení od rozměru základu je v první fázi návrhu výhodné. Sledujeme jen vztah mezi sedáním a obrysem základu a teprve pak řešíme vnitřní konstrukci základu. Je zřejmé, že sebevětší počet nosných prvků



Obr. 3: Vrstevnice průhybů, rovina horní podstavy obr. 2.

nezmenší sedání, je-li obrys příliš malý. Najít tuhost soustavy „blok + podloží“ znamená zatížit blok a najít deformaci v místě zatížení. Jde obecně o 3D úlohu, řešitelnou např. metodou konečných prvků, viz obr. 2. Tvar blízký sloupu lze přibližně nahradit rotační symetrií. Obr. 3 ukazuje, jak směrem od hranolu přecházejí změny průhybů do kruhů. Největší změny jsou při hranách. Podobný charakter mají vrstevnice tlaků při dolní podstavě. Podloží je nevíce namáháno v kontaktu s hranolem. Na plášti hranolu je proti pohybu orientováno po jedné složce smykového napětí, na dolní podstavě jen svislé normální napětí. Jiné složky napětí k reakci nepřispívají. Tlaky na dolní podstavě hranolu se soustřeďují při hranách a v rozích, viz obr. 4. To souvisí s přetvořením podloží, jeho ohybové plochy mají mísovité tvar, ale v kontaktu s podstavou je vynucen „hranatý tvar“, je tu největší stlačení. Viz též rohy dolní podstavy na obr. 2 a nejhustší vrstevnice v rozích na obr. 3.



Obr. 4: Vrstevnice tlaků, dolní podstava hranolu

## Podrobnější model základu

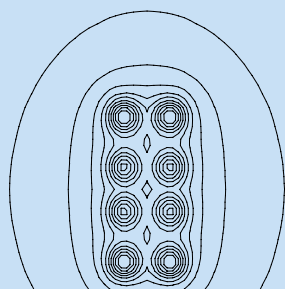
Podrobnější model základu je nutný k popisu namáhání a deformace částí základu, např. pilot a desky. Ukáže i vliv počtu a rozmístění svislých prutů (pilot). Je z něj patrné, že ani při centrickém svislém zatížení nepřebírají všechny nosné prvky stejné části zatížení, a navíc se ohýbají, což je na první pohled překvapivé. Konstrukce použitá k porovnání obou modelů je na obr. 1; deska  $2 \times 5,5 \times 13$  m, 8 pilot  $\varnothing 120$  cm délky 20 m, pravidelně uspořádaných po obvodu desky; homogenní podloží, Edef : 10 MPa, centrické zatížení 16 MN, 2 stojky v centru krajních čtveřic. Oba modely dávají podobné výsledky, až na soustředěný smyk.

Vrstevnice tlaků pod pilotami na obr. 5. opět postupně přecházejí do kruhů. Na obr. 6 je výřez

modelu s vyřatou nikou pod čtvrtinou desky. Na dolní podstavě niky jsou „otisky“ pat pilot.

### Porovnání obou modelů

Porovnávaná veličina	hranol	piloty
sedání, mm	31.3	34.0
přenos sil podstavou	45%	41%
prům. tlak na podstavě, kPa	101	92
soustředěný tlak, kPa	100	124
soustředěný smyk, kPa	39	93



Obr. 5: Vrstevnice tlaků, rovina pat skupiny osmi pilot

### Vliv půdorysné polohy pilot

Piloty pod 2 m tlustou deskou jsou rozmístěny pravidelně a symetricky, přesto vidíme rozdíl v namáhání piloty rohové a stranové, viz tabulka:

### Porovnání pilot stranové a rohové

Porovnávaná veličina	stranová	rohová
sedání hlavy vz, mm	34.2	33.4
síla $N_z$ v hlavě, kN	1420	2290
mom. $M_x$ v hlavě, kNm	35	215
mom. $M_y$ v hlavě, kNm	108	117
posun paty wpx, mm	1.53	1.42
posun paty wpy, mm	0.67	2.31

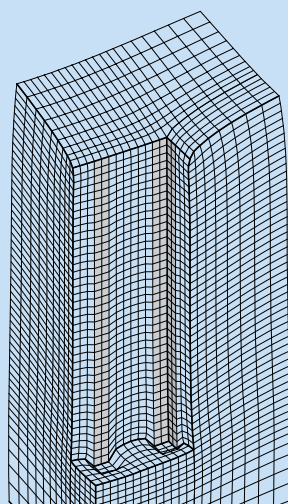
Průhyby pilot ani momentová namáhání bychom asi nečekali (obr. 8, 9). Osová síla rohové piloty je 1,6krát větší než u stranové (obr. 7). Přitom má rohová pilotka menší svislý posun. V chování modelu nacházíme nečekané jevy a je otázka, zda je model nezávadný.

### Prověra modelu

Odporuje-li model představě o chování vzoru, může být chybný. Ale může být i chybná původní představa o vzoru. V dané situaci se vnučují otázky:

- 1) Jak může rohová pilotka přebírat značně větší zatížení než stranová?
- 2) Proč je sednutí rohové piloty menší, když je více zatížená než stranová?
- 3) Jak dojde k posunu paty a ohybu piloty, když zatížení je svislé a centrické?

Otázky souvisejí s pojmem „skupinové působení pilot“. Jeho statický obsah ukažme na dvojici pilot:



Obr. 6: Deformace podloží, pilotový základ, 1/4 půdorysu

Dvojice pilot je symetrická podle svislé roviny, kde nejsou smyková napětí ani posuny k ní kolmé. Rovinu symetrie lze proto zobrazit jako kluzné podepření a tím nahradit celou polovinu řešeného schématu, viz. obr. 10.

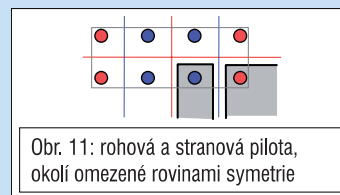
Hmota mezi pilotou a kluznou rovinou klade svislému pohybu menší odpor než v prostoru za pilotou. Je jí tu méně a volně klouže v rovině symetrie.

Z toho plyne, že smykové napětí na plášti piloty se po obvodu piloty mění: nejmenší je na straně bližší k druhé pilotě, největší na straně opačné.

Výslednice odporu pláště pak neleží v ose piloty, je posunuta dál od roviny symetrie a podél piloty vzniká

ká moment (obr. 20). To je odpověď na třetí otázku.

Obr. 11 ukazuje další roviny symetrie ve skupině osmi pilot. Stranovou pilotu obklopují tři roviny symetrie, rohovou jen dvě. Proto je okolí rohové piloty tužší. To je odpověď na první dvě otázky.



Obr. 11: rohová a stranová pilotka, okolí omezené rovinami symetrie

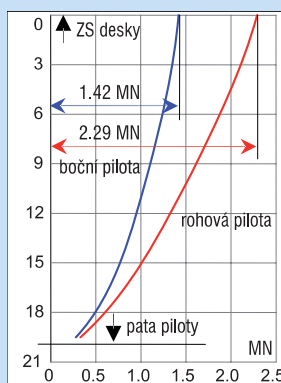
### Prověra předpokladu modelem

Názor, že smykové napětí na plášti se po obvodu piloty mění, by měl model potvrdit nebo popřít. Obr. 12 ukazuje průběh smykového napětí pro čtyři obvodové části rohové piloty. Čísla křivek odpovídají číslovaným čtvrtinám obvodu.

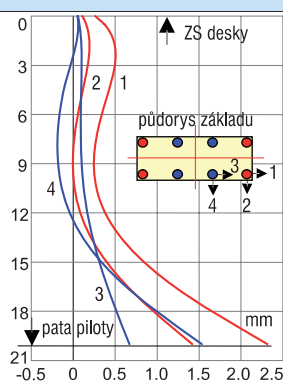
Podobný jev na stranové pilotě je na obr. 13. Grafy na obr. 12 a 13 poskytli model a potvrzují, že smykové napětí se po obvodu pláště piloty mění. Toto zjištění vysvětluje zprvu podivné výsledky a bylo také samostatně odvozeno úvahou o symetrii dvojice. Očividně nesou vnitřní části pláště (části 3, 4) výrazně menší smyk.

### Nové poznatky získané modelem

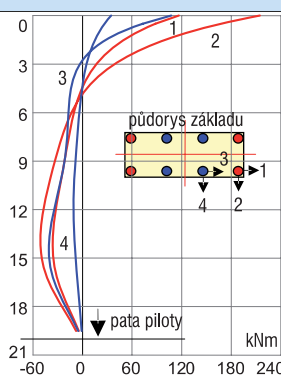
Chování modelu je tedy potvrzeno v tomto směru jako nezávadné. Výsledky, ač překva-



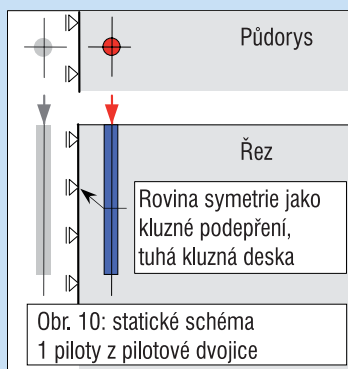
Obr. 7: průběh osové síly N v rohové a boční pilotě, MN



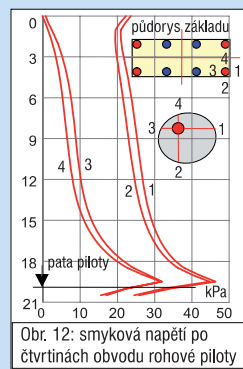
Obr. 8: ohybová čára (2 složky) rohová a boční pilotka, mm



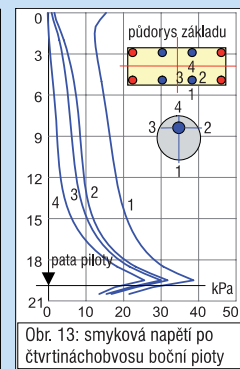
Obr. 9: ohyb. momenty (2 složky) rohové a boční piloty, kNm



Obr. 10: statické schéma 1 piloty z pilotové dvojice



Obr. 12: smyková napětí po čtvrtinách obvodu rohové piloty



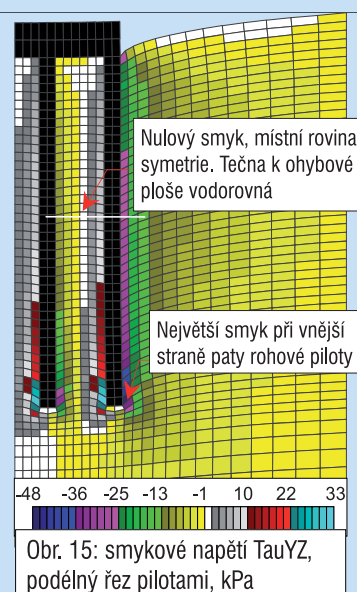
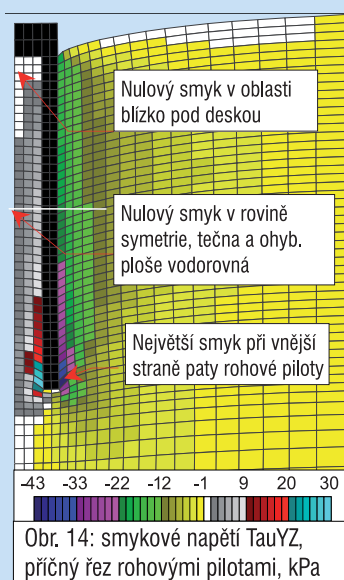
Obr. 13: smyková napětí po čtvrtináchobvodu boční piloty



pivé, nejsou rozporné. Chybná byla představa o chování skupiny i o jednotlivých jejích pilotách. Model nás nečekanými výsledky přivedl k novým poznatkům o modelovaném vzoru, o ohybu pilot ve skupině.

Tato schopnost modelů je jednou z nejceněnějších vlastností, ale vyžaduje rozhodnutí, zda podezřelé výsledky prohlásíme za chybné a model za vadný nebo zda jsme schopni revidovat původní představu, kde se model jeví jako chybný. Stejně dilema může nastat obecně i při měřeních a zkouškách, jsou-li získaná data v rozporu s předběžnou představou.

Na obr. 14 a 15 jsou řezy modelem, barevně je odlišena velikost smykového napětí, bílá je nula. Smyku odpovídá zkosení prvků, největší je na vnějším líci piloty. Uvnitř základu v rovině symetrie jsou zkosení nulová, stejně i v oblasti pod deskou, která vynucuje svislý posun celku bez zkosení.



### Poznatky z podrobného modelu

O svisle centricky zatížené skupině pilot lze v souhrnu říci:

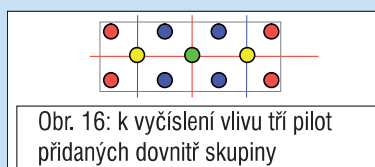
- Piloty skupiny nenesou stejné části zatížení, jejich tuhost obecně závisí na poloze ve skupině.
- Podloží při obvodu skupiny se jeví tužší než uvnitř skupiny.
- Smyková napětí na plášti piloty se po obvodu mění, menší jsou v částech přivrácených dovnitř skupiny.
- Výslednice těchto smyků je mimo osu piloty, příslušný moment ohýbá pilotu.
- Neúčinnější poloha piloty je při obvodu, ev. v rohu skupiny.
- Málo účinné jsou vnitřní piloty.

Pokud se někdy uvádí, že tuhá deska v hlavách pilot zajistí jejich stejné namáhání, lze to snadno vyvrátit: deska zajistí stejný svislý posun, ale piloty skupiny obecně nemají stejnou tuhost. Pak při stejné deformaci nemohou mít hlavy stejné namáhání.

### Malá účinnost vnitřních pilot

Vložme další tři piloty k původní osmici, viz obr. 16. „Zelená“ pilota je na průseku rovin symetrie základu, „žlutá“ je pod stojkou mostu. Sedání se zmenšilo z 34,0 na 33,4 mm, tedy jen o 1,8%!

Vnitřní tři piloty nesou dohromady jen asi 12% z celého zatížení 16 MN. Namáhání rohové piloty pokleslo o 7%.

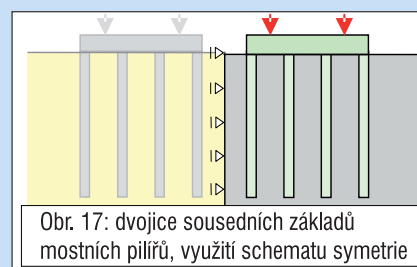


### Síly v hlavách pilot, kN

Umístění piloty	skupina 11 ti	skupina 8 mi
středová (zelená)	505	-
pod stojkou (žlutá)	713	-
stranová (modrá)	1133	1420
rohová (červená)	2125	2290

### Další případy symetrie základů

Využití symetrie je ve statice základů časté. Schématem jako na obr. 10 vysvětlíme i naklápění dvou blízkých budov k sobě, nejsou-li proti tomu dostatečně dobře založené. Podobná situace nastává u dvou blízkých základů mostních pilířů (např. sousedících dálničních mostů, každý pro jeden směr dopravy (obr. 17). Symetrie redukuje dané schéma na polovinu a zdůrazní nesymetrii poloviny. Např. nesymetrie pravé části obr. 17 již naznačuje základní tendence deformací.



### Poznámky k oběma modelům

Podrobný model řeší namáhání a deformace nosných prvků (pilot) skupiny, což je nutné k dimenzování výztuže, ale i pro návrh půdorysného rozmístění prvků. Neúčinnější jsou prvky na obvodu skupiny, málo účinné uvnitř skupiny. To souhlasí s úvahami o náhradě skupiny hranolem, také ten zatěžuje okolí jen povrchem. Blízko k sobě mají oba modely tehdy, když nosnými prvky pod deskou jsou podzemní stěny. Mohou uzavřít celý obvod půdorysu nebo probíhat jen po protilehlých stranách apod.

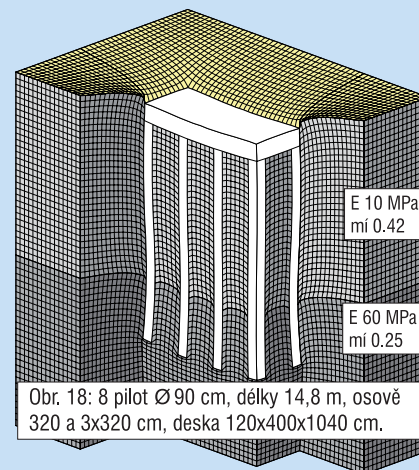
### Základ na pilotách a základ na tenkých podzemních stěnách

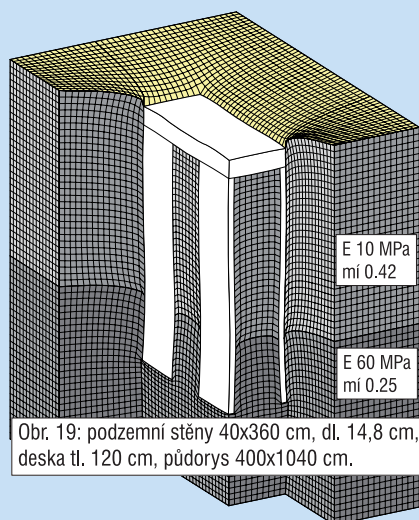
Porovnejme dva základy stejného obrysu, ve stejném podloží. Modely jsou zobrazeny včetně deformací na axonometrických obrázcích 18 a 19.

### Piloty Ø 90 cm a tenké podzemní stěny

	Piloty	Podz. stěny
Prům. sedání desky	5.9 mm	5.7 mm
Napětí na patě	126 kPa	123 kPa

Tabulka srovnává dvě hodnoty popisující základ zatížený silou 8 MN, po 1 MN v místech pilot. Sedání desky i napětí pod patou jsou téměř stejná. Je to v souladu s názorem, že tuhost základu je určena především jeho celkovým obrysem, kvádrem opsaným všem nosným prvkům základu.





Obr. 19: podzemní stěny 40x360 cm, dl. 14,8 cm, deska tl. 120 cm, půdorys 400x1040 cm.

Obr. 19 ukazuje průhyb podzemních stěn, ten je opět způsoben rozdílnými smyky na vnitřním a vnějším lici stěny.

#### Použitý program „full3d“

Program je částí textového kalkulátoru Texcalc 2005, jehož jsem autorem. Jeho hlavní úlohou je vyčíslit výrazy přímo v editovaném textu. Součástí je i grafika, která tu sloužila k tvorbě obrázků. Konečným prvek je kvádr s 24 stupni volnosti. Program „full3D“ byl poprvé plně využit v projektu založení mostu „Řepy-Ruzyně“ v roce 1999.

#### Model podloží ve statice základů

Statika základů užívá stejné principy a metody jako statika horní stavby, ale částí schématu je vždy i 3D oblast podloží. Jeho materiál je nutno idealizovat, nejnázne pružnou hmotou. Vzniká obecné schéma, kdy umělé těleso základu je částí prostoru podloží. To již je standardně řešitelný model. Pružná náhrada podloží je někdy kritizována jako příliš zjednodušující, k tomu lze ale uvést:

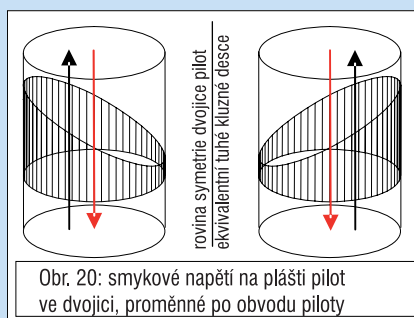
- naléhavé otázky návrhu často vyžadují alespoň hrubé odpovědi, zkrácení náhradou podloží pak nemusí hrát vážnou roli;
- napětí v podloží jsou malá, je to právě účel základu, a v rozsahu malých napětí je lineární náhrada přijatelná;
- parametry  $E$ ,  $m_i$  jsou dostupné, další parametry průzkum neposkytuje a nejistota vstupů i výstupů případného nelineárního řešení tím stoupá;
- často je rozhodující vrstvou podloží poloskalní či skalní hornina, kde je diskutována náhrada přijatelná;
- zjednodušení umožňuje užít princip superpozice a tím rozložit úlohu na jednodušší části;
- nelineární řešení lze psát jako jistý Taylorův rozvoj, kde první člen je lineární řešení, nelineární řešení vzniká přidáním dalších členů.

Samostatným problémem modelových výpočtů je interpretace výsledků, jejich výklad v kontextu řešených otázek. Dokládá to tento článek a též publikace [3]. Nelineární model nároky na výklad výsledků ještě zvyšuje, nehledě na již násobně vyšší časové nároky řešení.

#### Shrnutí

Článek uvádí dva modely základů tvořených skupinou pilot, podzemních stěn nebo jiných nosných prvků. První model nahrazuje základ plným blokem a skrývá vnitřní stavbu základu. Druhý model zobrazuje všechny části základu - hluboké nosné prvky a desku spojující základ s horní konstrukcí mostu. Oba modely zobrazují dostatečný prostor podloží kolem umělé konstrukce.

Model dvojice pilot ukázal nový efekt - příčný ohyb pilot, ačkoliv každá pilota je zatížena jen svisle a centricky. Vysvětlení podává statické schéma, kde rovinu symetrie zobrazí tuhá kluzná rovina (obr. 10). Schéma se redukuje na nesymetrickou polovinu a ukazuje, že prostor blíže kluzné desce (rovině symetrie) je měkčí než prostor této roviny vzdálenější. Proto smykové napětí na plášti piloty bude menší v části přivrácené k rovině symetrie, viz obr. 20.



Obr. 20: smykové napětí na plášti pilot ve dvojici, proměnné po obvodu piloty

Výslednice odporu podloží pak neleží v ose piloty, ale dále od roviny symetrie. Tím vzniká moment a příčné deformace pilot. Popis početnější skupiny je analogický, v půdorysu najdeme obvykle dvě roviny symetrie a další roviny přibližné symetrie, viz obr. 11. Lze je opět nahradit kluznou deskou a zjistit, že části obvodu pilot bližší ke kluzné desce nesou méně než části obvodu vzdálenější. Průběh smykových napětí po čtvrtinách obvodu pilot ukazují obr. 12, 13, jak je poskytl model. Stejně úvahy platí i pro jiné nosné prvky, obr. 19 ukazuje ohyb svisle centricky zatížených podzemních stěn.

#### Závěr

Spolupůsobení skupinových pilot je v literatuře (např. [4] a [5]) popsáno jako praxí i teorií prokázáný fakt, ale jeho statický obsah zůstává zaměřen v množství empirických vzorců. V textu uvedené rozborů nalézají také vynucené

ohyb prvků skupiny. Plyne z rozboru, který je s využitím symetrie proveden na schématu pilotové dvojice a na osmici pilot. Ohyb centricky zatížených prvků skupiny je nový poznatek, ke kterému nás přivedl samotný model, viz též článek [2].

Předložené poznatky shrnují zkušenosti s řešením statiky základů pro mostní pilíře, ale účinky skupiny základových prvků se mohou objevit v základech všech typů.

#### Poznámky k literatuře

V praxi zjišťované zvláštnosti skupin pilot popisují učebnice [4] a [5], např. zvětšené zatížení rohových pilot v obdélníkových skupinách. To je ve shodě s jevy zjištěnými na modelech tohoto textu.

Feda [1] uvádí srovnání teoretických a experimentálních řešení pilotových skupin, konstatuje větší namáhání obvodových pilot a uvádí příklady, kdy shoda teorie a experimentu byla dobrá, až překvapivě dobrá. Tuto shodu však považuje za spíše málo průkaznou.

#### Literatura

- [1] Feda, J.: Interakce piloty a základové půdy, studie ČSAV, 1977.
- [2] Hurych, P.: Ohyb pilot ve skupině centricky zatížené, Zakládání 4/2001.
- [3] Kolář, V. - Němec, I. - Kanický, V.: Principy a praxe metody konečných prvků, Computer Press 1997.
- [4] Leonards, G. A.: Les fondations, Dunod 1968.
- [5] Plagemann - Langner: Die Gründung von Bauwerken, Leipzig 1973.

Ing. Petr Hurych, FG Consult, s. r. o.  
Obrázky: autor

### Models of deep foundations for bridge pillars

The article discusses static functions of deep foundations formed by a group of carrying elements – either piles or diaphragm walls. Only the vertical centric load of the group is discussed, showing that even in this seemingly simple case the effects caused by concurrence between the carrying elements may be little known or totally unexpected:

- The group elements do not take up the same portion of the load;
- The elements inside the group are less efficient;
  - The shear on the elements coat changes along their circumference;
  - The group elements are bent.

# Požadavky na beton do konstrukcí prováděných technologiemi speciálního zakládání

*V únoru 2006 se pod záštitou České betonářské společnosti ČBSI (ČBS) konala v Praze v hotelu Pyramida 2. konference nazvaná „Beton v podzemních a základových konstrukcích“. Představeny na ní byly materiálové a technologické novinky na realizovaných tunelech a kolektorech a novinky z oblasti betonových základů plošných, hlubinných i speciálních. Společnost Zakládání staveb, a. s., se konference účastnila příspěvkem „Požadavky na beton do konstrukcí prováděných technologiemi speciálního zakládání“ od ing. Jiřího Mühla, pojednávajícím o problematice betonáže při technologiích speciálního zakládání ve vazbě na požadavky technické legislativy, která není doposud*

## Současný stav v oboru prací speciálního zakládání

Stále se stupňující tlak trhu na rychlost a především na kvalitu stavebních děl se dotýká i projektů, kde jsou využívány konstrukce prováděné technologiemi speciálního zakládání. Jistým specifickým v oblasti geotechniky je však skutečnost, že přibývá projektů, které by bez technologií speciálního zakládání byly jen velmi obtížně uskutečnitelné. Staví se stále ve složitějších základových poměrech při požadavku maximální ekonomičnosti navrženého řešení. Dominantními zástupci technologií speciálního zakládání pro výrobu železobetonových konstrukcí jsou technologie železobetonových vrtaných pilot a monolitických podzemních stěn. Na tyto trvalé konstrukce jsou dnes kladeny vysoké nároky nejen z hlediska geometrické přesnosti, ale především na jejich homogenitu a celistvost. Tyto vlastnosti jsou dnes běžně prokazovány kombinacemi různých polních geotechnických zkoušek (PIT, PDT, CHA...) a získané výsledky jsou významným faktorem při odstraňování technologických chyb a při úpravách vlastností do procesu vstupujících materiálů. Právě optimalizace vlastností čerstvé betonové směsi zpracovávané v rámci předemných technologií se ukázala pro úspěšný výsledek jako určující.

## Definice optimálních vlastností betonu pro předmětné technologie

Čerstvá betonová směs je při technologiích železobetonových vrtaných pilot a podzemních



Obr. 1: Pohled do zapaženého a osazeného vrtu piloty. Kolona sypákových rour je připravena na betonáž pod vodou.

stěn zpracovávána v podstatě podobným způsobem. Beton je po vyčištění (a většinou i osazení vrtu rýhy) ukládán litím pomocí sypákových rour (obr. 1) od spodu a díky vyšší objemové hmotnosti vynáší na svém povrchu zbytkové kaly a nečistoty ze dna vrtu (rýhy) a zároveň vytlačuje z vrtu vodu nebo z rýhy použitou pažicí suspenzi.

Beton tedy musí vytlačit veškeré nečistoty ulpělé na stěnách vrtu (rýhy), výztuži nebo jiných vložených prvcích, ke kterým musí dokonale přilnout. Betonová směs přitom musí vyplnit i veškerá ostatní místa (prostor mezi pruty výztuže, kolem průchodek, prostupů, kaverny ve stěnách...) ve vrtu či rýze bez možnosti následného zhutnění. Přitom vrchní vrstva betonu vynášející nečistoty z paty vrtu (rýhy) je do vrtu (rýhy) ukládána jako první a vystoupá vrtem (rýhou) až nad úroveň hlavy prvku.

Ukládání betonu litím nebo čerpáním vyžaduje konzistence S4 nebo stále častěji konzistence měřené zkouškou rozliti. Beton musí mít vysokou odolnost proti rozměšování a schopnost samozhutnění. Po celou dobu betonáže, tuhnutí a tvrdnutí musí být uložený beton stabilní. Pod tímto termínem rozumíme vlastnost betonové směsi, u níž nedojde k segregaci kameniva, a beton si v průběhu tuhnutí a tvrdnutí podrží převážný objem záměsové vody a využije ji pro hydratační proces. Maximální vodní součinitel  $w/c$  může být v rozmezí 0,45–0,55.

Z mezery mezi pruty svislé výztuže, ale také ze zvoleného průměru sypákových rour nebo čerpadla a čerpacího potrubí vyplývá omezení pro použití maximálního zrna kameniva. V případě dlouhých velkopřůměrových pilot a konstrukčních podzemních stěn, které obvykle bývají silně vyztužené, pak jako optimální volíme maximální zrno kameniva 16 mm, nejvýše však 22 mm.

Pro technologii monolitických podzemních stěn je zde navíc ještě požadavek na 12hodinovou

krychelnou pevnost uloženého betonu v prostém tlaku v rozmezí 4–6 MPa. Tato hodnota by měla např. zaručit možnost obtěžení koutové pažnice pro bezproblémové napojení navazujících lamely podzemní stěny.

Splnění předchozích parametrů doplníme mimo jiné ještě o požadovanou pevnostní třídu betonu a o parametry vyplývající z určitých stupňů vlivu prostředí a máme beton prostě ideální.

## Požadavky normy ČSN EN 206-1

Norma ČSN EN 206-1 Beton, Část 1: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda, velmi výrazným způsobem ovlivnila požadavky na betony navrhované do konstrukcí prováděných technologiemi speciálního zakládání. Jak je zřejmé z předchozího textu, beton v konstrukcích speciálního zakládání je převážně ukládán do zeminy a je tak vystaven jejímu působení, stejně jako působení podzemní vody. V kapitole 4 Klasifikace, respektive 4.1 Stupně vlivu prostředí, jsou betony vystavené chemickému působení zeminy a podzemní vody klasifikovány a odstupňovány ve stupních XA1 až XA3. V příloze F (informativní) jsou pak pro jednotlivé stupně vlivu prostředí doporučeny mezní hodnoty složení a vlastností betonu (tabulka 1).

Tabulka 1: Doporučené mezní hodnoty pro složení a vlastnosti betonu XA1-XA3

Stupeň vlivu prostředí – chemicky agresivní prostředí			
	XA1	XA2	XA3
Maximální vodní součinitel	0,55	0,50	0,45
Minimální pevnostní třída	C30/37	C30/37	C 35/45
Minimální obsah cementu [kg/m <sup>3</sup> ]	300	320	360
Jiné požadavky		síranovzdorný cement 1)	

1) Pokud množství  $SO_4^{2-}$  vyvolává stupeň vlivu prostředí XA2 a XA3, je nezbytné použít síranovzdorný cement. Pokud se cement klasifikuje s ohledem na síranovzdornost, pak mímě nebo vysoce síranovzdorný cement se má použít pro stupeň vlivu prostředí XA2 (případně i pro stupeň vlivu prostředí XA1) a vysoce síranovzdorný cement se má použít pro stupeň vlivu prostředí XA3.

Z tabulky je patrné, že minimální pevnostní třída pro betony se stupněm prostředí XA1, XA2 je C 30/37. Pro stupeň vlivu prostředí XA3 pak dokonce C35/45.

## Požadavky norem ČSN EN 1536 a 1538

Požadavky na beton do konstrukcí prováděných technologiemi speciálního zakládání jsou specifikovány i v normách pro provádění

speciálních geotechnických prací, které normu ČSN EN 206-1 citují a její požadavky definují jako závazné, pokud není stanoveno jinak. Jsou to normy ČSN EN 1536 Provádění speciálních geotechnických prací – Vrtané piloty a ČSN EN 1538 Provádění speciálních geotechnických prací – Podzemní stěny.

Obě tyto normy doplňují ne zcela identickým způsobem některé konkrétní požadavky na beton pro danou technologii. V podstatě se shodují na požadavku, aby se beton při ukládání neroztřídil, aby snadno obtékal výztuž a aby po zatvrdnutí vytvořil hutnou a vodotěsnou stavební hmotu. Dále se shodují i v závazných hodnotách konzistence čerstvého betonu při různých podmínkách, tj. na stupni S4, S5 (F4, F5) s tím, že prostředí při betonáži vrtaných pilot je variabilnější, a proto je v normě ČSN EN 1536 detailněji rozčleněno. Např. se zde vyskytuje konzistence ve stupni S3 pro betonáž do sucha, kterou norma ČSN EN 1538 nepřipouští, protože při těžbě lamel podzemních stěn se zpravidla používá pažicí suspenze.

Shoda je i v parametru největšího zrna použitého kameniva, které nesmí být větší než 32 mm, nebo ¼ mezery mezi pruty svislé výztuže, přičemž rozhodující je menší z obou hodnot.

#### Zásadním doplněním je však požadavek na minimální množství cementu v metru krychlovém čerstvé betonové směsi.

U betonu ukládaných pod vodu (pažicí suspenzi) je dle ČSN EN 1536 nutno dávkovat minimální množství 375 kg/m<sup>3</sup>. Dle ČSN EN 1538 se toto minimální množství cementu stanovuje v závislosti na maximálním zrnu kameniva a pohybuje se od 350 do 400 kg/m<sup>3</sup>.

#### Stručný vývoj receptur a problémy „po cestě“

S platností normy ČSN EN 206-1 *Beton, Část 1: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda* se v návrzích geotechnických konstrukcí některých projektantů začal logicky objevovat požadavek použití betonu se zařazením podle stupně vlivu prostředí XA1 až XA3, tedy požadavek na betony v minimální pevnostní třídě C 30/37, nebo dokonce C 35/45. Stále častěji docházelo k situaci, kdy tato norma, ač obecně platná, ale nezávazná, byla v průběhu procesu přípravy stavby v některém stupni smluvně zavázána. Navíc povinnost prokazování shody ve smyslu Nařízení vlády č. 163/2002 pak nutně vede k porovnávání parametrů betonu s hodnotami informativní přílohy F normy ČSN EN 206-1. Bez takto prokázané shody pak nelze obdržet certifikát na beton podle této normy. Z toho plyne, že informativní hodnoty přílohy F v podstatě mají normativní platnost. Konkrétním důsledkem pak byly problémy při sestavování receptur tak, aby vyhověly požadovaným vysokým pevnostním třídám, a přitom se maximálně blížily vlastnostem uvedeným v textu výše. S kamenivem maximálního zrna 22 mm,

i přes relativně vysoké množství cementu, nebylo s běžnými přísadami požadovaných pevností dosahováno. Byly proto odzkoušeny jiné přísady, které v rámci rozvoje stavební chemie byly na trhu k dispozici. Tradiční plastifikátory na bázi lignon sulfonanu byly nahrazovány různými superplastifikátory. Tím bylo dosaženo kýžené konzistence S4 a požadovaných 28denních pevností. Zpracovatelnost betonu vyrobeného podle těchto receptur ale byla pouze cca 1 hodinu. To vedlo k začátku tuhnutí betonu stoupajícího ve vrtu a následné ztrátě jeho mobility, někdy dokonce k vytvoření pracovní spáry v místě kontaktu s později ukládanou čerstvou betonovou směsí.

Ztráta mobility betonu v průběhu betonáže litím vedla k několika nežádoucím jevům. Zatumněním vrchní vrstvy, která vynáší nečistoty ze dna vrtu docházelo k jejímu prolomení tlakem čerstvějšího betonu odspodu, který byl natlačen na stěnu vrtu. Tak se zde vytvořilo místo, které znemožnilo řádné probetonování a stalo se zdrojem později zjištěné imperfekce.

Podobně se tato vrstva projevila i při stoupání ve vrtu, kde v místech v armokoši osazených „překážek“ (průchodky, silněji vyztužená místa...), byly imperfekce rovněž zjištěny (obr.2). Z hlediska dosažení vyšší kvality konstrukčního prvku se požadavek na dostatečně dlouhou zpracovatelnost projevil jako klíčový.

#### Dosažené výsledky – stávající stav

Po vyhodnocení výsledků stručně popsaných v závěru předchozí kapitoly byly stanoveny v zásadě dva možné postupy vedoucí k zohlednění potřeb betonáže při technologiích speciálního zakládání.

Prvním z nich byla snaha o legislativní úpravu normy ČSN EN 206-1, např. vytvořením jejího dodatku. Zde by, po ozřejmění omezení plynoucích ze samého principu betonáže litím sypákovými rourami do vrtu (rýhy), byly upraveny požadavky na betony pro použití v případě těchto technologií. Prioritou bylo především snížení nepodložené vysokého požadavku na minimální pevnostní třídy betonu buď přímo (odstupňovaně pro jednotlivé stupně

prostředí XA1 až XA3), nebo s využitím nástroje 90denních pevností. Nejlépe pak kombinací obojího. Takovéto návrhy však doposud nebyly akceptovány a jejich uvedení do života tak bohužel nemohlo přispět k uspokojivému řešení opakujících se problémů při provádění.

Druhým možným postupem bylo vytvoření nových, na českém stavebním trhu doposud málo vyzkoušených receptur betonů. Konzultacemi s předními technologiemi betonu, pracovníky různých laboratoří a zkušeben betonu a s odbornými zástupci dodavatelů stavební chemie tak byly zvoleny receptury určené pro laboratorní, poloprovozní a provozní zkoušky. Na základě jejich příznivých výsledků se jako nejnadhřejší ukázaly betony s přísadou polykarboxylátových plastifikátorů. Svými vlastnostmi se pak tyto betony nejvíce blížily vlastnostem samozhutnitelných betonů (SCC). V letech 2004 a 2005 pak byla realizována celá řada staveb, ve kterých byly provedeny konstrukční monolitické podzemní stěny nebo železobetonové vrtané piloty a kde tyto receptury pod pracovním označením snadno hutnitelný beton (SHB) našly uplatnění. V této době si tento typ betonu našel své přívržence, ale i odpůrce. Většinou se dařilo prokazovat vhodnost betonu typu SHB z hlediska nároků technologií speciálního zakládání i splnění požadavků normy ČSN EN 206-1. Objevily se ale nové škodlivé jevy související s vlastnostmi snadno hutnitelného betonu (SHB), které tradiční receptury neměly. Především to je vysoká citlivost na množství záměsové a technologické vody, jejíž nadbytečný objem má za následek segregaci kameniva se všemi nepřijemnými důsledky nejen co do konečné kvality realizovaného prvku, ale i co do kontroly technologického postupu probíhající betonáže prvku.

Nejednu komplikaci také způsobily vysoké 28denní pevnosti těchto betonů (cca 50 MPa), kdy se zásadně projevil vliv vlastností nově používaných produktů stavební chemie v kombinaci s minimálním množstvím cementu dávkovaným v souladu s požadavky norem ČSN EN 1536 a 1538. Dnes jsou tyto problémy



Obr. 2: Zjištěné imperfekce v blízkosti kotevní průchodky v lamelách podzemních stěn

řešeny ve spolupráci technologů výroby betonu a speciálního zakládání za podpory dodavatelů produktů stavební chemie.

Dalším nepříjemným zjištěním je skutečnost, že ne všechny výroby betonu, a především jejich odborný personál, mají dostatečné zkušenosti s betony typu SCC či SHB a z nich vyplývající návyky při zajišťování nezbytné péče při jejich výrobě. Přitom pro širší uplatnění betonů typu SHB v oblasti metod speciálního zakládání je klíčové zajištění jejich standardních parametrů bez ohledu na lokalitu prováděných prací.

#### Závěr

Z předchozího textu je zřejmé, že problematika betonáže při technologiích speciálního zakládání ve vazbě na požadavky technické legislativy ještě není uspokojivě vyřešena. Dodavatelé činní v oboru speciálního zakládání staveb však dnes již dokáží technicky definovat požadavky na optimální vlastnosti,

**Requirements on concrete for the structures carried out with special foundation technologies**

*In February 2006, the 2nd conference titled "Concrete in underground and foundation structures" was held in the hotel Pyramida in Prague. This event was organised under the auspices of the Czech society of concrete CSSI. The conference presented new trends in materials and technologies for carried out tunnels and collectors, as well as novelties in the field of spread footing, deep and special concrete foundations. The Zakládání staveb Co. contributed to the conference programme with a presentation titled "Requirements on concrete for structures carried out with the special foundation technologies", presented by Ing. Jiří Mühl. The presentation discussed the issue of concrete works carried out within the special foundation technologies in relation to the technical legislation requirements that is not satisfactorily solved yet.*

kteří by betony pro tyto specifické technologie měly mít.

Vývoj a následné využití betonů typu SHB pro předemtné konstrukce přinesl první úspěšně realizované projekty, ale také nové problémy, které je třeba v úzké spolupráci všech zainteresovaných stran dále řešit.

Uspokojivým výsledkem tohoto snažení by pak měl být stav, kdy specifika betonu pro zpraco-

vání technologiemi speciálního zakládání staveb budou našimi normotvůrci uznána a zohledněna v platné legislativě a kdy dodavatel bude disponovat komplexním řešením potřeb dané technologie a tak bude schopen beze zbytku naplnit takto optimalizované normové požadavky.

*Ing. Jiří Mühl, Ing. Jan Šperger,  
Zakládání staveb, a. s.*

## MC-Fórum – nové technologie v oblasti sanace stavebních konstrukcí

**Ve dnech 8. 2. 2006 a 9. 3. 2006 proběhly v centru Olympus v Praze-Dejvicích „MC-Fóra“ pořádané firmou MC-Bauchemie Česká republika. V dalším textu přinášíme stručný obsah z nejzajímavějších příspěvků.**

Firma MC-Bauchemie patří mezi špičku mezi firmami zabývajícími se stavební chemií a je, i přes globalizovaný trh, stále tzv. rodinnou firmou (rodiny Müller ze SRN). Zastoupení má na všech kontinentech kromě Severní Ameriky. Její předností je aktivní spolupráce na řešení daného problému, široký sortiment výrobků a pružná a odborná reakce jejich pracovníků.

Tématem MC-Fóra, které se konalo dne 8. 2. 2006, byly „Inovativní systémy a trendy vývoje v oblasti sanace a ochrany stavebních objektů“.

Po úvodu, v němž byly představeny aktivity firmy MC-Bauchemie, zazněly tyto příspěvky:

- Doc. Dohnálek se zabýval problematikou sanace a ochrany betonových konstrukcí z pohledu zkušebního ústavu. Zdůraznil závažnost diagnostického průzkumu poruch (organizuje investor) a důležitost úpravy sanovaného povrchu.
- Pracovníci MC-Bauchemie (ing. Plicka, ing. Šotola, ing. Laber) představili efektivní a moderní materiál pro sanace betonových konstrukcí. Jednalo se o materiál Zentrifix, který svým složením umožňuje sloučení všech sanačních kroků do jednoho s konečnou povrchovou úpravou. Dále byl představen ucelený ochranný systém betonových konstrukcí Emcephob a metoda zesilování stavebních konstrukcí pomocí CFK lamel.
- Ing. Jacke z mateřské firmy ze SRN v příspěvku

s názvem „Svět MC – Injekt 2700 – stavební jámy a zpeřňování a zatěšňování základů a zemin“ seznámil přítomné s následujícími materiály:

1. MC-Injekt GL-95 TX – směs pro gelovou injekci, která zůstává dlouhodobě elastická, dodatečně bobtnající ve vodě, vytváří na povrchu film zabraňující vyschnutí, hygienicky nezávadná;
2. Polyuretanové injekční pryskyřice MC-Injekt 2300 plus, MC-Injekt 2700 L,W – bezropouštědlový systém, u něhož je doba gelace nastavitelná pomocí katalyzátorů v rozmezí od 22 vteřin do 45 minut. Jedná se o elastické pryskyřice s omezeným zvětšením objemu v kontaktu s vodou, které jsou schváleny pro pitnou vodu.

Tématem semináře dne 9. 3. 2006 byla „voda“.

Jednalo se především o představení produktů, které jsou schopny úspěšně odstraňovat poruchy a následně sanovat vysoce namáhané stavební objekty v oblasti odpadních vod. Po obvyklém představení aktivit MC-Bauchemie byly posluchači seznámeni s následujícími ochrannými a sanačními systémy:

- MC-RIM – minerální sanační a ochranný systém pro vodohospodářské objekty – vyhovuje agresivnímu prostředí pH 3,5–14;
- Injektážní systémy pro utěšňování konstrukcí v oblasti vodních staveb. Zde byla pracovníkem mateřské firmy ze SRN představena celá škála injekčních systémů na bázi PU pryskyřic i hyd-

roglů vhodných pro definovaný úkol. Nedílnou součástí systému je i nabídka monitoringu injekčních prací.

- Systémy ochrany a sanace v oblasti kanalizačních šachet a profilů bezvýkopovou technologií: a) systém Ombran na minerální bázi, která je modifikována polymery; b) systém Konipur pro sanaci neprůchozích potrubí metodou relining (inversováni textilních rukávů nasycených pryskyřicí).

Dr. Hüttl ze Státního ústavu pro materiálové zkoušky a stavební vývoj z Berlína seznámil přítomné s výsledky dlouholetých zkoušek odolnosti vybraných materiálů vůči působení agresivních vod s nízkým pH (1,0). Jedinou vyhovující ochranou pro toto prostředí je povlaková izolace z polymersilikátů, vyráběná pod názvem Konusit KK 10.

Součástí MC-Fóra byla vždy plodná diskuse, při níž byly objasňovány speciální odborné problémy účastníků semináře.

*Ing. Milan Jeřábek, Zakládání staveb, a. s.*

### MC-Forum – new technologies in the field of reconstructions of building structures

*The MC-Bauchemie Czech Republic Co. held twice an MC-Forum in the Olympus centre in Prague-Dejvice, on February 8th and March 9th, 2006. The following text brings a short summary of the most interesting presentations.*

# Stavba Nového spojení v Praze

**V současné době se v Praze realizuje jedna z nejdůležitějších staveb posledních desetiletí, tzv. Nové spojení. Jedná se soustavu nových železničních tratí, které nahradí stará napojení do hlavního města ze severu a východu. O historii přestavby železničního uzlu Praha a koncepci výstavby Nového spojení, jehož součástí jsou i dva dvukolejné tunely pod vrchem Vítkov, hovoříme v tomto článku.**

Již několik měsíců je z nejrůznějších míst v Praze vidět čilý stavební ruch v bezprostředním okolí vrchu Vítkova, který odděluje dvě pražské čtvrtě Karlín a Žižkov. Na obou koncích jeho protáhleho hřbetu vyrostly stavební jámy s hlubokými svislými stěnami pro vybudování portálů dvou dvukolejných tunelů. Na západní straně jsou již patrné první konstrukce čtyřkolejné estakády, spojující nový nadejezd u křižovatky Bulhar s vjezdovými portály, na straně východní je již v provozu silniční estakáda z ulice Pod Krejčárkem.

V dalším textu seznámíme čtenáře s historií přípravy této ojedinělé stavby.

„Nové spojení“ je souhrnným názvem pro soustavu nových železničních tratí mezi žst. Praha hl. n.–Masarykovo n. a žst. Praha Libeň – Vysočany – Holešovice, které nahradí dnes již kapacitně i technicky nevyhovující napojení železničních tratí ze severu a východu do hlavního města a jeho centrálních nádraží. Tyto nové trati budou sloužit jak dálkové dopravě, tak i vlakům

městské a příměstské dopravy. Bez „Nového spojení“ není myslitelné plnohodnotné zavedení příměstské železniční dopravy, se kterou počítají rozvojové dopravní programy hlavního města i Českých drah, stejně jako zavedení všech dálkových spojů do centrální oblasti hlavního města.

## Historie pražského železničního uzlu

Pražská nádraží a železniční síť na území města vznikaly napojováním tratí z různých směrů, když pro každou trať bylo budováno samostatné nádraží, aniž by se kdokoliv staral o jejich vhodná propojení. Tak vzniklo roku 1830 první pražské nádraží před Pruskou branou na druhé koněspřežné dráze pražsko-plzeňské, o 15 let později byl zahájen provoz na větví c. k. Severní státní dráhy z Olomouce do Prahy a spolu s již tehdy plánovanou tratí do Drážďan byl pro její pražské nádraží vybrán prostor dnešního Masarykova nádraží. Další pražské nádraží vzniklo v roce 1862 při stavbě České západní dráhy z Prahy do Plzně na Smíchově, pod názvem Nádraží Praha. V roce 1871 vznikla dráha císaře Františka Josefa z Českých Budějovic do Prahy s nádražím Františka Josefa na úpatí Vinohrad (dnešním hlavním nádražím).

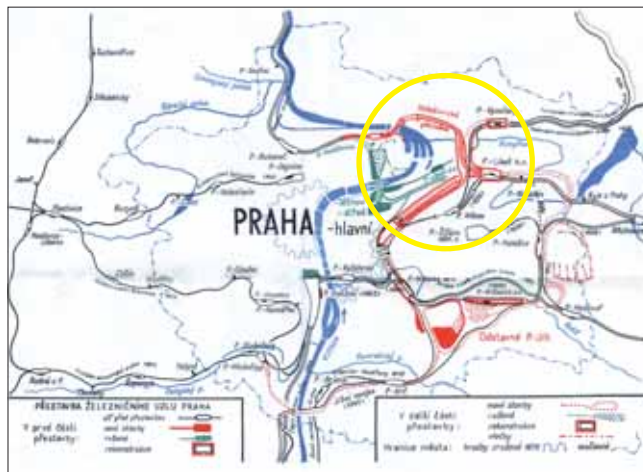
Novodobou historii pražského uzlu je možno počítat od roku 1910, kdy vznikla „Pražská nádražní komise“, která měla najít cestu ke komplexnímu řešení pražské železniční sítě, k oddělení nákladní a osobní dopravy a jejímu soustředění do ústředního osobního nádraží. Realizace prvých počínů v tomto směru přerušila, resp. oddálila, prvá světová válka. Všechny doplňující stavby zlepšovaly funkci dopravy, nemohly ale odstranit nekoncepčnost historické výstavby. Kromě



Obr. 1: Karlínský viadukt, Karel Brantl



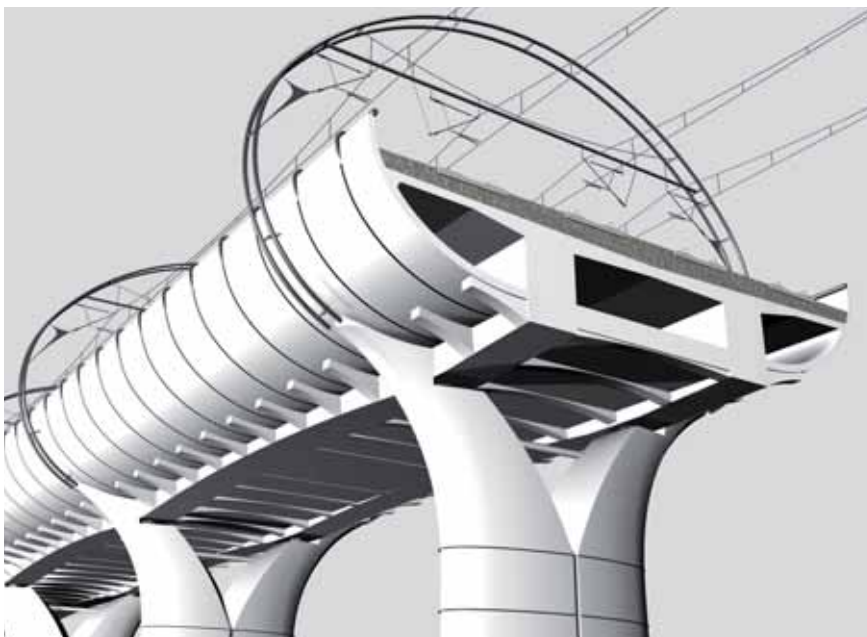
Obr. 2: Budovy dnešního Masarykova nádraží postavené v roce 1845 na dobové kresbě (Karel Würbs)



Obr. 3: Schéma původního návrhu železniční sítě na území hl. m. Prahy. Umístění stavby Nového spojení je vyznačeno kruhem.



Obr. 4, 5: Vizualizace architektonických návrhů portálů



Obr. 7: Detailní pohled na provedení estakády, vizualizace.

toho se postupně v průběhu doby dostávala zastaralá železniční zařízení do kolize s funkcemi a požadavky rychlého rozvoje hlavního města.

#### Přestavba železničního uzlu Praha

Železniční odborníci, poučení z vývoje železniční dopravy v evropských městech, dospěli v padesátých letech dvacátého století k určení zásad, na kterých mělo dojít k přebudování pražského železničního uzlu: vybudovat kapacitní průjezdné ústřední nádraží výlučně pro osobní dopravu a napojit je na odstavné (odstavná) nádraží, vyloučit nákladní dopravu z centra a vést ji po obvodu města do jediného seřaďovacího nádraží, soustředit všechna železniční zařízení (depa, dílny, opravny, komerční zařízení apod.) a vybavit celý uzel jednotným systémem elektrické trakce a moderním zabezpečovacím zařízením. Přestavba pražského železničního uzlu byla rozvržena celkem do sedmi staveb, které byly postupně realizovány, i když v některých případech v poněkud redukovaném rozsahu oproti původním představám (obr. 3). Neuskutečnily však zůstaly stavby pro osobní dopravu nejpodstatnější: „Nové spojení“ a dokončení přestavby a modernizace žst. Praha hlavní nádraží.

Jak je dnes známo snad i mezi laickou veřejností, budují se u nás v současnosti části evropských železničních koridorů, které procházejí Českou republikou a v Praze se navzájem křížují. I. koridor mezi Děčínem a Břeclaví je dnes již prakticky dokončen, stejně jako připravovaný koridor III. z Chebu a Plzně a koridor IV. z Horního Dvořiště a Českých Budějovic. Při známé turistické a kulturní atraktivitě Prahy nepřekvapí zjištění, že se zde u tranzitních spojů vymění cca 80 % cestujících. Díky současnému evropskému trendu zkvalitnění a zrychlení železniční přepravy lze očekávat, že na dálkových spojích dojde i u nás k nárůstu osobní přepravy. Bylo by paradoxní, kdyby právě dojezd na hlavní nádraží hlavního města zůstal na úrovni poloviny 19. století.

Neméně závažným důvodem pro výstavbu „Nového spojení“ je i potřeba zavedení příměstské dopravy do centra a začlenění železniční dopravy do systému integrované hromadné dopravy hlavního města Prahy a jejího okolí. Jelikož se počítá s průjezdy vlaků přes centrální oblast do míst na opačné straně města, bude možná rychlá doprava i do necentrálních oblastí bez nutnosti dalšího zatěžování jiných druhů veřejné dopravy, potažmo dalších vyvolaných investic do jejich rozvoje.

Výstavba „Nového spojení“ předpokládá vybudování dvou dvukolejných tratí mezi Balabenkou (směr Holešovice a Vysočany) a Libní a žst. Praha hlavní nádraží, zachování dvukolejného spojení

mezi žst. Praha-Libeň a Masarykovým nádražím a zrušení dnešních nevyhovujících spojení. Trati „Nového spojení“ jsou vedeny ve dvou tunelech masivem Vítkova, čímž budou odstraněny negativní vlivy železniční dopravy na obyvatelstvo v oblasti Karlína a Žižkova. (obr. 4, 5, 6)

Za technicky významný objekt je dále možno považovat železniční estakádu mezi Bulharem a Vítkovem, která překlene Husitskou a Trocnovskou ulici a depo Masarykova nádraží (obr. 6). Estakáda je čtyřkolejná, 22,60 m široká, cca 450 m dlouhá, bez podélné spáry. Jelikož její výstavba probíhá v městském intravilánu, jsou technické problémy řešeny současně s požadavky architektonickými, a to jak v oblasti pohledových celků, tak detailů (obr. 7).

### Vítkovské tunely

Navrhované železniční tunely pod Vítkovem se svojí délkou cca 1350 m řadí k nejdělským v soustavě železničních tunelů ČD. Dva dvoukolejné tunely jsou vedeny v podélné ose masivu, kříží podchod pro pěší ze Žižkova do Karlína a podcházejí budovu Národního památníku s jezdeckou sochou Jana Žižky z Trocnova (obr. 6). Portály obou tunelů jsou sdružené, vjezdový (západní) portál je umístěn ve svahu v blízkosti Vojenského muzea a výjezdový je situován do prostoru portálu stávající trati z Libně. Oba portály jsou v příkrých svazích Vítkova. Jejich svislé stěny jsou zabezpečeny trvalými horninovými kotvami v kombinaci se svislými mikropilotami a armovaným stříkaným betonem (prováděla společnost Zakládání staveb, a. s.), obr. 9. Tunely jsou raženy ve skalních horninách ordovického stáří. Při výstavbě tunelů je použita Nová rakouská tunelovací metoda, která nejlépe vyhovuje proměnlivým podmínkám pro ražbu. Tunely jsou navzájem propojeny chodbami, které slouží jako únikové v případě požáru vlakové soupravy v tunelu. Na obou portálech budou pro tento případ vybudovány záchranné a přístupové plochy pro hasiče a zdravotníky.



Obr. 6: Fotografie západního portálu tunelu Nového spojení pod vrchem Vítkov se vznikající železniční estakádou (březen 2006)

Stavba „Nového spojení“ je náročnou dopravní stavbou, a to nejen pro složitost technického řešení vyplývajícího z terénu území, které bylo pro stavbu určeno, ale i svou exponovanou polohou v centrální oblasti města, zejména pak blízkostí Pražské památkové rezervace a chráněných památkových zón Karlína, Žižkova a Vinohrad. Proto je v projektu kladen důraz nejen na technické, ale i na architektonické řešení prvků a ucelených částí stavby tak, aby tvořily harmonický celek s okolní zástavbou a krajinou a pohledově se co nejméně uplatnily.

Ing. Michal Gramblička, SUDOP Praha, a. s.,  
odpovědný projektant tunelových staveb NS  
Ing. Ivan Pomykáček, SUDOP Praha, a. s.,  
hlavní inženýr projektu NS

Foto: Gramblička, Beňovič, Cyroň  
Vizualizace: Ing. Jan Desat, firma DVVA

### Construction of the New Connection in Prague

One of the most important constructions of the last decades is currently being carried out in Prague. Called the New Connection, it is a system of new railway lines replacing the old connection rails entering the capital city from the north and east. This article describes the history of reconstruction of the Prague railway junction, as well as the construction strategy of the New Connection, including two double-track tunnels under the Vítkov hill.



Obr. 8, 9: Portály tunelů vznikly velkými odřezy skalních stěn svahu Vítkov; zajištěny jsou horninovými kotvami v kombinaci s mikropilotami a armovaným stříkaným betonem.



# Bezbariérové zpřístupnění stanice metra Florenc B

## Zajištění jámy výtahové šachty

**V únoru 2006 společnost Zakládání staveb, a. s., dokončila v centru Prahy práce na horní části primárního ostění hloubené šachty, která bude sloužit pro vestavbu výtahu do stanice metra Florenc B. Ostění tvoří převrtávaná pilotová stěna z pilot prům. 880 mm, délek 20,0 m, vetknutá na hloubku 2 m do břidlic. Povrch pilotové stěny byl opatřen stříkanými betony s vyztuží.**

Návrh zajištění šachty pomocí převrtávané pilotové stěny vypracovala společnost FG Consult, s. r. o. Jednalo se o alternativní návrh k původnímu návrhu od společnosti Metroprojekt Praha, a. s., který předpokládal klasické hornické hloubení šachty z povrchu, zajištěné primárním ostěním ze stříkaného betonu s vyztuží. Těsnění mezi úrovní hladiny podzem-

ní vody a úrovní skalního podloží bylo navrženo clonou ze sloupů tryskové injektáže.

### Geotechnické poměry

Geotechnické poměry na staveništi byly jednoduché. Předkvartérní podloží tvořené ordovickými břidlicemi vrstev bohdaleckých se nachází v hloubce 18,0 m pod terémem, jejich

povrch je zvětralý v mocnosti kolem 2,0 m. Kvartérní pokryvy jsou tvořeny jednak fluvialními sedimenty – ulehými a zvodněnými šterky o mocnosti 9,0 m, jednak zbytky povodňových hlín a navážkami o mocnosti cca 9,0 m. Hladina podzemní vody byla zastižena v hloubce cca 9,0 m pod úrovní terénu a vykazuje nízkou agresivitu na beton (stupeň XA1).

### Koncepce

Převrtávaná pilotová stěna půdorysně vytváří elipsu a je tvořena 32 kusy vrtaných pilot délek 20 m, prům. 880 mm, umístěných v osových vzdálenostech 670 mm. Důvodem pro návrh takového půdorysného uspořádání byl nedostatek místa na staveništi; limitujícími parametry byly poloha mostu magistrály a poloha inženýrských sítí. Eliptický průřez má šachta až do hloubky 27,8 m; do definitivní úrovně 38,8 m byla hloubena již v kruhovém průřezu. Eliptický půdorys převrtávané pilotové stěny není ovšem staticky výhodný, neboť na rozdíl od kruhového tvaru vznikají v horizontálním řezu ohybové momenty, jež spolu s normálovými silami zatěžují styk jednotlivých pilot mimořádným tlakem. O to více bylo třeba při provádění dbát na dodržení přísných výrobních tolerancí, jejichž překročení by způsobilo nepřijatelné deformace eliptického průřezu šachty.

### Realizace

Do rýhy hloubky 1,0 m a šířky 1,4 m bylo osazeno jednostranné bednění pro betonáž vodicích šablon, které sloužily pro zajištění správné polohy při nasazení jednotlivých pilot. Piloty byly vrtány rotačně-náběrovým způsobem pod ochranou dvouplášťových pažnic o prům. 880 mm. Vzhledem k délce pilot a nutnosti převrtat prostý beton primárních pilot bylo v průběhu prací nasazeno dopažovací zařízení. Technologie převrtávané pilotové stěny je založena na principu vytvoření primárních pilot, zhotovených pouze betonem bez vyztužení, které jsou následně částečně převrtány při hloubení vrtů pro sekundární piloty, jejichž součástí je již armatura. Takto vytvořená konstrukce je v případě dodržení povolených geometrických tolerancí – což je nutným předpokladem pro požadované převrtání primárních pilot po celé délce – schopná kromě splnění pažicí funkce odolat i průsakům podzemní vody. S ohledem na požadavek maximálního omezení přítoku podzemní vody do šachty bylo při vrtání pilot nutno dodržet přísnou toleranci: maximální půdorysná odchylka v hlavě vrtu byla  $\pm 20$  mm,



Vrtná souprava Bauer BG 24 H při hloubení vrtu pro pilotu.



Pohled na staveniště v průběhu hloubení šachty.



Lanový drapák při těžbě.

odchylka ve sklonu osy piloty pak max. 0,8% z délky piloty. Při nedodržení svislosti vrtání hrozilo vzájemné odchýlení pilot bez převrtání a tím nebezpečí průsaků podzemní vody do šachty. Při vrtání byla proto svislost vrtu průběžně měřena. Odchylky naměřené pomocí „laserové olovnice“ byly zapisovány a vyhodnocovány. Případné odchylky od svislosti u primárních pilot byly již brány do úvahy při provádění vrtu sekundární piloty.

Pro piloty byl použit beton C 20/25 XA1 s konzistencí S4. Pro primární piloty byla receptura betonové směsi ve spolupráci s dodavatelem betonu TBG Metrostav upravena tak, aby nárůst pevnosti v prvních třech dnech byl zpomalen. Výsledkem bylo zlepšení podmínek pro převrtání primárních pilot a tím i větší produktivita výroby pilot.

Po uzavření převrtávané pilotové stěny byly odstraněny vnitřní vodící šablony a byla zahájena těžba šachty za pomoci lanového drapáku Stein, zavěšeného na nosiči Liebherr. Postup těžby byl zvolen po výškových krocích 3,0m, pokud piloty budou splňovat dané výrobní geometrické tolerance. Odhalená převrtávaná pilotová stěna byla vždy po těžbě očištěna tlakovou vodou. Následně byla na líc stěny osazena ve dvou vrstvách ocelová svařovaná síť pomocí kotviček, umístěných do šikmých vrtů v primárních pilotách. Na takto připravený podklad byl aplikován stříkaný beton v tl. cca 200mm, jehož líc byl zednickky upraven do požadovaného tvaru a kvality pro následné položení izolace.

Závěrem lze konstatovat, že převrtávaná pilotová stěna splnila hlavní požadavek, kterým bylo umožnění bezproblémové těžby do úrovně skalního podloží. Spojením pilotové stěny a vyztužené vrstvy stříkaného betonu vzniklo kompaktní primární ostění šachty, schopné vzdorovat jak hydrostatickému, tak i zemnímu tlaku.

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

### **Barrier-free access shaft to the underground stop Florenc – line B Securing the access shaft pit**

*In February 2006 the Zakládání staveb Co. finished works in the centre of Prague to carry out the upper part of primary lining of an excavated shaft to be used for building-in an elevator to the underground stop Florenc on line B.*

*The lining consists of a re-drilled pile wall made of piles 880mm in diameter and 20m long, embedded in slates to the depth of 2,0m. The pile wall surface was covered with reinforced sprayed concretes.*



*Převrtávaná pilotová stěna přecházející do skalního položí v hloubce cca 18m pod povrchem.*



*Pohled do šachty s upraveným lícem ostění ze stříkaného betonu*