

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>

Redakční rada:

vedoucí redakční rady:

Ing. Dušan Houdek

členové redakční rady:

RNDr. Ivan Beneš

Ing. Martin Čejka

Ing. Alois Kouba

Ing. Jiří Mühl

Ing. Michael Remeš

Ing. Libor Štěrba

Redakce:

Ing. Libor Štěrba

Design & Layout:

Pyramide, s.r.o.

Jazyková korektura:

Ivana Svobodová

Sazba, lito:

Pyramide, s. r. o.

Tisk:

CCB, s.r.o.

Foto na titulní straně:

**Ocelové sloupy v podzemních podlažích
dostavovaného objektu na nám.**

I. P. Pavlova v Praze, k článku na str. 14

Foto: Petr Mazanec

Překlady anotací:

Mgr. Klára Ouředníková,

RNDr. Ivan Beneš

Ročník XV

1/2003

Vyšlo 31. 3. 2003

v nákladu 1100 ks

MK ČR 7986

ISSN 1212 - 1711

Vychází čtyřikrát za rok

Pro rok 2003 je cena časopisu 72 Kč.

Roční předplatné 288 Kč vč. DPH,

balného a poštovného.

Objednávky předplatného na tel.:

244 004 305, 244 004 227

nebo na www.zakladani.cz

Podávání novinových zásilek

povolila PNS pod č.j. 6421/98



OBSAH

AKTUALITY

- Evropská konference SMGE Praha,
25.-28. srpna 2003, průběžná informace **2**
Prof. Ing. Ivan Vaníček, DrSc., předseda organizačního výboru
7. ročník mezinárodní konference Geotechnika – Geotechnics 2002 **3**
RNDr. Ivan Beneš, Zakládání staveb, a. s.
- Nová generace ponorných vrtacích kladiv SANDVIK – MISSION **4**
Ing. Miloš Svoboda, ROCKTECH, s. r. o.
8. mezinárodní seminář „Zpevňování, těsnění a kotvení
horninového masivu a stavebních konstrukcí 2003“ v Ostravě **5**
Petr Brandejs, Ing. Milan Jeřábek, Zakládání staveb, a. s.

TEORIE A PRAXE

- Laboratorní stanovení filtračního součinitele **8**
Ing. Jiří Košťál, Ph.D.
- Pražský hrad – sledování deformací základových konstrukcí
a podloží novou metodou **11**
Ing. Jan Záleský, CSc., FSv, ČVUT Praha

OBČANSKÉ STAVBY

- Krivaň - rekonstrukce a dostavba objektu na nám. I. P. Pavlova **14**
Ing. Karel Staněk, Ing. Pavel Průcha, FG Consult, s. r. o.;
Michal Peč, Zakládání staveb, a. s.
- Zajištění stavební jámy pro polyfunkční dům na Bělohorské ulici v Praze **20**
Petr Maláč, Zakládání staveb, a. s.
- Piloty vrtané průběžným šnekem – technologie CFA **22**
Ing. Pavel Hellebrand, Ing. Ivan Bažant, Zakládání staveb, a. s.

DOPRAVNÍ STAVBY

- Těžní a větrací šachta ve stanici Kobylisy na trase metra IV. C1 **24**
Ing. Ladislav Holík, Zakládání staveb, a. s.
- Těžní šachta Špejchar – Pelc-Tyrolka **25**
Richard Dvořák, Zakládání staveb, a. s.
- Založení mostu na dálnici D8 přes silnici Všestudy – Dušníky **26**
Ing. Miroslav Honajzer, Zakládání staveb, a. s.

EKOLOGICKÉ STAVBY

- Reaktivní podzemní stěna v Autopalu Hluk **28**
RNDr. Ivan Beneš, Zakládání staveb, a. s., Ing. Zdeněk Studený, Zakládání Group, a. s.

ZE ZAHRANIČNÍCH ČASOPISŮ

- Nové využití původních základových konstrukcí **32**
Podle článku v časopisu European Foundations (Winter 2002)

Inzerce:

- INTERMAT Paříž 2003 **6**
- ROCKTECH, s. r. o. **5**
- IVK Praha **7**
- SOLEXPERS AG **13**

Evropská konference SMGE Praha, 25. – 28. srpna 2003, průběžná informace

AKTUALITY

Článek přináší informace o průběhu příprav nejvýznamnější události letošního roku v oboru geotechniky – konání Evropské konference SMGE v Praze v srpnu 2003. V současné době se zpracovávají konferenční příspěvky pro vydání, upřesňuje se program 10 Technických exkurzí; je též rozhodnuto o rozšíření programu konference o 12 workshopů, které se budou konat před a po konání hlavnímu programu.



Přestože začátek konference zahájí svá jednání až za 6 měsíců, jsou její přípravy v plném proudu. **Bulletiny č. 2** s podrobným programem i s přihláškami byly již rozeslány na 6000 adres, z toho 800 na autory a spoluautory příspěvků do 1. a 2. dílu konferenčního sborníku a cca 140 ks na osoby s aktivní rolí na konferenci – od předsedů sekcí, přes hlavní přednášející až po přednášející, kteří byli vyzváni k řízení diskusí v diskusních sekcích. Zájem o bulletiny z národních společností ISSMGE byl tak velký, že bylo třeba dotisknout dalších 2000 výtisků. Velmi náročnou práci zahájila skupina, která připraví zaslané příspěvky a přednášky k vydání, a to jak knižnímu (jsou plánovány 4 díly konferenčního sborníku), tak elektronickou formou (CD-Rom). Pracovní skupina zaslané příspěvky eviduje, porovnává se zaslanými abstrakty, požičuje záložní kopie, kontroluje formální stránku dle rozeslaných instrukcí a rozhoduje, zda splňují všechna základní kritéria, či zda musí dojít k jejich úpravě. Následně se příspěvky třídí do sekcí, opatřují se doplňujícím textem (záhlaví, zápatí) a po pořízení obsahu a titulních stránek se připravují pro vydavatelství. Při předpokládaném rozsahu 2 500 – 3 000 stran jde o práci velmi náročnou a zodpovědnou.

Technické exkurze, plánované na závěr konference, jsou nedílnou a významnou součástí celé akce, neboť mohou ukázat rozsah problémů, které na domácím poli řešíme, i způsob, jakým jsme se s nimi vypořádali. Budou mít tedy velkou vypovídací schopnost o úrovni profese v ČR, respektive v SR. Velká pozornost je jim věnována i proto, že budou představovat jakési završení problematiky popsané ve vyzvaných příspěvcích konference od rozsáhlejšího týmu spoluautorů. Delegáti konference tak budou mít potřebné informace k dispozici, ještě než na exkurzi vyjedou. Mezi konferenční exkurze jsou začleněny následující:

1. Praha – tunel Mrázovka,
2. Praha – výstavba stanice metra,
3. Praha – hluboké stavební jámy v centru města,
4. Praha – historické budovy a geotechnické problémy s nimi spojené,
5. Most – přemístěný kostel + Ervěnický koridor,
6. Most – přemístěný kostel + stabilita svahu povrchových dolů,
7. Chomutov – tunel Březno + homogenizační skládka uhlí,
8. Ústí nad Labem – sanace skládky Chabařovice + výstavba dálnice přes odkaliště a výsypky,
9. Praha-Řáblice, Neratovice – skládka komunálního odpadu + sanace chemické skládky,
10. Stráž pod Ralskem – sanace míst po těžbě a zpracování uranové rudy.

V současné době probíhá upřesňování programu exkurzí a výběr

přesných lokalit, které budou navštíveny. Například u 4. exkurze je třeba vytipovat nejvhodnější objekty v Praze, zajistit přístupy, ale především zajistit „garanta“ exkurze – firmu či konsorcium firem, které se na realizaci stavby podílely, a určit konkrétní osoby, které se budou podílet na přípravě informačních panelů pro danou lokalitu a na místě zajistí výklad a eventuálně zodpoví dotazy. Jelikož jde o určitou prezentaci firem, lze vyjádřit přesvědčení, že zájem firem bude dostatečný – a předběžná jednání vedená před definováním těchto exkurzí tomu nasvědčují – a že se vše podaří připravit ke spokojenosti všech.

Přestože technický program konference zahrnuje velmi široký rozsah geotechniky – od průzkumu, environmentální geotechniky až po náročné zakládání staveb či celé rozsáhlé geotechnické stavby včetně tunelů, realizované v městské zástavbě – je třeba upozornit na jeho další rozšíření v rámci **12 navržených workshopů** pořádaných Technickými komisemi při ISSMGE (Mezinárodní společnosti pro mechaniku zemin a geotechnické inženýrství). Tyto workshopy jsou volně přístupné účastníkům konference a prakticky jí prodlužují, neboť většina těchto akcí se koná v předvečer či těsně po jejím závěru – v neděli 24. srpna, resp. v pátek 29. srpna. Lze předpokládat, že možnosti vyslechnout diskusí na dané téma, či se do ní aktivně zapojit, využije většina účastníků konference.

S potěšením bylo organizátory konference konstatováno, že již před vytištěním Bulletinu č. 2 se rozhodlo 20 domácích i zahraničních firem konferenci podpořit a prezentovat tak na ní i své jméno, dovednosti a záměry. V diskusí, jak ještě více přiblížit konferenci co největšímu počtu domácích, především středních i menších firem i osobností, se postupně vykrystalizovala následující možnost: zřízení zvláštního oddělení posterové prezentace, kdy na ploše 2 x 1 m bude možné realizovat firemní prezentaci a současně zde navázat užitečné kontakty. Cena za tuto zajímavou formu prezentace a inzerce by neměla přesáhnout částku 1 000 EUR, a je tak vhodná nejen pro realizační firmy, ale též firmy průzkumné, projekční a konzultační. Závěrem si dovoluji upozornit na skutečnost, že 15. květen je posledním dnem, kdy je možné využít slevy na vložném pro účast na konferenci. Registraci je možné provést jak klasickou formou pomocí přihlášek přiložených k Bulletinu č. 2, tak přes internetové stránky <http://www.ECSMGE2003.cz>.

Na konec mi dovoluji vyjádřit přesvědčení, že s většinou čtenářů časopisu Zakládání budu mít příležitost se osobně setkat během konání této pro naši profesi tak důležité akce.

Prof. Ing. Ivan Vaniček, DrSc., předseda organizačního výboru

European conference of SMGE, Prague, August 25 – 28, intermediary information

The article provides information about the preparations for the most important geotechnical event of this year – the European conference of SMGE held in Prague in August 2003. At present the conference papers are being processed for printing, the agenda for 10 technical excursions is being specified; it has also been decided to extend the conference program by adding 12 workshops to be held prior to and after the main program.

7. ročník mezinárodní konference Geotechnika – Geotechnics 2002

AKTUALITY

Geotechnická konference organizovaná Fakultou stavební VŠB – Technickou univerzitou v Ostravě ve spolupráci s Technickou univerzitou Košice, Slaskou politechnikou Gliwice z Polska, Ústavem geoniky AV ČR Ostrava a Ústavem geoniky SAV Košice se v pěti tematických okruzích věnovala geotechnickým aspektům staveb pozemního stavitelství, dopravních staveb a tunelů, podzemním staveb a geotechnice v hornictví, materiálům, technikám a technologiím a konečně výuce geotechniky.

Mezinárodní geotechnická konference fakulty FAST VŠB z Ostravy, konaná tentokrát v krásném prostředí Vysokých Tater v hotelu Panorama na Štrbském Plese, si již získala svoje stálé místo v programu odborných geotechnických akcí. Důkazem toho je téměř sto šedesát účastníků ze Slovenska, Česka, Japonska a Polska. Témata konference se setkala s neobvyklým zájmem odborníků, kteří zaslali a během třídního jednání konference vesměs osobně prezentovali všech 69 příspěvků. Přípravný výbor pod záštitou odborného garanta konference prof. ing. Jozefa Aldorfa, DrSc., rozdělil témata konference do následujících okruhů:

- **Geotechnické aspekty staveb pozemního stavitelství,**
- **Dopravní stavby a tunely,**
- **Podzemní stavby a geotechnika v hornictví,**
- **Materiály, techniky a technologie,**
- **Výuka geotechniky.**

Součástí programu konference byly též výstavy a posterové prezentace firem zabývajících se geotechnickou činností, výrobou přístrojů pro geotechnická měření a sledování a prováděním geotechnických staveb. Již tradičně byl večer prvního dne konference věnován společenskému setkání v reprezentačních místnostech hotelu Panorama, kterého se účastnila převážná většina účastníků a hostů konference.

Ve všech tematických okruzích byly předneseny příspěvky čistě teoretické, zobecňující, ale i příspěvky prezentující výsledky řešení konkrétních geotechnických problémů na zajímavých geotechnických stavbách.

Konferenční témata

Velká část přednášek **prvního tematického okruhu, věnovaného geotechnickým aspektům staveb pozemního stavitelství**, se týkala zakládání staveb na málo únosném nebo nestabilním podloží, zkoušení prvků speciálního zakládání, jako jsou kotvy, piloty, mikropiloty, numerickému modelování geotechnických staveb a stabilitním problémům zemních hrází, stabilitě přehrad a sesuvných oblastí. Mimořádná pozornost byla věnována výstavbě vyztužených zemních konstrukcí, a to nejen z pohledu geotechnického návrhu a realizace, ale zejména možnostem a vlastnostem různých vyztužných prvků, jako jsou geotextilie, geomříže a další geosyntetika. Do tohoto okruhu byla zařazena prezentace příspěvku autora tohoto článku, věnovaného použití technologií speciálního zakládání při sanaci skládky Chabařovice, která se setkala s velkým zájmem většiny posluchačů, zejména pro odlišnost prezentovaného tématu ukazujícího využití různých technologií speciálních geotechnických prací při praktickém použití na velmi exponované environmentální stavbě.

Hlavní náplní **druhého okruhu, týkajícího se dopravních staveb**

a tunelů, byly příspěvky ukazující použití geotechnických konstrukcí při výstavbě různých typů mostů, železničních tratí, zajištění ražby při tunelovacích pracích. I v tomto tematickém okruhu byly prezentovány teoretické příspěvky týkající se možnosti numerické analýzy při ražbě tunelů či využití geofyzikálních metod při dokumentaci vlivu ražby tunelu na porušení horninového masivu.

Třetí tematický okruh, o podzemních stavbách a geotechnice v hornictví, přinesl převážně praktické příklady zajímavých řešení výstavby podzemních staveb z různých odvětví podzemního stavitelství a výstavby důlních děl, jako podchodů, kolektorů, podzemních dopravních staveb v hornictví, výstavby důlních děl a jejich likvidace. Zejména v tomto oddíle se projevil dlouhodobé zkušenosti a zaměření mateřských vysokých škol organizátorů konference a jejich polských partnerů v oblasti hornictví, problematice výstavby hlubinných dolů a likvidace starých důlních děl a projevů těžby na povrchu. Předposlední v pořadí, **čtvrtý tematický okruh – materiály, techniky a technologie** – přinesl početně menší, přesto však zajímavý soubor příspěvků na značně odlišná témata: od použití bezrezonančního beranění, přes speciální techniku pro hloubení vrtů pro využití nízkopotenciálních zdrojů tepla, použití emulzních trhavin ve stavebnictví, novou kotevní techniku, po příspěvky věnující se různým druhům betonů (vysokopevnostní betony, betony s vyztuží z ocelových vláken) a jejich chování při tvrdnutí.

Posledním, početně nejméně oblesaným, avšak nikoliv nezajímavým tématem byl **pátý tematický okruh – výuka geotechniky**. Představitelé FAST VŠB Ostrava a Stavební fakulty STU v Bratislavě prezentovali učební plány a způsoby výuky na obou vysokoškolských pracovištích v minulosti a přizpůsobení obsahu výuky potřebám současnosti a budoucnosti ve vztahu k požadavkům stavebního průmyslu i jiných odvětví hospodářství a státní správy.

Závěr

Velké množství příspěvků z různých odvětví geotechniky představovalo značný nápor na všechny posluchače a vyslechnout všechny přednášky bylo takřka nemožné. Jako vždy však konference poskytla možnost setkání odborníků nejen z různých koutů Čech, Moravy, Slovenska a zahraničí, ale i různých sfér – z odborných vysokoškolských pracovišť, investorských, obchodních, projekčních a dodavatelských organizací. Škoda jen, že se počasí zachovalo macešsky a při krátkých volných chvílích byla z majestátu Vysokých Tater vidět pouze neproniknutelná mlha.

RNDr. Ivan Beneš, Zakládání staveb, a. s.

The 7th volume of the international conference Geotechnika – Geotechnics 2002

The Geotechnical conference organized by Fakulta stavební VŠB Ostrava in co-operation with other Slovak and Polish universities and scientific workplaces was devoted to five main topics: Geotechnical aspects of the civil building construction, Highway construction and tunnels, Underground construction and the mining geotechnics, The building materials, new techniques and technologies, Education of experts in geotechnics.

Nová generace ponorných vrtacích kladiv SANDVIK – MISSION

AKTUALITY

Nová generace kladiv SANDVIK – MISSION se rychle rozšířila na americkém, australském a později i evropském trhu a v současné době je uváděna i na trh tuzemský. Zásadní kvalitativní posun oproti kladivům předchozího typu byl dosažen především zvýšením účinnosti přenosu energie stlačeného vzduchu do horniny a unikátním systémem rozvodu vzduchu.

Firma Sandvik Tamrock AB, divize Driltech Mission, patří již dlouhou dobu k tradičním výrobcům ponorných vrtacích kladiv pro stavební a těžební průmysl v celém světě a tato kladiva důvěrně znají zákazníci i v České republice.

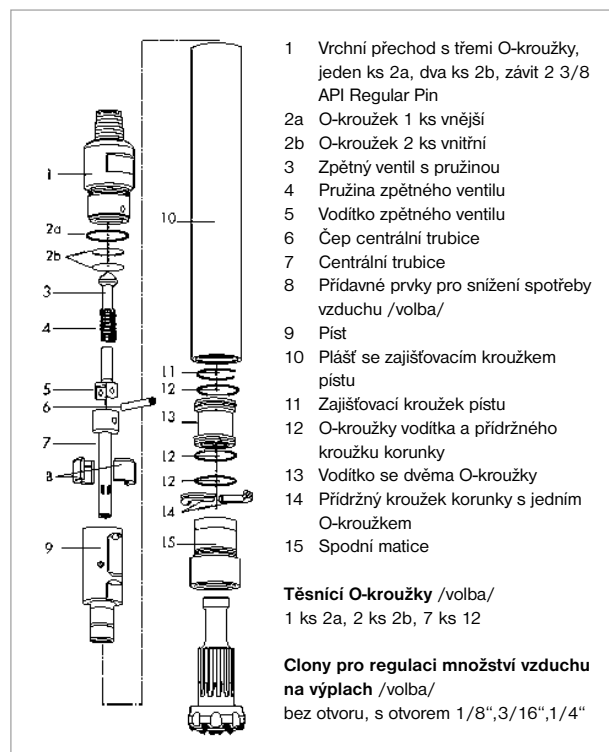
Před dvěma lety firma uvedla na trh první typ kladiva nové generace, který ve svém typovém označení nese název Mission. Toto kladivo bylo vyvinuto na základě poptávky lomařského průmyslu v USA, přičemž hlavním požadavkem zákazníků na nové kladivo bylo zvýšení jeho výkonu a životnosti oproti stávajícímu typu XL a konkurenčním výrobkům. V tomto případě se jednalo o tzv. „šestipalcové“ kladivo Mission 6 s původním rozsahem vrtných průměrů od 165 mm do 178 mm. Nový typ kladiva se velmi rychle prosadil na americkém, australském a později i na evropském trhu, ačkoliv v Evropě se vzhledem k daleko menším „lomařským“ průměrům vrtů toto kladivo začalo uplatňovat zejména při vrtání studní a vrtů pro tepelná čerpadla. Pro tyto účely bylo původně lomařské kladivo Mission® 6 modifikováno na typ Mission® 6W s menším průměrem pláště, zvýšeným průtokem vzduchu a zvětšeným rozsahem vrtných průměrů.

V loňském roce firma Sandvik Driltech Mission uvedla na trh čtyřpalcové kladivo s označením Mission® 40 a letos bude zákazníkům k dispozici pětipalcová verze Mission® 55 a rovněž i osmipalcové kladivo Mission. Třípalcová verze by měla být na trh uvedena v roce 2004.

	průměr vrtu (mm)	hmotnost (kg)	spotřeba vzduchu (l/s) při pracovním tlaku		
			10 bar	18 bar	24 bar
Mission®40	110 - 127 (152)	38	72 - 85	148 - 175	220 - 265
Mission®55	140 - 152 (165)	73	133 - 144	254 - 273	372 - 404
Mission®6W	152 - 254	72	187	358	528
Mission®6	165 - 254	82	163	312	458

Základní technické parametry kladiv Sandvik Mission

V čem spočívá zásadní změna technického řešení nové generace kladiv Sandvik a v čem tkví tajemství úspěchu tohoto nového řešení? Především ve zvýšení účinnosti přenosu energie stlačeného vzduchu do horniny a v unikátním systému rozvodu vzduchu. Přizpůsobením tvaru a hmotnosti pístu tvaru a hmotnosti vrtací korunky došlo k optimalizaci přenosu kinetické energie pístu přes vrtací korunku do horniny (tzv. Mirror Impact Technology), čímž bylo dosaženo zvýšení vrtací rychlosti o 15 – 25 % oproti typu XL a konkurenčním kladivům, přičemž spotřeba vzduchu zůstala zhruba na stejné úrovni. Nový rozvod vzduchu pak umožňuje použití celistvého pláště bez vzduchových kanálů a jeho reverzibilitu, tj. možnost obrácení pláště kladiv



Popis jednotlivých částí ponorného kladiva Mission 40

va po dosažení určitého stupně opotřebení. Tím došlo k prodloužení životnosti celého kladiva a pozvolnějšímu snižování výkonu vlivem opotřebení, neboť po otočení pláště se píst kladiva pohybuje opět v neopotřebovaném válci. K dalším neopomenutelným výhodám pak patří nižší hmotnost vrtacích korunek a absence plastového patního ventilu, který bývá zdrojem častých poruch a při pozdní výměně i důvodem sníženého vrtacího výkonu.

Všechna kladiva nové generace mohou být vybavena osvědčeným systémem Tubex a snadným způsobem lze u nich nastavit zvýšené množství vzduchu na výplach.

Po více než dvouletých zkušenostech s novou generací kladiv Sandvik Mission lze jednoznačně konstatovat, že výrobky tohoto označení představují světovou špičku v tomto oboru a jsou tak důstojnými nástupci předcházejících typů kladiv Sandvik na českém trhu.

Ing. Miloš Svoboda, ROCKTECH, s. r. o.

New generation of submersible hammer drills SANDVIK - MISSION

New generation of submersible hammer drills SANDVIK - MISSION has quickly expanded across the American, Australian and later even European markets and has recently been introduced to the domestic market. A significant qualitative improvement in comparison with the previous type has been achieved mainly through the increased effectiveness of the compressed air energy transfer to the rock and by using a unique system of air distribution.

8. mezinárodní seminář „Zpevňování, těsnění a kotvení horninového masivu a stavebních konstrukcí 2003“ v Ostravě

AKTUALITY

Ze semináře, který se konal ve dnech 13.–14. února 2003, a který pořádaly VŠB-TU Ostrava, Fakulta stavební geotechniky a podzemního stavitelství a firma CarboTech Bohemia, s. r. o., otiskujeme výběr nejzajímavějších příspěvků.

1. okruh - Nové materiály a technologie:

- Bódi, Poštulka, CarboTech Bohemia, s. r. o.: *Injektovatelnost stavebních konstrukcí pomocí polyuretanových pryskyřic* – teoretický výpočet, laboratorní zkoušky i analýza terénních vzorků injektovaných polyuretanů;
- Grossman, CarboTech Bohemia, s. r. o.: *Nové injekční materiály v sortimentu CTB* – pomalureagující polyuretanové pryskyřice CarboPur WX, pružný metakrylátový gel CarboCryl Hv;
- Müller, Hány AG, Švýcarsko: *Contemporary Grouting Equipment* – základní informace o míchačkách, čerpadlech a měřicích zařízeních firmy Hány AG;
- Tzatzki, CarboTech Fosroc GmbH, Německo: *CIPS – A new Permeation Grouting Technology* – informace o novém typu injekční směsi pro zpevňování zemin na bázi tvorby kalcitu in situ.

2. okruh – Zpevňování a těsnění horninového prostředí v hornictví

- Čada, Pavelek, OKD a. s., Důl Lazy: *Vyplňování výlomu komunikujícího se stářinami Wilfoamem K* – technický popis vyplňování volných prostor napěňující cementovou směsí Wilfoam K a polyuretanovými pryskyřicemi;
- Dúbravka, OKD a. s., Důl Darkov: *Přechod tektonické poruchy porubem* – technický popis zajištění výlomu napěňující cementovou směsí Wilfoam K, močovinoformaldehydovou směsí Ekoflex, kotvami Boltex a polyuretanovou pryskyřicí Bevedol S;
- Šebesta, Mikošek, CarboTech Bohemia, s. r. o.: *Využívání prefabrikovaných*

stavebních hmot při zřizování ochranných žeber v polských dolech – popis technologie stavby ochranných pásů s využitím rychletuhnoucí a napěňující cementové směsi Tekblend-Fosroc.

3. okruh – Zpevňování a těsnění horninového prostředí v podzemním stavitelství

- Heřt, Metrostav, a. s.: *Aplikace metody obvodového vrubu s předklenbou v podmínkách poddolovaného území tunelu Březno* – popis zajištění poddolovaného území a čelby pomocí injektáží, sklolaminátových kotev, popis ražby tunelu metodou obvodového vrubu s předklenbou;
- Janíček, Szatanik, CarboTech Bohemia, s. r. o.: *Návrh zajištění předpolí ražby kolektorů metodou Monojet 200* – popis technologie Monojet 200, vrtačka, vrtné nářadí, čerpadla, parametry injektáže, návrh zajištění předpolí ražby kolektorů Ostrava.

4. okruh – Zpevňování a těsnění geotechnických a stavebních konstrukcí

- Barbieri, Sireg, Itálie: *Composite Materials: high and new technologie for ground consolidation* – charakteristika, použití a sortiment sklolaminátových a karbonových kotev;
- Zych, Spyra, Georem, Polsko: *Wzmocnianie podłoża gruntowego metoda iniekcji ciśnieniowej pod nasypy drogowe i obiekty inżynierskie autostrady A4* – zpevňování zemin metodou tryskové injektáže, složení injektční směsi, objemy prací;
- Rheinische Baustoffwerke GmbH, Německo: *ProMineral-ProMont* – „Rock Stabilizer“ – popis vlastností injektční směsi ProMont na bázi α -sádry, metodika měření přídržnosti a stanovení pronikací schopnosti.

Petr Brandejs, Ing. Milan Jeřábek, Zakládání staveb, a. s.

ROCKTECH

ROCKTECH, s. r. o., Jeremiášova 947, 155 00 Praha 5-Stodůlky
tel: 251610213, 602292304, fax: 235520574, 29637635, e-mail: sekr@rocktech.cz

Výhradní distributor nejvýkonnějších ponorných kladiv nové generace
Mission pro Českou republiku.

Využijte našich dlouholetých zkušeností v tomto oboru!



SANDVIK

Driltech
Mission

Nepřímá metoda stanovení filtračního součinitele výpočtem z časového průběhu konsolidace

Metoda eliminuje některé nevýhody, které se vyskytují při použití přímé metody. Například vysokou náročnost na preciznost provedení, délku trvání zkoušky a problémy s vytvořením vyšších gradientů pro nucený průtok vzorkem. Filtrační součinitel je dán následující rovnicí:

$$k = \frac{c_v \gamma_w}{E_{oed}} \quad (1),$$

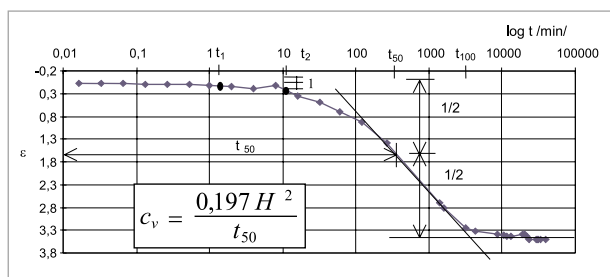
kde c_v je stupeň konsolidace, γ_w je hustota vody a E_{oed} je oedometrický modul deformace. Stanovení stupně konsolidace a oedometrického modulu se většinou provádí pomocí jednodimenzionální odvodněné konsolidace (obr. 1). Kde H je poloviční výška vzorku (oboustranně drénovaného), d je průměr vzorku, ε je poměrná deformace a σ_z je svislé napětí.

Oedometrický modul deformace je vyjádřen následující rovnicí:

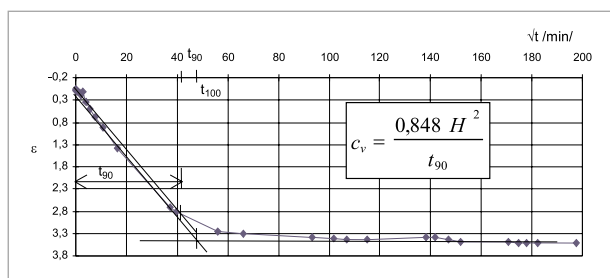
$$E_{oed} = \frac{\Delta \sigma_{ef}}{\Delta \varepsilon} \quad (2),$$

kde $\Delta \varepsilon$ je přírůstek poměrné deformace vyvolaný přírůstkem efektivního přitížení $\Delta \sigma_{ef}$.

Pro určení stupně konsolidace je nutné stanovit dobu přechodu primární konsolidace v konsolidaci sekundární. Podle metody (1) Casagrandeho nebo (2) Taylora a s pomocí Terzaghiho teorie jednodimenzionální konsolidace určíme hodnotu stupně konsolidace (obr. 2 a 3).



Obr. 2: Casagrandeho metoda (log t metoda)



Obr. 3: Taylorova metoda ($\sqrt{t}$ metoda)

V uvedených rovnicích je t_{50} čas potřebný k dosažení 50% filtrační konsolidace a t_{90} k dosažení 90% filtrační konsolidace. Při laboratorním stanovení byl sledován vztah mezi hodnotou filtračního součinitele a velikostí objemové hmotnosti vysušené zeminy. Objemová hmotnost vysušené zeminy je dána rovnicí:

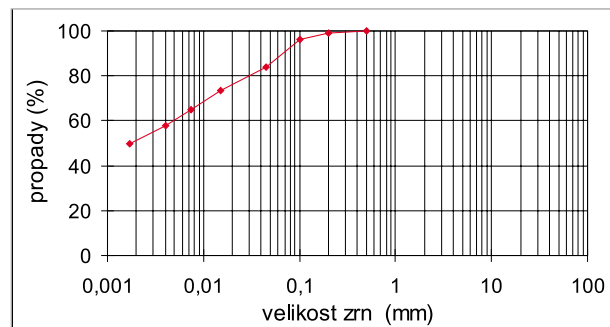
$$\rho_d = \frac{m_d}{V} \quad (3),$$

kde m_d je hmotnost pevných částic zeminy a V je objem zeminy.

Základní charakteristiky a příprava zkoumaného vzorku

Pro stanovení filtračního součinitele byl použit bentonit, který byl dodán firmou Keramost a. s. z Mostu. Základní typ, vápenato-hořečnatý bentonit, byl aktivován sodou. Výsledný aktivovaný Na^+ bentonit je obchodně označen jako G/2.

Základní charakteristiky zkoumaného vzorku jsou: mez tekutosti $w_L = 326 \%$, mez plasticity $w_p = 40 \%$, index plasticity $I_p = 286 \%$, index koloidní aktivity jilu $I_a = 5,4$ a měrná hmotnost zrn zeminy $\rho_s = 2738 \text{ kg/m}^3$. Křivka zrnitosti je zobrazena na obr. 4.



Obr. 4: Křivka zrnitosti zkoumaného vzorku



Obr. 5: Zkoumaný vzorek

Suchý, práškový bentonit (obr. 5) byl smíchán s vodou tak, aby vznikla jílová kaše.

Bentonit po přidání vody mění svoji strukturu (voda se váže v mřížce) a tak, přestože je konzistence suchá či měkká,

vzniká kaše. Konzistence bentonitu umožňuje snadné vyplnění formy a eliminuje vznik vzduchových bublin ve zkoumaném vzorku. Připravený vzorek má následně stupeň saturace = 1. Stupeň saturace byl po ukončení měření znovu kontrolován. Po vyplnění formy byla velká pozornost věnována zarovnání povrchu, na který byla následně uložena filtrační destička. Případné nerovnosti povrchu by byly zdrojem nepřesností při měření poměrných deformací. Protože byl také sledován vztah mezi filtračním součinitelem a objemovou hmotností vysušené zeminy, byla pro jednotlivá měření volena rozdílná počáteční hodnota objemové hmotnosti vysušené zeminy, neboli vlhkost zkoumaného vzorku (70 – 200 %).

Laboratorní stanovení

První měření bylo provedeno v klasickém oedometru (Edp.). Zkoumaný vzorek byl 0,03 m vysoký a jeho průměr byl 0,1125 m. Nejvyšší napětí, které zde bylo dosaženo, mělo hodnotu 0,7 MPa.

Druhé měření bylo uskutečněno v reologickém lisu (Rep.). Pro uložení vzorku byla použita stejná oedometrická krabice jako v prvním případě, a proto měl zkoumaný vzorek stejnou velikost. Díky jiným pákovým převodům při zatížení vzorku bylo při měření v reologickém lisu dosaženo vyššího napětí: 3,2 MPa.

Nakonec byl součinitel konsolidace a oedometrický modul deformace stanoven pomocí vysokotlakého lisu (Hp). Aby bylo možné použít vysokých napětí a tím zároveň dosáhnout vyšších hodnot objemové hmotnosti vysušené zeminy, byly vytvořeny dvě nové komory pro uložení měřeného vzorku (komory byly rozdílné kvůli



Obr. 6: První komora pro vysokotlaký lis (menší vzorek)



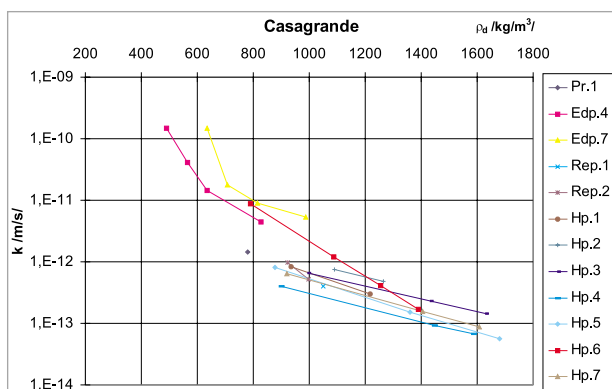
Obr. 7: Druhá komora pro vysokotlaký lis (větší vzorek)

eliminaci vlivu velikosti vzorku na naměřené hodnoty) (obr. 6 a obr. 7). Nejdříve byla vytvořena první komora pro uložení vzorku o průměru 0,038 m a výšce 0,01 m. U první komory bylo použito maximální napětí 13 MPa. U druhé komory měl zkoumaný vzorek průměr 0,0750 m a výšku 0,06 m. Nejvyšší použité napětí mělo hodnotu 31 MPa. V jednotlivých krocích bylo postupně zvyšováno normálové napětí a pro jednotlivé intervaly

přetížení vypočítána hodnota c_v a E_{oed} . Ze znalosti počáteční vlhkosti, která byla určena pomocí hmotnostního podílu vysušeného a zkoumaného vzorku a objemu vzorku, bylo možné určit objemovou hmotnost vysušené zeminy. Ta byla určena pro jednotlivé intervaly měření, a tím bylo možné určit její změnu vyvolanou deformací vzorku. Hodnota stupně nasycení, která byla rovna jedné, byla vždy ještě zkontrolována po skončení celého cyklu zkoušky. Z rovnic a předpokladů uvedených výše bylo možné následně stanovit hodnotu filtračního součinitele.

Výsledky laboratorních testů

Výsledky laboratorních testů pro stanovení součinitele konsolidace dle Casagrandeho jsou zobrazeny na obr. 8. Pro informaci je zde také zobrazena hodnota filtračního součinitele, která byla získána přímým měřením za použití univerzálního propustoměru (Pr.). Stanovení filtračního součinitele bentonitů metodou výpočtu z časového průběhu konsolidace zeminy se jeví jako velmi slibné. Tato metoda vylučuje některé ze závažných chyb (časová náročnost, zanesení vzorku), které se objevují při přímém měření filtračního součinitele v propustoměru. Dosažené výsledky jsou závislé na počáteční vlhkosti, objemové hmotnosti vysušené

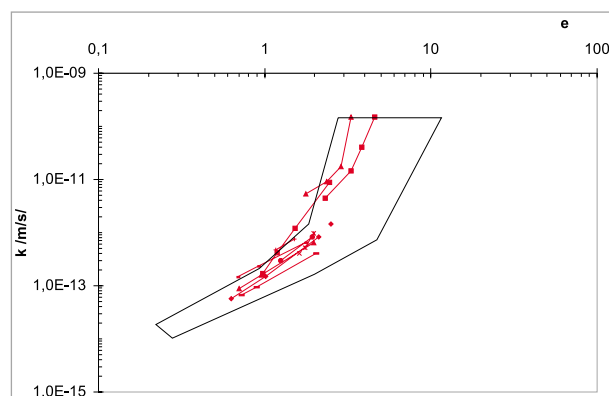


Obr. 8: Laboratorní výsledky (c_v dle Casagrandeho)

zeminy a použitím normálovém napětí. Nejnižších hodnot filtračního součinitele bylo dosaženo pro vyšší napětí, které bylo použito ve vysokotlakém lisu. Tuto metodu je možné doporučit jako relativně rychlou a vhodnou pro měření extrémně nízkých hodnot filtračního součinitele (10^{-12} – 10^{-14} m/s). Pomocí prezentované metody je také možné stanovit závislost filtračního součinitele a objemové hmotnosti vysušené zeminy na jediném zkoumaném vzorku. Zároveň byla prokázána závislost hodnoty propustnosti na hodnotě objemové hmotnosti vysušené zeminy. Pro nejvyšší hodnoty ρ_d dostáváme nejvyšší hodnoty k .

Porovnání naměřených hodnot

Stanovené hodnoty filtračního součinitele byly porovnány s výsledky, které jsou uvedeny v odborné literatuře. Pro srovnání bylo nutné hodnoty objemové hmotnosti vysušené zeminy přepočítat na hodnoty čísla pórovitosti. Výsledné porovnání je uvedeno na obr. 9, kde je patrná poměrně dobrá korespondence.



Obr. 9: Porovnání výsledků

Závěr

Z laboratorních měření a grafického vyhodnocení je evidentní, že filtrační součinitel pro vysoké hodnoty objemové hmotnosti vysušené zeminy klesá exponenciálně.

Jako největší problém při stanovení hodnoty filtračního součinitele bentonitů se jeví udržení minimálních oscilací použitých napětí. Dalším možným zdrojem nepřesností je určení stupně konsolidace, při kterém se u vyhodnocení používá grafických metod. Proto je dobré používat obě dvě metody a mezi sebou je porovnávat.

Poznámka autora: Vzhledem k omezenému rozsahu článku nebylo možné uvést poměrně rozsáhlou použitou odbornou literaturu, kterou na požádání rád poskytnu na adrese: kostalj@email.cz.

Ing. Jiří Košťál, Ph.D.

Laboratory determination of the permeability coefficient

The limitations of transport of contaminated leaches from wastes in the ground areas can be influenced by building a sealing barrier, which has currently been associated with the use of bentonite. The article provides information about the laboratory determination of the permeability coefficient of activated Na⁺ bentonite. An indirect method of determining the permeability coefficient through the calculation based on the consolidation development in time was used. This method can be recommended as relatively quick and useful for measuring extremely low values of permeability coefficient (10^{-12} – 10^{-14} m/s).

Pražský hrad – sledování deformací základových konstrukcí a podloží novou metodou

TEORIE A PRAXE

Článek popisuje metodu vysoce přesného měření prostorových deformací základů a podloží staveb ve vrtech vystrojených speciálními pažnicemi. Díky způsobu měření je možné vystihnout jak poměrná, tak celková přetvoření prostředí podél vystrojené linie. Jsou zde popsány varianty měřicích sond a je uveden příklad prvního užití metody v ČR v areálu Pražského hradu.

Sledování prostorových deformací

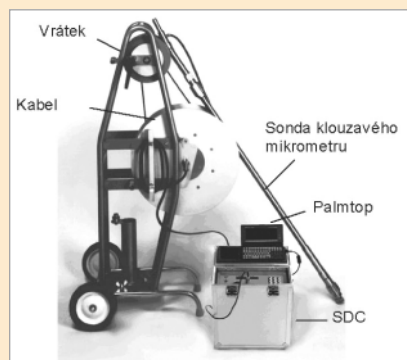
Sledování přetvoření zemního tělesa s ohledem na vývoj prostorových deformací v čase je možné provádět v několika úrovních podrobnosti a přesnosti. Geodetická měření poskytují údaje o přetváření pouze na povrchu území a vyžadují zřízení nového, nebo využití stávajícího systému vztažných bodů.

Měření uvnitř masivu jsou možná zpravidla vždy jako kombinace svislých a vodorovných deformací vztažených buď k povrchu území a geodetickému zajištění zhlaví nebo k stabilnímu podloží tvořenému zejména horninami skalního podkladu.

Kombinace různých variant víceúrovňových extensometrů s přesnou inklinometrií nebo osazeným řetězcem náklonměrných čidel poskytují zvláště v případě svislých přetvoření dosti přesné informace, ale jejich vypovídací schopnost je snížena malým počtem měřených úrovní. Nevýhodou inklinometrických měření je problém s reprodukovatelností polohy sondy ve vystrojeném vrtu jako důsledek zajištění polohy pomocí pancéřovaného kabelu s polohovými značkami. Při běžném užívání nejsou však tyto problémy na závadu. Variantou měření s vysokou přesností a významně vyšší podrobností (relativní přetvoření po 1 m délky) je liniové měření ve vrtech se speciální výstrojí, užívané na Stavební fakultě ČVUT v Praze (dále FSv).

Popis měřicího zařízení

Základem vybavení (obr. 1) je měřicí sonda tzv. klouzavého mikrometru, která slouží k měření osových deformací speciálních pažnic. Zavěšena je na pancéřovaném kabelu a ovládána pomocí vodících duralových tyčí (na obr. 1 nejsou zobrazeny). Provlékání sondy pažnicemi je umožněno výřezy v sondě a v měřicích značkách při pootáčení z měřicí do provlékací polohy a zpět. Pootáčení sondy a její vedení zajišťuje řetěz na spodní části sondy. Základová konstrukce stavby a podloží jsou spojeny s měřicími pažnicemi jílocementovou injektáží. Pomocí vystrojeného vrtu, který prochází základem stavby nebo tělesem zemní či betonové hráze do podloží, je tak možné sledovat prostorové deformace, určit například aktivní poruchové zóny a trhliny ve hrázi. Díky tvaru pažnice a teleskopicky nasazeným spojům je přetvoření prostředí ve směru pažnice přenášeno na spojky, které mají uvnitř měřicí značky ve tvaru kužele. Vysoké přesnosti měření a reprodukovatelnosti polohy sondy je dosaženo kombinací dosedacích ploch – kužele v měřicí značce a koule na hlavicích sondy. Pro snížení citlivosti na teplotu při měření a kalibraci obsahují sonda i kalibrační zařízení prvky z invarové oceli. Kalibrace se provádí vždy před a po provedení sady měření.



Obr. 1: Souprava měřicího zařízení, ©Solexperts AG, [4]

Příčné deformace jsou měřeny inklinometrickou sondou o stejné délce základny (1 000 mm), u které je zajišťována poloha ve vystrojeném vrtu pomocí měřicích značek klouzavého mikrometru. Zvýšení přesnosti měření je dosaženo díky velmi

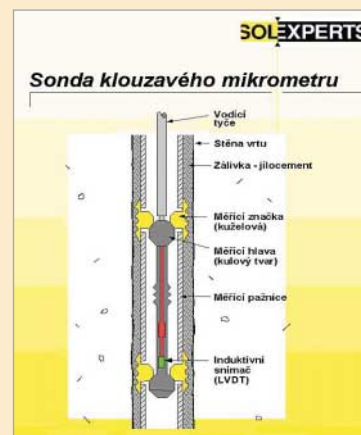
dobré reprodukovatelnosti polohy sondy a kvalitě provedení kombinované pažnice s obvyklým systémem čtveřice vodících drážek. Pro měření se využívá stejného zařízení jako na obr. 1.

Měřicí sonda je určena pro ruční měření a je dodávána v několika typech a variantách:

- **Mikrometrická měřicí sonda** (obr. 2) s měřicím rozsahem ± 10 mm, délkou základny 1 000 mm, citlivostí na změnu 0,001 mm/m a přesností 0,003 mm/m. Sonda má vestavěný snímač teploty a je vodotěsná do 15 barů. Užívána je na FSv.
- **Deformetrická měřicí sonda** s měřicím rozsahem až 100 mm/1 m, citlivostí 0,01 mm/1 m, přesností 0,03 mm/m. Sonda je velmi štíhlá a je vodotěsná do 15 barů. Užívána je na FSv.
- **TRIVEC** – kombinace výše uvedené mikrometrické sondy a dvojice velmi přesných inklinometrických čidel – současně jsou měřeny 3 vektory posunů (ve směru pažnice a 2x v příčném směru).

Ruční měření mohou odhalit místa koncentrovaných deformací jako poruchové zóny, degradované horniny v základové spáře, vrstvy stlačitelných zemin apod. V těchto případech je možné vložit do měřicích pažnic tzv. FIM (Fixed-In place-Micrometer) s délkou základny 1 nebo 2 m, přemostit místo zvýšených deformací a napojit FIM do automatizovaného monitorovacího systému. Do jednoho vystrojeného vrtu je možné vložit až tři snímače.

Měřicí pažnice jsou dodávány v délkách po 1 m s jednou měřicí značkou. Při vystrojování se obvykle pro urychlení smontují do 2 – 3 m kusů, které se postupně spojují a spouštějí do vrtu (obr. 3). Při montáži je pažnice zajištěna vidlicí. Pažnice se spojují



Obr. 2: Řez sondou v měřicí poloze, ©Solexperts AG, [4]



Obr. 3: Smontované měřicí pažnice před spuštěním do vrtu MPD 01, katedrála sv. Víta, 29. 11. 2001

zainjektování a sednutí směsi se nalepí vodotěsný uzamykatelný uzávěr měřicí výstroje a svrchní část se obetonuje.

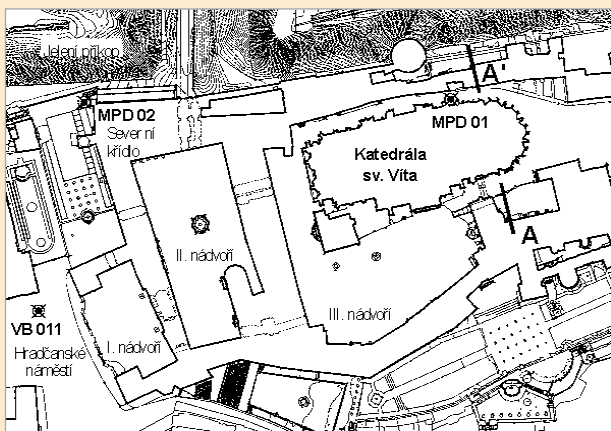
Možnost propojení geotechnických a geodetických metod sledování

V roce 2001 byl proveden vrt procházející základovou konstrukcí katedrály sv. Víta a byla zahájena periodická měření přetvoření, následovalo provedení vrtu na západní straně Severního křídla



Obr. 4: Spojování měřicí pažnice pomocí teleskopických spojek, vrt MPD 02, 26. 7. 2002

Pražského hradu s cílem dlouhodobého sledování vývoje deformací [2] včetně nové konstrukce vztažného bodu pro geodetická měření na Hradčanském náměstí (obr. 5). V katedrále Sv. Víta jsou sledovány geodeticky čtyři vystrojené profily uvnitř chrámové lodě. Uvedená měření byla dosud relativní a jsou nyní připojována k vztažným bodům. Vysoká přesnost geotechnických měření a dostatečné vetknutí měřicí výstroje do horního skalního podkladu umožňuje velmi dobrou definici polohy zhlaví vrtu vůči tzv. pevné patě. Podmínku zachování vysoké přesnosti při přenosu svislého a vodorovných posunů na vztažný bod ve zhlaví vrtu zajišťuje přípravek vyvinutý na FSv (obr. 6)



Obr. 5: Situace měřících vrtů a nového typu vztažného bodu v areálu Pražského hradu

pomocí čtveřice šroubků (obr. 4), spoj se zatesní plastovou páskou a pažnice se spustí o délku namontované části.

Po spuštění celé výstroje do vrtu je nutné provést kontrolní proměření před injektáží. Pažnice se dodávají v různém provedení podle požadavků objednatele: s kovovými nebo plastovými měřicími značkami, pro sledování osových nebo prostorových deformací. Po

a umístění zhlaví v tuhém prostředí – v betonové patce nebo v ocelové pažnici se zabetonovanou měřicí pažnicí na délku max. 2 m.

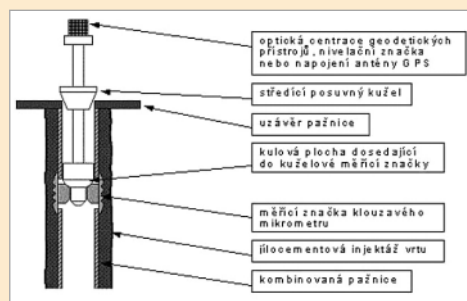
Podmínkou navázání geodetických měření na výsledky geotechnických měření je nutnost opakované realizace „charakteristického bodu pažnice“ ve zhlaví vystrojeného vrtu pomocí vložek podle obr. 6. Jeho určení umožní centraci geodetických přístrojů (teodolitu, univerzálního elektronického teodolitu) a pomůcek (odrazný hranol, cílový znak apod.) pro měření. Na vystředěném trnu je shora kulová plocha jako nivelační značka a zápich pro optické centrování při měření ze stativu (obr. 7).

V areálu FSv byl zřízen testovací vrt k ověření reprodukovatelnosti měření, ověření přesnosti navrženého provedení instrumentace vztažných bodů pro geodetická měření a zkoušení úprav pro zajištění co nejvyšší přesnosti prováděných měření.

Závěr

Pro vysokou citlivost a přesnost bylo měření klouzavým mikrometrem a inklinometrem užito poprvé v areálu Pražského hradu ke sledování deformací základů a podloží s cílem dlouhodobě ocenit roli podloží na chování vybraných objektů. U historických objektů je chování ovlivněno řadou procesů, které je obtížné charakterizovat a následně tak posuzovat závažnost jejich vlivu na vývoj technického stavu. Dlouhodobé sledování časového vývoje deformací celých objektů a významných trhlin umožňuje rozlišení cyklického přetváření a přetváření, které může vykazovat rozvojové trendy. Příklady vyhodnocení měření jako poměrného přetvoření osového a součtového (sedání) v závislosti na hloubce jsou uvedeny na obr. 8, kde jsou zde patrné dvě oblasti zvětšených deformací, a to při povrchu a pod základovou spárou (cca 5 m). Je vysoce pravděpodobné, že původ deformací je ve změnách teplot a zatížení. Vrt je situován ve Vikářské ulici na Pražském hradě a prochází základem opěrného systému chrámové lodi a konstrukce zastřešení.

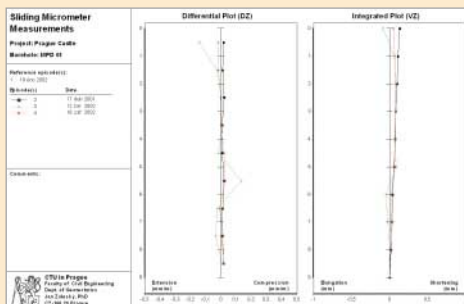
Základem popisu chování konstrukce je vystižení změn měřených hodnot v ročním cyklu a jejich upřesňování v následujících obdobích včetně odlišení rozvojových trendů. Tento požadavek klade vysoké nároky na přesnost a stabilitu měření. Proto je věnována zvýšená pozornost i zkouškám reprodukovatelnosti



Obr. 6: Vložka do měřicí pažnice pro napojení geodetických měření



Obr. 7: Pohled na zhlaví vrtu, který je využíván jako vztažný bod pro geodetická měření, Rabenov 25. 11. 2002



Obr. 8 Příklad vyhodnocení měřených dat pomocí programu TRICAL - katedrála Sv. Víta, vrt MPD 01

ploty v průběhu ročních období a patří k běžným projevům konstrukcí. Toto chování zpravidla není významně nebezpečné, ale může vést k šíření poruch v důsledku únavy materiálu a k jeho zrychlenému stárnutí. Druhý případ svědčí o rozvoji poruch vyvolaných vnějšími vlivy (například velmi pomalé svahové pohyby, degradace materiálu pod základovou spárou), nebo je projevem změn v konstrukci objektu, které mohou být nebezpečné a které je nutné analyzovat.

Poděkování autora: Tento článek vznikl díky podpoře projektu „Systém sledování technického stavu historických budov a predikce jeho vývoje s aplikací na území Pražského hradu“ GAČR č. 103/01/1045 a za přispění výzkumného záměru MSM 210000001 k instrumentaci testovacího vrtu a budoucího měřicího polygonu u Stavební fakulty.

telnosti měření a ověřování měřených hodnot. V prvním případě, cyklickém – „standardním“ – chování se jedná zejména o důsledky změn te-

Ing. Jan Záleský, CSc., ČVUT Praha, Fakulta stavební,
Katedra geotechniky, e-mail: zalesky@fsv.cvut.cz

Foto: autor

Literatura:

- [1] Záleský, J., Chamra, S., Dobeš, Č., Mráz, J.: Rozbor příčin poruch a rizik u vybraných objektů Pražského hradu. Sb. příspěvků konf. Zakládání staveb Brno 2001. Brno 2001, ISBN 80-7202-217-3, str. 193-196.
- [2] Záleský, J., Dobeš, Č., Mráz, J.: Projekt instrumentace pro měření prostorových deformací. Katedrála svatého Víta a Matheyho pilíř. ČVUT v Praze, Stavební fakulta, katedra geotechniky, Praha 2001.
- [3] Záleský, J., Chamra, S., Pospíšil, J., Štroner, M. & Demel, J.: System of long-term monitoring of historical buildings in the Prague Castle Area. Proc. 2nd Int. Conference on Soil Structure Interaction in Urban Civil Engineering, COST Action 7, Zürich, ISBN 3-00-009169-6, Vol. 2, 2002, pp. 497-500.
- [4] Firemní materiály Solexperts AG, Schwerzenbach, Švýcarsko.

Prague castle – monitoring deformations of foundation constructions and subsoil using a new method

This article describes a method of highly accurate measurement of spatial deformations of foundations and construction subsoils in boreholes fitted with special casings. Due to this method of measurement it is possible to perceive both proportional and overall transformations of the environment along the fitted line. The article describes alternatives of measuring sounds and gives an example of the first use of this method in the Czech Republic on the grounds of Prague Castle.



Moderní řešení geotechnických měření

Solexperts AG nabízí nová řešení instrumentace a monitoringu stavebních jam a výrubů, pozemních staveb, mostů, nestabilních svahů, přehrad a tunelů. S užitím našich přístrojů, systémů sběru dat a know-how zajišťujeme našim zákazníkům nejvhodnější a nejehospodárnější řešení všech typů úloh geotechnického monitoringu.



Solexperts GeoMonitor System je automatický systém pro sběr, zpracování a prezentaci naměřených dat v reálném čase od až stovek přístrojů a snímačů všech typů. GeoMonitor obsluhuje námi dodané přístroje a zařízení včetně jiných dříve instalovaných na stavbě. GeoMonitor je přední systém sběru dat pro začlenění robotizovaných nivelačních přístrojů a totálních stanic.



Solexperts Data Visualisation Software (DAVIS) pro rychlou informaci a snadné vytváření přehledů a zpráv o probíhajících monitorovacích akcích a naměřených datech.

Přístroje pro geotechnická měření zahrnují námi patentované sondy pro liniová měření přetvoření s vysokou přesností. Nabízíme provádění instalací a měření i zaškolení jako doplněk k našim přístrojům.



Solexperts AG Switzerland
Schulstrasse 5, Postfach 230
CH-8603 Schwerzenbach
Fon ++41(0)1 806 29 29
Fax ++41(0)1 806 29 30
contact@solexperts.com/www.solexperts.com

Kriváň – rekonstrukce a dostavba objektu na nám. I. P. Pavlova

OBČANSKÉ STAVBY

Rozsáhlá rekonstrukce objektu bývalého hotelu Kriváň stojícího na náměstí I. P. Pavlova s jednou fasádou směrem do ulice Legerovy je v současné době realizována firmou Bouygues. Statické zajištění hluboké stavební jámy s komplikovanou dispozicí uprostřed okolní zástavby a v blízkosti objektu metra provedli na základě vlastní projektové dokumentace koncem roku 2002 pracovníci Zakládání staveb, a. s.

Původní objekt byl již několik let uzavřen a postupně chátral. Dlouho se hledal investor, který by na tomto lukrativním místě v centru Prahy dokázal vybudovat nový, moderní, ekonomicky soběstačný objekt. Nakonec byl vybrán projekt, který navrhoval ponechat z původního objektu pouze obě historické fasády a celý vnitřní prostor demolovat a vytěžit až na hloubku téměř 13 m pod úroveň náměstí. Pro výstavbu byla zvolena metoda „top and down“, v České republice zatím ojedinělá.

Vlastní stavební jámu bylo nutné zajistit pomocí rozsáhlé škály metod speciálního zakládání od vrtaných pilot a mikropilot přes pramencové kotvy a kotevní trny až po tryskovou injektáž, sloužící k podchycení stávajících základů a stříkaný beton, vyztužený sítí zajišťující pažené plochy. Statické zajištění muselo též eliminovat negativní dopady na stanici metra v těsném sousedství stavební jámy směrem do ulice Legerova.

ZAJIŠTĚNÍ STAVEBNÍ JÁMY A ZALOŽENÍ OBJEKTU – PROJEKT

Staveniště se nalézá na nároží bloku domů ohraničených ulicí Legerovou a náměstím I. P. Pavlova. Půdorysně má tvar písmene „L“ a zaujímá prostor tří domů, z nichž jeden byl známý hotel Kriváň, dříve Gráv. Objekty měly pět nadzemních a jedno podzemní podlaží. Vzhledem k velmi špatnému technickému stavu bylo rozhodnuto o jejich demolici, přičemž zachovány zůstaly pouze uliční fasády a prostor bývalé secesní kavárny o dvou nadzemních a jednom podzemním podlaží. Ponechané uliční fasády byly zajištěny ocelovou příhradovou konstrukcí a postupně zabudovány do nového objektu o sedmi nadzemních a čtyřech podzemních podlažích.

Předmětem prováděcího projektu vypracovaného projekční kanceláří FG Consult, s. r. o. a posléze i realizace provedené firmou Zakládání staveb, a. s. bylo zajištění stěn stavební jámy a rovněž i částečné založení objektu.

Situace, výchozí podmínky

Stavební jáma byla díky ponechaným uličním fasádám situována prakticky ve vnitrobloku a po celém obvodu zastavěna. Její hranici tvořily zčásti již zmíněné ponechané konstrukce původních domů, zčásti štítové zdi navazujících objektů a dále pak dvou až třípodlažní nepodsklepené objekty dvorní zástavby. Úroveň stávajícího terénu Legerovy ulice a náměstí I. P. Pavlova v okolí stavební jámy se nalézá na kótách $\pm 0,0$ až $-1,5$ m.



Ocelové ztužení ponechané památkově chráněné fasády původního objektu

Sousední domy mají jeden suterén s podlahou na kótě cca $-4,6$ m. Podlaha podzemního podlaží v prostoru ponechané kavárny je na kótě $-3,8$ m. Rovnoběžně s ulicí Legerovou je situována stanice metra I. P. Pavlova. Hrana stanice probíhá ve vzdálenosti cca 2,7 m od líce ponechané zdi a základová spára stanice je cca 9 m pode dnem projektované stavební jámy. Podle vyjádření Metroprojektu, a. s. je konstrukce stanice v příčném řezu poměrně měkká, jelikož nebyla dimenzována na jednostranné zatížení zemním tlakem. Maximální dovolená horizontální deformace v těchto partiích byla limitována hodnotou 3 mm.

Geologické a hydrogeologické poměry

Povrch skalního podloží, tvořeného libeňskými břidlicemi (R4/R3), se nachází v hloubce 5,3 až 7,3 m pod úrovní terénu. V nadloží se nalézají písky až písčité štěrky a písčítokamenité zahliněné navážky.

Hladina podzemní vody zde nevytváří souvislý horizont. Hydrogeologický průzkum doporučoval uvažovat hladinu cca 6 m pod terénem. Voda je slabě agresivní na betonové konstrukce z důvodů zvýšeného obsahu síranů -360 mg/l.

Projekt zajištění stavební jámy

Dno budoucí stavební jámy je na kótě -12,9 m s lokálními prohloubeními až na -14,85 m. Stěny stavební jámy byly zajištěny v převážné části obvodu pomocí **železobetonových vrtaných pilot**, pouze podél objektu ponechané kavárny jsou z dispozičních důvodů použity **trubkové mikrozápory**.

Vzhledem k tomu, že stěnu rovnoběžnou se stanicí metra nebylo možno kotvit, bylo její stabilitu nutno zajistit rozepráním. Přikotvení bylo použito pouze v místě budoucích ramp. Výše uvedená fakta vedla vyššího dodavatele stavby, firmu *Bouygues batiment*, k rozhodnutí realizovat stavbu takzvanou metodou „top and down“, protože jedině tak mohlo být dosaženo potřebného rozeprání.

První fáze – předvýkop na úroveň 2. PP a podchycení kavárny

Před provedením předvýkopu na úroveň stropu 2. PP bylo nutné objekty, jejichž technický stav provedení předvýkopu neumožňoval, podchytit tryskovou injektáží, dále podepřít zeď podél Legerovy ulice šikmými vzpěrami ze staveniště a zhotovit mikrozáporové stěny podél ponechané kavárny.

Mikrozáporová stěna sestávala z ocelových trub $\varnothing 133/10$ mm v osové vzdálenosti 70 cm.

Prováděním z úrovně o cca 3 m vyšší než byla základová spára kavárny a mírným sklonem mikrozápor bylo dosaženo posunutí líce pažení téměř do roviny podchytávané zdi. V mocnosti

šterkopískové terasy pak bylo mikrozáporové pažení doplněno zpevněním zeminy v podzákladí tryskovou injektáží. To umožnilo přenést svislé zatížení hlouběji na kvalitnější skalní podloží a výrazně zvýšit ohybovou tuhost jinak velmi měkkých mikrozápor.

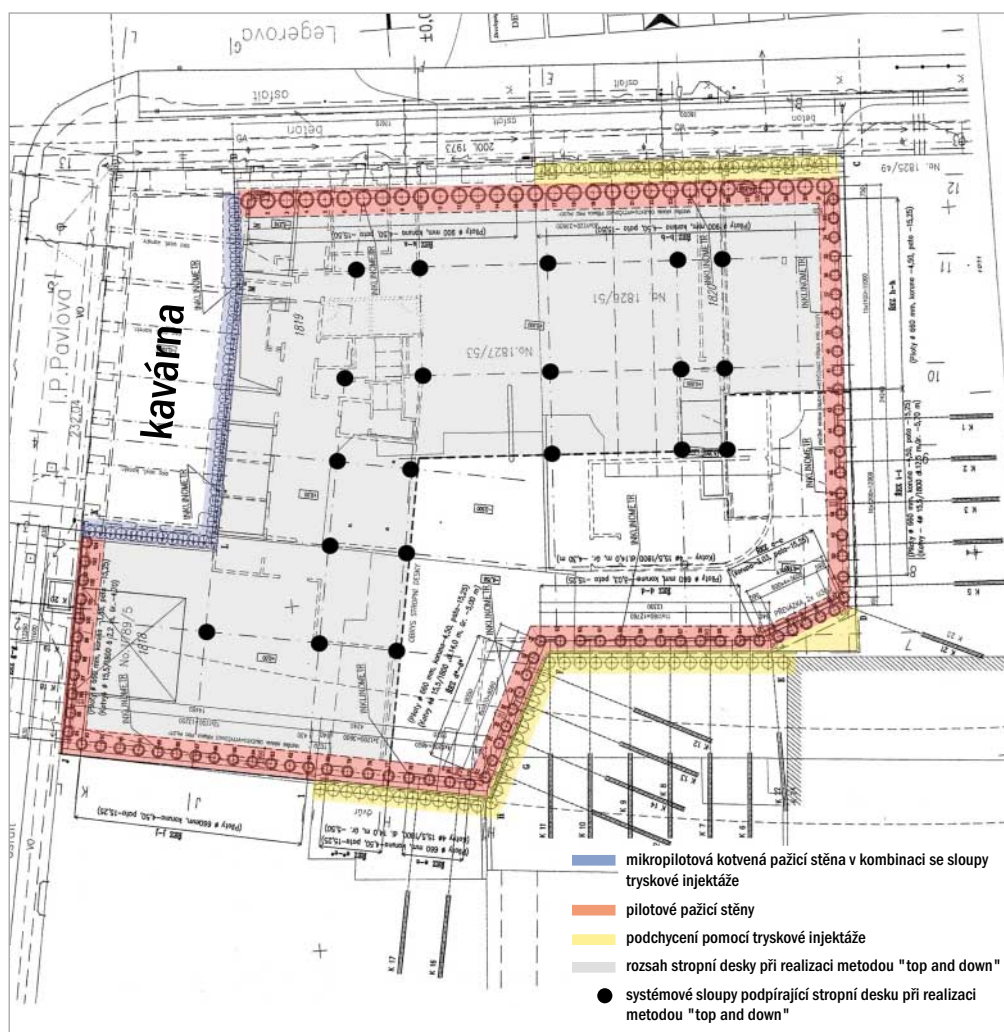
Druhá fáze – pažící obvodové piloty, betonáž stropů a výkopové práce

Z úrovně stropu 2. PP byly do předvrtů osazeny sloupy nosné konstrukce budovaného objektu (viz následující kapitola „Projekt založení objektu“) a pažící obvodové piloty. S ohledem na požadavek minimálních deformací pažící stěny rovnoběžné s ulicí Legerovou a těsně sousedící se stanicí metra byla tato pilotová stěna provedena z železobetonových vrtaných pilot průměru 900 mm. Ve zbytku obvodu stavební jámy byly použity piloty průměru 640 mm s osovou vzdáleností 1 100 až 1 200 mm (beton kvality C 20/25-XA1). V dalším kroku následovala betonáž stropu 2. PP a stěn i stropu 1. PP. Po dostatečném zatuhnutí betonu se pokračovalo výkopem pod stropem 2. PP, betonáží stropů 3. PP a výkopem pod stropem 3. PP až na dno stavební jámy. Současně probíhala i výstavba vyšších pater. O dobré organizaci celé stavby svědčí skutečnost, že prakticky ve stejné době probíhalo dokončování nejvyššího nadzemního podlaží a betonáž základové desky.

Stěny stavební jámy, které nebyly rozeprány stropy, byly ve dvou úrovních kotveny. V horní úrovni v každé druhé mezeře mezi

pilotami podle velikosti zatížení 3 a 4 pramencovými předpjatými zemními kotvami s injektovaným kořenem, v dolní úrovni pak ve stejných roztečích trny z betonářské oceli $2 \varnothing 25$, vloženými do cementové zálivky vrtu.

Kotvení je konstrukce dočasná, po dokončení vestavby funkci kotev přebírají vodorovné konstrukce vestavěného objektu. Piloty jsou trvalé a po dokončení vestavby budou přenášet částečně svislé zatížení. Obnažený povrch pilotových stěn bylo navrženo v celém rozsahu opatřit stříkaným betonem vyztuženým sítí z betonářské oceli (u mikrozáporové stěny v rozsahu obnaženého skalního povrchu). Pod stříkaný beton v pilotové stěně byly do každé třetí mezery mezi pilotami osazeny svislé drény (v mikrozáporové stěně ve vzdálenosti po 3 m).



Půdorys objektu s vyznačením provedených technologií speciálního zakládání

Kontrolní měření a sledování okolních objektů

Objekty v okolí stavební jámy, resp. jejich deformace, byly periodicky geodeticky sledovány po celou dobu výstavby. Pro monitorování deformací pažení v průběhu výstavby bylo navrženo osadit po obvodě pažení do pilot 10 inklinometrů. Kotevní síly byly sledovány pomocí dynamometrů osazených v hlavě kotvy nejbližší k danému inklinometru. Měření byla prováděna vždy při změně výkopové úrovně či po změně kotevní síly. Výsledky měření prokázaly správnost návrhu i provedení. Naměřené hodnoty dosahovaly cca 70 % hodnoty předpokládané ve statickém výpočtu.

Ing. Karel Staněk, FG Consult, s. r. o.



Práce z úrovně 1. PP nově budovaného objektu, hloubení pilot a osazování sloupů

Projekt založení objektu

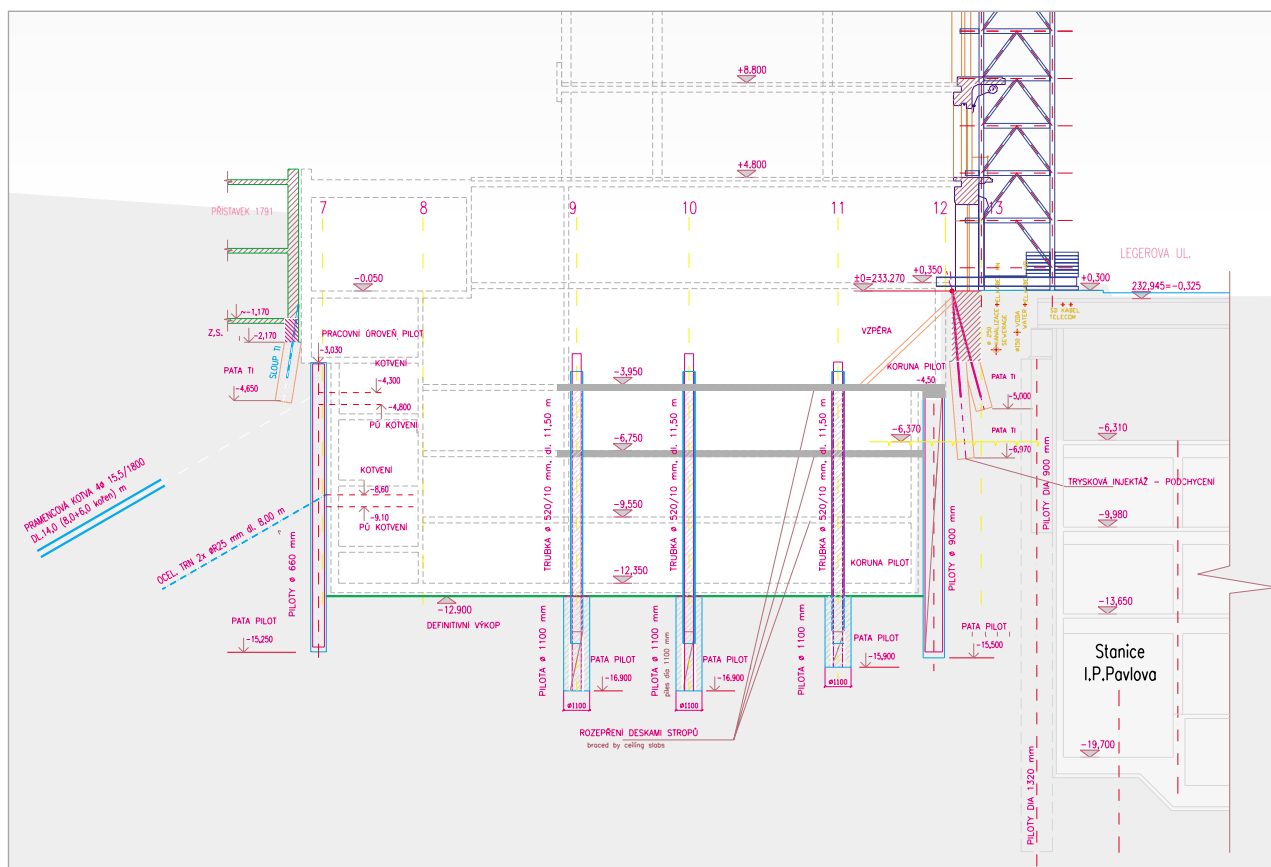
Založení jeřábu

Věžový jeřáb Liebherr 120 HC podhákové výšky 40,1 m s vyložení 35,0 m byl vzhledem ke stísněným dispozičním poměrům umístěn do prostoru stavební jámy a zakotven do monolitického železobetonového základového bloku rozměrů 5,0 x 5,0 x 1,4 m. Ten byl podepřen čtyřmi svislými ocelovými sloupy (podélně svařované trubky 520/10 mm délky 14,0 m z oceli S235) osazenými na hloubku cca 1,85 m do pilot průměru 900 mm, vetknutých cca 3,0 m do skalního podloží pod úroveň dna budoucí stavební jámy (-12,90 m).

Vrty pro piloty a sloupy jeřábu byly hloubeny na celou výšku dvouplášťovými pažnicemi Leffer 880/800/40 mm z pracovní roviny v úrovni -1,0 m. Piloty byly navrženy z betonu C 20/25. Betonáž pilot byla ukončena v úrovni dna budoucí stavební jámy.

Výztužné trubky sloupů byly opřeny o dno vrtu pomocí armokoše přivařeného k patě trubky (podélná výztuž: 8 Ø R32 mm, šroubovice z prutů E8 mm s výškou závitů 0,15 m).

Prostorová tuhost sloupů pod jeřábem byla zajištěna vetknutím sloupů v hlavě do základového bloku a v patě do pilot, zavázáním sloupů do stropních desek 2. a 3. PP přivařenými tyčemi HEB 140 mm (shodný detail jako u podepření pažicích pilot rozepřených stropem 2. a 3. PP) a na



Řez objektem s popisem technologií speciálního základání



Zemní práce pod stropní deskou

žádost zadavatele i konstrukčním zavětrováním z přivařených tyčí 2x U 140 mm v prostoru pod stropem 3. PP s ohledem na vypuštění stropu nad 4. PP.

U sloupů pod jeřábem měla být ověřena vhodnost staticky dostatečného průměru pilot (900 mm) vzhledem k požadované přesnosti osazení výztužných trubek sloupů a dovoleným odchylkám vrtů. Současně měl být ověřen i technologický postup osazení výztužných trubek a betonáže pilot a sloupů (staticky výplň sloupů pod jeřábem betonem nebyla nutná). S ohledem na časový průběh stavby však byly tyto technologické zkoušky vypuštěny.

Pro dodržení požadovaného harmonogramu akce (s provozem jeřábu bylo počítáno již pro betonáž stropní desky nad 2. PP) byl základový blok jeřábu betonován v lokálním předvýkopu se dnem v úrovni -3,90 m a staticky nutný beton C 20/25 byl nahrazen betonem C 30/37 z cementu CEM I 42,5 R.

Založení objektu

Nosná konstrukce novostavby byla během výkopu stavební jámy a současné realizace nadzemní části až do 6. NP podepřena trvalými, resp. provizorními sloupy vetknutými v patě do pilot.

Konstrukce novostavby pod stropy 2. PP a 3. PP byla podepřena po obvodě pažnicí pilotami a uvnitř stavební jámy trvalými sloupy z podélně svařovaných trubek 520/10 mm (ocel S235) délky 11,5 m. Trubky byly na hloubku cca 2,0 m osazeny do pilot průměru 1 100 mm vetknutých 3,0 až 4,0 m do skalního podloží pod úroveň dna budoucí stavební jámy. Požadovaný průměr (500 mm) a pevnostní třída betonu sloupů pod stropy (C 30/37) i skladba jejich armokošů byly převzaty z podkladů dle návrhu statiků akce (Recoc, s. r. o.) pro konečný stav novostavby.

Do prostoru podél ponechané památkově chráněné kavárny byly v návrhu novostavby umístěny výtahové šachty, schodiště a šachty TZB. S ohledem na jejich požadovanou polohu těsně podél kavárny bylo nutné výkop stavební jámy v daném úseku zajistit pomocí ukloněného kotveného mikrozáporového pažení v kombinaci s podchycením obvodové zdi kavárny tryskovou injektáží. Jelikož zatížení tohoto pažení novostavbou nebylo staticky možné, byla novostavba v tomto úseku podepřena provizorními sloupy obdobné konstrukce jako u trvalých sloupů pod stropy. Statický výpočet prokázal nutnost vyplnění výztužných trubek provizorních sloupů betonem bez armokoše.

Průřez sloupů byl posouzen pro zadané zatížení ve stavebním stavu svislou silou 1 350 až 2 960 kN a momentem až 115 kNm v kombinaci se zatížením sloupů momentem od excentricity svislého zatížení vlivem tolerancí osazení a tvaru výztužných trubek sloupů.

Vrty pro piloty a sloupy byly hloubeny z pracovní roviny v úrovni -4,20 m (úroveň spodní hrany stropu 2. PP) a v horní části paženy pažnicemi 1220/10 mm. Přitom bylo požadováno vetknutí pažnic min. 0,5 m do navětralých až zdravých hornin. Ve skalním podloží byly pro piloty a sloupy hloubeny nepažené vrty průměru 1 100 mm.

Průměr vrtů pro piloty a sloupy byl navržen s ohledem na:

- požadovanou přesnost osazení výztužných trubek sloupů (maximální půdorysná odchylka sloupu v úrovni pracovní roviny činila 15 mm, v úrovni dna výkopu pak 50 mm),
- dovolené odchylky vrtů pro piloty dle ČSN EN 1536 – Vrtané piloty,
- tolerance tvaru (přímosti) výztužných trubek sloupů (2 mm/m).

Dovolené odchylky (půdorysná a svislá) vrtů pro piloty byly po dohodě s dodavatelem požadovány poloviční než dovolené mezní odchylky provádění vrtů pro piloty dle ČSN EN 1536.

Piloty a výplň trubek sloupů byly kvůli agresivitě prostředí a možnost využití pilot v konečném stavu navrženy z betonu C 30/37-XA1 z cementu CEM II/B-S 32,5 (min. 375 kg/m³) podle ČSN EN 206-1. Horní hrana betonu v trubkách sloupů byla požadována v úrovni spodní hrany stropu 2. PP, tj. -4,20 m. Díky úpravě návrhu složení betonu pilot pod sloupy mohly být piloty využity pro následný úsporný návrh základové desky.



Objekt „rostl“ současně nahoru i dolů



Provádění kotevnicí trnů pro statické zajištění pažicí konstrukce

Výztužné trubky sloupů byly opřeny o dno vrtu pomocí armokoše přivařeného k patě trubky, který byl stejného provedení jako u sloupů pod jeřábem.

Technologický postup osazování výztužných trubek sloupů a betonáže pilot a sloupů byl navržen ve spolupráci s provozním a technickým oddělením a. s. Zakládání staveb. Pracovní spára betonáže sloupů byla požadována pod úroveň základové desky. Sloupy pod stropy a podél kavárny nebyly zavětrovány; postupně s výkopem byly zavázány pouze do stropních desek 2. a 3. PP (strop nad 4. PP byl při výkopu stavební jámy vypuštěn).

Kontrolním geodetickým měřením bylo prokázáno, že požadovaná velmi přísná maximální celková odchylka polohy



Pohled ze dna stavební jámy v části, kde výstavba probíhala klasicky od základové desky vzhůru. Dobře patrné je impozantní založení jeřábu na čtyřech sloupech.

sloupů v úrovni dna výkopu stavební jámy nebyla dodržena pouze u tří sloupů z celkem 28 (o 7 až 31 mm); tyto odchylky však byly menší než mezní podle ČSN EN 1536 – *Vrtané piloty* a podle technologických pravidel dodavatele. Staticky i in situ bylo ověřeno, že tím nebyla vyčerpána únosnost postižených sloupů.

Závěr

Po celou dobu výkopu stavební jámy a současné realizace nadzemní části až do 6. NP byla zachována vyšší dodavatelem požadovaná stabilita novostavby. Schopným a velmi přísným technickým dozorem zadavatele (Bouygues Batiment, ing. Tahar Zaiter) nebyly pozorovány jakékoliv projevy negativního vlivu výkopu stavební jámy na horní část stavby nebo provoz jeřábu.

Ing. Pavel Průcha, FG Consult, s. r. o.

ZAJIŠTĚNÍ STAVEBNÍ JÁMY A ZALOŽENÍ OBJEKTU – REALIZACE

Začátkem léta loňského roku zahájila společnost Zakládání staveb, a. s. práce na založení stavební jámy a nového objektu v místě původních tří domů na křižovatce nám. I. P. Pavlova a Legerova. Demoliční práce byly ukončeny na úrovni cca +1,0 až ±0,00 m.

Jako první byly prováděny **sloupy tryskové injektáže** metodou M1, které sloužily ke statickému podchycení původního objektu kavárny a částečně k podchycení okolních, mělce založených objektů. Jako pažicí prvky výkopu pod kavárnou byly použity **mikropiloty** 108/16 – dl. 12,5 m v celkové počtu 48, jejichž hlavy byly osazovány na kótu -3,8. Při provádění byla použita vrtná středněprofilová souprava HBM 150 s dvěma příhradovými nástavci lafety a průběžnou hlavou, aby bylo možno mikropiloty osazovat vcelku a vrtu vyhloubit na hloubku 16,5 m bez nastavování tyčí při průměru vrtu 150 mm. Tato metoda se osvědčila nejenom jako velmi rychlá, ale i po odkopání vykazovaly mikropiloty požadovanou vysokou přesnost osazení. Provedení tryskové injektáže před mikropilotami se ukázalo jako velmi výhodné, neboť tím byla zaručena stabilita vrtů v nesoudržných horninách až ke skalnímu podloží.

V souběhu s těmito pracemi byly zahájeny **práce na pilotách** o průměru 640 a 900 mm, které tvořily pažení stavební jámy.



Obnažené ocelové sloupy v 2. PP osazované v předstihu před realizací stropní desky do pilotážních vrtů

Pro dodržení požadovaných polohových tolerancí v hlavě i v patě pilot bylo navrženo jejich vrtání pomocí dvouplášťových pažnic, ale nikoli pouze v nesoudržných zeminách, ale až na kótu paty budoucího výkopu, což se ukázalo v dané geologii jako velice vhodné, jelikož tento systém eliminuje problémy s přesností hloubených vrtů v břidlicích, resp. s odkloňováním vrtů po vrstvách.

Jako další z použitých svislých prvků stojí za zmínku ty z hlediska provádění nejzajímavější. Jednalo se o 4 ks pilot, resp. sloupů, které sloužily jako **podpory pod vybudovaný základ věžového jeřábu**, kterým byla později celá stavba obsluhována. Použity byly ocelové roury 520/10 mm, na které byl ve spodní části přivařen armokoš, a takto osazený prvek byl v patě, tzn. cca do úrovně dna budoucí stavební jámy zabetonován. Sloupy byly s postupem zemních prací odhalovány a zavětrovávány. Pohled na takto stojící jeřáb po dohloubení stavební jámy byl vskutku impozantní.

V ploše stavební jámy, tj. na úrovni cca -4 m, bylo dále třeba vyrobít ještě **20, resp. 28 ks sloupů**, které zůstaly jako trvalé. Jejich realizace probíhala obdobným způsobem jako u sloupů pod jeřábem. Naše společnost v tomto případě přistoupila na požadavek investora, který spočíval v nezvykle malé toleranci pro základové prvky – odchylka od projektované polohy sloupu v hlavě i v patě na hloubku 9 m nesměla přesáhnout 50 mm. Tyto náročné požadavky tolerancí byly za cenu mnoha speciálních výrobních opatření dodrženy.

Po zřízení těchto sloupů byly zahájeny práce na stropu 2. PP vč. svislých prvků pro vybudování stropu 1. PP, který byl zhotoven neprodleně po splnění pevnostních parametrů stropu 2. PP. Poté byly zahájeny práce na těžbě stavební jámy pod těmito čerstvě zbudovanými stropy. Ty probíhaly do doby, než úroveň výkopů dosáhla kóty pro budování stropu 3. PP. Po jeho zhotovení a dosažení odpovídající pevnosti betonu mohly opět výkopové práce pokračovat. V tomto rytmu pokračovaly až na kótu základové spáry, přičemž poslední strop nad základovou deskou nebyl vybudován a byl dokončen až po betonáži základové desky již klasickým způsobem. V průběhu zemních prací byly prováděny stříkané betony, převázky, kotvy, trny a rozpěry.



Pohled do stavební jámy - vpravo kotvené pilotové stěny, vlevo část objektu vybudovaného metodou "top and down"

Jako nejnáročnější na celé akci se ukázala koordinace při provádění stavby v rytmu „top and down“, jelikož byl k dispozici pouze jeden příjezd ke stavební jámě a jeden otvor ve stropní konstrukci, kterým bylo možno provádět výkopové práce. Jeho rozměry 6,0 x 4,0 m a hloubka 6,0 m si vynutily použití hydraulického drapáku. Když vezmeme v úvahu, že výkopové práce byly i z těchto důvodů časově náročné a v souběhu s nimi probíhaly z jednoho příjezdu práce i na monolitických stěnách, které samy o sobě bývají náročné na zásobování i prostory záborů, je třeba ocenit koordinační práce na této stavbě.

Michal Peč, Zakládání staveb, a. s.

Foto: Libor Štěrba, Petr Mazanec



Pohled na rekonstruovaný a dostavovaný objekt z náměstí I. P. Pavlova

Kriván - redevelopment and completion of a building at The I. P. Pavlova Square

Large redevelopment of the building of a former hotel Kriván laying at The I. P. Pavlova Square has been realized now by the Bouygues Co. Static securing of a deep shape complicated building pit inside of a surrounding city block and a vicinity of the Prague underground station has been realized by employees of Zakládání staveb, a. s., according to their own design documentation in the end of 2002.

A former hotel building was closed and has been gradually derelicted. A new investor has been looked for a long time to build a new modern economically self-sufficient object at a high profitable place in The City center. A new project of a complete redevelopment consisted of a total demolition of the building except of both historical facades. An interior has been lowered to the depth of 13 m under a square level. For the construction a method „top and down“, unique in The Czech Republic, has been choosen.

The building pit has been secured with the extensive scale of special geotechnical works - bored piles, micropiles, strand anchors, anchor nails, jet grouting for underpinning of existing foundations, shotcreet reinforced by a steel Kari net for securing of braced areas. Static securing had to eliminate a negative influence to The Metro station at a close vicinity of the building pit towards to The Legerova Street.

Zajištění stavební jámy

pro polyfunkční dům na Bělohorské ulici v Praze

OBČANSKÉ STAVBY

Na sklonku roku 2002 byla zahájena nová stavba polyfunkčního domu poblíž dnes již historického objektu Na Marjance v Praze 6-Břevnově. Pracovníkům společnosti Zakládání staveb, a. s. byla investorem svěřena projekce a realizace části spodní stavby, která spočívala v podchycení sousedního objektu tryskovou injektáží, zapažení stavební jámy konstrukčními podzemními stěnami kotvenými dočasnými pramencovými kotvami, zhotovení základové desky a její zavázání do podzemní stěny včetně hydroizolace.

Geologické poměry

Stavba je situovaná rovnoběžně s ulicí 8. listopadu v orientaci jih-sever a v tomto směru se svažuje z Bpv 323,00 na 317,40 m. Sklon svahu byl proměnný. Geologické poměry předpokládané projektem, a v podstatě potvrzené na staveništi při realizaci, lze popsat následovně:

0 – 0,9 m: navážky tvořené kamením a jílovitopísčitou hlínou se stavební sutí,

0,9 – 4 m: hlína jílovitě pevné konzistence,

4 – 4,6 m: jílovec silně zvětralé,

4,6 – 5,2 m: pískovec silně zvětralé,

5,2 – 10 m: břidlice jílovitá pevné konzistence.

Hladina podzemní vody byla zjištěna v úrovních od -2,3 m přes -4,5 m až po -5,1 m z pohledu od jihu k severu.

Zadání a výchozí podmínky

Ze zadání vyplynulo technické řešení, které zahrnovalo podchycení sousedního objektu tryskovou injektáží, zapažení stavební jámy konstrukčními podzemními stěnami kotvenými dočasnými pramencovými kotvami, jejichž funkce bude v konečném řešení nahrazena rozepřením základovou deskou, stropy a příčnými stěnami. Kompletace stavební jámy měla být dokončena provedením železobetonové základové desky včetně hydroizolace.

Pro zvolené technologie a pracovní postupy byly určující tyto skutečnosti:

- stavba se nacházela ve stísněných podmínkách pro rozvinutí stavebního zázemí a možnosti zásobování stavby tak byly velmi omezené,
- rozdělení stavby na dvě pracovní úrovně vedlo k dalšímu zmenšení pracovních ploch pro těžkou mechanizaci,
- negativní zkušenosti s foliovými hydroizolacemi nejen při pokládce pod hladinou podzemní vody a s jejich rizikovou pokládkou zejména v zimním období,
- přístup pouze z jedné strany budovy při podchycení štítové zdi sousedního objektu,
- dobré geologické podmínky pro stabilitu hloubené rýhy.

Postup prací

V první fázi prací byla provedena **trysková injektáž M1** s plným předřezem pro podchycení sousedního objektu. K doplnění



Ošetření drážky pro zavázání základové desky do podzemní stěny probíhalo v zimním období

metody M1 o plný předřez došlo po provedení prvního sloupu vzhledem k zastižení jílovité hlíny pevné konzistence. Dvacet vytryskaných sloupů průměru 900 mm s vloženou výztuží R32 umožnilo obnažit podzákladí sousedního objektu a zahájit přípravné práce pro samotnou těžbu rýhy podzemní stěny.

K hloubení **podzemních stěn**

byl použit hydraulický drapák SOILMEC s hranatými čelisti-

mi se záběrem 2 500 mm na nosiči Liebherr 843. Stabilita stěn rýhy PS byla zajištěna pažicí suspenzí Argipol P, jejíž příprava je nenáročná na technologii a prostor a jejíž užitná hodnota je zvýšena možností recyklace. Tato pažicí suspenze umožňuje dobrou kontrolu při dobetonování vrcholu lamel, nevytváří separační vrstvu na ocelové výztuži a v zámcích lamel, její likvidace je velmi jednoduchá (po reakci směsi s běžně dostupnými chemikáliemi ji lze vypustit do kanalizačního řádu) a v neposlední řadě umožňuje práce s ní udržovat relativně dobrou čistotu na staveništi. Je ovšem nutné velice pečlivě měřeními kontrolovat její parametry při každé manipulaci – při těžbě i při odčerpávání v průběhu betonáže. Vzhledem k vlastnostem této pažicí suspenze bylo po ověření množství čerpaného kalu drapákem prováděno pečlivé čištění počvy rýhy čerpadlem WARMAN. Betonáž byla prováděna pomocí betonářských kolon betonem C20/25 5b dle receptury vhodné pro betonáž pod suspenzí, která byla konzultována i nezávislou akreditovanou laboratoří.



Detail drážky pro zavázání základové desky do podzemní stěny



Zimní opatření byla prováděna i po dobetonování smršťovacích pásů v základové desce



Studna pro čerpání podzemní vody v průběhu výstavby základové desky

Po odkopání a ověření stavu lamel se znovu potvrdilo, jak velice důležitou roli ovlivňující kvalitu betonáže hraje dosažení krátkých časů celkové betonáže lamely. Pro zabezpečení vodotěsnosti byly zámky lamel osazeny těsnicími pásy – waterstopy (WS), ve kterých byla provedena usměrněná i neusměrněná injektáž cementovou směsí s přísadou pro zlepšení těsnících vlastností injektovaného prostředí. Toto opatření nastartuje proces, který má zlepšit nepropustnost zámků lamel a citlivého detailu zámků podzemní stěny. Krystalizačním nátěrem byly dále ošetřeny kotevní průchodky s přidáním expanzního těsnění Supercast SW 10, vše s cílem co možná nejlepšího těsnění této trvalé konstrukce proti stálému tlaku podzemní vody.

Dočasné **pramencové zemní kotvy** byly provedeny při postupném odtěžování jámy vždy v jedné výškové úrovni ve třech krocích. Skladba těchto kotev s pramenci 3 Ø 15,5 – 6x 15,5 mm byla volena s ohledem na inženýrské síť a svažitosť terénu, takže jejich délka se pohybovala od 8,5 do 16 ms. Těžba proběhla po předepnutí kotev na úroveň základové spáry s přesností ±5 cm. S ohledem na malé rozměry stavby nebylo možné ponechat příjezdovou rampu, takže došlo k jejímu celkovému vytěžení a další manipulaci na dně jámy zajišťovala zdvihací technika.

Na úrovni základové spáry bylo provedeno **zavázání základové desky do podzemní stěny** po celém obvodu pomocí dvou drážek a trnováním. Drážky byly provedeny diamantovým předřezem a následným vysekáním.



Příprava na betonáž smršťovacích pásů

Po celém obvodu v rozsahu drážky byly zámky lamel vyčištěny a utěsněny krystalizační ucpávkou (plugem). Do samotných drážek byl aplikován krystalizační nástřik. Železobetonová základová deska byla provedena v tloušťce 60 mm a 90 mm v místě nosné zdi. Pod podkladní beton tl. 150 mm je umístěn systém drenů, svádějící vodu do jedné studny situované v šachtě nákladního výtahu; jak se ukazuje, je zvolený systém plně funkční.

Samotná **betonáž základové desky** byla rozdělena do tří etap – dva dominantní železobetonové bloky byly betonovány pouze s několikanásobným odstupem, nakonec byl betonován střední a obvodový smršťovací pruh. Pracovní spára ve tvaru L byla bedněná dřevěným bedněním, přičemž do vrchního zalomení byl vložen těsnicí plech ASS BK a v místě rovinného zalomení bobtnající těsnění ASS-2025. Při samotné betonáži byl prováděn vsyp krystalizační hmoty H-KRYSTAL ve dvou vrstvách. Po desetidenní technologické přestávce od zabetonování druhého bloku železobetonové desky bylo do drážek v podzemních stěnách vsazeno expanzní těsnění Supercast SW, drážky kompletně ošetřeny a následně provedena betonáž obvodového smršťovacího pruhu. Všechny pracovní spáry byly opět ošetřeny krystalizační ucpávkou aplikovanou do vytvořeného žlábků. Uzavření studny a následné vystavení základové desky tlaku vlivem stoupnutí hladiny podzemní vody bude možné až po patřičném zatížení desky vestavěnou železobetonovou konstrukcí a se souhlasem statika stavby.



Konstrukční podzemní stěny kotvené v jedné úrovni. Betonáž prvního bloku základové desky probíhala za příznivějších teplot.

Veškeré práce probíhaly v zimních, a tedy pro stavbaře nepříznivých klimatických podmínkách. Pro splnění požadavku odběratele na dodržení termínu ukončení prací při zachování kvality díla bylo nutno provést řadu speciálních zimních opatření, které umožnily téměř plynulé provádění popsaných prací a splnění vytčených cílů. I tato, svým rozsahem ne příliš velká stavba, je ukázkou toho, že konstrukční podzemní stěny prováděné stále ve vyšší kvalitě mohou v určitých geologických podmínkách představovat optimální technické i ekonomické řešení.

Petr Maláč, Zakládání staveb, a. s.

Foto: autor

Securing a foundation pit for the multifunctional house at Bělohorská Street in Prague

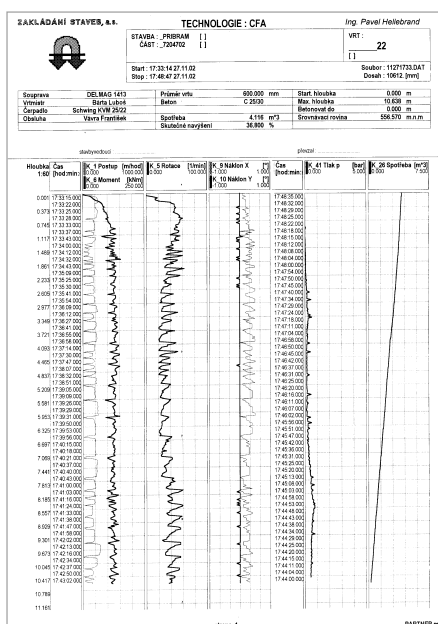
At the end of the year 2002 a new construction of a multifunctional house located close to historical premises at Na Marjánce in Prague 6-Břevnov has started. The Zakládání staveb, a. s., was commissioned by the investor to do design works and to carry out a part of the substructure, including underpinning of the adjacent building with the jet grouting, shoring of the foundation pit with construction diaphragm walls anchored with temporary strand anchors, building of a foundation slab and its abutment into the diaphragm wall including water-proofing.

Piloty vrtané průběžným šnekem – – technologie CFA

OBČANSKÉ STAVBY

Na podzim roku 2002 získala společnost Zakládání staveb, a. s. dvě zakázky, vhodné pro technologii CFA – piloty vrtané a betonované průběžným šnekem. Tento způsob výroby pilot je vhodný v měkkých a málo ulehých zeminách, kde s ním lze dosahovat vysoké efektivity, neboť odpadá pažení vrtů.

Pracovní postup je následující: spirálový vrták je zavrtán plynule (bez vytahování) na hloubku budoucí piloty a jeho dutým středem je pak do vrtu pod tlakem vhnána betonová směs. Přitom je vrták za pootáčení ve směru vrtání vytahován. Po ukončení betonáže je odstraněna vytěžená zemina v úrovni pracovní plošiny a do čistého betonu osazena armatura. Celý proces výroby piloty je řízen pomocí monitorovací soupravy (monitoringu) a kvalita provedené práce je kontrolována a následně dokladována počítačově zpracovanými výstupy (protokoly) z naměřených dat. Monitoring CFA pilot je vybaven zařízením Pilot SF020, které zaznamenává naměřené parametry



Grafický výstup monitoringu CFA

na paměťovou kartu a komunikuje s vrtníkem pomocí velko-plošného displeje. Při vrtání znázorňuje vrtné parametry (hloubku, otáčky, přítlak, krouticí moment vrtáku a inklinometrii lafety) a při betonáži nabízí tři bargrafy, podle nichž řídí vrtník vytahování vrtáku. První bargraf ukazuje dodávané množství betonu, druhý bargraf teoretický objem vznikající pod vrtákem při vytahování a třetí bargraf znázorňuje průběh tlaku betonu. Vrtník vytahuje vrták podle displeje tak, aby dodávaný a teoretický objem byl ve stejné výši při dostatečném tlaku betonu. Data z vrtání a betonáže jsou již na paměťové kartě seříděna dle hloubky do jednoho záznamu, takže s pomocí programu TEC lze následně zkontrolovat a vytisknout souhrnný protokol ke každému vrtu.

Práce na dále popisovaných stavbách byly prováděny strojem Delmag RH 1413 na nosiči Liebherr R 952 HD s vrtnou hlavou upravenou pro technologii CFA. Dopravu betonu pak zajišťovalo běžné čerpadlo betonu na podvozku T 815.

Bytové domy v Mariánských Lázních

V Mariánských Lázních, kde se jednalo o založení osmi bytových domů, provedli pracovníci Zakládání staveb, a. s. ve dvou etapách více než 3 000 bm pilot průměru 620 mm. Použit byl beton B25/30 s upravenou recepturou pro technologii CFA. Piloty měly délku 3,5 – 9,0 metrů. Větší část pilot byla osazena pouze stykovou výztuží (4x R16), zbytek armokoší délky 3 a 5 m z šesti profilů R12. Hlavy pilot byly navrženy v různých výškách, proto bylo nutno beton jak vybírat, tak i betonovat do ocelových forem, což se projevilo na denních výkonech. Významnějším limitujícím faktorem se však ukázalo zásobování betonem, které bylo poznamenáno poruchovostí betonárky a její nedostatečnou kapacitou. Posledním omezením byla velká hustota pilot a z toho plynoucí obtíže při odklizení vytěžené zeminy.



Technologie CFA v plné sestavě: vrtná souprava, čerpadlo, autodomčhávač (Mariánské lázně)



Zhotovené piloty pod budoucí základové pasy (Mariánské lázně)

Pracovní výkony se tak pohybovaly v rozmezí 80 – 150 bm pilot za směnu.

Geologický profil místa je následující: 1 – 2 m navážka, 2 – 3 m písčité jíly a dále hlinitý štěrkopísek. Zeminové prostředí se ukázalo být poměrně stabilní a při provádění prací nedošlo k obtížím. Deset procent pilot prošlo zkouškou integrity a u žádné nebylo zjištěno zjevné porušení. Určité zaznamenané anomálie průběhu zkušebního impulzu byly způsobeny různorodostí vrstvy navážky.

Prodejna potravin LIDL v Příbrami



Osazování armokoše pomocí vibrační hlavy, souprava Delmag 1413

Stavba prodejny potravin LIDL v Příbrami vyžadovala provedení cca 400 bm pilot délky 10,3 metru o průměru 630 mm, vyztužených po celé délce armokoši z osmi profilů R20. Nejdůležitějším úkolem proto bylo stanovit takové složení betonové směsi, která by umožnila bezproblémové osazení výztuže. Receptura společně se-

stavená technologie společnosti Zakládání staveb, a. s. a betonárny TBG Příbram tomuto požadavku zcela vyhověla a betonáž piloty a následné osazení armokošů probíhaly bez jakýchkoli potíží.

Geologický profil lokality je dle průzkumu, který se potvrdil i při realizaci, tento: 0 – 4,7 m navážka; 4,7 – 6 m písek zajiřlovaný; 6 – 10 m štěrky zajiřlovaný. V hloubce asi 8 metrů se nachází hladina podzemní vody. Vrtání probíhalo bez problémů, při betonáži docházelo v hloubce 3 – 4 metrů k poklesu tlaku a nárůstu spotřeby betonu. Navážka zde je poměrně kyprá a beton, vřáněný byt pod minimálně nutným tlakem, rozpínal stěny vrtu a částečně unikal vzhůru podél vrtáku. Následkem toho byla spotřeba betonu o více než 30 % větší než teoretická.

Prokázalo se, že je-li technologie CFA použita při vhodných podmínkách, je její nasazení efektivnější oproti klasickému způsobu s použitím ocelových výpažnic. Zárukou kvality je spolehlivé technické vybavení a zaškolený personál.

Ing. Pavel Hellebrand, Ing. Ivan Bažant, Zakládání staveb, a. s.

Foto: Ing. Pavel Hellebrand



Hlava piloty po očištění čelníku nakladačem...



... a po ručním dočištění před osazením výztuže



Částečně osazený armokoš délky 10 m, v popředí vibrační hlava

Piles bored with a continuous flight auger – CFA technology

In autumn 2002 the Zakládání staveb, a. s., gained two contracts appropriate for the CFA technology - piles bored and concreted with a continuous flight auger. This method of pile production is suitable for soft and slightly settled soils, where it can become highly efficient, as there is no need for casing the holes.

Těžní a větrací šachta ve stanici Kobylisy na trase metra IV. C1

DOPRAVNÍ STAVBY

Součástí výstavby trasy C pražského metra na sever města bylo provedení těžní a větrací šachty ve stanici Kobylisy. Vzhledem k obtížným geologickým podmínkám byla šachta celkové hloubky 38 m realizována zčásti z elementů podzemních stěn, zčásti hloubena hornickým způsobem. Při realizaci elementů podzemních stěn použila společnost Zakládání staveb, a. s. poprvé vodící velkoprofilové předvrty, které zároveň významně usnadnily těžbu jednotlivých lamel.

Šachta měla být původně těžena hornickým způsobem, avšak po vyhodnocení geologického průzkumu, který provedla Stavební geologie – GEOTECHNIKA, a. s. bylo jasné, že způsobem výstavby šachty je třeba se zabývat podrobněji.

V hloubce od 11,0 m do cca 19,0 m bylo možno očekávat silné přítoky vody, které by značně zkomplikovaly stavební práce. Dále pak od hloubky 21 m do 35 m se vyskytují pevné horniny, které se obvykle rozpojují trhacími pracemi. Výsledkem rozvahy nad daným problémem bylo toto rozhodnutí:

- do hloubky 21,0 m vystrojit šachtu z elementů podzemních stěn,
- od hloubky 21,0 m až do 38,0 m pak hloubit šachtu hornickým způsobem.

Geologické poměry

±0 – 283,41 m. n. m.; 0 – 2,0 m – navážka; 2,0 – 5,0 m – sprašová hlína pevná; 5,0 – 7,0 m – křídový prachovec vrstevnatý s pevností v tlaku 0,5 – 1,0 MPa; 7,0 – 9,0 m – křídový pískovec vrstevnatý s pevností v tlaku 0,1 – 5 MPa, výjimečně 15 MPa; 9,0 – 16,75 m – jemnozrný, místy středně zrnitý pískovec; 16,75 – 18,70 m – štěrk s pískem, zrno do 70 mm, níže štěrk s příměsí jílu; 18,70 – 21,25 m – skalecká facie, převládají vrstvy pískovce, zbytek jílu, břidlice; 21,25 – 35,0 m – střídání křemenců a břidlic, křemence pevnost 80 – 150 MPa, břidlice pevnost 25 – 70 MPa.

Hydrogeologické poměry

Od hloubky 11,45 m je hornina zvodnělá, voda přitéká podél hlavních diskontinuit, které jsou většinou rozevřené 0,5 – 2 mm, ojediněle až 5 – 10 mm. Vrstva štěrku s příměsí písku v hloubce 16,75 – 17,10 je však už málo propustná. Od hloubky 18,7 m byly zastíženy zcela zvětralé horniny skalecké facie, které jsou víceméně nepropustné.

Postup prací

Nejprve byly zhotoveny vodící zídky pro elementy podzemních stěn, přičemž vnitřní průměr šachty byl 6,70 m a vnější 7,30 m. Po vyzrání betonu vodících zídek jsme začali provádět vodící vrty pro drapák. Vrtly se pažily na plnou hloubku, tj. 21,0 m, ocelovou dvouplášťovou pažnicí s řezným průměrem 660 mm. Tyto vrty měly jednak funkci vodící, jednak měly napomoci drapáku při těžbě v obtížné geologii. Pro každý primární záběr byly vyvrtány dva vrty. Jakmile byly vodící vrty vyhloubeny, ihned se začalo s těžbou podzemních stěn tl. 600 mm na koutové pažnice. Dle předpokladu probíhala těžba poměrně obtížně. Vodící vrty však vedly hydraulický drapák BH-12 spolehlivě,



a navíc usnadňovaly jeho průchod pískovcovými vrstvami.

Po elementech podzemních stěn byly zahájeny těžní práce. Odbourání vodících zídek a hloubení šachty do 6 m byla prováděna klasicky pomocí drapáku. Od 6,0 – 21,0 m byla šachta vytěžena v subdodávce. Na dno jámy byl osazen minibagr, který hydraulickým kladivem rozrušil pískovec. Hydraulické kladivo bylo pak vyměněno za spodovou lžici, která vytěžila rozrušený materiál do STC vany. Svislou dopravu v šachtě zabezpečil pásový jeřáb.

Průměrný denní těžební výkon minibagru za prodlouženou směnu činil 35,2 m³ horniny v rostlém stavu. V závěru těžby šachty byl použit způsob, kdy se hornina odbourávala ručními bouracími kladivy a minibagr potom jen nakládal do vany. Tím se dosáhlo zvýšení výkonu o 20 %. Průsaky vody byly díky kvalitně provedeným podzemním stěnám prakticky nulové, čerpána byla pouze voda akumulovaná z prostoru šachty.

Hodnocení

Způsob vedení drapáku ve tvrdých horninách pomocí vodících vrtů jsme ve společnosti Zakládání staveb, a. s. použili poprvé, a ani nám není známo použití tohoto postupu ze staveb jiných firem. Na šachtě metra IV. C1 v Kobylisích se tato technologie plně osvědčila, a umožnila tak provést kruhovou šachtu v obvodových podzemních stěnách s minimálními odchylkami a se zcela vyhovující vodotěsností.

Betonové obloučky na podzemní stěně, což jsou zbytky po vodících vrtech, jsme mohli sledovat až do paty podzemní stěny. Odchylka podzemní stěny činila v hloubce 21 m max. 4 %! Za pozornost stojí, že podzemní stěny byly provedeny bez výztuže, neboť byl využit klenbový účinek, který se v obvodových stěnách kruhové šachty aktivoval. Dílo bylo předáno objednateli k jeho plné spokojenosti.

Ing. Ladislav Holík, Zakládání staveb, a. s.

Foto: Libor Štěrba

Working and ventilating shaft in the Kobylisy station on the IV. C1 Underground line

As a part of construction of the line C of Prague Underground directed towards the northern city a working and ventilating shaft in the Kobylisy station was carried out. Because of the complicated geological conditions this shaft with an overall depth of 38 metres was realised partly from the soldier piles and partly was excavated in the mining way. In the course of realisation of the soldier piles the Zakládání staveb, a. s., used for the first time conducting large-profile pre-drills, which at the same time significantly simplified the excavation of individual panels.

Těžní šachta Špejchar – Pelc-Tyrolka

DOPRAVNÍ STAVBY

Soubor staveb Městského okruhu v Praze patří k významným stavbám hlavního města v tomto desetiletí. V květnu 2002 začala výstavba slavnostním poklepáním základního kamene v Praze 8-Tróji za účasti představitelů vlády a města jako investora. Jedná se o stavbu průzkumné štoly v rámci podrobného geotechnického průzkumu úseku Špejchar – Pelc-Tyrolka. Práce Zakládání staveb, a. s., spočívaly v zajištění těžní šachty kotvenou převrtávanou pilotovou stěnou a v provedení mikropilotového deštníku v portálové stěně ražeb.

Geologické poměry

0,0 – 3,5 m: navážka, písčitá hlína měkká;

3,5 – 5,6 m: písek jemnozrnný, středně ulehý;

5,6 – 7,0 m: štěrk ulehý, terasový;

7,0 – 15,5 m: břidlice navětralá až zdravá s prokřemenělými polohami a vysokou hustotou diskontinuit.

Technologie použité při realizaci šachty

Práce byly zahájeny vrtáním stěny z převrtávaných pilot elipsoidního půdorysu do předem připravené žlb. šablony. Celkem bylo provedeno 36 ks pilot o průměru 880 mm v délkách 9,7 – 15,5 m. Vzhledem k obtížné vrtatelným prokřemenělým polohám byla převážná část



pilot ukončena nad úrovní mikropilotového deštníku, tj. v hloubce 10,8 m. Po ukončení pilotovacích prací byly hlavy pilot spojeny železobetonovým ohluboňovým věncem.

Další etapu prací představovalo proinjektování 1 m skalního podloží pod patou pilot cementovou suspenzí, které slouží k zabránění průsaku puklinové vody ve spojení paty piloty a stříkaného betonu ražby štoly. Injekční vrt

o průměru 105 mm v průchodce z PVC DN 125 mm procházejí ohluboňovým věncem a pilotou. Po provedení zálivky byla hornina proinjektována tlakem 0,2 MPa ve dvou etážích a v jedné či dvou fázích. Následně byly pilotové stěny těžní šachty **kotveny tyčovými kotvami** dl. 5,0 m. Vrtky pro kotvy byly hloubeny soupravou MSV od kóty 6,5 m ve čtyřech hloubkových úrovních po 8 kotvách a pod hladinou podzemní vody. Vrtání probíhalo bez větších problémů s výjimkou I. kotevní úrovně, kde část vrtu ve vrstvách štěrku byla vrtána pod ochranou pažnice se značným přítokem vody na pracoviště. Pro zvládnutí tohoto přítoku a ochranu zálivky vrtu byl použit gumový preventr průměru 140 mm. Dokonalá těsnost ústí vrtu proti průsakům vody kolem zálivky a kotvy byla zajišťována prakticky ve všech kotevních úrovních **chemickou injektáží**. Poslední etapa prací – **mikropilotový deštník** – byla prováděna s maximálním nasazením v denních i nočních směnách. Jednalo se o 20 ks úpadních vrtů průměru 115 mm délky 8,0 m v jednom vějíři, osazených ocelovou trubicí 70/12 mm a 300 mm a zainjektovaných cementovou směsí tlakem do 0,2 MPa.

Závěr

Pro zajištění bezpečnosti ražby průzkumné štoly se budou v jejím předpolí v poruchových pásmech provádět sanační injektáže horninového prostředí. V úvahu připadá použití směsí na bázi cementu, v případě velmi zhoršených geotechnických podmínek použití směsí na bázi polyuretanů. Tyto práce bude společnost Zakládání staveb, a. s., provádět dle konkrétních podmínek ve štole a na výzvu objednatele (Kankol, s. r. o.).

Richard Dvořák, Zakládání staveb, a. s.

Foto: Libor Štěrba

Working shaft Špejchar – Pelc-Tyrolka

A complex of constructions of the Prague City road circle lists among the most significant constructions in the City within the current decade. The construction started in May 2002 with laying the cornerstone in Prague 8-Trója. This event was attended by the representatives of the government and the City as an investor. The construction involves an exploratory drift as a part of detailed geotechnical survey of the Špejchar – Pelc-Tyrolka section. The works of the Zakládání staveb, a. s., resided in securing the working shaft with an anchored secant pile wall and in carrying out of a micro-pile umbrella in a portal wall of driving.

Založení mostu na dálnici D8 přes silnici Všetudy – Dušníky

DOPRAVNÍ STAVBY

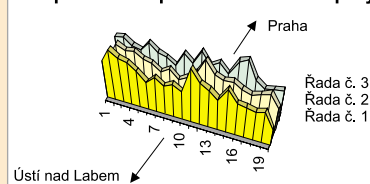
Při srpnových povodních došlo k vážnému poškození mostu na dálnici D8 v km 15 604. Po provedení provizorní sanace a obnovení omezeného provozu na původní jednopolové mostní konstrukci bylo rozhodnuto o zhotovení zcela nové dvoupolové mostní konstrukce s hlubinným založením opěr. Tyto práce, které prováděla společnost Zakládání staveb, a. s., představovaly: založení krajních opěr na velkopřůměrových pilotách, provedení nízkotlaké injektáže v oblasti středové opěry a následné provedení 60 mikropilot pod touto opěrou.

Při srpnových povodních došlo v blízkosti obce Dušníky k vyhlížení řeky Vltavy z koryta a k zaplavení bezprostředního okolí dálnice D8. Proud vody začal podemlávat stožáry vysokého napětí vedoucího přes dálnici a tím došlo k vážnému ohrožení bezpečnosti provozu na dálnici, který zde musel být zastaven. Následně došlo i k podemlání vlastního dálničního mostu

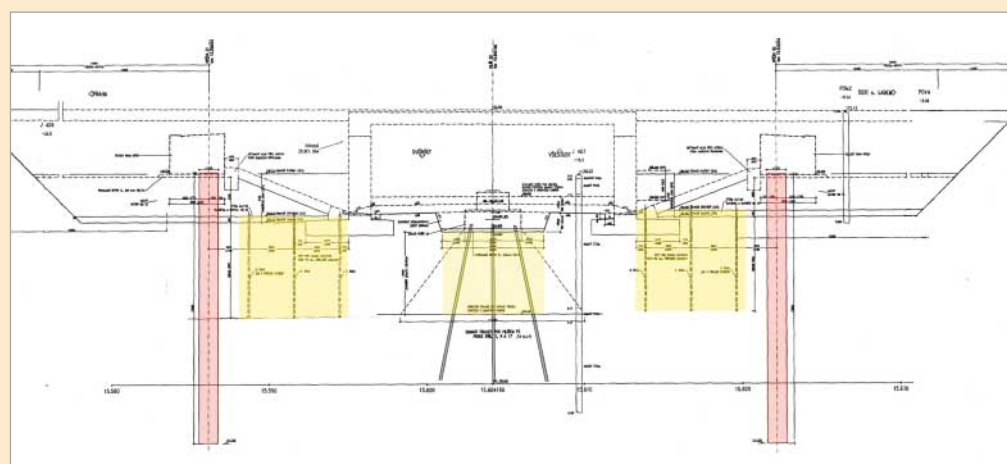
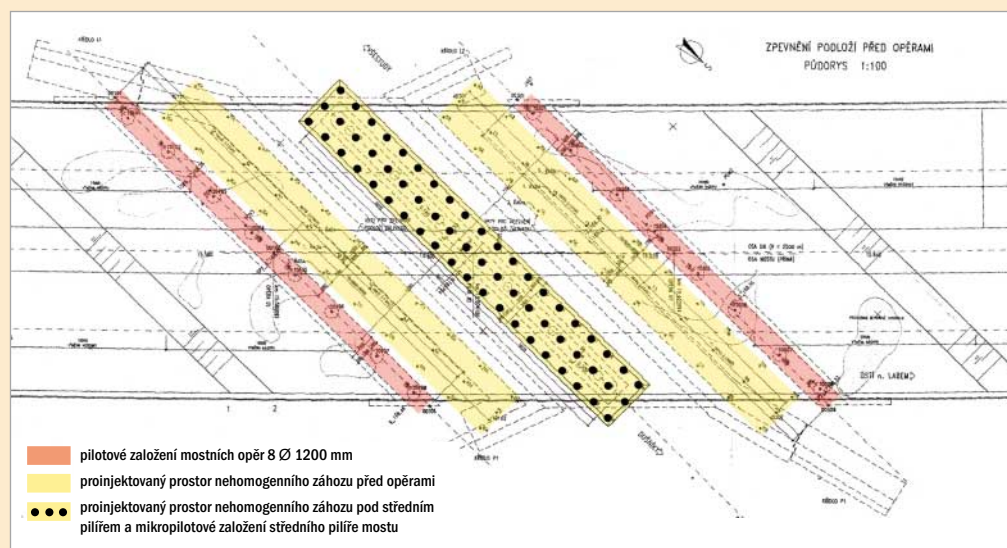
v km 15 604 (SO 201), k odplavení části místní komunikace procházející pod mostní konstrukcí (III/10151), odhalení velké části základů obou mostních opěr a následné destrukci vozovek na mostě.

Vzhledem k tomu, že dálnice tvoří důležitou dopravní tepnu na sever Čech, kde se v té době navíc teprve očekávala kulminace povodňové vlny, bylo nutné s nasazením všech dostupných prostředků okamžitě obnovit alespoň provizorně

Objemy spotřebované injekt. směsi pro sanaci podloží středové opěry



Spotřeby jílocementové směsi v jednotlivých řadách



Půdorys a řez založení nového dálničního mostu s vyznačením použitých technologií speciálního zakládání

provoz. Během 24 hodin byla proto provedena provizorní sanace záhozem z lomového kamene a položena dočasná konstrukce vozovky.

Konstrukce mostu však začala klesat a naklánět se, protože pod plošnými základy po zasypání zůstaly kaverny (byly později potvrzeny radio-metrickým průzkumem), neboť prostor pod základy nebylo možno lomovým kamenem zcela vyplnit. Mocnost odplaveného podloží se pohybovala mezi 5 – 6 m! Docházelo tedy i k poklesu vozovky, která musela být několikrát vyrovnávána živíci. Byly zvažovány různé varianty nové konstrukce mostu i ve vztahu ke zvýšené odolnosti proti případné další povodni. Nakonec bylo rozhodnuto vybudovat nový dvoupolový most s hlubinným založením jednotlivých podpěr.

Postup výstavby nového mostu byl rozdělen na dvě etapy. V první etapě (říjen 2002 – březen 2003) měl být vybudován levý most a automobilová doprava měla být vedena obousměrně po pravém mostě. V druhé etapě pak měl být vybudován most pravý (2003). Po rozebrání mostovky a odbourání opěr levého mostu však došlo ke zrychlení sedání a naklonění pravé části. Tím se stala dálnice v tomto místě opět neprůjezdnou, projekt byl přehodnocen a během jednoho týdne byl zbudován násyp vedle mostního objektu a po něm byla vedena objízdka. Výstavba levé a pravé části pak již probíhala současně.



Opěry a pilíře nově realizovaného dálničního mostu budou založeny na velkopřůměrových pilotách a mikropilotách

Krajní opěry jsou založeny na velkopřůměrových pilotách Ø 1 200 mm

délky cca 16 m v počtu 8 pilot na opěru. Ty jsou vetknuty přibližně 1,5 m do horninového podloží tvořeného zde vrstvami prachovců. První čtyři piloty byly zhotoveny na začátku listopadu, zbylých dvanáct v únoru po provedení demoličních zemních prací. Vzhledem k obtížné přístupnosti a výšce použitého zapažovacího zařízení musela být v únoru použita k betonáži pilot betonářská pumpa.

Založení středové opěry projektant navrhl na mikropilotách, neboť zhotovení velkopřůměrových pilot skrz zához z lomového kamene by bylo velmi obtížné. V první fázi byla pro zpevnění kamenného záhozu pod středovou opěrou a vyplnění kaveren provedena **nízkotlaká výplňová injektáž** jílocementovou směsí do hloubky 6 metrů. Vrtání pro injektáž se provádělo systémem TUBEX (rotačně-příklepové plnočelové vrtání s plynulým zatahováním ocelové pažnice), protože v kamenném záhozu hrozilo sevření vrtného nástroje nebo vrtných tyčí balvany a níže zavalení vrtu silně zvodněnými šterkopisky. Úroveň pracovní plochy pro injektáž byla zvolena 1 metr nad úroveň základové spáry pilíře založeného na mikropilotách pro dokonalé proinjektování podloží. Rastr injekčních vrtů byl navržen 2 x 2 m. Limitní hodnotou pro ukončení injektáže bylo dosažení tlaku 0,6 MPa. Na sanaci se spotřebovalo cca 190 000 l jílocementové směsi. Množství

směsi na jeden vrt se pohybovalo mezi 2 500 až 4 000 l. Injektáž byla provedena ve třech řadách.

Pro dosažení kvalitního přenosu vodorovných sil rozhodl projektant v průběhu prací o **rozšíření sanací podloží i do prostoru před nové opěry založené na pilotách.** I zde byly navrženy tři řady injekčních vrtů, z nichž se v první etapě injektovaly vrtly ve dvou řadách a následně po vyhodnocení byla injektáž zahušťována dle zjištěných charakteristik podloží z předchozí injektáže. Délky vrtů se pohybovaly mezi 4 až 7 metry podle narušení horninového podloží povodní. Jejich délku stanovoval geolog projektanta na základě vrtných hlášení zhotovitele. Část vrtů procházela základy starých opěr, což znamenalo provrtání 1,6 m mocného železobetonu. Hodnota tlaku pro ukončení injektáže v těchto částech byla stanovena na 1,0 MPa. Při sanaci se spotřebovalo cca 110 000 l jílocementové směsi před každou opěrou.

Založení středové opěry bylo dokončeno osazením 60 mikropilot Ø 108/16 a délky 9 metrů. Vrtání se provádělo z úrovně pod hladinou podzemní vody (výška hladiny podzemní vody odpovídá výšce hladiny nedaleké Vltavy), a proto bylo nutné v předstihu zřídit studně pro vytvoření depresního kužele kolem oblasti vrtání. Vrtly pro mikropiloty jsou dlouhé 8,4 m a pod úklonem 0° nebo 10°. Jejich provádění bylo dokončeno zároveň s pilotami v polovině února.

Ing. Miroslav Honajzer, Zakládání staveb, a. s.

Foto: Libor Štěrba



Detailní pohled na mikropiloty s částečně osazenými roznášecími hlavami tah-tlak

Foundation of a bridge on the D8 motorway over the road from Všetudy to Dušníky

During the August floods a serious damage occurred on the bridge of the D8 motorway on the km 15.604. Due to the repeated significant settlement of both the bridge construction and the road a decision was made to build completely new two-span bridge constructions with deep foundation of abutments. These works carried out by the Zakládání staveb, a. s., included: foundation of the side abutments on large-diameter piles, low-pressure grouting in the area of the central abutment and following realisation of 60 micropiles under this abutment.

Reaktivní podzemní stěna v Autopalu Hluk

Zakládání staveb, a. s. patří další prvenství při prosazování nových technologií do praxe

EKOLOGICKÉ STAVBY

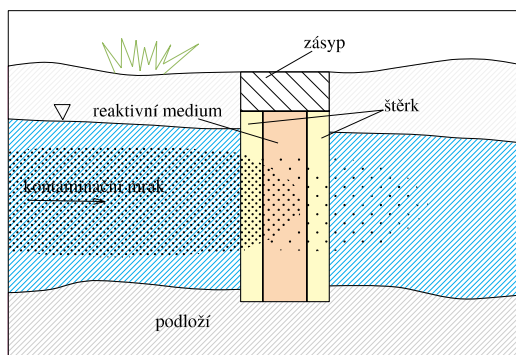
Sanace podzemní vody kontaminované chlorovanými alifatickými uhlovodíky pomocí reaktivní brány byla poprvé v České republice v provozním měřítku realizována při sanačních pracích v Autopalu Hluk, s. r. o. na Moravě. Pracovníci Zakládání staveb, a. s. spolu s odborníky na sanační práce z a. s. Aquatest dovedli během roku 2002 tuto moderní technologii sanačního zásahu k úspěšnému dokončení. V současné době jsou stavební práce nápravných opatření, sestávající z reaktivních podzemních stěn typu funnel-and-gate, dokončeny a s náním očekáváme první výsledky monitoringu účinnosti systému.

Co jsou reaktivní podzemní stěny? Podrobnou odpověď na tuto otázku můžete najít v článkách RNDr. Beneše a RNDr. Němečka v časopise Zakládání (4/2000, 2/2002). Stručně lze propustné reaktivní stěny charakterizovat jako vhodnou alternativu klasických metod sanace podzemních vod kontaminovaných chlorovanými alifatickými uhlovodíky. Jako reaktivní médium je používáno nulamocné železo, které jako silné redukční činidlo reaguje s chlorovanými látkami elektronovou výměnou za vzniku ethenu a chloridu jako hlavních produktů rozkladu. Výhodou jsou především nízké provozní náklady, které tvoří prakticky pouze náklady na monitoring, a minimální omezení ve využití určité lokality.

Chlorované alifatické uhlovodíky (CIU) patří k nejběžnějším polutantům horninového prostředí. Chlorovaná rozpouštědla, jako např. trichloretylén (TCE) a perchloretylén (PCE), byly běžně používány k odmašťování, chemickému čištění a k podobným účelům. Proto se s nimi, kromě podloží průmyslových chemických čistíren, setkáváme prakticky pod každým strojírenským podnikem. Díky svým fyzikálně-chemickým vlastnostem (vyšší hustota a nižší viskozita, chemická stabilita) je sanace ohnisek znečištění horninového prostředí těmito látkami často velmi obtížná a nákladná. K zachycení a sanaci kontaminačního

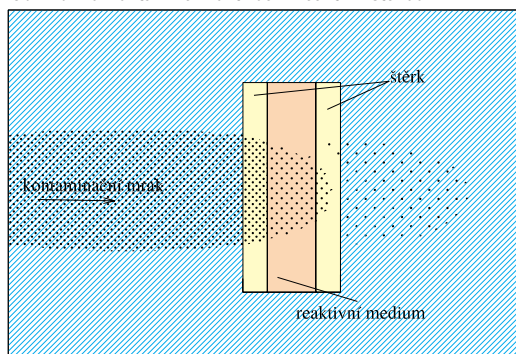
mraku může být použito klasické sanační čerpání, avšak dlouholeté zkušenosti z průběhu sanace těchto lokalit ukazují na nedostatky uvedené metody. Sanační čerpání je třeba provozovat řadu let (až desítek let) po celou dobu existence ohniska znečištění a samotného kontaminačního mraku.

Vývoj technologie propustných reaktivních bran tak vytvořil potenciálně vhodnou alternativu ke klasickému sanačnímu čerpání. Možnosti konfigurace reaktivních stěn jsou uvedeny na uvedených schématech.

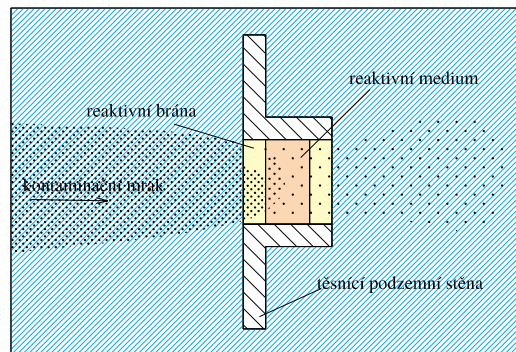


Obr. 1a: Vertikální řez propustnou reaktivní stěnou

Obr. 1b: Horizontální řez kontinuální reaktivní stěnou

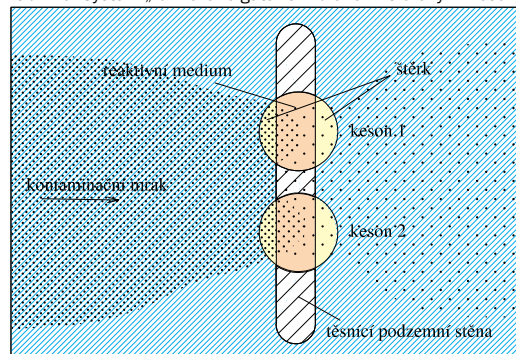


Možné konfigurace propustných reaktivních stěn (podle Gavaskar et al., 1997, upraveno)



Obr. 1c: Systém „funnel-and-gate“

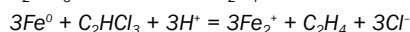
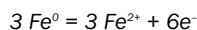
Obr. 1d: Systém „funnel-and-gate“ s 2 branami tvořenými keson



Nejjednodušší formou je propustná stěna vyplněná reaktivním materiálem, instalovaná napříč směru proudění vody s rozpuštěnými chlorovanými uhlovodíky (a). Propustná reaktivní stěna může být instalována jako stěna kontinuální (b), nebo jako systém „funnel-and-gate“ (trychtýř a brána – c, d). Kontinuální stěna je tvořena pouze reaktivní výplní. Systém funnel-and-gate má část tvořenou těsnicí podzemní stěnou, která svádí podzemní vody do propustné reaktivní části. Tato konfigurace často umožňuje lepší zachycení kontaminačního mraku a optimálnější umístění reaktivní části. V některých případech je tvar stěny určován hranicí pozemku, jeho zastaveností nebo místními geotechnickými poměry (např. přítomností podzemních sítí).

Mechanismus rozkladu chlorovaných uhlovodíků pomocí kovů

Nejpoužívanějším reakčním médiem je granulované železo. Korozí nulačného železa, které je silným redukčním činidlem, dochází v reakční bráně ke zvýšené elektronové aktivitě, která elektronovou výměnou rozkládá chlorované uhlovodíky na netoxické produkty, zejména ethen a chloridy (Gavaskar et al. 1997):



Chlór z původního množství TCE přechází do formy chloridu rozpuštěného v odtékající vodě nebo je obsažen v částečně dechlorovaných vedlejších produktech.

Aplikace propustných reaktivních stěn ve světě

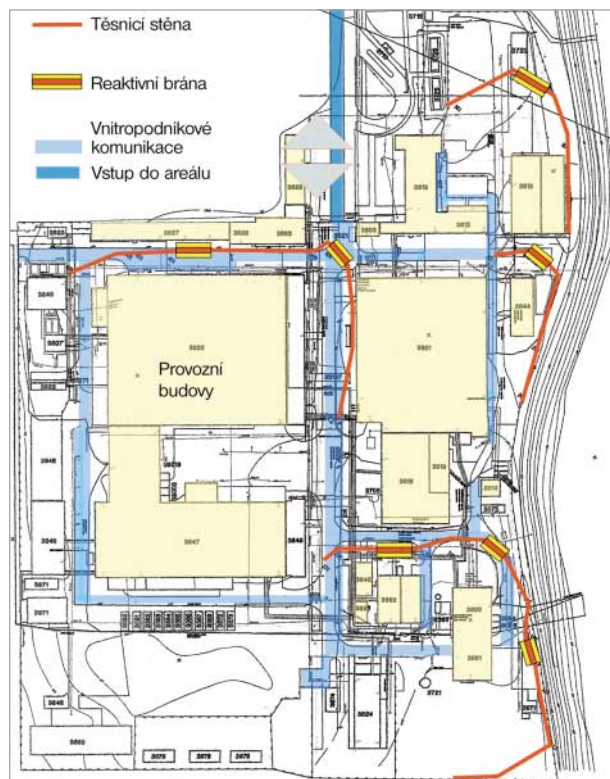
Vývoj technologie propustných reaktivních stěn pro sanaci podzemních vod znečištěných chlorovanými uhlovodíky přešel ve světě z fáze pilotních projektů do komerčních aplikací. K lednu 2002 byla publikována instalace 36 propustných reaktivních stěn, z toho 13 v pilotním měřítku a 23 v provozním měřítku (U. S. EPA, 2002). Většina aplikací byla realizována v USA (28), v Evropě je registrována instalace 7 stěn (Německo 2, Dánsko 3, Severní Irsko 1, Rakousko 1). První PRS byla v pilotním měřítku instalována v roce 1991 v Bordenu (Kanada), v provozním měřítku jsou propustné reaktivní stěny provozovány již od roku 1995 na lokalitách v Belfastu (Severní Irsko), v Sunnyvale a v Lowry Air Force Base (obě USA).

Dlouhodobá účinnost reaktivních stěn je sledována v rámci projektu „Tri-agency“ (Puls et al. 2000). U propustné reaktivní stěny na lokalitě Elizabeth City, která je v provozu 4,5 roku, byla zjištěna vrstva maximální koroze reaktivní náplně prvních 5 cm a rychle vyznívá během 20 cm. Nebylo však prokázáno, že by tyto sraženiny ovlivnily reaktivnost náplně nebo její hydraulické vlastnosti.

Autopal Hluk

Aquatest, a. s. uspěla ve výběrovém řízení na dodavatele prací vedoucích k odstranění starých ekologických zátěží v areálu Autopalu Hluk, s. r. o. okr. Uherské Hradiště. Ve spolupráci se Zakládáním staveb, a. s. zde navrhla realizaci podzemních reaktivních stěn typu funnel-and-gate k odstranění kontaminace podzemní vody s dominantním polutantem tvořeným chlorovanými uhlovodíky. Jako hlavní sanační prvek byly vyprojektovány čtyři těsnicí stěny s celkem devíti reaktivními bránami.

Křídla reaktivních stěn svádějící kontaminovanou vodu k reaktivním bránám tvořila podzemní těsnicí stěna o tloušťce 400 mm, která byla v místě kolizí s nepřeložitelnými podzemními a nadzemními sítěmi nahrazena stěnou z tryskové injektáže. Výplň podzemní stěny byla směs SEKOFIX, která byla použita též jako injekční směs při realizaci tryskové injektáže. Pata podzemní stěny byla zapuštěna minimálně 1,5 m pod povrch nepropustného terciárního jílového podloží. Celková hloubka podzemní stěny dosahovala 5,5 – 8,0 m. Kolektorem kontaminované podzemní vody byly zahliněné písečné a šterkovité náplavy místní říčky Okluky. Hladina podzemní vody se pohybovala v hloubce 2,5 – 3,0 m pod povrchem terénu. Reaktivní brány o šířce 4 – 13 m měly tloušťku 1 200 – 2 400 mm se sendvičovou stavbou výplně. Návodní a povodní vrstvu tloušťky 400 mm tvořila



Situace podnikového areálu Autopal Hluk

la vrstva praného šterku frakce 8 – 16 mm s příměsí 15 % železných pilin, jádro tvořila vrstva čistých železných pilin proměnlivé tloušťky v závislosti na hydraulickém modelování dekontaminačního účinku výplně a nutné době zdržení polutantu pro jeho dokonalé odstranění. Tato konstrukce byla ukládána v uzavřené stavební jámě pažené beraněnými šterkovými stěnami zapuštěnými

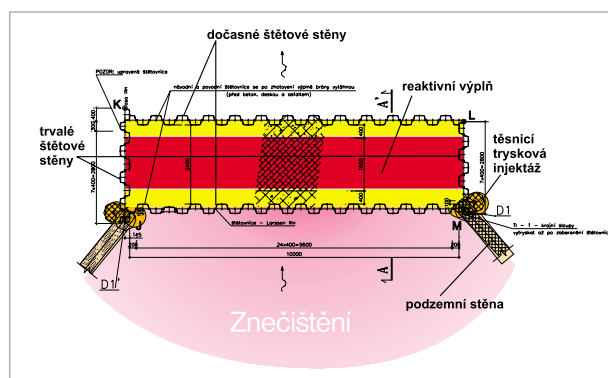


Schéma konstrukce reaktivní brány – půdorys

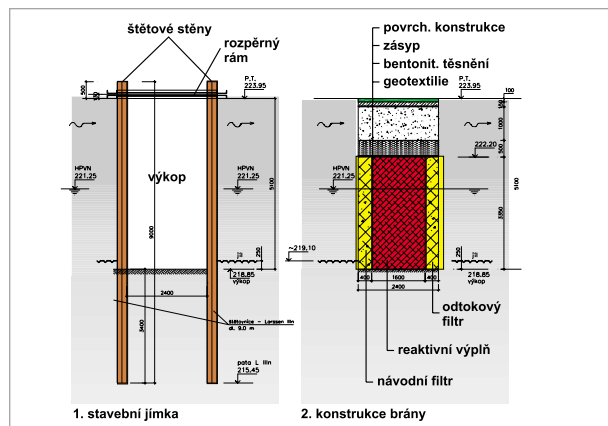


Schéma konstrukce reaktivní brány – příčné řezy

do podložních jíľů. Reaktivní výplň uvedeného složení byla po vytěžení hornin z jímky uložena pouze na výšku zvodně v rozsahu kolísání hladiny podzemní vody. Pata brány byla zapuštěna minimálně 0,25 m do podložních jíľů, zhlaví brány bylo opatřeno separační geotextilií a bentonitovou těsnicí plombou o mocnosti 1,0 m. Zbylá výška výkopu byla zasypána hutněným záhozem z inertního materiálu a povrch byl upraven do pojízdné podoby železobetonovou deskou s asfaltovým pokryvem. Boky brány byly nepropustně zavázány do křídel podzemních těsnicích stěn.

Rozsah prací

Při výstavbě podzemních reaktivních stěn byly realizovány vodící zídky o délce 450 bm, jílostruskové těsnicí stěny o ploše 1 840 m², trysková injektáž o ploše 1 060 m². Pro výstavbu vlastních reaktivních bran muselo být zabraněno 1 510 m² dočasných a 410 m² trvalých štětových stěn, pod jejichž ochranou bylo vytěženo a zpětně uloženo 1 100 m³ zeminy. Kromě toho bylo nutné provést přeložky některých inženýrských sítí, demolice původních podzemních konstrukcí a jejich sanaci a dále zpětné úpravy dotčených ploch (vnitrozávodní komunikace, chodníky, zatravněné plochy) v místech trasy TPS a reaktivních bran.

Časový postup prací

Stavba byla zahájena v prosinci 2001 přípravnými pracemi. Již při předání staveniště od vlastníka (Autopal, s. r. o.) se ukázalo, že podklady pro návrh polohy jednotlivých TPS a bran neodpovídají skutečnosti a v řadě míst musela být poloha jednotlivých TPS a reaktivních bran upravena podle skutečně zjištěné polohy jed-



notlivých inženýrských sítí. Součástí přípravných prací bylo vybudování vodících zídek TPS, které sloužily jednak jako vedení a ochrana zhlaví rýhy při těžbě TPS lanovým drapákem, jednak jako vodítko a pracovní plošina pro provedení TPS pomocí tryskové injektáže v místech křížení s nepřeložitelnými inženýrskými sítěmi.



Provádění těsnicí podzemní stěny pomocí tryskové injektáže

V období 03 – 04/2002 byla vybudována jednotlivá křídla TPS a zabraněny boky reaktivních bran, které byly nepropustně zavázány do TPS pomocí tryskové injektáže.

Vzhledem k nedostatku vhodné výplně reaktivních bran (železné piliny) byly práce přerušeny a pokračovalo se v nich až v 08/2002. Reaktivní brány byly dokončeny na sklonku roku 2002. K celkovému dokončení prací zbývá provést zpětné úpravy v místech reaktivních bran, které jsou naplánovány s ohledem na charakter prací (betonáž podkladních vrstev komunikací, pokládka asfaltu, ohumusování a osetí zatravněných ploch) na březen až duben 2003.

Popis technologií speciálního zakládání a ostatních činností

Výstavba křídel těsnicích podzemních stěn, hloubené části i části provedené pomocí tryskové injektáže, stejně jako zajištění jímek pro uložení materiálu reaktivních bran pomocí beranění, proběhla klasickými, běžně používanými postupy, proto uvádíme pouze stručný přehled:

Jílocementová těsnicí clona hloubky 5,5 – 8,0 m, tl. 400 mm byla těžena lanovým drapákem na nosiči UB 1412 s přetěžováním primárních záběrů. Rýha byla pažena samotuhnoucí jílostruskovou suspenzí s objemovou hmotností 1,26 kg/dm³, pevností v tlaku min. 0,5 MPa/28 dnů a koeficientem filtrace min. 1.10 – 10m/s.

Trysková injektáž byla prováděna metodou M2 s použitím vodního paprsku pro předřez jílových vrstev. Rozteč sloupů byla 0,6 m, požadovaný průměr sloupů 1,0 m, projektovaná pevnost sloupů min. 0,5 MPa/28 dnů. Operační parametry TI byly stanoveny na základě vyhodnocení pokusného pole. Souvislost a nepropustnost TPS byla zajištěna překrytím jednotlivých sloupů TI. Použitá mechanizace: vrtná souprava Hütte 202/2TF, vysokotlaké čerpadlo Geoastra 5TS 302, kompresor A 175. TI byla použita v místech křížení TPS s inženýrskými sítěmi a zavázení křídel reaktivních bran do TPS.

Štětové jímky ze štětovic typu Larssen IIIa délek 7 – 9 m byly beraněny vibračním beranidlem ICE 416 a dynamickým beranidlem BSP DE 30C – DELMAG zavěšeným na autojeřábu AD 28. V první etapě byly zabraněny boky reaktivních bran, tvořené trvale zabudovanými štětovicemi, které jsou trvalou součástí díla. V druhé etapě, v průběhu výstavby reaktivních bran, byly realizovány návodní a odtokové stěny jímek z dočasně zabudovaných štětovic.

Výkop jímek a provedení konstrukce reaktivních bran

Novinkou při realizaci zakázky bylo zhotovení vlastní konstrukce reaktivních bran.

Jednotlivé brány měly rozměry: hloubka 4 až 6,5 m, šířka 1,2 až 2,6 m, délka 10 až 14 m.

Výplň tvořila vertikálně dělená filtrační vrstva:

- návodní vrstva tl. 400 – 500 mm, štěrk a železné piliny v poměru 85 : 15,
- reaktivní vrstva tl. 400 – 1,800 mm – železné piliny,
- odtoková vrstva tl. 400 mm, štěrk a železné piliny v poměru 85 : 15,
- těsnicí vrstva – bentonitový granulát frakce 0,8 – 5 mm, tl. 1 000 mm, oddělená od reaktivní výplně geotextilií,
- do úrovně terénu byla brána doplněna inertním materiálem zhutněným jako podklad pro konstrukci povrchových úprav.

S ohledem na hloubku a požadované rozměry jednotlivých reaktivních bran bylo zvoleno jejich provedení v otevřených stavebních jámkách pažených pomocí štětových stěn.

Zapažená stavební jámka byla staticky zajištěna rozpěrným rámem uloženým vně jámky (pro usnadnění manipulace při těžbě a výstavbě reaktivní brány uvnitř jámky). Z jámky byla následně vytěžena zemina až na projektovou hloubku.

Zcela novou technologií a současně jednu z nejobtížnějších činností na stavbě představovalo ukládání vertikálně děleného sendviče reaktivní výplně brány. Pro tuto činnost musely být vyvinuty zcela nové přípravky – dočasné formy, které bylo možné opětně použít a přizpůsobit požadovaným proměnlivým tloušťkám jednotlivých vrstev reakční výplně v různých branách. Dále bylo nezbytné vyřešit dopravu, ukládání a hutnění materiálu reaktivní výplně. Reaktivní výplň příslušného složení se ukládala po vrstvách do forem pomocí betonářské kolony zavěšené na jeřábu. Kvůli obtížnosti komunikace mezi obsluhou jeřábu a pracovníky ukládajícími materiál v jámce bylo toto ukládání náročné na přesnost. Dosypání zbylých, již vertikálně nečleněných vrstev, tj. granulovaného bentonitu svrchní těsnicí vrstvy a inertního materiálu nadloží brány, bylo provedeno čelním nakladačem s hutněním pomocí malé hutnicí mechanizace.



Provádění vertikální dělené výplně reaktivní brány

Výstavba brány byla dokončena vytažením štětovic návodní a povodní stěny a demontáží rozpěrného rámu. Finální úprava do úrovně terénu sestávala z provedení plomby v prostoru vodících zídek vrstvou betonu tl. 500 mm a uvedení zpevněné betonové plochy komunikace, chodníků nebo zatravněné plochy do původního stavu.

Monitoring prací

Monitoring účinnosti reaktivních bran se provádí v intervalu 1x měsíčně. V návodní a odtokové vrstvě jsou umístěny monitorovací vrt, ze kterých je v tomto intervalu prováděn statický odběr vzorků podzemní vody, které jsou analyzovány z hlediska koncentrace kontaminantů (chlorovaných uhlovodíků). Současně je v těchto vrtech denně prováděno měření hladiny podzemní vody z důvodu specifikace směru proudění podzemní vody přes brány. V průběhu odběru vzorků je rovněž prováděno měření vybraných fyzikálně-chemických parametrů – teploty, pH a obsahu kyslíku. V každé bráně je umístěno 6 monitorovacích vrtů, přičemž 2 střední jsou využívány k monitorování podzemní vody a zbývající 4 budou využity v případě problémů s reaktivní výplní (zajímavání) k jejímu čištění.



Těsnicí podzemní stěna

Závěr

Realizace stavby byla poměrně náročná na přípravu a zpětné úpravy, protože práce byly prováděny za plného provozu závodu, s výjimkou brány č. 4a, která byla přímo v prostoru vjezdu do areálu závodu a mohla být provedena v průběhu celozávodní letní dovolené. Výsledkem je dokončení moderní technologie sanace kontaminovaných podzemních vod, která umožňuje minimální omezení provozu daného výrobního závodu. Tento typ konstrukce byl v provozních podmínkách realizován jako první v ČR a může sloužit jako příklad při řešení dekontaminace a dalšího využití podobných lokalit.

Literatura:

- 1) Gavaskar, A., N. Gupta, B. Sass, T. Fox, R. Janosy, K. Cantrell a R. Olfenbuttel. 1997. Design guidance of Application of Permeable Barriers to Remediate Dissolved Chlorinated Solvents. Battelle, Columbus, Ohio.
- 2) Orth, W.S. a R.W. Gillham. 1996. „Dechlorination of Trichloroethene in Aqueous Solution Using Fe(0).“ Environ. Sci. Technol., 30(1): 66-71.
- 3) Puls, R.W., N. Korte, A. Gavaskar a Ch. Reeter. 2000. „Long-term Performance of Permeable Reactive Barriers: An Update on a U.S. Multiagency Initiative“. In Proceedings of ConSoil Conference. Vol. 1.: 591-594. Thomas Telford
- 4) U.S. EPA. 2002. „Field Applications of In Situ Remediation Technologies: Permeable Reactive Barriers“.

RNDr. Ivan Beneš, Zakládání staveb, a. s.

Ing. Zdeněk Studený, Zakládání Group, a. s.

Foto: Ing. Libor Petrů, Ing. Zdeněk Studený, Zakládání Group, a. s.

Grafické přílohy: Ing. Ján Bradovka, Zakládání Group, a. s.

Reactive diaphragm wall in Autopal Hluk

The Zakládání staveb, a. s., holds another title in promoting new technologies into practice.

The sanitation of ground water contaminated with chlorinated aliphatic hydrocarbons with the use of reactive gates was firstly used at a production scale in the Czech Republic in the course of sanitation works in Autopal Hluk, Ltd., in Moravia. In the year 2002 the workers of the Zakládání staveb, a. s., in co-operation with experts on sanitation works from the Aquatest, a. s., successfully completed this modern technology of sanitation intervention. At present, all construction works of corrective measures consisting of reactive diaphragm walls of funnel-and-gate type are terminated and we are eagerly awaiting the first results of the system efficiency monitoring.

Nové využití původních základových konstrukcí

ZE ZAHRANIČNÍCH ČASOPISŮ

Opětovné použití již existujících základů se stává stále častější záležitostí. Časopis „European Foundations“ zaměřil pozornost na dva projekty, u nichž se tento způsob zakládání uplatnil. V prvním případě se projektový tým z Velké Británie rozhodl využít rozsáhlých základů původní elektrárny pro výstavbu nového obchodně-obytného centra. V druhém případě amerického projektu bylo opětovné použití základů motivováno naléhavou potřebou postavit nový objekt na místě zničeného Světového obchodního centra.

Elektrárna Battersea, Londýn

Uhelná elektrárna byla postavena ve dvou etapách. V letech 1929 až 1932 vznikla Battersea A a v roce 1953 byla dokončena Battersea B. V obou elektrárněnských blocích byla kotelna, hala s turbinou, vnitřní rozvodny a transformátory. V podzemí se nacházela řada chladicích a napěťových tunelů. Elektrárna byla uzavřena v roce 1982. Současný vlastník elektrárny, společnost Parkview International, ji hodlá přestavět na prodejní, obchodní a obytný komplex začleňující budovu elektrárny, která je chráněna jako památková budova.

Podrobný průzkum základů elektrárny Battersea byl nezbytným předpokladem pro posouzení jejich možného dalšího využití. Základové poměry staveniště tvoří navážka, naplaveniny a terasový štěrk uložený na vrstvě svrchnokřídového londýnského jílu, který se nachází asi 10 m pod úrovní terénu. Během výstavby Battersea A byla objevena dvě přehloubená koryta zaplněná naplaveninami, která zvyšovala mocnost vrstvy kvartéru nad londýnským jílem až na 33 m. Naplaveninová výplň je směsí špatně zpevněných písků, bahna, štěrku, rašeliny a přepracovaného londýnského jílu. S ohledem na nedostatek informací o rozsahu tohoto erozního prvku byla větší část Battersea A podepřena raženými vibrovanými pilotami o průměru 430 mm a délce až 14 m pod jednoúrovňovým podzemním podlažím. Pokud základové práce narazily na londýnský jíl v malých hloubkách, byla použita kombinace plošného založení podloží na základových deskách a základových patkách. Podobným způsobem byly při výstavbě Battersea B využity na mnoha místech základové patky a chemická injektáž terasového štěrku.

Průzkum základových konstrukcí

Rozsáhlé skryté základy a tunely mohly potencionálně ztížit zamýšlenou přestavbu. Společnost Parkview International a britská poradenská firma Buro Happold Ground Engineering zabývající se geotechnikou se proto rozhodly zjistit, zda by bylo možné opětovně využít původní základy.

Prvním krokem byl průzkum základů. Velká část základů elektrárny byla naštěstí navržena tak, aby nesla mnohem větší zatížení, než bylo pro novou stavbu potřeba. Byla provedena elektromagnetická měření a doplňkový průzkum georadarem. Průzkumy se zaměřily na kotelny elektrárněnských bloků A a B a na halu s turbinou v bloku A, v jejichž prostoru bude stát největší část nové budovy.

Elektromagnetická měření zmapovala skryté základy, a dokonce odhalila místa, kde byly tyto základy odstraněny či upravovány během neúspěšných pokusů o přestavbu elektrárny na konci 80.

let. Dále bylo na velké části základů provedeno sonické a paralelní seismické testování; sonická měření poskytla informace o integritě pilot a seismická měření určila jejich délku a potažmo jejich nosnost. Velmi důležité bylo především zjištění délky piloty s ohledem na možnost působení eroze v oblasti paty piloty. Paralelní seismická měření zahrnovala zaměření hlavy piloty nebo základové patky a měření času potřebného k tomu, aby výsledná tlaková napěťová vlna prošla základem do přijímače hydrofonu, který byl postupně spouštěn přilehlým vrtem. Tloušťka základu byla určena z místa změny gradientu záznamu seismické zkoušky.

Výsledky paralelních seismických měření byly použity také k porovnání skutečných založení základových patek s původními plány budov. V současné době se výsledky testů prověřují, ale dosavadní šetření naznačuje, že ve většině případů budou předpokládané rozměry základů a jejich odhadnutá nosnost potvrzeny. Pro realizaci geofyzikálních testů a pro získání informací o poloze pat pilot byly provedeny sondážní vrty systémem Rotary. Jejich výsledky přinesly mnohé dodatečné údaje, ale ne vždy byly tyto vrty zcela úspěšné vzhledem k požadavkům dodržení velmi přísných vertikálních tolerancí ve svislosti.

Na pilotách a základových patkách byly dále provedeny vertikální a horizontální vrty a testování, které mělo potvrdit výsledky kvality betonu a výztuží na stavbě. Pomocí jádrových vrtů byly vymezeny hranice erozní oblasti a zjištěno křídové podloží pro případ, že by byla potřeba vyhloubit nové hlubinné základy. Dále byla provedena presiometrická měření londýnských jílu a thanetských písků samozávrtným presiometrem pro návrh založení budov. Průzkumné šachty odkryly výškové úrovně základů, ověřily rozměry pilot, základových patek a desek a umožnily optické hodnocení jejich stavu. Šachty byly využity při odběru vzorků zeminy a podzemní vody a posloužily k identifikaci agresivních jevů v blízkosti základů. Terénní i laboratorní měření jsou nyní dokončena a v přípravě je konečný podrobný návrh využití stávajících základů pro přestavbu.

Světové obchodní centrum v New Yorku – budova WTC7

Opětovné postavení WTC7 se pro New York stalo důležitou prioritou. V této budově se 47 poschodími byla umístěna rozvodna elektrické energie, která zásobovala velkou část dolního Manhattanu. Budova se zhroutila v důsledku několik hodin trvajícího nekontrolovaného požáru, který se rozšířil po teroristickém útoku dne 11. září 2001. Nová budo-



Elektrárna Battersea stojí na nezpevněných vrstvách naplavenin; průzkum staveniště odhalil rozsáhlé skryté základy.