

ZAKLÁDÁNÍ

Časopis ZAKLÁDÁNÍ STAVEB, a. s.

3/2013

Ročník XXV



- HISTORIE SPECIÁLNÍHO ZAKLÁDÁNÍ STAVEB, 1. ČÁST
- VYPROŠTĚNÍ VRAKU LODI COSTA CONCORDIA
- TRASA METRA V. A – ZAJIŠTĚNÍ RAŽBY VZT PROPOJEK SANAČNÍ A TĚSNICÍ HORNINOVOU INJEKTÁŽÍ
- QUADRIO – VÝSTAVBA NOVÉHO ADMINISTRATIVNÍHO A OBCHODNÍHO PALÁCE V CENTRU PRAHY



**Časopis ZAKLÁDÁNÍ**

vydává:

Zakládání staveb, a. s.

K Jezu 1, P.S. 21

143 01 Praha 4 - Modřany

tel.: 244 004 111

fax: 241 773 713

E-mail: propagace@zakladani.cz

http://www.zakladani.cz

http://www.zakladani.com

Redakční rada:**vedoucí redakční rady:**

Ing. Libor Štěrba

členové redakční rady:

RNDr. Ivan Beneš

Ing. Martin Čejka

Ing. Jan Masopust, CSc.

Ing. Jiří Mühl

Ing. Michael Remeš

Ing. Jan Šperger

Redakce:

Ing. Libor Štěrba

Jazyková korektura:

Mgr. Antonín Gottwald

Foto na titulní straně:

Libor Štěrba

Překlady anotací:

Mgr. Klára Koubská

Design & Layout:

Jan Kadoun

Tisk:

H.R.G. spol. s r.o.

Ročník XXV**3/2013**

Vyšlo 9. 11. 2013 v nákladu 1000 ks

MK ČR 7986, ISSN 1212 – 1711

Vychází čtyřikrát za rok

Pro rok 2013 je cena časopisu 90 Kč.

Roční předplatné 360 Kč vč. DPH,

balného a poštovního.

Objednávky předplatného:**ALL PRODUCTION, s. r. o.**

Areal VGP

Budova D1 F V. Veselého 2635/15

193 00 Praha 9 – Horní Počernice

tel.: 234 092 811,

fax: 234 092 813

E-mail: obchod@allpro.cz

http://allpro.cz/

http://predplatne.cz/

Podávání novinových zásilek

povolila PNS pod č.j. 6421/98

SERIÁL**Historie speciálního zakládání staveb, 1. část**

2

Ing. Jindřich Řičica, ADSZS

AKTUALITY**Vyproštění vraku lodi Costa Concordia**

8

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

Současnost evropských a světových firem ve stavebnictví

12

Ing. Jindřich Řičica, Asociace dodavatelů speciálního zakládání staveb

BAUMA 2013 – novinky v geotechnice

14

Z Ground Engineering 3/2013 přeložil RNDr. Ivan Beneš, Zakládání staveb, a. s.

DOPRAVNÍ STAVBY**Trasa metra V. A – zajištění ražby vzduchotechnických propojek pomocí sanační a těsnicí horninové injektáže**

16

Ing. Martin Čejka, Ing. Pavel Čapek, Ing. Michael Remeš, Zakládání staveb, a. s.

Monitoring ostění tratových tunelů při provádění zajištění ražeb pomocí tryskových injektáží

20

Ing. Tomáš Ebermann, Ph.D., ARCADIS CZ, a. s., divize Geotechnika

Ing. Stanislav Liška, INSET, s. r. o., středisko specializovaných prací

OBČANSKÉ STAVBY**Administrativní a obchodní palác Quadrio, mimořádná novostavba pražského centra**

22

MgA. Jan Hofman, Ing. Marie Mrázová, Ing. Martin Junek,

Cigler Marani Architects, a. s.

Koncepce stavebně-konstrukčního řešení Quadria

24

Ing. Roman Mráz, Helika, a. s.

Návrh zajištění stavební jámy Quadria

27

Ing. Miroslav Dušek, FG Consult, s. r. o.

Zajištění stavební jámy Quadria

32

Vladimír Malý, Zakládání staveb, a. s.

HISTORIE SPECIÁLNÍHO ZAKLÁDÁNÍ STAVEB, 1. ČÁST

Loňským číslem časopisu ZAKLÁDÁNÍ 4/2012 jsme uzavřeli několikaletý seriál o stavebních podnikatelích a stavebních firmách v období 1848–1948 na našem území. V aktuálním vydání si vám dovoluujeme představit seriál zcela nový, ve kterém se budeme věnovat výlučně historii oboru speciálního zakládání, a to v celosvětovém měřítku. Podobný přehled o vývoji našeho oboru na stránkách našeho časopisu zatím chyběl a doufáme, že může přinést částečně nový pohled na v současnosti běžně používané technologie speciálního zakládání.

Úvodem

V sérii jednotlivých tematicky zaměřených dílů se pokusíme ukázat historický vývoj metod a technologií speciálního zakládání staveb od jejich archaického stadia přes mezníky, které znamenaly přechod na vyšší technickou úroveň, až do současnosti. Přiblížíme si klíčové okamžiky vstupu převratných technologií na světovou scénu i jejich první použití na stavbách u nás. Připomeneme významné osobnosti nebo firmy, které dokázaly v rozhodující chvíli sloučit nové poznatky z průmyslu s poznatky vědy a nabídnout originální řešení stále náročnější stavebního požadavce. Pokusíme se ukázat, jak byl obor speciálního zakládání ovlivněn a obohacen rozvojem mechanizace a vývojem nových materiálů, jak v něm docházelo ke křížení myšlenek z různých souvisejících oborů.

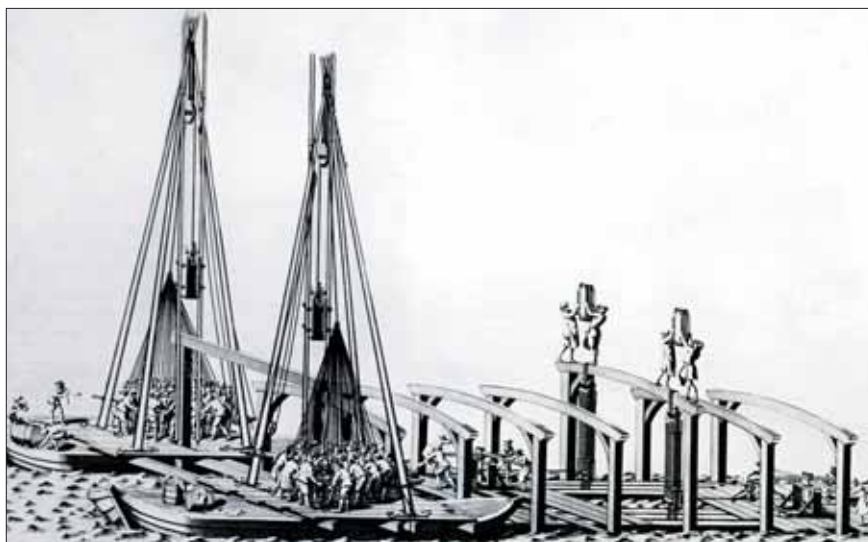
Doufáme, že takováto syntéza různých vazeb a vztahů může být částečně nápomocna při odhadu budoucího směřování oboru speciálního zakládání staveb. Takto pojatý přehled snad bude mít také větší potenciál zaujmout širší okruh zájemců nežli jen pouhý technický popis toho, co se kdy a kde událo v historii oboru.

Způsob podání historie technologií a metod speciálního zakládání staveb

Seriál článků bude pro tento účel rozdělen podle příbuzných technologických činností ve speciálním zakládání do čtyř, ne zcela obvyklých, bloků:

- Beranění včetně vibrování atd.
- Vrtání – maloprofilové a velkoprofilové, včetně výplachů atd.
- Hloubení – studní, kesonů, podzemních stěn, pažených jam atd.
- Injektování – kotvení, zlepšování zemin, speciální materiály atd.

V oboru speciálního zakládání je běžnou a častou praxí, že jsou takto uvedené činnosti kombinovány v různých procesech (např. nárazovotočivě vrtání), postupech či metodách (např. injektované mikropiloty) nebo na různých projektech (např. pažení s podchyčováním). Anebo různě integrovány do dalších metod, což však nelze na dané ploše našich článků plně zachytit. Jde nám o poukázání na ty hlavní principy a trendy, které poháněly celkový vývoj. Charakteristické kombinování a slučování technologií ovšem bude sem tam lehce komplikovat popis jednotlivých příběhů



Obr. 1: Beranění pilot lidskou silou v Nizozemsku v 17. století

vývoje vymezených činností. Občas nás to tedy donutí k odbočkám a návratům.

Z téhož důvodu, abychom zcela neutonuli v přílišném množství údajů, se nebudeme zabývat parametry zmiňovaných technologií ani navrhováním jejich použití. Proto si také náš pohled ani nečiní nárok zachytit veškeré detaily a některé nedůležité nebo již neaktuální podrobnosti budeme záměrně přeskakovat, zatímco u jiných důležitých se zastavíme. Především u těch, které jsou z hlediska technologie prováděcích metod významnější. A též u těch, které ukazují zajímavé životní příběhy.

V našem přehledu budou samozřejmě zdůrazněny okamžiky prvního použití nových technologií jak ve světě, tak také u nás. Pravidelně se budeme také věnovat specifickým cestám, kterými se ubíralo naše tuzemské speciální zakládání.

Abychom čtenáře příliš nezatěžovali podrobnými odkazy na literaturu a na další zdroje, ze kterých je čerpáno, budou v závěru poslední části uvedeny jen souhrnné skupiny hlavních pramenů. Mnohé významné informace přinesly také rozhovory s pamětníky událostí posledních desetiletí u nás. Je jim všem třeba vyjádřit dík, i když zde jejich jména nebudou uvedena.

Dějinné souvislosti

Stavebnictví, a tedy i zakládání staveb, hraje v historii důležitou roli od prvotního stadia poskytování ochranného přístřešku před nepohodou nemilosrdného prostředí přírody. Rané použití metody speciálního zakládání lze vysledovat v Evropě, Africe a Asii již

někdy v mladší době kamenné – zhruba před 7000 lety u staveb umístěných na kůlech na jezerních sídlištích. V té době to byl určitě velký pokrok a jeho setrvačnost trvala po dlouhé tisíce let. Velké říše ve starověku použily pro své impozantní stavby také určité speciální práce, nebylo jich však příliš. Většinou totiž bylo možno volit polohu stavby tak, aby byly nalezeny vhodné geotechnické podmínky pro nasazení tehdejších hlavních výrobních prostředků – otrocké ruční práce a síly zvířat. Obrovské výkopy, násypy, opěrné zdi i nezbytné skalní výlomy nebyly problémem, a proto bylo nejčastěji využíváno plošné založení. Příkladem jsou třeba egyptské pyramidy, městský komplex Říma či silnice via Apia, dlážděná velkými kamennými kvádry. Budování nezbytných mostů a přístavů nebo opevněných sídel bylo vybráno především na místech přírodně k tomu vhodných.

Současně se zánikem těchto říší došlo i ke globálnímu zapomenutí nabytých znalostí a zkušeností. Vývoj se zcela zastavil na několik staletí. Až s nástupem období středověku a rozvoje městských civilizací v 9. století nastal postupně větší stavební ruch a na něj navázaný vývoj potřebné techniky. Trvalo to však opět několik staletí, než došlo k dalšímu kvalitativnímu zlomu a následné expanzi, která nastala v 19. století s nástupem nového energetického zdroje – parního stroje. Rozvoj oboru byl dále akcelerován užitím elektrických a potom i elektronických přístrojů spolu s množstvím dalších souvisejících technických

změn. Časově můžeme za zlatý věk oboru speciálního zakládání označit zhruba období od padesátých let 20. století do první dekády 21. století. Prostorově se ohnisko vývoje pomalu přesouvalo ze Severní Ameriky do Japonska a Evropy.

Poválečné přesuny vedoucí role v zakládání

Dosavadní vedoucí technologická role USA odpovídala vzepětí charakterizovanému výstavbou mrakodrapů a velkých inženýrských projektů na americkém kontinentě, jež ale pomalu oslabovalo. Nastal čas přechodu aktivity inovací do zemí, kde se rozbíhala velká poválečná obnova. Při ní se měnil i ekonomický systém. Velmi zjednodušeně se dá říci, že v USA nadále existoval původní systém demokratického kapitalismu a soukromých investic. I přes aplikaci socialistických federálních programů v rámci předválečného New Deal a státem organizovaného válečného kapitalismu převažoval v poválečném hospodářství soukromý sektor. Ve svých důsledcích vedl tento systém k tvrdé konkurenci a ostré kontrole nákladovosti. To ovšem může místně brzdit zavádění inovací, když jsou ještě k dispozici uspokojující nízkonákladové technologie. Částečně tím lze také vysvětlit, proč se ve Spojených státech například masivně udržovalo po dlouhou dobu beranění jako hlavní metoda speciálního zakládání a jiné moderní technologie se zapojovaly poněkud méně. Později v tomto seriálu uvidíme, jak byl ústup ze slávy Spojených států v rozvoji stavebnictví symbolizován v padesátých letech rychlým evropským a japonským převzetím jejich technologie jeřábových nosičů. Poválečná západní Evropa se vyvíjela jinak než Spojené státy. Druhá světová válka měla za následek převratnou politickou změnu v organizování investic a v jejich ovlivnění státem. To je skutečnost, která tvoří důležité pozadí celé

poválečné historie oboru speciálního zakládání, a proto je vhodné se o ní zmínit. Pro obnovu rozsáhlého, válkou způsobeného poničení byly nutné vládní programy i státní regulace. Poválečná přestavba, spojená pochopitelně i s rozvojem moderní infrastruktury, vyžadovala silné centrální řízení zejména z hledisek přílivu financí. Šlo přitom většinou o přerozdělování veřejných, peněz, což přispělo ke vzniku silné pozice sociálního státu v západní Evropě, která byla doprovázena rozsáhlými programy výstavby, rozvoje průmyslu, dotací a subvencí, a to i programů podporujících obor speciálního zakládání, který se proto rozvíjel jinak, než kdyby závisel jen na čistě tržním prostředí, jaké bylo ještě dlouho po válce v USA. K podobnému politickému vývoji došlo ve stejné době také v Japonsku, kde dokonce pro podporu technologického rozvoje vzniklo v roce 1949 silné ministerstvo, proslavené MITI. V obou těchto geografických oblastech byl v poválečných desetiletích vidět prudký nárůst technologické úrovně speciálního zakládání.

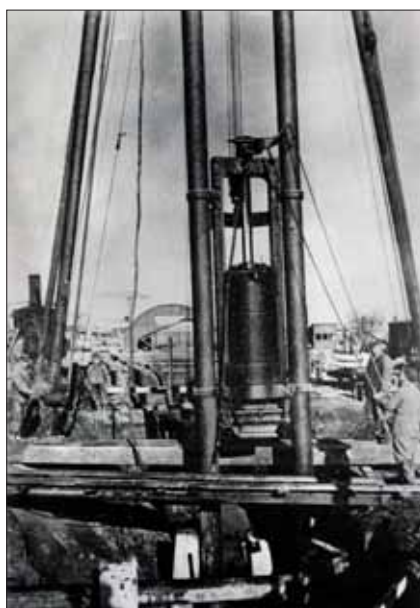
Jak víme, šly dějiny v naší zemi a v dalších zemích, které upadly pod vliv SSSR za železnou oponou, odlišnou cestou. Přesto však k omezeným kontaktům a k částečnému přenosu informací s okolním světem docházelo. Obrovským štěstím bylo u nás pro obor speciálního zakládání období politického uvolnění kolem roku 1968. V roce 1967 se podařilo uzavřít licenční smlouvu o převodu moderních technologií pro výstavbu pražského metra se západoevropským konsorciem Sol-Expert International. Tento počín měl zásadní pozitivní vliv i na modernizaci myšlení celého oboru v naší republice. I když došlo po roce 1969 k opětovnému omezení příjmu informací i nákupu technologií, s uvedeným nadechnutím dokázalo tuzemské speciální zakládání udržet krok s vývojem ve světě. Podrobněji to bude vidět v dalších částech seriálu.

Beranění

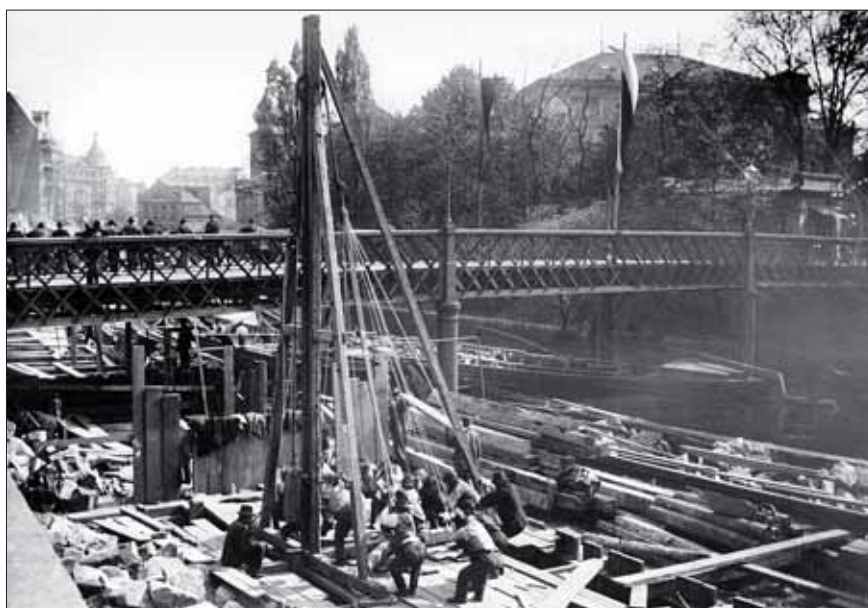
Do skupiny uváděné pod názvem beranění se řadí různé technologie, obecně nazývané jako metody vhnání základových prvků. Moderní názvosloví používá pro tyto technologie anglický název „displacement“, což znamená, že při instalaci základových prvků nedochází k odtěžení původní základové půdy. Zahrnují jak vlastní beranění, tak i příbuzné vibrování, ale také vtlačení, vplachování apod. Budeme se zabývat jen těmi hlavními, tj. beraněním a vibrováním.

Jak jsme již zmínili na příkladu z mladší doby kamenné, jsou za nejstarší metodu speciálního zakládání považovány ručně beraněné lehké piloty u pobřežních dřevěných staveb, kde byly podlahy ukládány na velkém počtu zarážených kůlů. Ani v době starověkých mocností však nebyly technické možnosti na takové úrovni, aby se tato metoda využívala pro skutečně trvalé, zděné sídlištní celky. Jediná mimořádná situace, která si mohla její použití dočasně vynutit, bylo vojenské tažení a nutnost překonat mostem vodní tok nebo zajistit přístaviště. Tam patrně došlo k významnějším aplikacím a od nich k jejich dalšímu rozšíření. Nejstarší archeologické nálezy pilot jsou například ve Skotsku z doby před 5000 roky nebo cedrové piloty v Babyloně před 2500 lety. Nejdokonalejším příkladem jsou patrně dubové piloty pro Caesary dřevěné mosty na Rýně. Jeden z nich byl v roce 55 př. n. l. postaven za deset dní.

K podstatnému rozvoji pilotáže došlo až mnohem později, zhruba v 9. století. Vyvolala jej zejména výstavba přímořských obchodních středisek, například v Benátkách a v Nizozemsku. Zachovalé, ale dosti nedokonalé obrazové doklady znázorňující užívanou jednoduchou technologii máme však až z 15. století. Na obr. 1 z ještě pozdější doby 17. století je již dobře vidět vyvinutější volnopádový těžký beran na kladce, poháněný velkou



Obr. 2: Beranění pilot parním beranem v Nizozemsku ještě v roce 1970 (zdroj ICE)



Obr. 3: Beranění dřevěné piloty volnopádovým beranem zdvíhaným 14 muži na stavbě nábrežní zdi u Národního divadla v Praze v roce 1902 (foto z knihy *Stroje na stavbách*, Zdeněk Bauer)



Obr. 4: Dlouhodobě nejpoužívanější typ těžkého dieslberanu – Delmag D55 (foto z knihy Haal op die Hei)

skupinou lidí. Počet potřebných úderů pro doberanění dosahoval i několik set tisíc. Je také znázorněn tehdy často užívaný ruční beran o váze cca 100 kg, zde pro pomocné beranění. Po několika století se však používaly stále jen dřevěné piloty nebo štetovnice.

Klasické beranění

Příchod parního stroje v 19. století rázem nahradil lidskou sílu a umožnil zavedení vrátků pro těžší volnopádové berany. Vedl i k vynálezu mechanických parních jednočinných beranů firmou Menck v roce 1880. Protože jde o velmi robustní, jednoduché a spolehlivé stroje, jsou někde ve světě užívány i dodnes, ovšem již se spalovacími motory. Na obr. 2 je zachycen takový stroj v Nizozemí při práci v roce 1970. Na našem území byl první parní volnopádový beran použit při výstavbě Palackého mostu v Praze v roce 1876. Avšak ještě dlouho potom se stále používala při beranění levná lidská síla, jak dokládá fotografie (obr. 3), pořizená v roce 1902 na stavbě poblíž Národního divadla v Praze. První štetová stěna ze starých ocelových kolejnic byla u nás zaberaněna na stavbě mostu v Miřejovicích na Vltavě v roce 1901 a první železobetonové piloty při stavbě mostu v Přešově v roce 1903. V roce 1932 byla ve Vítkovicích zahájena výroba ocelových štetovnic a jejich beranění se stalo stejně běžným jako v jiných rozvinutých zemích. Světový vývoj pokračoval dál přes beranidla na stlačený vzduch po vynálezu jednočinného výbušného beranu u firmy Delmag v roce 1926 v Německu. Postupně byl tento typ beranidla vylepšováno, až byla nakonec v poválečném období vyvinuta dnes nejpoužívanější verze dvojčinného dieslberanu (obr. 4). Ten již odpovídal novým poznatkům teorie, že pro efektivitu beranění není rozhodující síla úderu, ale spíše jeho dynamický průběh. V té době však také došlo k prudkému nástupu rozvoje hydraulických systémů, takže se ke konci minulého století začaly uplatňovat verze hydraulických jednočinných a později i dvojčinných beranů.

U nás držel rozvoj metod speciálního zakládání v první polovině 20. století krok se světem. Avšak po roce 1948 došlo k radikálnímu obratu a trvalým symptomem ve stavebnictví i v celé společnosti se stal nedostatek moderních strojů a materiálu (zejména oceli, cementu i jiných surovin). Ilustrativním příkladem pro tento blok činností je pokus zavést direktivně výrobu chybějících naftových beranů a později i vyrážeců ve Stavostroji v Bělé pod Bezdězem v roce 1953. Byly to mechanismy nedostatečné kvality, a tak bylo velkým svátkem, když si jeden závod Vodních staveb, o. p., mohl v roce 1960 pořídit pro důležitou stavbu ČOV na Trojském ostrově lehký, ale spolehlivý a výkonný dieslberan Delmag D5 ze zahraničí. Produkce na této stavbě předtím závisela na starém vzduchovém beranu McKiernan-Terry, poháněném třemi kompresory. Stejně to bylo i s dalšími stroji, které režim umožnil některému z vybraných podniků sem tam dovézt ze zahraničí.

Vibrování

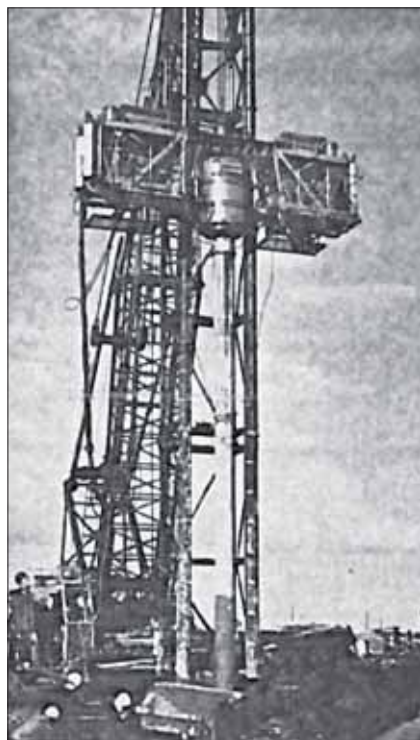
Ve třicátých letech minulého století započal velmi zvláštní a svým způsobem charakteristický příběh vývoje technologie vibrování, sesterské k beranění. Stalo se tak překvapivě v SSSR, v hlavě ruského vědce prof. D. D. Barkana. V SSSR byly totiž obrovské potřeby s uplatněním parních beranů kvůli mrazům, což brzdilo nálehavou potřebu postavit nové továrny, takže byl prof. Barkan pověřen řešením tohoto problému. Impulsem mu ale byl předchozí objev japonských inženýrů, že pod základy vibrujících strojů dochází ke ztekucení písků. Věnoval se proto zkoumání možnosti využít ke vhnění prvků do zemin vertikálních vibrací. Podařilo se mu úkol vyřešit a sestrojil první elektrické vibrátory pro

speciální zakládání. V té době však již začalo na příkaz Stalina utlumování všech výzkumných prací, které přímo nesloužily zbrojní výrobě a přípravě na válku. A po válce zase nebyl režim SSSR schopen v tomto vývoji efektivně pokračovat a ani neměl potřebný průmyslový potenciál, takže vývoj ustrnul na dosaženém stupni. Nicméně však byl výzkum prof. Barkana publikován v zahraničí a jeho myšlenky se systematicky chopili Japonci a již v padesátých letech začali s průmyslovou výrobou silných vibrátorů. Od nich ji pak převzaly v šedesátých letech nezávisle a současně hned tři firmy v Evropě – Müller, PTC a Menck. Nastal prudký rozvoj této technologie a v sedmdesátých letech dokonce přeskok na vyšší úroveň – od elektrických k hydraulickým vibrátorům. Ty od svého nástupu na konci sedmdesátých let rychle ovládly trh a dál se přímo bleskově rozšířily po celém světě (obr. 5). Měly výhodu plynulé regulace amplitudy a zejména frekvence, takže bylo možno zvolit režim nejlépe odpovídající okolnostem. Byl to jeden z výrazných pokroků technologie, která je dnes přítomna v mnoha dalších metodách – od instalace velkých výpažnic pro piloty až po hluboké vertikální drény. Jiným zajímavým příběhem je vynález tzv. vysokofrekvenčního vibrátoru, z něhož se po velmi komplikovaném a dlouhém vývoji stala mimořádně efektivní metoda maloprofilového vrtní, nazvaná Sonic-drilling. Prvním objevitelem tohoto efektu byl údajně rumunský inženýr George Constantinescu, který ho v roce 1913 využil k sestrojení prototypu ruční lomové vrtačky. Jeho výzkum však během války téměř zanikl. Tento princip použil až v roce 1930 jiný rumunský inženýr Ion Basgan s dobrými výsledky při naftovém vrtní. Ale během II. světové války opět došlo k útlumu zájmu. Výzkum pak v polovině čtyřicátých let převzal s podporou firmy Shell americký vynálezce A. Bodin.



Obr. 5: Starší elektrický vibrátor z počátku sedmdesátých let minulého století (vpravo) a novější hydraulický vibrátor z počátku osmdesátých let (vlevo), výrobky francouzské firmy PTC

Své nedořešené výsledky však prodal v sedmdesátých letech britské firmě pro kosmický výzkum a ta přesunula úkol do Kanady. Ještě na začátku sedmdesátých let tuto technologii pod názvem Resonant pile driver zkoušela britská firma. Používala však rozměrnější vřhané prvky a pro značné obtíže od dalšího vývoje upustila (obr. 6). Tyto zkušenosti byly patrně jedním z impulsů, proč později GKN Foundations převzala firmu Keller, zaběhnutou v jiné vibrační technologii. Zprávy o podobných experimentech prosáky i ze SSSR. Efekt byl prokazatelný, ale žádné zařízení nebylo schopné vydržet enormní dynamické namáhání materiálů. Využitelnost byla tedy pravděpodobně spíše s menšími profily. To zřejmě pochopil inženýr Ray Roussy, který v Kanadě na vývoji pokračoval. Při hospodářském útlumu v roce 1980 převzal práci soukromě a pokračoval v ní dál. Věřil v obrovský potenciál této metody, v její několikanásobně vyšší výkonnost, než má konvenční vrtání. Považoval ji za jedinou podstatnou inovaci ve vrtání od doby, kdy před třemi tisíci lety Číňané objevili nárazové vrtání, byť nyní šlo také v principu o nárazové jádrování. Nakonec jí během devadesátých let ve spolupráci s americkými vrtnými firmami přivedl až do úspěšné realizační fáze. Potvrdila to zakoupením její licence v roce 2008 i velká firma Soletanche-Bachy. Beranění či vibrování různých pilot a štetovnic je i dnes ve světě stále nejčastěji užívanou metodou speciálního zakládání. Je výhodná v podmínkách sedimentárních zemin pro různé poběžné stavby a zejména v hlubších vodách mořských (obr. 7), takže se velmi osvědčuje



Obr. 6: Experimentální souprava vysokofrekvenčního vibračního beranidla britské firmy GKN Foundations, sedmdesátá léta 20. století

například v severozápadní Evropě, na Ukrajině a v Rusku, na americkém kontinentě a v Asii. Často jsou pomocí této technologie zakládány například vrtné plošiny v moři, kde je nutné beranit ocelové roury až o průměru několika metrů. Postupně byl vyvinut nespočet různých druhů vřhaných pilot z různých materiálů. Na našem území jsou sice pro beranění pilot podmínky málo vhodné, avšak beranění štetovnic zde je tradičně velmi obvyklé. Až do poloviny osmdesátých let se ale u nás štetovnice téměř vůbec nevíbrovaly, protože byly k dispozici jen zastaralé a nevykonné sovětské vibrátory, které zvládly jenom tu nelehčí práci. Moderní vibrátor u nás poprvé použila firma SZS, o. z., Vodní stavby, o. p., až v roce 1983 na stavbě Modřanského jezera v Praze. Byl to slabší typ Ferrokonstrukt 206 H26, volně zavěšený na autojeřábu. Zakrátko pak u nás vibrování štetovnic v činnostech beranění zcela převládlo.

Předrážené piloty na místě betonované

Abychom se mohli zmínit i o některých důležitých modifikacích beranění, musíme se vrátit poněkud nazpět v čase. Před koncem 19. století bylo stavebnictví výrazně ovlivněno průmyslovou výrobou oceli, která nahradila do té doby používané železo, a také vynálezem společlivých elektrických výtahů. Tím byla umožněna stavba výškových budov z ocelových skeletů, kterou poprvé zahájili v americkém Chicagu v roce 1885. Vyžádalo si to zavedení únosnějších pilot, nejprve z ražených ocelových rour a později z dalších profilů a prvků, což pak vedlo k zajímavým technologickým variacím beranění. Začalo se zkoušet ale i beranění

dočasných ocelových výpažnic. Tím byla zažehnuta inovační jiskra k vývoji předrážených pilot. Stalo se tak v Belgii, kde dosud byla klasická pilotáž v měkkých přímořských sedimentech problematická kvůli technologickým efektům způsobujícím malé plášťové tření. Inženýr Edgard Frankignoul přišel v roce 1908 s prvním vynálezem a postupně jej vylepšoval do konečné podoby v roce 1926, známé poté pod názvem pilot Franki. Jde o to zaberanit pažnici volnopádovým beranem působícím na zátku v její patě, vyplnit ji betonem a při vytloukání pažnice ven současně pečovat vznikající dírk piloty do stěn vrtu. Tato velmi jednoduchá technologie pilot je ve vhodných geotechnických podmínkách efektivní, s výslednou relativně vysokou únosností. Rychle se rozšířila do dalších zemí a používá se dodnes, i když je už z nynějšího pohledu její výkonnost malá. U nás ji zavedla až v roce 1969 firma Geoindustria Praha, n. p., patřící do rezortu paliv a energetiky, a to nákupem dvou polských souprav nazývaných „kafari“. Šlo o typy KPF 22A s posunem na kolečích a kráčivé hydraulické soupravy KPF 31K. V tehdejší RVHP byla jako jejich jediný výrobce určena polská firma Zremb. Provoz těchto souprav byl provázen poruchovostí a nedostatkem náhradních dílů, což nutilo provozovatele k opravám a rekonstrukcím. Některé z pozdějších souprav na pásových podvozcích však u nás občas pracují dodnes a vykrývají svou lácí poptávku v rozsahu asi 5 % pilotážního trhu (obr. 8). V první třetině 20. století byly nepříliš úspěšně zkoušeny i různé další pažnicové alternativy pilot se ztracenou botkou a s beraněním na



Obr. 7: Rekordní beranění pažnice pro jímku základů mostu Hong Kong–Zuhai–Macau v Čínském moři v roce 2012. Čínský generální dodavatel použil vibrační 8dílné beranidlo firmy American Piledriving Equipment pro pažnice o průměru 22 m a délky 39,6 m.

vršek pažnice. Velmi rozšířeným systémem se stalo řešení, patentované anglickým inženýrem Alfredem Hileyem s názvem VibroPile z roku 1924. Převzala ho britská firma BSP a podpořila ho uplatněním svých jednočinných parních, později vzduchových beranů, které též pomáhaly rychlými drobnými údery při vytahování pažnice po betonáži. Ve třicátých letech rozšířila licencemi tento systém na dlouhou dobu po celém světě (obr. 9). Ke kvalitativnímu průlomu v tomto směru došlo až v roce 1960, kdy použila nizozemská firma Fundex k odpažení vybetonované piloty mohutnou vibrační objímku s elektrickým vibrátorem. Následně nahradila elektrický vibrátor hydraulickým a vyvinula též speciální plazový podvozek. Zavedla tak předražené a na místě betonované piloty zvané Vibrex, které se staly nejspěšnějším typem této varianty pilot, spojujícím vysokou únosnost zaberaněné paty piloty s velmi únosným pláštěm kvalitního betonového díku roztláčeného do stěn vrtu. Technologie vyniká též vysokou produktivitou, což si ověřil i český podnik SZS, o. z., Vodní stavby, o. p., přímý předchůdce firmy Zakládání staveb, a. s., v roce 1989 při zcela mimořádné příležitosti dodávky zakládání pro elektrárnu Al-Anbar v Iráku (obr. 10). Uplatněním této metody pilotáže tam dosáhl výkonů světové úrovně a prokázal tím i úspěšnost tehdejšího výběru našich odborníků v mezinárodním srovnání. V tuzemských podmínkách se však pro tuto technologii použití nenašlo. Poněkud zvláštní kapitolou historie speciálního zakládání v období československého socialismu, kterou nelze v našem přehledu pominout, je užívání tzv. pilot VÚIS, vyvinutých na Slovensku v roce 1966. Šlo o pokus vytvořit



Obr. 8: Pilotážní soupravy Franki používané ještě dnes v ČR (Spezialbau)

z tehdy dostupných prostředků jakousi protiváhu k záplavě nových technologií vznikajících na Západě. Jednalo se o hybridní metodu, kombinující vibrační jádrové vrtání nebo vhánění pažnice se ztracenou botkou a s betonáží tlakovým vzduchem. Došlo u nás k jejímu poměrně značnému rozšíření, ale význam metody byl uměle nadnesen, neboť dosahované únosnosti pilot byly nízké. Celý technologický systém byl po mnoha stránkách nevykonný, zejména pak jeho hlavní článek – zaostalý sovětský vibrátor. Po roce 1989 neobstála tato metoda v konfrontaci se zahraniční technologickou konkurencí a přestala se používat.

Ponorné vibrátory

Zcela speciální uplatnění našla vibrační technologie v podobě vibrátorů při zlepšování základových zemin, tentokrát však využitím kmitání horizontálního. Začali je zkoušet vynálezci W. L. Degen a S. Steuermann z firmy Keller v Německu v roce 1934. Tedy časově zhruba souběžně s vývojem technologie vibrování vedené ruským prof. Barkanem. Vyvinuli elektrický ponorný vibrátor, se kterým bylo možno

s pomocí vzduchového nebo vodního výplachu účinně zlepšovat hutnost zrnitých zemin pod úrovní terénu (obr. 11). Pak se však vývoj zkomplikoval. S. Steuermann odjel před zahájením války do USA, kde pokračoval ve zlepšování zařízení ve své nové firmě Vibroflotation. Později se nakrátko přiklonil k hydraulickému pohonu a po válce tuto licenci koupila například britská firma Cementation, která dál pokračovala v používání hydraulických motorů. Ty ovšem zase firma Vibroflotation po zkouškách v roce 1970 definitivně zavrhl jako málo účinné pro horizontální

vibraci zemin a vrátila se tak k principiální výhodě pohonu elektrickým motorem, spočívající v jeho velké kapacitě pro přetížení vůči vzrůstajícímu odporu hutněné zeminy. Pracovala také převážně s vodním výplachem. W. L. Degen mezitím v roce 1957 dokončil u firmy Keller svůj vynález metody tzv. suchých šterkových pilířů se vzduchovým výplachem. S dalším inženýrem F. Eichkornem pak postavili strojní soupravu s vrchním doplňováním šterkového materiálu středem vibrační kolony dospou do hrot ponorného vibrátoru. Po smrti W. L. Degeny však prodali jeho synové v roce 1974 svůj podíl ve firmě Keller britské skupině GKN Foundations a koupili právě americkou firmu Vibroflotation. Tu pak svými vynálezy dále rozvíjeli a jejich ponorné vibrátory se staly světově nejspěšnějšími. Pro své velké projekty je používala opět např. firma Soletanche-Bachy. Firma GKN Keller vsadila na kompaktní soupravy pro šterkové pilíře Vibrocat, jichž do začátku osmdesátých let vyrobili na třicet (obr. 12). Při sledování zákrutů historie této technologie je zajímavé, že spodní plnění šterku na



Obr. 9: Souprava pro výrobu pilot typu Vibropile, umístěná na pevném rámu, britská firma PCL, rok 1982



Obr. 10: Pilotážní souprava Vibrex na stavbě elektrárny Al-Anbar v Iráku v roce 1989



Obr. 11: První ponorný vibrátor z roku 1937 na stavbě (Betterground)

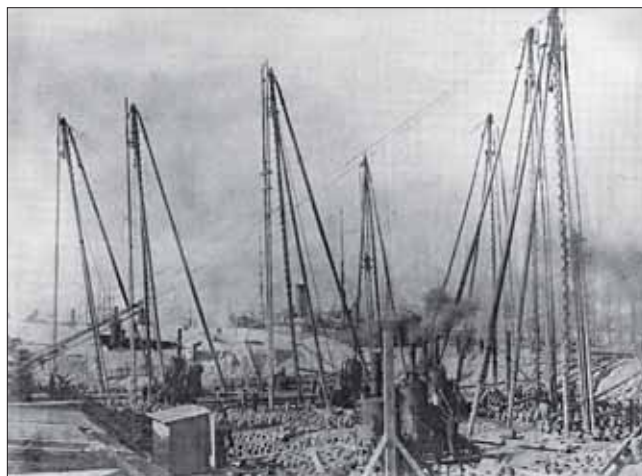


Obr. 12: Nasazení soupravy Vibrocat firmy Keller s ponorným vibrátorem a vrchním dávkovacím štěrku na hrot pomocí skipu

hrot se začalo používat ve Spojených státech s velkým zpožděním, až teprve po roce 1985. V průběhu času převzaly metodu další firmy, například firma Bauer, a vytvořily její modifikaci. U nás byly poprvé zhotoveny štěrkové pilíře pomocí ponorného vibrátoru a soupravou Vibrocat až v roce 1994. Použila je firma Keller ČR na stavbě pruněřovské elektrárny. Do té doby byly v naší republice prováděny štěrkové pilíře metodou Franki pilot.

Vývoj nosičů zakládacích souprav

Masové rozšíření metod beranění v první polovině 20. století mělo jeden sekundární, ale velmi významný efekt pro rozvoj ostatních technologií oboru speciálního zakládání. Byl to tlak na potřebu speciálních nosičů beranících souprav. V té době se již používaly poměrně vysoké věže beranidel, a přitom byly pro jejich přesun na staveništích s hustě rozmístěnými pilotami k dispozici jen koleje. Začaly se zkoušet kráčivé podvozky, ale manipulace s nimi byla obtížná. To bylo značně nevýhodné, velmi to snižovalo manévrovací schopnosti, takže pro dosažení potřebného vyššího celkového výkonu bylo nutno mobilizovat množství beranících souprav (obr. 13). Dodavatelé beranění naléhavě hledali vhodný pohyblivý jeřáb. Jelikož je jeřábová technika důležitou součástí metod speciálního zakládání, odbočíme v této souvislosti krátce i k její historii. Kladka coby nejzákladnější součást každého zdvihacího zařízení se začala používat ve starém Řecku asi v pátém století před naším letopočtem. Staří Římané začali používat kladkostroj a první poměrně složité jeřáby i zvedací věže. Po mnoha staletí však byly vrátky stále poháněny šlapacím kolem a jeřáby umožňovaly jen vertikální zdvih. První otočný jeřáb byl zkonstruován až v roce 1340 pro potřeby přístavu v Nizozemsku. Teprve nástup parních strojů v 19. století znamenal technologický přelom. První prototyp parního bagru byl sice postaven již v roce 1835 v Americe, ale průmyslově vyrábět je začala až firma Link-Belt v roce 1890. Přes první širokorozchodný parní jeřáb pro těžbu



Obr. 13: Staveniště s beraněním dřevěných pilot v Rotterdamu v roce 1921

uhlí drapákem a přes lokomotivní jeřáby se dostala tato firma v roce 1922 k výrobě prvního pásového jeřábu. Další významnou inovací bylo zavedení hydraulického ovládání – v roce 1936. Pokračujícím vývojem došla firma v roce 1954 k vůbec nejspěšnějšímu plazovému jeřábu ve stavebnictví – legendárnímu typu LS-98. Speciální zakládání ve světě tak dostalo k dispozici typický výkonný nosič těžkých souprav a bagrjeřáb do těžkého terénu. Bylo ho během 42 let vyrobeno rekordních 7000 kusů, ale dnes už jsou většinou ve šrotu (obr. 14). Epizodně zde do našeho oboru také přispěl svou zbrojní výrobou válečný komunismus SSSR. Pod přímým diktátem Stalina se totiž největší úsilí sovětského průmyslu soustředilo na vývoj tanků. SSSR vyráběl od třicátých let nejen nejlepší, ale také nejtěžší tanky a musel proto vyřešit problémy jejich pásových podvozků v předstihu před ostatním světem. Tajně tehdy skoupl a okopíroval všechny vhodné vynálezy ve světě. Po válce pak byly pochopitelně tyto obdivované tanky vývojovým vzorem pro ostatní. A to platilo i pro výrobu efektivních plazových stavebních jeřábů. Jelikož v té době měly nejzachovalejší a výkonný průmysl USA, staly se na nějaký čas největším výrobcem těchto strojů, mezi nimiž vynikly firmy jako Link-Belt nebo Manitowoc. Je však charakteristické, že od roku 1962 převzala postupně firmu Link-Belt rychle nastupující japonská firma Sumitomo. V pořadí světových výrobců stavebních strojů, podle velikosti prodeje, ovšem dnes tato známá a stále velká firma zaujímá až 22. místo.

Na evropském trhu se pásové jeřáby více objevovaly až počátkem padesátých let, ale západo-

evropské firmy brzy začaly obdobné stroje vyrábět také. Nejspěšnějším výrobcem se na tomto poli stala firma Liebherr, která se současně dostala v pořadí světových výrobců stavebních strojů na jedno z předních míst. K ještě větší specializaci pro potřeby speciálního zakládání došlo však u firem Soilmecc a Bauer. Budeme se jim více věnovat v dalších kapitolách. Nosiče těchto firem bohužel nebyly v zemích tzv. socialistického tábora nikdy k dispozici. Zde se používaly jen nedokonalé náhražky z produkce TA Kraft z NDR, výrobce určeného pro RVHP, jejichž velkou slabinou byly paradoxně právě nedostatečné pásové podvozky.

Ing. Jindřich Řiřica, ADSZS



Obr. 14: Legendární bagrjeřáb Linkbelt LS-98 někde slouží dodnes, ale většina vyrobených strojů již byla roztavena na nové stroje

History of the special foundation engineering

Last year's issue no.4 of the Zakládání Magazine brought a final article of the series devoted to entrepreneurs in the building industry and construction companies in our country in the period between 1848 – 1948. The latest issue offers a brand new series presenting the history of special foundation engineering worldwide. A detailed overview of the development in our specialisation has not been given enough space in our magazine yet and it is our hope that the series would bring a new perspective to the special foundation technologies commonly used these days.

SOUČASNOST EVROPSKÝCH A SVĚTOVÝCH FIREM VE STAVEBNICTVÍ

Zveřejňované žebříčky firem nebo údaje, z nichž se dají podobné tabulky sestavit, podávají zajímavý pohled na celkovou situaci v daném oboru. S jejich pomocí je někdy možno usuzovat na směry, kudy půjde blízká budoucnost oboru. Právě v loňských přehledech lze vysledovat určité výrazné trendy, o nichž přinášíme podrobnější informace v následujícím textu.

Ačkoli mohou být takovéto žebříčky z mnoha důvodů ošidné, přeci jen poskytují natolik lákavé informace, že se objevují stále znovu. Obvykle jsou sestavovány na základě jednoho údaje, kterým je celkový obrát nebo prodej za běžný rok. Velikost obrátu sice signalizuje, o jak velkou firmu se momentálně jedná, ale nemusí ještě nic vypovídat o tom, jaká je kvalita práce této firmy. Žebříčky jsou navíc sestavovány ze stručných dotazníků, v nichž si firmy dobrovolně volí, co o sobě uvedou. Svůj obraz se snaží spíše vylepšovat, a tak někdy uvádějí nadsazená čísla. Například zahrnují do výkonů své filiálky, které se naopak objeví jinde samostatně, a podobně. Také mohou zahrnout do výkonů aktivity, jichž se přehled netýká, třeba obchodování místo stavění. Nebo se dokonce rozhodnou na dotazník neodpovědět a pak v komplexním obraze zcela chybí. Jiným problémem je aktuálnost těchto údajů, protože mezi uveřejněním výsledků a účetní uzávěrkou uplyne zpravidla půl roku a mezitím může dojít ke značným změnám. Vyskytnou se akvizice, tedy slučování firem, nebo bankroty a konkurzy. Změny tak mohou znamenat jiný předmět činnosti nebo i změnu oboru podnikání.

Evropské firmy speciálního zakládání

Začneme tím, co je pro naše čtenáře jistě nejzajímavější. Protože je tento náš obor tak

úzce speciální, nikdo v něm přehledy nesestavuje. Dostupné není ani žádné shromáždění údajů o světových firmách, z nichž by bylo možno podniky pro náš žebříček vybrat a sestavit. Existují však základní podklady alespoň o evropských firmách speciálního zakládání, které jsme pro vytvoření orientačního přehledu využili. Časopis European Foundation uveřejnil ve svém podzimním čísle letošního roku přehledný seznam členů EFFC (Evropské federace dodavatelů zakládání) spolu s některými hlavními daty o jejich aktivitách v roce 2012. Vzhledem k tomu, že členy EFFC je naprostá většina evropských firem, alespoň těch významných, lze považovat tyto údaje za dostatečně spolehlivé. Navíc nám poskytují i pohled na jejich světovou pozici, neboť některé z nich jsou i důležitými globálními dodavateli.

Žebříček prvních dvaceti firem podle jejich celkového obrátu v Evropě je sestaven v tabulce č. 1. Pro mnohé z vás není asi pořadí na prvních místech překvapením. Přitom je známé, že ty přední firmy jsou zabydleny na špičce již dlouhodobě, většinou přes 50 let, což potvrzuje vysokou kvalitu jejich činnosti. V druhé desítky firem jsou již odstupy mnohem povolnější. Je potěšitelné, že se do první dvacítky propracovala i firma Zakládání staveb, a. s.

Objem trhu speciálního zakládání v Evropě v roce 2012 lze velmi zhruba, z neoficiálních údajů, odhadnout na celkových 5,5 mld. EUR, což odráží asi 30% pokles za posledních pět let. Je třeba zdůraznit, že přesná statistika neexistuje a jedná se o souhrn odhadů uváděných na zasedání rady EFFC. Podíl členských firem EFFC na tomto trhu činil, taktéž velmi zhruba, asi 85 % a tvořilo ho na 300 národních firem. Z toho, že celkový podíl prvních pěti velkých firem, sestávajících z mnoha jejich národních poboček, na celkovém odhadovaném objemu trhu činí dohromady asi 33 %, lze doložit, že evropský trh zakládání je poměrně racionálně strukturován. Velká rozdrobenost je klasickým znakem stavebních trhů. Při pohledu na pořadí těchto firem podle celkového globálního obrátu vidíme, že se pozice poněkud pozmění, ale největší firmy potvrzují svou kvalitu tím, že jsou skutečně internacionální. Výrazně se zde vyčleňuje silná první čtyřka, včetně firmy Trevi. Možná je poněkud překvapivé, jak rychle se od nich zvětšují odstupy následujících firem. Musíme jen vzít v úvahu, že firma Keller ve svém údaji zahrnuje i některé své americké filiálky, které se zabývají čistě pozemním stavitelstvím, takže pro speciální zakládání není toto číslo zcela reprezentativní. Naproti tomu firma Bauer v tomto žebříčku uvádí skutečně pouze svůj obrát ve speciálním zakládání, bez výroby mechanismů.

Globální dodavatelé stavebních strojů

Souhrnně však nelze z uvedeného přehledu odhadovat žádný globální trend, protože v něm chybí ostatní světoví hráči této specializace. Ti jsou ovšem často, na rozdíl od toho, co bylo dlouho typické pro Evropu, skryti v zázemí velkých generálních dodavatelů jako jejich speciální divize. Vezměme si proto na pomoc žebříček světových dodavatelů stavebních strojů. V tabulce č. 2. je výňatek z vyhodnocení největších padesáti podle časopisu International Construction 4/2013. Je uvedeno pořadí prvních sedmi firem, i když jen některé z nich vyrábějí částečně stroje pro speciální zakládání. Dále pak jsou již vybrány jen ty, které mají tuto výrobu více nebo méně v trvalém programu (viz poznámky v tabulce). Také jsme doplnili, mimo původní zdroj i rozsah, údaje o firmě Soilmecc, významném dodavateli z pohledu zakládání. Tady už se dají vysledovat významné směry. Je vidět, že tradiční výrobci, specializovaní na stroje pro zakládání, nezaujímají příliš výrazné pozice (červeně). Rozbor trhu stavebních strojů ukazuje, že přes nepatrný pokles v předloňském roce převládají asijské výrobce, kteří drží 43,2 % trhu. Za nimi jsou výrobci

Poz.	Firma	Země (sídlo)	Obrát celk. Evropa (mil. €)	Obrát celk. svět (mil. €)	Poznámka
1	Soletanche-Bachy	Francie	630	1280	skupina VINCI
2	Keller	V. Británie	407	1621	
3	Bauer	Německo	297	696	
4	Züblin	Německo	265	300	skupina Strabag
5	Cementation Skanska	V. Británie	239	263	skupina Skanska
6	Spie Fondations	Francie	158	174	sk. Spie Batignolles
7	Aarslef	Dánsko	145	145	
8	Terratest Geotechnic	Španělsko	133	167	
9	Porr Grundbau	Rakousko	120	124	včetně Stump
10	Bilfinger Spezialtiefbau	Německo	114	121	
11	Trevi	Itálie	113	558	skupina Soilmecc
12	Balfour Beatty GE	V. Británie	100	100	
13	Géotechnique	Francie	87	87	skupina NGE
14	Franki Fondations	Francie	79	79	skupina Fayat
15	Hercules	Švédsko	75	75	
16	VIPP Lavori	Itálie	72	90	
17	Ménard	Francie	68	175	skupina VINCI
18	Sefi-Intrafor	Francie	65	69	skupina Fayat
19	Franki Found.Belgium	Belgie	53	54	skupina BESIX
20	Zakládání staveb	ČR	51	57	

Tab. 1: Evropské firmy ve speciálním zakládání v roce 2012

Poz.	Firma	Země	Prodej strojů mln. USD	Podíl na trhu v %	Poznámka Výroba pro speciální zakládání
1	Caterpillar	USA	40,49	21,8	Částečně – vrtací soupravy
2	Komatsu	Jap.	21,01	11,3	Nemá
3	Hitachi	Jap	10,25	5,5	Nemá
4	Volvo	Švéd.	9,39	5,0	Nemá
5	Sany	Čína	7,93	4,3	Částečně – 10 pilot. souprav
6	Zoomlion	Čína	7,75	4,2	Částečně – 5 pilot. souprav
7	Liebherr	Něm.	7,46	4,0	Částečně – nosiče a soupravy
11	XGMC Construction	Čína	5,53	3,0	Částečně – 10 pilot. souprav 2 soupravy na podz. stěny
21	Atlas Copco	Švéd.	1,90	1,0	Převážně – vrtací technika
25	Shantui	Čína	1,56	0,8	Částečně – 1 pilot. souprava
26	Sandvik	Švéd.	1,43	0,8	Částečně – vrtací technika
29	XGMA	Čína	1,26	0,7	Částečně – podrobnosti nezjištěny
35	Bauer	Něm.	0,81	0,4	Převážně
38	Furukawa	Jap.	0,67	0,4	Částečně – vrtací technika
41	Boart Longyear	USA	0,49	0,3	Částečně – vrtací technika
47	Sunward	Čína	0,31	0,2	Částečně – 10 pilot. souprav 6 vrt. souprav, 16 zatl. pilot
50	Vermeer	USA	0,26	0,1	Částečně – horiz. vrtací soupravy
5x ?	Soilmec	Itálie	0,21	0,08	Převážně

Tab. 2: Světoví dodavatelé stavebních mechanismů, rok 2012 (výběr z 50)

severoameričtí s podílem 34,8 %, ovšem bez odečtu jejich subdodavatelů z jiných zemí. Z dalších zdrojů víme, že dochází k velkým přesunům výroby právě do Číny a do dalších asijských zemí. Podíl evropských výrobců výrazně klesl od roku 2008 o 12 % na současných 21,1 %.

Uvedená čísla ukazují ve vývoji výroby techniky pro speciální zakládání jasný trend k celkovému nárůstu vlivu Číny. Velcí čínští výrobci již žebříčku v tomto oboru dominují (ozn. žlutě) až na výjimku firmy Caterpillar a mají v programu na desítky různých typů vrtací techniky a vrtacích pilotážních souprav. Jejich levnější stroje sice zatím na tradiční západní trhy neprorazily, ale může to být jen otázkou času.

Globální dodavatelé ve stavebnictví

Stejný trend dlouhodobého přeskupování trhu potvrzují i údaje v další tabulce č. 3, která je výňatkem ze žebříčku 200 generálních dodavatelů staveb podle časopisu International Construction 7–8/2013.

Na rozdíl od předchozích desetiletí, kdy se na špici přehledu střídaly americké, japonské a evropské firmy, dnes tyto pozice zaujímají s velkou převahou firmy čínské (ozn. žlutě). Před dvaceti lety měly čínské firmy jen pouhé 1 % podílu na světovém trhu. Ještě před pěti lety byl podíl čínských firem na trhu mezi prvními 200 firmami jen 9,7 % a dominovaly mu americké firmy s podílem 19,9 %. Dnes mají Číňané 23,7 % trhu a Američané jen 12 %. Velikost

Poz.	Firma	Země (sídlo)	Obrat celk. svět (mil. USD)	Poznámka
1	CSCEC – China State Construction & Engineering	Čína	88 107	
2	China Railway Construction Corp.	Čína	74 787	
3	China Railway Group	Čína	74 646	
4	Vinci	Francie	49 653	Spec.zakl. (Soletanche, Ménard, atd.)
5	ACS	Španělsko	49 347	
6	China Communications Construction	Čína	45 875	
7	Bechtel	USA	37 900	
8	Bouygues Construction Division	Francie	33 508	
9	Hochtief	Německo	32 809	
10	China Metallurgical Group (MCC)	Čína	28 506	
...				
12	Daiwa House	Japonsko	25 146	
...				
171	Keller Group	V. Británie	1920	Spec. zakládání
...				
175	Budimex SA	Polsko	1869	1. ve středo-vých. Evropě
...				
184	Bauer	Německo	1728	Spec. zakládání
...				
2xx	Metrostav	ČR	1340	2. ve středo-vých. Evropě

Tab. 3: Světové stavební firmy, rok 2012 (výběr z 200)

těchto změn je ilustrována i na skutečnosti, že první japonská firma je až na dvanáctém místě, a to jde ještě o specialistu na pozemní stavby. Přitom se pozice japonských firem po předchozím hlubokém propadu vylepšují. Dalším dokladem rozsahu této změny je velký rozdíl ve velikosti obrátu mezi předními čínskými firmami a těmi ostatními. Z tabulky č. 3 lze ještě vyčíst, že i tradiční evropské firmy speciálního zakládání jsou oproti čínským gigantům výrazně menší (ozn. červeně). Ostatně i všeobecně stavební firmy středoevropského regionu (uvedené Budimex a Metrostav) námi považované za velké jsou na tom obdobně.

Popisovaná změna odráží rozhodující útlum hospodářské aktivity v tradičních oblastech. Ten bude mít pro Evropu dva významné důsledky. Prvním je již patrný pokles technologických inovací, související nevyhnutelně s nedostatkem finančních zdrojů pro jejich investování. Druhým je počínající expanze čínských stavebních firem z jejich dosavadních, brzy již přesycených oblastí na další trhy. Příkladem je nedávný pokus o vstup na polský trh, ale především vstup čínských firem do vlastnictví a výstavby řeckých přístavů.

Ve hře o budoucnost je samozřejmě spousta dalších faktorů. Pozitivní je na jednu stranu například kulturní integrita a odlišnost evropského subkontinentu, s tradicí řemesel i vysokého intelektuálního potenciálu. Na druhou stranu je však toto pozitivum snižováno například nynějším oslabováním průmyslu nevyváženou orientací na drahé energetické zdroje a na někdy přílišná environmentální omezení. Dokládají to dramaticky nízké průměrné ziskovosti německých (1,95 % – EBIT, hrubý zisk před zdaněním a úroky) a zejména rakouských (0,57 %) stavebních firem oproti globálnímu průměru (4,30 %). Mnohé informace z jednání EFFC ovšem nasvědčují tomu, že současné marže evropských dodavatelů speciálního zakládání jsou v průměru ještě nižší, v jednotlivých případech dokonce ztrátové.

Ing. Jindřich Říčina, Asociace dodavatelů speciálního zakládání staveb

European and worldwide construction companies in present days

Top companies lists as well as background information providing details for similar charts give an interesting overview of the situation in a specific field. Sometimes they can also help to predict future trends in the business. Last year's summaries show certain significant trends that are described in more detail in the following article.

BAUMA 2013

— NOVINKY V GEOTECHNICE

Časopis *Ground Engineering*, March 2013, přinesl informace o nejnovějších trendech ve strojním vybavení pro geotechnické práce, které se objevily na stáncích firem na tradičním jarním stavebním veletrhu BAUMA v Mnichově.



Obr. 1: Vrtná souprava Bauer Value Line BG 26

Vrtané piloty

Bauer uvedl do prodeje nové verze strojů v řadách Value Line (obr. 1) a Premium Line a nový ovládací systém, který ve formě tablety monitoruje práci, kontroluje stav stroje a posílá vrtné záznamy a zápisy o údržbě do kanceláře nebo dílny.

Nové typy vrtných strojů řady Value Line jsou výsledkem vývoje podle požadavků zákazníků, kteří požadují stroje v základním vybavení pro vrtání s kelly tyčí pro použití na méně vyspělých trzích. Stroje řady Premium Line jsou vybaveny pro vrtání jakoukoliv rotační technologií.

Liebherr také předvedl nejnovější přírůstek do řady rotačních pilotovacích souprav s označením LB 44, který rozšiřuje řadu nejtěžších strojů a nabízí kapacitu vrtání do 92 m hloubky a 3 m průměru.

Soilmec, který je producentem strojních zařízení firmy Trevi, prezentoval nejnovější generaci hydraulických vrtných souprav pro velkopříměrové piloty, které byly přeprojektovány ke zlepšení produktivity a operační flexibility. Nové soupravy zároveň dostaly nové kabiny pro lepší komfort obsluhy.

Delmag představil soupravy RH24 a RH28 (obr. 2), které nahradí současný model RH22. Oba modely obsahují nový dokovací systém, který usnadňuje výměnu a zvyšuje rychlost výměny rotační hlavy.



Obr. 2: Vrtná souprava Delmag RH28

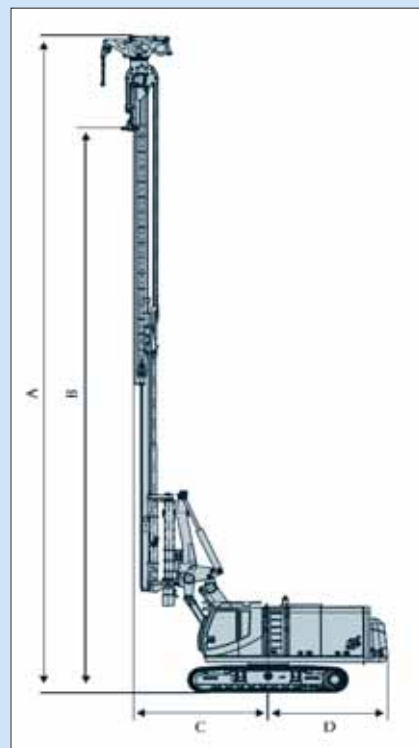
Beranění

Dceřiná společnost firmy Bauer RTG Rammtechnik představila inovovanou verzi beranidla RT 21T (obr. 3) na nosiči BS 65 RS.

Beranidlo je osazeno systémem na snížení hluku až o 6 dB. RTG rovněž vystavila nově vyvinutý nosič RM 20 pro hydraulická beranidla s teleskopickou sklopnou věží.



Obr. 3: Beranidlo RT 21T na nosiči BS 65 RS



Obr. 4: Mobilram-System TM 17 firmy ABI



Obr. 5: Vrtná souprava pro kotvy AN 150 firmy ABI



PTC představil nový vibrátor 20RHFV, osazený nejmodernější technologií variabilního momentu, umožňující minimalizovat hluk a vibrace během vibrování. Vibrátor může být též osazen řadou různých svěr, které umožňují jeho použití při vibrování pažnic, štětovnic, dřevěných a betonových pilot.

ABI prezentovala Mobilram-Systém TM 17 (obr. 4) – teleskopickou věž pro pilotovací soupravy spolu s novým vibrátorem MRZV 28 VV. Podle výrobce jsou oba nově vyvinuté stroje zaměřeny na vylepšení účinnosti při snížení spotřeby paliva a nová věž se snadněji instaluje a k montáži není potřeba jeřáb.

ThyssenKrupp vystavil spolu se sortimentem společnosti ThyssenKrupp Bautechnik inovace v oblasti štětovnic. Další dceřiná společnost ThyssenKrupp Tiefbautechnik prezentovala novinky na poli beraněných pilot. Jedná se zejména o řadu nových řešení pro beranění na moři a nové vibrátory se systémy tlumení hluku a novými pohonnými jednotkami Eco-Power se sníženou spotřebou paliva. Na Baumě byl poprvé představen nový vibrátor s bočním úchopem montovatelný na bagry, který je určen pro staveniště s výškovým omezením.

Kotvy

ABI, dceřiná společnost firmy Interloc, představila vrtnou soupravu pro kotvy AN 150.

Nová souprava je vybavena výškově stavitelnou ovládací konzolí a zásobníkem na tyče a může být vybavena dálkovým ovládním (obr. 5 a, b). Soilmec uvedl novou řadu vrtných souprav pro vrtání kotev a mikropilot SM-8, SM-14 a SM-16, které byly vyvinuty spolu se společností Puntel. Hlavní zřetel při vývoji byl kladen na vylepšení bezpečnosti; soupravy jsou rovněž vybaveny dálkovým ovládním.

ThyssenKrupp Bautechnik vystavil nový systém vrtaných injektovaných mikropilot TK-ASF (obr. 6), který může být použit jako kotva nebo základová pilota. Jako kotva se může použít do délky až 32 m. Výhodami nového systému jsou nízké deformace a vysoká pevnost v tahu – až o 30 % větší oproti běžným ocelím.

Podzemní stěny

Soimec předvedl výsledky svého výzkumu a vývoje v podobě konceptu hydrofrézy, která je schopná hloubit stěny až do 250 m oproti stávajícím systémům, které mohou dosáhnout pouze hloubky 100 m. Systém nazvaný Tiger SC-200 (obr. 7), vážící 250 t, byl úspěšně otestován na zkušební poli poblíž výrobního závodu v Itálii. Společnost rovněž představila verzi, která může hloubit do 150 m hloubky. Podle zástupců výrobce bylo nejtěžším úkolem vyrovnat se s tlakem

potřebným k čerpání bentonitové suspenze do takových hloubek a udržení svislosti těžby. Stroj je určen zejména pro doly, těsnicí clony přehrad a tunelové projekty.

Sennebogen vystavil vysokovýkonný pásový jeřáb o hmotnosti 55 t typ 655 HD, který je navržen jako nosič těžkých strojů a nářadí pro zakládání i pro jeřábnické práce. Společnost zároveň vystavila nový drapák na podzemní stěny.

Bauer představil hydrofrézu BC 35, která vychází z modelu BC 12, ale má prodloužený rám na 12 m. Nový model má vylepšenou přesnost vedení, a to především v měkkých zeminách díky delšímu rozpětí mezi řídicími klapkami.

Z Ground Engineering 3/2013 přeložil
RNDr. Ivan Beneš, Zakládání staveb, a. s.
Foto: firemní materiály

BAUMA 2013 – news in geotechnics

The Ground Engineering Magazine issued in March 2013 informed about the latest trends in geotechnical machinery that could be seen in the booths of the BAUMA traditional spring trade fair in Munich this year. The following article gives an overview of the most important trends.



Obr. 6: Nový systém vrtaných injektovaných mikropilot TK-ASF firmy ThyssenKrupp Bautechnik



Obr. 7: Nová hydrofréza Tiger SC-200 firmy Soilmec



Zahájení ražby propojky 2.5 z levého traťového tunelu po odstranění ostění

TRASA METRA V. A – ZAJIŠTĚNÍ RAŽBY VZDUCHOTECHNICKÝCH PROPOJEK POMOCÍ SANAČNÍ A TĚSNICÍ HORNINOVÉ INJEKTÁŽE

Jednokolejné traťové tunely jsou propojeny vzduchotechnickými propojkami pravidelně rozmístěnými po trase ve vzdálenosti cca 200 m. V úseku trasy mezi stanicemi Dejvická a Bořislavka bylo nutné s ohledem na výskyt zvodnělých souvrství silně zvětralých až rozložených hornin ve výrubu propojek realizovat před jejich ražbou rozsáhlou stabilizaci tohoto nepříznivého prostředí. U sedmi propojek v tomto úseku bylo proto provedeno zpevnění geologických vrstev v nadloží na výšku 3 m pomocí technologie tryskové injektáže včetně částečného zajištění boků. Tyto sanační injektáže byly ukončeny cca 1 m od stávající konstrukce vyražených tubusů metra. Tato bezpečnostní zóna, která měla zaručit, aby nedošlo k porušení ostění tubusů metra, byla následně dotěsněna pomocí těsnicí horninové dvoufázové injektáže (jílocementová + chemická suspenze). Vrtné a injekční práce, prováděné společností Zakládání staveb, a. s., probíhaly ve velmi obtížných podmínkách za provozu v prostoru velmi rušné pražské komunikace Evropská v období 10/2012–5/2013.

Úvod
Jednokolejné traťové tunely právě dokončovaného provozního úseku pražského metra V. A – Dejvická–Motol jsou po celé trase propojeny vzduchotechnickými (VZT) propojkami. Jejich hlavním účelem je snížení pístového účinku projíždějících souprav metra. Současně slouží pro možnou evakuaci osob a případný zásah záchranných jednotek. V případě detekce požáru budou VZT propojky automaticky uzavřeny pomocí protipožárních vrat, ve kterých je dvojice protipožárních dveří pro únik osob oběma směry. Propojky mají v líci primárního ostění podkovovitý tvar s polokruhovou klenbou o poloměru 2,75 m, opěrovou částí o poloměru 3,60 m a s protiklenbou

dna o poloměru 4,70 m. Světlá šířka průřezu je 5,50 m a světlá výška 5,10 m. U propojek je navrženo ostění tloušťky 300 mm. Ostění v dolní části opěr je rozšířeno o „sloní nohu“ min. šířky 250 mm. Délka propojek je cca 12 m. Propojky jsou rozmístěny ve vzájemné vzdálenosti cca 200 m po celé trase. Ražba VZT propojek probíhala postupně klasickým způsobem z již vyražených traťových tunelů v prostředí skalních hornin. V úseku trasy mezi stanicemi Dejvická a Bořislavka, která vede pod Evropskou ulicí, byla však geologická situace zcela odlišná. S ohledem na existenci zvodnělých souvrství silně zvětralých až rozložených jílovitých břidlic nebo dokonce zemin ve výrubu propojek zde bylo nutné

před vlastní ražbou realizovat rozsáhlou stabilizaci tohoto pro ražbu velmi nepříznivého horninového prostředí. Projektant zde zvažoval různé možnosti stabilizace a zlepšení prostředí ražby. Po zhodnocení všech parametrů (cena, čas, vliv na dopravu, technické možnosti) byla zvolena varianta zpevnění nadloží u sedmi propojek pomocí technologie tryskové injektáže na výšku 3,0 m včetně zajištění boků ražby VZT propojek v tloušťce 2,0 m, dna ve vrstvě tl. 1,0 m a stabilizace prostoru vlastního výrubu (zámkové sloupy). Projekt požadoval dosažení průměru jednotlivých sloupů TI min. 900 mm a dosažení minimální pevnosti proinjektované zeminy po 28 dnech 3,0 MPa. Sanační injektáže byly ukončeny cca 1,0 m od stávající konstrukce vyražených tubusů metra. Tato vzdálenost byla dohodnuta jako bezpečnostní zóna, aby nedošlo k porušení konstrukcí tubusů metra při hloubení vrtů. Tento prostor byl následně dotěsněn pomocí dvoufázové těsnicí horninové injektáže. První fáze byla provedena jílocementovou injekční směsí a druhá fáze chemickou směsí na bázi vodního skla s reaktivem ACE. Při geometrickém rozmístění všech vrtů musel projektant respektovat bezpečnou vzdálenost od provozovaných inženýrských sítí. Před zahájením prací však bylo vždy ještě nutno detektorem ověřit, zda se v místě budoucí výstavby nenacházejí jiné neznámé sítě, zejména el. kabely. Všechny inženýrské sítě v zájmovém území proto byly vytýčeny za účasti správců sítí.



Realizace sloupů tryskové injektáže z povrchu v částečném záboru Evropské třídy



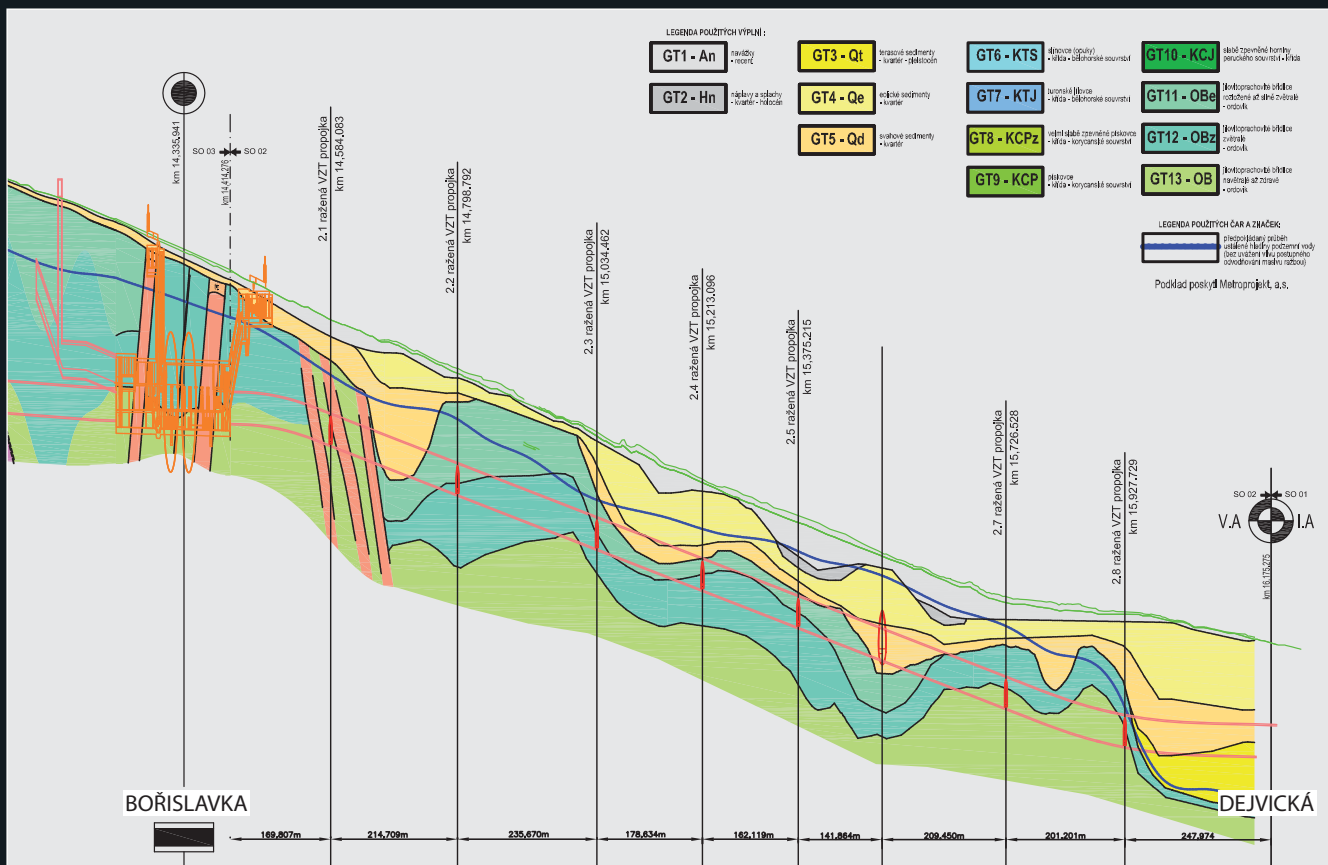
Geologie

Zhodnocení inženýrskogeologických poměrů bylo provedeno z výsledků nově provedených vrtů i s využitím archivních prací realizovaných či shromážděných v předchozích etapách průzkumu pro prodloužení trasy metra A ze stanice Dejvická. Jedná se zde o úsek trasy mezi staničením km 14,584 083 l. k. (propojka č. 2.1) a staničením km 15,927 729 l. k. (propojka č. 2.7). V tomto úseku mají ražené propojky nadloží 13–17 m, z toho cca 2,5 m jsou navážky typu GT1–An a další 3–7 m zeminy geotechnického typu GT5–Qd (deluviální, písčitohlinité sedimenty). Následují vrstvy silně zvětralých až rozložených jílovitých břidlic geotechnického typu GT11–Obe a navětralé břidlice geotechnického typu

GT12. Hladina podzemní vody je cca 7–9 m pod povrchem terénu.

Antropogenní navážky (GT1–An) představují konstrukce silničních komunikací, pěších cest i tramvajového tělesa v ulici Evropská a v jejich podloží nejčastěji písčitojílovité hlíny s různorodými úlomky hornin i antropogenních materiálů. Deluviální sedimenty (GT5–Qd) tvoří výplně depresí v předkvartérním podkladu. Jedná se o písčité hlíny, jílovité a hlinité písky, většinou s úlomky hornin, a suťové uloženiny s vyšším zastoupením úlomků. Podíl úlomků byl dokumentován do 40 %. Jejich konzistence byla dokumentována převážně pevná. Na základě provedených laboratorních rozborů a makroskopického popisu byly zeminy zaříděny převážně jako F4/CS, F3/MS, S5/SC.

Předkvartérní podklad v zájmovém území je tvořen sedimentárními horninami barrandienského staršího paleozoika. Ordovické horniny zde představují zvrásněný komplex, budovaný horninami dobrotivských vrstev, převážně jílovitoprachovitými a prachovitými břidlicemi šedočerné barvy. V závislosti na intenzitě zvětrání byly v dokumentovaných vrtech rozlišovány břidlice silně zvětralé až rozložené (GT11–OBe), břidlice zvětralé (GT12–OBz) a břidlice navětralé až zdravé (GT13–OB). Silně zvětralé až rozložené břidlice (GT11–OBe) tvoří souvislou polohu při povrchu předkvartérního podloží. Mají extrémně nízkou, místy až velmi nízkou pevnost, hodnocenou normou ČSN 73 6133 ve třídě R6(R5). Jsou intenzivně rozpukané, hustota



Podélný geologický řez v trase traťových tunelů s vyznačenou polohou propojek 2.1–2.8, převýšeno 1:10

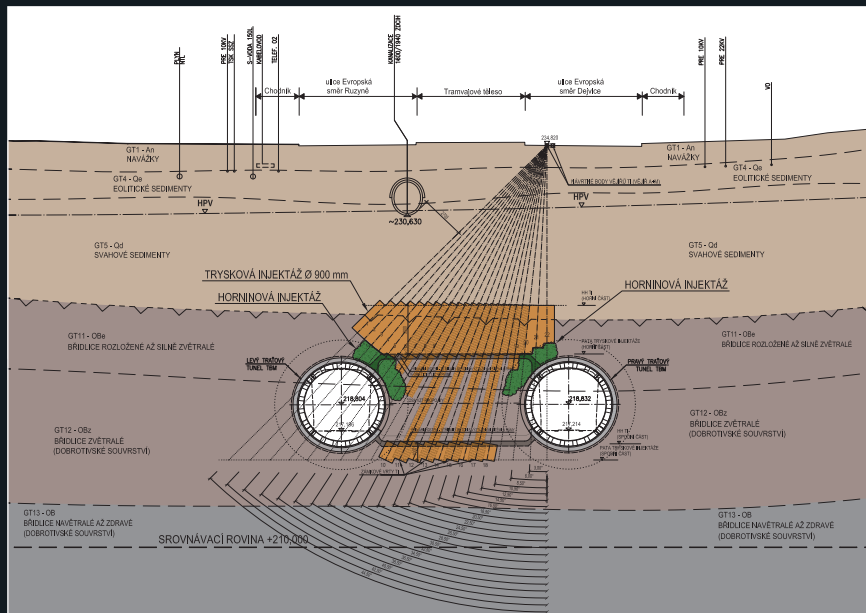


Fáze ražby propojky č. 2.7, zajištěné pomocí sanační a těsnící horninové injektáže

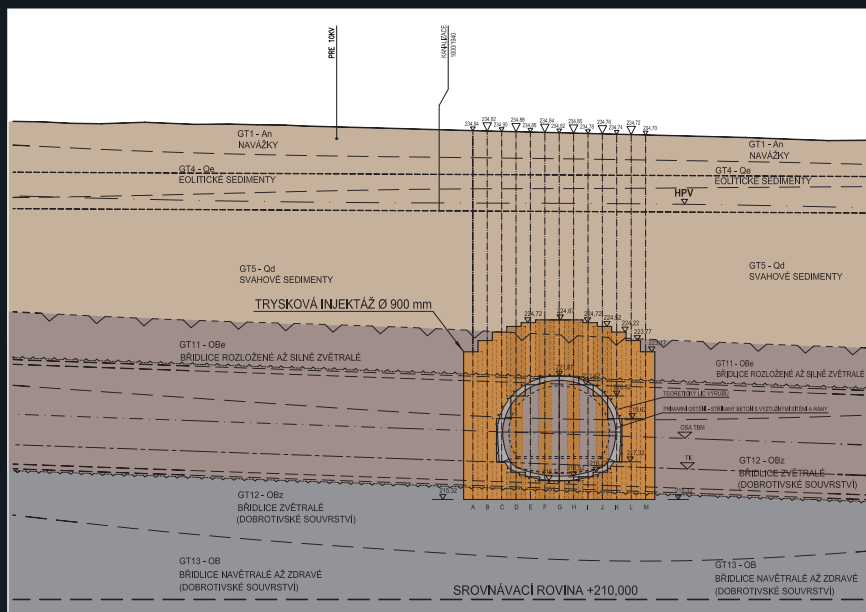
diskontinuit je převážně extrémně velká (vzdálenosti diskontinuit < 20 mm), s jílovitou výplní na puklinách. Jsou střípkovitě rozpadavé, v některých polohách nabývají cha-

rakteru zeminy. Jejich mocnost byla dokumentována mezi 2,80 a 5,00 m. Zvětralé břidlice (GT12-OBz) vykazují velmi nízkou, místy až extrémně nízkou pevnost,

hodnocenou dle normy ČSN 73 6133 ve třídě R5 (R6). Převážně byly zastiženy s vyšším stupněm porušení. Charakteristická hustota diskontinuit je extrémně velká až velmi velká (odhad střední vzdálenosti diskontinuit 20–40 mm). Břidlice jsou zde porušeny hustou sítí puklin a trhlin, které podmiňují její drobně úlomkovitý až střípkovitý rozpad. Jejich mocnost kolísá mezi 4,60 a 8,50 m.



Zajištění propojky 2.7 sanační a těsnící horninovou injektáž, podélný řez



Zajištění propojky 2.7 sanační injektáž, příčný řez

Sanační tryskové injektáže

Sanační injektáže byly do požadovaného tvaru v nadloží, bocích a podloží výrubu VZT propojek sestaveny z jednotlivých sloupů tryskové injektáže o minimálním průměru 90 cm se vzájemným přesahem. Injektáže byly realizovány v geologickém prostředí eolických sedimentů (sprašové hlíny), rozložených až silně zvětralých břidlic a zvětralých břidlic. V daných geologických podmínkách bylo nutné v místě jednotlivých sloupů TI provést úplný vodní předřez řezným tlakem až 40 MPa. Tento vodní předřez byl proveden jako součást hloubení vrtu pro následnou TI a zaručoval jednak dosažení požadovaného průměru sloupů TI, jednak plynulý výtok při následné injektáži vyplaveného materiálu z vrtu. Jednotlivé sloupky tryskové injektáže byly zhotoveny jednofázovou metodou bezkulíčkovým způsobem. Při injektáži byla použita stabilní cementová injekční směs o objemové hmotnosti $\gamma = 1,52 \text{ kg/dm}^3$. S touto injekční směsí bylo bezproblémově dosaženo požadované pevnosti v prostém tlaku geokompozitu v době ražby 3,0 MPa. Součástí realizace sanačních injektáží v nadloží, bocích a případně i podloží ražby byla i stabilizace prostoru vlastní výrubu pomocí jednotlivých sloupů tryskové injektáže, tzv. zámkových sloupů. Tyto sloupky byly vytryskány v profilu ražby, požadavek na jejich průměr byl cca 60 cm a byly provedeny v rámci sanační injektáže realizované z povrchu. Určité sloupky TI v rámci příslušných vějířů byly tedy protaženy přes prostor budoucího výrubu a ukončeny tam, kde to geologie umožnila s patou sloupů až pode dnem budoucí propojky.

Těsnicí horninová injektáž

Těsnicí horninová injektáž byla prováděna na jednotlivých VZT propojkách opět z úrovně stávající komunikace ul. Evropská vždy po dokončení sanačních injektáží technologií TI, a to v prostoru mezi stávající konstrukcí vyražených tubusů metra a sanační injektáží. Sloupy TI musely být totiž ukončeny patou ve vzdálenosti cca 1 m od ostění traťových tunelů, aby nedošlo k jejich poškození. Jednotlivé injekční vrty pro těsnicí horninovou injektáž byly navrženy ve vzájemné rozteči 1,0 m a injektáž byla realizována pomocí klasické PVC manžetové trubky, která byla osazena jednou manžetou ve vzdálenosti 0,5 m od konce této trubky. Těsnicí horninová injektáž byla navržena jako dvoufázová. Pro první fázi injektáže byla použita jílocementová injekční směs o objemové hmotnosti $\gamma = 1,33 \text{ kg/dm}^3$. Účelem této fáze injektáže bylo vyplnit rozvolněné oblasti stávajícího zemního prostředí, případně se vyskytující dutiny či větší podzemní prostory. U této fáze se předpokládala a následně při injektáži potvrdila spotřeba injekční směsi o objemu cca 2 % injektovaného prostoru odpovídajícího etáži daného injekčního vrtu. Ve druhé fázi injektáže byla použita chemická injekční směs na bázi vodního skla a reaktivu ACE. U této fáze se předpokládala a následně opět při injektáži potvrdila spotřeba injekční směsi o objemu cca 7 % injektovaného prostoru odpovídajícího etáži daného injekčního vrtu.

Realizace

Vrtné a injekční práce byly realizovány v extrémně náročných podmínkách rušné pražské Evropské ulice koncem roku 2012 a v prvním pololetí roku 2013 společností Zakládání staveb, a. s., celkově u sedmi VZT propojek, označených 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 2.7 a 2.8. Práce probíhaly současně na dvou až třech pracovištích. V praxi to znamenalo v souběhu zřízení až tří samostatných stavebních záborů na Evropské ulici vždy s výlukou automobilového provozu v jednom směru. Tato skutečnost způsobovala především v dopravní špičce nemalé komplikace. Zhoršená dopravní situace měla negativní vliv i na samotné plynulé zásobování jednotlivých stavenišť a odvoz vyplaveného materiálu z vrtů pro sloupy TI. Práce byly zahájeny na propojce 2.1 v souběhu s propojkou 2.5. Jak se později ukázalo, jednalo se u propojky 2.1 o nejsložitější a nejnepříznivější geologické poměry ze všech sedmi propojek. Před zahájením prací byly umístěny vždy v obou již vyražených tunelových trubkách v několika profílech měřičské body a probíhalo průběžné měření deformací v intervalech, které se upravovaly v závislosti na vzniklé situaci. Toto měření zajišťovalo sdružení firem Arcadis–Inset. Již v prvních dnech po zahájení realizace sloupů TI se ukázalo, že vliv těchto prací na ostění tunelových trub není

zanedbatelný. Byly naměřeny deformace v řádech centimetrů, a to nejen v těsné blízkosti prováděných sloupů, nýbrž prakticky v celém profilu tunelových trub. Injekční směs se „nekontrolovatelně“ prostřednictvím poruch a diskontinuit při realizaci některých sloupů TI dostávala do kontaktu s ostěním. Situaci komplikovala skutečnost, že tunely vyražené technologií TBM mají za ostěním určitý rozvolněný prostor. Tento prostor je sice v tloušťce 10–15 cm vyplněn injekční směsí přímo z technologie TBM, ale tato výplň nemusí být všude zcela stoprocentní a časově nemohlo ještě dojít před zahájením sanačních prací na propojkách k dotlačení okolní horniny po celém obvodu na ostění tunelu. Celé ostění tedy injekčním tlakem od TI jakoby „plavalo“ a deformovalo se v řádu mm až cm po celém obvodu. Práce na TI proto byly asi po týdnu přerušeny a po několika pokusech s realizací sloupů v jiných vějířích zcela zastaveny. Po konzultacích mezi výrobou Zakládání staveb, a. s., a projektantem byly nakonec pilíře TI zkráceny tak, aby nezasahovaly pod vrchlík tunelových trub a zbytek potřebného zajištění v této oblasti byl přeprojektován a dořešen pomocí technologie horninové injektáže. Byl také upraven postup prací tak, aby zahrnoval

technologické přestávky na tvrnutí sloupů TI. Po těchto úpravách se nakonec podařilo všechny projektem navržená zajištění v plném rozsahu realizovat, ale provádění sanačních prací si vyžádalo výrazně delší čas. U propojky č. 2.5, realizované souběžně s propojkou č. 2.1, problémy s nadměrnými deformacemi nebyly, deformace zde byly měřeny pouze v řádu mm.

Na základě zkušeností z propojky 2.1 byl již u dalších propojek stanoven přesný režim postupu prací v jednotlivých injekčních vějířích s vymezením technologických přestávek, aby mohlo vždy dojít k již částečnému zatvrnutí injekční směsi v určitých sloupech, které pak již vytvářely clonu zamezující vývinu negativních účinků na ostění tunelů. Nakonec se podařilo u všech ostatních propojek provádět práce dle časového harmonogramu a udržet deformace v řádu mm, pouze ještě u propojky 2.2 dosáhly deformace řádu jednotek cm.

Injekční vrty (pro sanační i těsnicí injektáž) byly provedeny vrtnými soupravami HBM 15, HBM 150 Dr-Su a Jano HVS 482. Pro tryskovou injektáž byla dále nasazena až tři vysokotlaká injekční čerpadla TW 600 a tři automatická míchací centra TWM 30. Horninové



Pohled na čelbu se zámkovými sloupy tryskové injektáže, zajišťujícími její stabilitu



Pohled do propojky zajištěné ostěním před prorážkou do sousedního traťového tunelu



Hotová propojka mezi traťovými tunely

injektáže byly provedeny klasickými injektčními čerpadly Haponic 4/52. Při sanační injektáži bylo celkem odvrtáno na všech sedmi VZT propojkách 42 212 m vrtů a následně vytryskáno 10 191 m sloupů tryskové injektáže. Při těsnící horninové injektáži bylo odvrtáno celkem 10 847 m vrtů a spotřebováno v první fázi injektáže 202 m³ jíloce-mentové injektční směsi (včetně zálivky vrtů) a ve druhé fázi 22 m³ chemické injektční směsi.

Závěr

Po dokončení sanačních prací byla postupně zahájena ražba vlastních propojek vždy z jedné tunelové trouby a dokončena vstupem do druhé tunelové trouby. Vzhledem k předchozímu zajištění a zlepšení horninového prostředí probíhala ražba u všech propojek rychle, bezpečně a efektivně. K tomu přispěla i skutečnost, že se podařilo po počátečních problémech s nepříjemným rozvojem deformací tunelových trub v průběhu realizace sanačních prací na propojce 2.1 a 2.2 tuto situaci zvládnout a upraveným technologickým postupem tyto deformace eliminovat. Na ostatních propojkách již byly

deformace zcela zanedbatelné. I přes silně zvodnělé okolní prostředí byly při ražbě přítoky vody minimální. K vysušení vlastního prostoru ražby přispělo i značné hydratační teplo, které se uvolňovalo při tvrdnutí sloupů TI – ještě při ražbě byly stěny výrubu znatelně teplé. Ražba všech sedmi zajišťovaných VZT propojek tedy proběhla bezproblémově a potvrdila oprávněnost provedení sanačních a těsnících injektáží, které byly při ražbě zastíženy v požadovaném rozsahu a kvalitě.

**Ing. Martin Čejka, Ing. Pavel Čapek,
Ing. Michael Remes, Zakládání staveb, a. s.,**

Údaje o stavbě:

Generální dodavatel stavby: Sdružení metro V. A (Dejvická–Motol), zastoupené firmami Metrostav, a. s., a Hochtief CZ, a. s.
Generální projektant: Metroprojekt Praha, a. s.
Dodavatel speciálního zakládání: Zakládání staveb, a. s.

Underground line V.A – securing driven connecting ventilation ducts with the use of remediation and sealing groutings

Single-track tunnels are interconnected by ventilation ducts located evenly along the line at a distance of approx. 200 metres. The line section between Dejvická and Bořislavka stations required extensive stabilisation of adverse geological conditions due to existing water-bearing layers of significantly weathered or even disintegrated rock in the duct excavation area. The stabilisation had to be carried out prior to driving works. For the same reason geological layers in overburden of seven connecting ducts were stabilised to the height of 3 m using the technology of jet grouting including partial securing of their sides. The remediation groutings were terminated approx. 1 m from the existing structures of the already driven underground tubes. This safety zone was designed to prevent damage to the underground tube sides and was further sealed with standard two-phase grouting (clay-cement + chemical mixture).

Drilling and grouting works were carried out by Zakladani staveb, Co., in extreme conditions without interrupting the traffic on the thoroughfare Evropská Road in the period between 10/2012 and 5/2013.

MONITORING OSTĚNÍ TRAŤOVÝCH TUNELŮ PŘI PROVÁDĚNÍ ZAJIŠTĚNÍ RAŽEB POMOCÍ TRYSKOVÝCH INJEKTÁŽÍ

Během provádění tryskových injektáží v prostoru budoucích tunelových propojek byly důkladně kontrolovány deformace segmentového ostění traťových tunelů. Tato kontrola byla dvojího typu, jednak pomocí konvergenčních měření, tj. měření deformací odrazných terčů stabilizovaných do segmentů, jednak automatickými deformetry na spárách mezi segmenty.

V prvním případě byly osazeny konvergenční profily, tvořené 7 až 8 ks konvergenčních bodů po obvodu tunelu, a to pokud možno tak, aby odrazné terče byly z obou stran vodorovné spáry mezi segmenty. Na jednu tunelovou propojku bylo osazeno 3 až 5 profilů (v každém z traťových tunelů). Na obr. 1 je uvedeno schéma osazení konvergenčních bodů dle typu prstence, na obr. 2 je

ukázka instalovaných bodů v konvergenčních profilech u jedné z propojek a na obr. 3 je příklad deformací ostění ve vektorovém zobrazení během provádění tryskových injektáží. Měření byla prováděna zpočátku v maximální četnosti 2krát denně (ráno a večer) a s postupem injektáží (a zmiřování deformační odezvy ostění na injektáže) byla četnost snižována.

Maximální pozorované hodnoty deformací dosáhly cca 25 mm. Bezpečnost segmentového ostění traťových tunelů nebyla během provádění tryskových injektáží ohrožena, a to především díky úpravám provádění tryskových injektáží v závislosti na výsledcích monitoringu.

V druhém případě, na místě s největšími pozorovanými deformacemi ostění traťových tunelů (v prostoru tunelové propojky č. 2.1), byla standardní konvergenční měření doplněna i o kontinuální kontrolu vzájemné polohové změny jednotlivých dílců ostění. Na spáry mezi jednotlivými segmenty byly osazeny automatické deformetry s měřením relativní změny délky



Obr. 1: Příklad rozmístění konvergenčních bodů podle typu segmentu (Technologický postup Metrostav, a. s.)



Obr. 3: Příklad deformací segmentového ostění u propojky 2.1, LTT, prstenec 1725 – vektorové zobrazení (sdružení ARCADIS – INSET)

ve třech směrech. Na obr. 4 je fotografie osazených deformetrů, na obr. 5 jsou výsledky deformací na těchto deformetrech v čase.

V průběhu provádění monitoringu byly získány cenné zkušenosti. Především to byl

poznatek, že v daném horninovém prostředí bylo nezbytné dodržovat technologické pauzy v provádění tryskových injektáží, aby deformace ostění traťových tunelů nepřesáhly projektem předpokládané a akceptovatelné hodnoty.



Obr. 2: Příklad rozmístění konvergenčních bodů po obvodu traťového tunelu u jedné z propojek (sdružení ARCADIS – INSET)



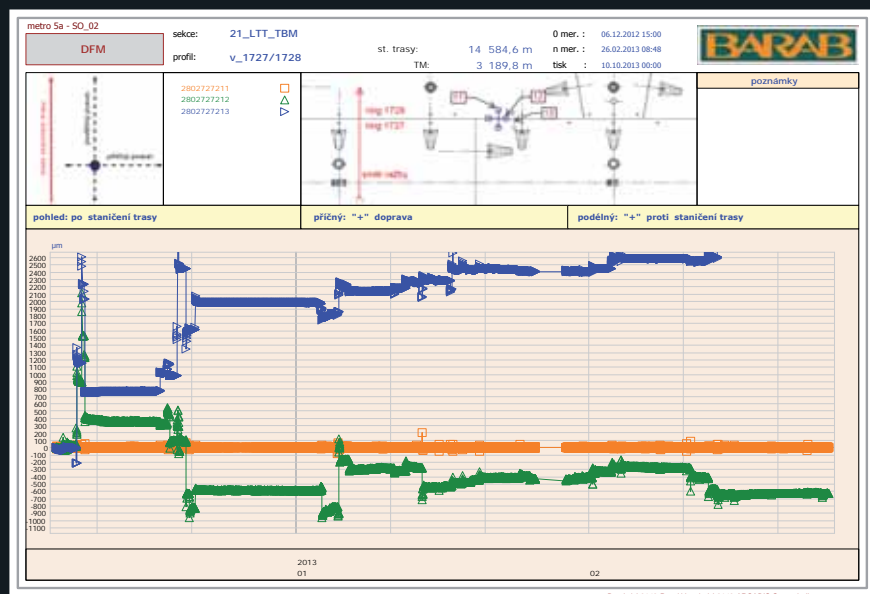
Obr. 4: Automatické deformetry na spárách mezi segmenty (sdružení ARCADIS – INSET)

Monitoring ostění traťových tunelů, jakož i monitoring na celé stavbě Prodloužení metra V. A, zajišťuje sdružení ARCADIS – INSET (vedoucí účastník sdružení ARCADIS CZ, a. s., člen sdružení INSET, s. r. o.).

Ing. Tomáš Ebermann, Ph.D.,
ARCADIS CZ, a. s., divize Geotechnika
Ing. Stanislav Liška, INSET, s. r. o.,
středisko specializovaných prací

Monitoring track tunnel linings in course of carrying out driving works and jet grouting

During jet grouting works inside future connecting ducts all deformations of track tunnel segmented linings were carefully monitored. Two kinds of checks were carried out – firstly, convergence measurements, i.e. measuring deformations of reflective targets stabilized into segments and secondly, automatic deformeters were used in gaps between segments.



Obr. 5: Deformace automatických deformetrů na spárách mezi segmenty (sdružení ARCADIS – INSET)



Pohled do stavební jámy před dotěžením na základovou spáru

NÁVRH ZAJIŠTĚNÍ STAVEBNÍ JÁMY QUADRIA

Zajištění hluboké stavební jámy multifunkčního objektu Quadrio v husté okolní zástavbě a v bezprostředním kontaktu s konstrukcemi stanice metra Národní třída představovalo v mnoha ohledech velmi náročný úkol, a to jak pro projektanta pažení, tak pro zhotovitele – společnost Zakládání staveb, a. s. Pažení stavební jámy bylo navrženo pomocí kotvené vodotěsné převrtávané pilotové stěny, vrтанé z úrovně předvýkopu, zajištěného do hloubky 5,5 m záporovým pažením. Hloubka stavební jámy dosahovala 18–20 m, v místě vzduchotechnického kanálu až 26 m od stávajícího terénu.

Geologické poměry

Recentní navážky překrývají celé zájmové území v mocnosti cca 3,1 až 7,2 m. Mají především charakter stavebního rumu a cihelných sutí, případně opukových sutí. Zastiženy byly i poměrně mocné vrstvy betonu po výstavbě metra.

Kvartérní sedimenty pokryvných útvarů byly zastiženy s bází na kótě 11,8–12,4 m. Bazální část polohy fluvialních sedimentů tvoří terasové hrubé až balvanité štěrky. Střední část terasových uloženin o mocnosti cca 2,5–3,5 m má charakter štěrků hrubých, písčitých, velmi slabě zahliněných. Svrchní část terasových sedimentů je tvořena písky s příměsí štěrku. Písky jsou převážně jemně až středně zrnité, slabě zahliněné.

Povrch hornin skalního podloží byl v prostoru zájmového území zastižen provedenými průzkumnými vrty v hloubce cca 11,8–12,4 m pod terémem. Zastiženy byly především dobrotivské břidlice. Podle porušení převažuje svrchu hornina velmi silně až silně rozpukaná. Pro dané území je typické poměrně značné tektonické porušení.

Skalecké křemence jsou považovány za bazální polohu dobrotivského souvrství. Jedná

se v podstatě o křemence s polohami a vložkami břidlic. Zastiženy byly především v severní části staveniště, kde jsou prakticky na kontaktu s bazálními štěrky.

Hydrogeologické poměry

Za běžnou úroveň hladiny podzemní vody je možné v zájmovém prostoru považovat rozmezí 184,5–185,5 m n. m. Pro posouzení dočasného pažení výkopu stavební jámy je ve stavebních stavech dle zadání uvažováno s ustálenou hladinou podzemní vody v nadmořské výšce 185,50 m (max. UHPV dle IG průzkumu). Stavební stav výkopu na dno stavební jámy byl dle zadání posouzen i na zvýšenou úroveň HPV 187,50 m n. m., která odpovídá úrovni zvýšené hladiny Q_5 (pětileté vodě) na Staroměstském jezu.

Stručný přehled přípravných a projektových prací

Jak je patrné z polohy staveniště, bylo nutné s několikaletým předstihem před zahájením prací provést vytyčení a přeložení všech podzemních inženýrských sítí, které byly v kolizi s plánovaným dílem. K tomuto účelu byl vypracován samostatný projekt přeložek sítí.

Práce na realizačním projektu zajištění stavební jámy byly zahájeny v srpnu 2009. V něm byly pro pažení stavební jámy použity stěny z převrtávaných pilot oproti podzemním stěnám v dokumentaci pro SP. Jednalo se pouze o změnu konstrukčních prvků pažení bez vlivu na statiku, geometrii a vliv na okolní zástavbu. Stavební práce pak byly zahájeny v říjnu 2009.

V souvislosti s výstavbou objektu byl v termínu 07/2009–07/2010 pracovníky Národního památkového ústavu hl. města Prahy realizován záchranný archeologický průzkum. V jeho průběhu byly odhaleny středověké sklepní konstrukce domů podél ulice Spálená. Jedná se o soubor historických sklepů z doby 2. pol. 14. až 1. pol. 16. století. Na základě zevrubného zaměření vnitřních prostor bylo pak pracovníky NPÚ stanoveno ochranné pásmo těchto sklepních konstrukcí.

V lednu 2010 došlo k přerušení prací a stavba byla opuštěna až do května 2012.

V lednu 2011 byla vydána změna projektové dokumentace ve stupni pro stavební povolení, kde byly podzemní části objektu (včetně pažení) upraveny tak, aby historicky cenné sklepní konstrukce byly zachovány pro další pokolení. Během přerušení prací došlo ke změně investora, generálního dodavatele i hlavního projektanta akce.

Restart všech prací na projektu byl zahájen v květnu 2012. V průběhu prací na realizační dokumentaci bylo rozhodnuto, že část historických sklepů na rohu ulic Purkyňova a Spálená nebude zachována a bude odstraněna v průběhu výstavby. Druhá část historicky cenných



Provádění stěny z převrtávaných pilot podél OD MY

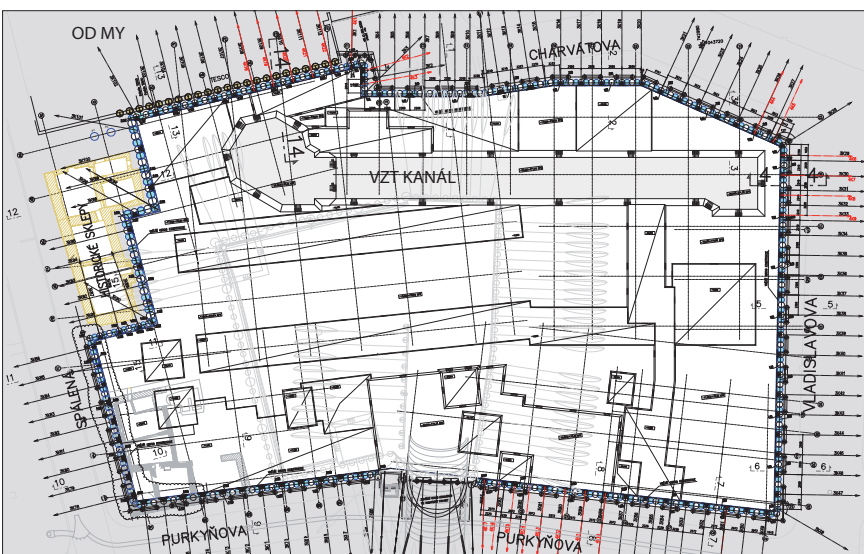


Zajišťování eskalátorového tunelu mikropilotovým dešťníkem

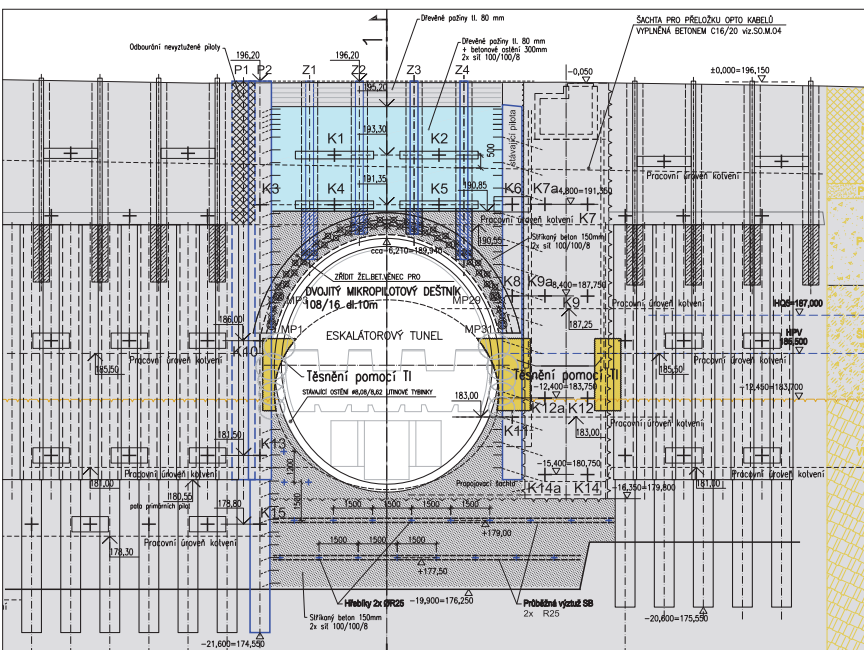
sklepů (u OD MY) bude zachována. Projekt byl upraven na tuto variantu a byl takto i realizován. Aby nedošlo k ohrožení statiky kleneb historických sklepů, bylo nutné je zajistit pomocí

výdřevy s ramenatými vazbami. Před zahájením vrtných prací byla provedena příprava území a odstraňovány překážky pro vrtní pilotové pažičky stěny. Jednalo se především

o relikty sklepních konstrukcí, které neměly historickou hodnotu. Výše uvedené práce byly prováděny za dohledu pracovníků NPÚ.



Půdorys stavební jámy, zajištěné kotvenou převrtávanou pilotovou stěnou, vlevo jsou vyznačeny historické sklepy u ulice Spálené



Pohled na pažení v oblasti vyústění eskalátorového tunelu, vyznačena je převrtávaná pilotová stěna, záporové pažení, mikropilotový dešťník a trysková injektáž, použitá pro dotěsnění styku pilotových stěn a eskalátorového tunelu

Technické řešení

K zajištění předvýkopu do hloubky cca 5,5 m od stávajícího terénu bylo použito záporové pažení. Cílem této koncepce bylo odstranění všech překážek, které by znemožňovaly provedení hlavního pažení, tvořeného vodotěsnou převrtávanou pilotovou stěnou, vrtnou z úrovně předvýkopu.

Do projektu pažení bylo z koncepčního hlediska postupně začleněno i zapažení výkopu kolem eskalátorového tunelu stanice metra Národní třída a příkotvení šachty pro přeložku optických kabelů.

V samostatném projektu bylo řešeno i zajištění výkopu pro vzduchotechnický kanál ve dně stavební jámy v části podél OD MY.

Záporové pažení předvýkopu

Jednotlivé záporné pažení jsou tvořeny profily IPE 300 a IPE 360. Nosníky jsou osazeny do vrtů o průměru 620 mm. Pata vrtů byla do úrovně výkopu vyplněna betonem C 8/10. Zbývající část vrtu byla vyplněna sypkým materiálem charakteru šterku fr. 0–32 mm, stabilizovaným cementem 50 kg/m³. Všechny záporné pažení byly propojeny táhlem R 25, přivařeným na každou záporu ve dvou úrovních. Dřevěné pažiny tl. 80 mm jsou z jehličnatého řeziva jakosti S7. Prostor mezi pažinami a odtěženou zemínou byl vyplněn materiálem charakteru šterku fr. 0–32 mm, stabilizovaným cementem (50 kg/m³).

Výšková poloha, sklon a délka kotev záporového pažení byly upraveny s ohledem na předanou polohu inženýrských sítí, především stávající kanalizace vedené pod ulicemi Spálená, Purkyňova, Vladislavova a Charvátova, a dále na polohu suterénů sousedních domů. Pažení bylo zakotveno v jedné úrovni pomocí dočasných pramencových kotev 3–4x Lp 15,7 mm (1570/1770 MPa). Pro zálivku a vysokotlakou injektáž kotev byla použita cementová zálivka c : v = 2,2 : 1. Kuželky kotev byly zajištěny proti uvolnění při



Kotvení hlavového trámu pilotové stěny



Bourací práce původních základových konstrukcí vestibulu metra

otřesech od dopravy. Převázky byly navrženy z profilů 2x IPE 300, umístěných mezi profily zápor tak, aby nepřesahovaly líc pažení.

Převrtávaná pilotová stěna

Jako hlavní prvek k zajištění stability výkopu pro podzemní podlaží objektu byla navržena převrtávaná pilotová stěna z pilot 880 mm a 1180 mm. Délky primárních pilot jsou převážně 10 m, délky sekundárních pilot jsou v rozmezí 13,5–20,0 m. Ve vrchní části jsou piloty převrtané, aby byla zajištěna vodotěsnost v místech zvodněné šterkové terasy. Pro přesné provedení pilotové stěny byly zřízeny jednostranné vodící zidky. Vzhledem k předpokládané geologii byly vrty paženy výhradně pomocí ocelových dvouplášťových pažnic. Primární (nevztužené) piloty 880 mm mají především těsnicí funkci, a proto paží zvodnělou šterkovou terasu a jsou vetknuty do vrstev zvětralých břidlic (tř. R5/4) v délce min. 1,5 m. Sekundární (vztužené) piloty 880 mm mají funkci svislého statického pažicního prvku.

Piloty 1180 mm byly navrženy v úseku, kde se s pilotovou stěnou navíc počítá jako s trvalým

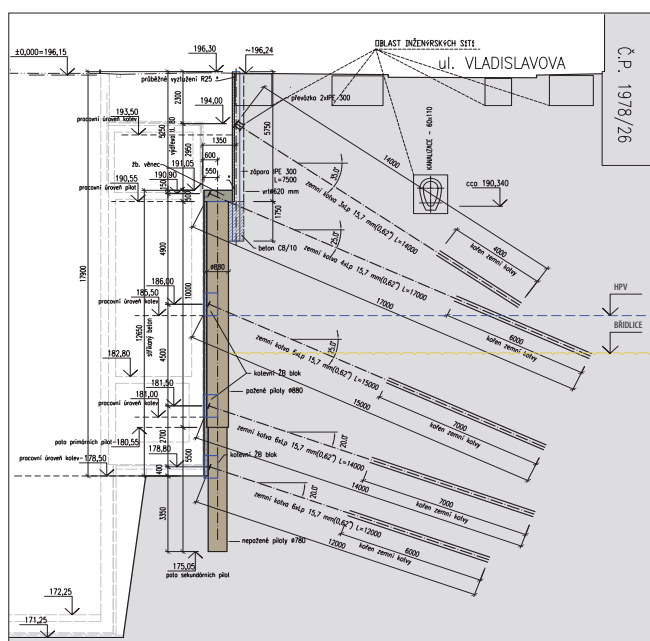
hlubinným základem (max. zatížení 5 MN/m!). Jednalo se o část západní strany stavební jámy (k ulici Spálené) v oblasti podél zachovaných středověkých sklepů. Primární i sekundární piloty zde proto byly paženy na celou délku a jsou vetknuty 5–6 m pod dno stavební jámy. V souladu s ČSN EN 206-1 a 1536 byl pro piloty navržen beton: primární (nevztužené) piloty – C 16/20, konzistence S4 (doporučená redukce nárůstu pevnosti 24–48 hod.), sekundární (vztužené) piloty – C 25/30 XA1, konzistence S4. Výztuž pilot byla navržena ze svařovaných armokošů z oceli B500B. Všechny armokoše byly vyrobeny i osazeny vcelku. Tolerance provádění pilot byla definována odchylkou osy vrtu v hlavě 50 mm a odchylka osy vrtu od svislice 0,5 % a byla prakticky u všech pilot dodržena. Ostění pilotové stěny je tvořeno stříkaným betonem C20/25 tl. 110–160 mm, vyztuženým 2x sítí KARI 100/6–100/6. Propojení s pilotami je svorníky R12 vlepenými do vrtů ve svislé vzdálenosti 0,50–0,75 m. Odvodnění rubu pažení je navrženo perforovanou flexibilní hadicí 80 mm obalenou geotextilií.

Kotvení pilotové stěny

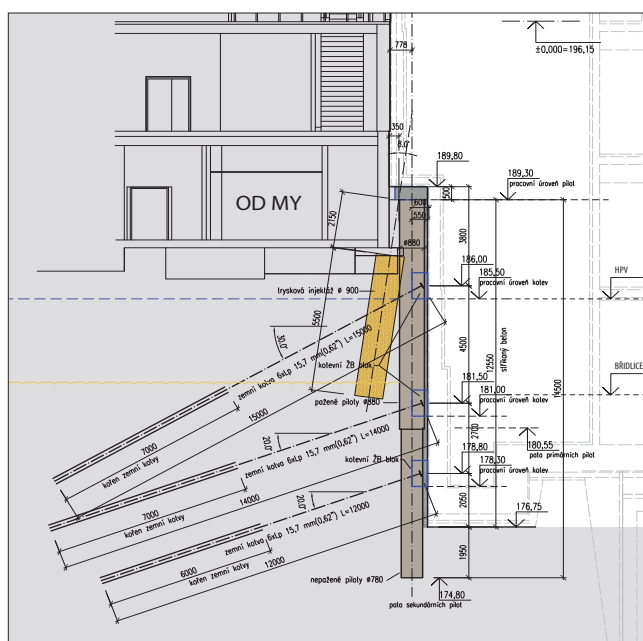
V projektu bylo navrženo zakotvení pilotové stěny ve 3–4 úrovních pomocí dočasných pramencových kotev 4x a 6x Lp 15,7 mm (0,62"), ocel 1570/1770 MPa. Zálivka a vysokotlaká injektáž kotev byla navržena cementovou zálivkou c : v = 2,2 : 1 (cement CEM II/B-S 32,5 R, objemová hmotnost 1,87 kg/l). První kotevní úroveň tvoří železobetonový věnec v hlavě pilot, ve kterém jsou osazeny typové průchodky (kotvy 4x Lp 15,7 mm). Kotvy druhé až čtvrté úrovně jsou provedeny v úpravě pod vodu. Převázky jsou tvořeny monolitickými žlb. bloky (výšky 1,0 m, délky 1,5 m, šířky 0,50 m) s lícem korespondujícím s povrchem stříkaného betonu. Z důvodu ochrany proti účinku bludných proudů byly hlavy všech kotev nevodivě odděleny od pažic konstrukce.

Trysková injektáž

Trysková injektáž byla navržena k podchycení stávajícího objektu OD MY a při dotěsnění styku pilotových stěn a eskalátorového tunelu metra. Požadovaný průměr TI byl 900 mm,



Zajištění stavební jámy záporovým pažením a převrtávanou pilotovou stěnou kotvenou ve čtyřech k. ú. v oblasti ukončení VZT kanálu, řez 4-4, viz půdorys



Zajištění stavební jámy těsně u OD MY, zde byla pro podchycení objektu obchodního domu použita trysková injektáž, řez 14-14, viz půdorys



Odtěžování sjízdné rampy a zajišťování stěny stavební jámy pod vyústěním eskalátorového tunelu

pevnost v tlaku min. 4 MPa. Pata TI byla zadržována do skalního podloží. Provádění TI bylo možné až po kompletní realizaci pažicí pilotové stěny v daném úseku.

Ochrana proti účinkům bludných proudů

Celková koncepce ochrany proti účinkům bludných proudů byla vypracována jako samostatná dokumentace firmou JEKU, s. r. o. Stručně lze hlavní zásady pro prvky pažicích konstrukcí charakterizovat takto: Výztuž pilotové stěny bude vodivě propojena s věncem v hlavě

pilot. Výztuž věnce bude těž vodivě propojena a na koncích dilatačních celků vyvedena pomocí CMR desek. Dilatační celky v oblasti eskalátorového tunelu metra budou důsledně odizolovány od navazujících částí věnce. Hlavy všech kotev budou nevodivě odděleny od pažicí konstrukce.

Zajištění výkopu pro vzduchotechnický kanál

Původní vzduchotechnickou (VZT) šachtu metra bylo nutné převést nezávislým horizontálním kanálem, umístěným pod základovou

deskou novostavby objektu do nové pozice. Výkop pro kanál je hluboký 7–8 m (měřeno ze dna stavební jámy), jeho délka je cca 70 m. V partiích, kde je vzduchotechnický kanál dostatečně vzdálen od pažicí pilotové stěny, byl navržen „nejlehčí“ typ pažení. Jednalo se o skalní odřez ve sklonu 7 : 1, který byl staticky zajištěn pomocí hřebíků z betonářské oceli 2x R20, vložených do vrtů s cementovou zálivkou c : v = 2,2 : 1. Ochranu skalního povrchu tvořilo plotové pletivo 50/2,2. V partiích, kde se vzduchotechnický kanál blíží k pažicí pilotové stěně, byl nejdříve navržen standardní typ hřebíkového svahu. Jednalo se opět o skalní odřez ve sklonu 7 : 1, který byl staticky zajištěn pomocí hřebíků z betonářské oceli 2x R25, vložených do vrtů s cementovou zálivkou c : v = 2,2 : 1. Ostění je tvořeno stříkaným betonem C 16/20, tl. 100 mm s výztuží 1x síť KARI 100/6. Tento návrh pažení vycházel ze skutečnosti, že při vrtání pilot byly v těsné blízkosti VZT kanálu zastíženy velmi kompaktní vrstvy křemenců. Počítalo se proto s velmi stabilním skalním odřezem. Brzy po zahájení prací na těžbě kanálu se však ukázalo, že hornina není kompaktní vůbec, ba naopak je tektonicky zcela rozdrčena na kamennou suť. Ve stabilnějších partiích byly jasně patrné vislé i přetočené vrásky. Při těžbě v blízkosti pilotových stěn začaly vyjíždět celé bloky horniny. Práce tak byly okamžitě přerušeny a byl



Kotvení pilotové stěny na 3. kotevní úrovni



navržen nový způsob zajištění výkopu pro kanál. V partiích, kde je vzduchotechnický kanál dostatečně vzdálen od pažicí pilotové stěny, byly doplněny další řady delších hřebíků a celý povrch byl doplněn stříkaným betonem s výztuží 1x síť KARI 100/6. V blízkosti pažicí pilotové stěny byla nově navržena mikropilotová stěna s kotvením ve třech úrovních pomocí tyčových kotev 32 mm z oceli 950/1050 MPa. Uvolněné bloky horniny byly odtěženy a nahrazeny litým betonem C 16/20. Ukázalo se, jak prozíravé bylo navrhnout v těchto místech u pilotové stěny i 4. kotevní úroveň.

Monitoring

Před zahájením prací byl podrobně zdokumentován skutečný aktuální stav sousedních objektů a inženýrských sítí vedených v blízkosti staveniště. V předem určených místech byly osazeny měřické pozorovací body a kontrolní sádrové terčíky. Projekt a vlastní sledování bylo v roce 2009 zajištěno u firmy INSET (Divize diagnostiky stavebních konstrukcí). Nejvýznamnější hodnoty sedání 6 mm byly zaznamenány u objektů v ulici Purkyňova v 04/2013. Sledování deformací opěrné pilotové stěny bylo prováděno v určených profilech geodetickým způsobem. V každém měřeném profilu byly osazeny měřické body ve třech úrovních. Sledovány byly svislé a vodorovné deformace s přesností 2 mm. Prvního varovného signálu,

kteří činil pro horizontální posuny 20 mm, bylo dosaženo pouze ve dvou profilech. Maximální dosažená deformace pažení byla 26 mm.

V současnosti jsou všechny pažicí konstrukce již rozepřeny vestavbou a sledování bylo ukončeno. Jak již bylo zmíněno v kapitole u hydrogeologických poměrů, byly pažicí stěny navrženy na zatížení hydrostatickým tlakem s hladinou na kótě max. 187,5 m n. m. Ke sledování hladiny podzemní vody vně stavební jámy byly provedeny dva hydrogeologické vrty.

Prvního varovného stupně 186,5 m nebylo po dobu funkce pažení dosaženo. Průměrná hladina se pohybovala na kótě 184,6 m n. m. Maximální změřená hodnota byla v červnu 2013, a to 184,98 m n. m. několik dní po kulminaci Vltavy (3. povodňový stupeň). Zajímavé je zjištění, že vzestup hladiny ve Vltavě o cca 4 m způsobil zvýšení hladiny podzemní vody v zájmové lokalitě jen o 0,4 m.

Ing. Miroslav Dušek, FG Consult, s. r. o.



Původní VZT štola před demolicí



Souběh různých stavebních činností na staveništi, vpravo hloubení a zajišťování VZT kanálu

ZAJIŠTĚNÍ STAVEBNÍ JÁMY QUADRIA

Zajištění stavební jámy bylo zahájeno současně s demolicí stávajícího vestibulu stanice metra Národní třída. Práce prováděné v souběhu se vzájemně velmi významně ovlivňovaly. Od samého počátku nebylo možno technologické zařízení stavby ponechat na jednom místě, ale jeho poloha musela být mnohokrát měněna v závislosti na postupu demolic a zemních prací. Zajišťování stavební jámy pomocí kotvených pilotových stěn bylo nutné provádět po částech tak, jak byly určité úseky připraveny pro technologie speciálního zakládání. Bohužel, po celou dobu stavby bylo nutné etapy zajištění stavební jámy provádět tzv. na přeskáčku tam, kde to v tu dobu nekolidovalo se zemními a bouracími pracemi, a nikoliv kontinuálně, což by bylo daleko efektivnější.

V některých částech stavby byly zastíženy staré konstrukce, které překážely zajištění stavební jámy. Jednalo se o **staré záporny a piloty** z dob výstavby metra a obchodního domu Máj (dnes MY). Staré záporny podél obchodního domu MY, cca 30 kusů I400 délky 10 m, zasahovaly pod základovou spáru obchodního domu, který stojí na hraně stavební jámy. Jejich odstranění se provádělo obvrtáním pilotážní soupravou Bauer BG 24 pažnicemi průměru 880 mm, aby došlo k uvolnění po celé délce záporny. Následně byla každá jednotlivá zápora vyviklána a doslova vytržena bagrem s podkopovou lžící. V několika případech se však tímto způsobem staré záporny odstranit nepodařilo, proto se pro obvrtání a uvolnění použila pažnice o průměru 1500 mm, z níž se stará zápora i s částí kořene vytáhla. Rozvolněná zemina po vytažení zápor byla v celém úseku proinjektována cementovou injekční směsí, která zabránila případným poklesům v základové spáře obchodního domu. Vrty pro injektáž byly provedeny vrtnou soupravou Hütte.

V části podél ulice Purkyňova bránila provedení pilotové stěny **železobetonová pilota** provedená v rámci výstavby stanice metra Národní třída. Její poloha bohužel neumožňovala nejjednodušší způsob odstranění, tedy obtěžování a následné rozbouření. Pro její odstranění musela být použita vrtná souprava pro provádění pilot. Pilota byla obvrtána pažnicí o průměru 1500 mm a postupně rozrušována spirálovým vrtákem. I když bylo použito vrtné nářadí určené do skalního prostředí, docházelo k jeho částečnému destrukci. Nakonec však byla i tato překážka odstraněna. V části stavební jámy přilehlé k ulici Spálená v těsné blízkosti zachovaných sklepů byly vyprojektovány dvě samostatné piloty, sloužící jako základový prvek budoucí vestavby. Pro jejich realizaci bylo nutné částečné ustavení vrtné soupravy o váze cca 100 t na zachovávané sklepy. Aby se toto mohlo realizovat, musela být na stavbě vyrobena pracovní plošina z válcovaných I-profilů, přemostující část zachovávaných sklepů. Piloty byly úspěšně provedeny a sklepy nedošly žádné úhony. Další poměrně složitou operací bylo **zkrácení eskalátorového tunelu** metra, zasahujícího do stavební jámy. Demontáž původních tybinků eskalátorového tunelu probíhala po vytvoření mikropilotového deštníku zajišťujícího nadloží. Pro jeho realizaci bylo nutné nad eskalátorovým tunelem vyrobit pracovní plošinu pro vrtnou soupravu o hmotnosti cca 30 t tak, aby nedošlo k jejímu zřícení do metra. Samotná demontáž tybinků byla prováděna demoličními nůžkami, bagrem a bouracím kladivem. Činnost byla velmi složitá hlavně z hlediska bezpečnosti práce. Aby bylo zamezeno případnému pádu rozebíraných částí eskalátorového tunelu do metra, byla pod zkrácenou částí provedena dělicí stěna pro zachycení padajících kusů. Po rozebírání tybinků se dotvarování eskalátorového tunelu včetně primárního ostění

pomocí stříkaného betonu jevílo jako vyloženě snadná činnost.

Při zajišťování výkopu **horizontálního vzduchotechnického kanálu** metra pod úrovní základové spáry stavební jámy se bylo nutné vypořádat s měnící se kvalitou horniny. Zajištění svahovaného vzduchotechnického kanálu muselo být upraveno statikem, a to dle skutečně zastížene geologie s ohledem na nestabilní části horniny.

Hřebíky zajišťující svahy VZT kanálu byly prodlouženy a původně navržené plotové pletivo překrývající svahy bylo nahrazeno sítí KARI 100/100/6 se stříkaným betonem. Rozměry vzduchotechnického kanálu umožňovaly vždy nasazení strojů pouze jedné technologie. Střídání vrtné soupravy a strojů provádějících zemní práce bylo s postupně se zkracující šířkou výkopu a přibývajícím hloubkou stále obtížnější. Pro úplné dokončení bylo nutné používat mechanizaci, jejíž účinnost nebyla v zastížene geologii zcela ideální, avšak bylo ji možno běžným zdvihacím zařízením do vzduchotechnického kanálu bez problémů umístit. Časová náročnost výkopu vzduchotechnického kanálu byla kompenzována nasazením pracovníků v prodloužených směnách. Jako již mnohokrát v minulosti se potvrdilo, že společnost Zakládání staveb, a. s., je schopna svým širokým záběrem technologií speciálního zakládání a zkušenostmi, v součinnosti s projektanty, okamžitě reagovat na dramatické změny podmínek výstavby tak, aby nedošlo k ohrožení budovaného díla.

Provádění technologií speciálního zakládání na stavbě Quadria bylo od samého počátku až do konce provázáno velmi složitou organizací veškerých prací zejména z hlediska prostorové náročnosti jednotlivých nasazených technologií. Sestavení harmonogramu činností strojů a zařízení vyžadovalo svolávání každodenních koordinačních schůzek zástupce

Zakládání staveb, a. s., s dodavatelem zemních prací. Bez zajímavosti není ani skutečnost, že zásobování stavby a návoz mechanizace probíhal v době dopravního klidu v okolí stavby, tedy v časných ranních hodinách. I přes řešení nepředvídaných situací, vyplývajících z provádění stavby a skutečně zastížené geologie v území protkaném starými konstrukcemi z dob vskutku historických (sklepy), výstavby stanice metra Národní a původního obchodního domu Máj, byly respektovány veškeré požadavky projektu a dodrženy vysoký standard kvality provedených prací.

Vladimír Malý, Zakládání staveb, a. s.

Foto: Libor Štěřba



Hloubený a zajišťovaný VZT kanál

Údaje o stavbě:

Investor: CPI Národní, s. r. o.

Architektonické řešení:

Cigler Marani architects, a. s.,

(zpracovatel dokumentace DÚR, DSP, DVZ)

Projekt pro provedení stavby: Helika a. s.

Generální dodavatel: Metrostav, a. s.

Projekt zajištění stavební jámy:

FG Consult, s. r. o.

Práce speciálního zakládání:

Zakládání staveb, a. s.

Design for securing foundation pit for the Quadrio building

Securing the deep foundation pit of the Quadrio multi-purpose building designed inside a dense built-up area and in immediate vicinity of the underground station Národní třída structures was, in many ways, a complicated task – both for the designer and maker of the sheeting structure. The sheeting was carried out by the Zakládání staveb Co. Its design consisted in an anchored watertight secant pile wall drilled from the pre-excitation level secured to the depth of 5,5 m by rider bracing. The foundation pit was 18-20 m deep and in the place of ventilation channel its depth reached even down to 26 m below the existing ground.



vodní hospodářství®

Vychází 12x ročně

Specializovaný vědeckotechnický časopis přináší již 63. rokem informace z oblasti projektování, realizace a plánování ve vodním hospodářství a dalších souvisejících oborech životního prostředí v ČR a SR.

Do časopisu přispívají přední čeští a slovenští odborníci.

Více informací a možnost objednání na www.vodnihospodarstvi.cz.

Vydává **Vodní hospodářství, spol. s r. o.**

Tel.: Václav Stránský +420 603 431 597, Stanislav Dragoun +420 603 477 517

E-mail: stransky@vodnihospodarstvi.cz, dragoun@vodnihospodarstvi.cz