

Časopis ZAKLÁDÁNÍ  
vydává:  
Zakládání staveb, a. s.  
K Jezu 1, P. O. Box 21  
143 01 Praha 4 - Modřany  
tel.: 244 004 111  
fax: 241 773 713  
E-mail: propagace@zakladani.cz  
http://www.zakladani.cz  
http://www.zakladani.com

Redakční rada:  
vedoucí redakční rady:  
Ing. Libor Štěrba  
členové redakční rady:  
RNDr. Ivan Beneš  
Ing. Martin Čejka  
Ing. Jan Masopust, CSc.  
Ing. Jiří Můhl  
Ing. Michael Remeš

Redakce:  
Ing. Libor Štěrba  
Design & Layout:  
Studio 66  
Jazyková korektura:  
Mgr. Antonín Gottwald  
Sazba, lito:  
Studio 66  
Tisk:  
Retip

Foto na titulní straně:  
Libor Štěrba,  
Překlady anotací:  
Klára Koubská

Ročník XIX  
3/2007  
Vyšlo 1. 11. 2007  
v nákladu 1000 ks  
MK ČR 7986  
ISSN 1212 – 1711  
Vychází čtyřikrát za rok

Pro rok 2007 je cena časopisu 81 Kč.  
Roční předplatné 324 Kč vč. DPH,  
balného a poštovného.  
Objednávky předplatného na tel.:  
234 035 200, fax: 234 035 207 nebo na  
myris@myris.cz, www.myris.cz  
Myris Trade, s. r. o.  
P. O. Box 2, V Štíhlách 1311/3  
142 01 Praha 4

Podávání novinových zásilek  
povolila PNS pod č.j. 6421/98

## Aktuality

- 40leté výročí vzniku společnosti Zakládání staveb, a. s.**  
– 2. pokračování, období let 1970–1975  
*Ing. Alois Kouba, Zakládání staveb, a. s.* 2
- Nová linka na výrobu kotev**  
*Petr Brandejs, Ing. Pavel Matoušek, Zakládání staveb, a. s.* 6
- Nové vysokotlaké injekční čerpadlo TW 600**  
*Ing. Martin Čejka, Zakládání staveb, a. s.* 7

## Teorie a praxe

- Nová evropská norma v geotechnické praxi**  
**ČSN EN 15237 (73 1081) Provedení speciálních geotechnických prací – Svislé drény**  
*RNDr. Ivan Beneš, Zakládání staveb, a. s., autor českého překladu normy* 8

## Občanské stavby

- MAHA – Polyfunkční dům Avenium – AiResidence,**  
**zajištění stavební jámy a založení objektu**  
*Jaroslav Lehouchka, Zakládání staveb, a. s.* 11

## Zahraniční stavby

- Pohled do Dubaje**  
*Podle článku „Palmy Days“, GE 01/2007 napsal RNDr. Ivan Beneš* 14

## Vodohospodářské stavby

- Úprava ochranných obálék pilířů č. 8 a 9 Karlova mostu**  
*Ing. Martin Vondráček, Zakládání staveb, a. s.* 16

## Dopravní stavby

- Tunely Blanka, stavba Špejchar–Pelc-Tyrolka,**  
**rozsáhlá stavba ve složitých podmínkách**  
*Ing. Alexandr Butovič, Ph.D., SATRA, spol. s r. o.* 18

- Hloubený úsek na trojském břehu**  
*Petr Vokrouhlik, Zakládání staveb, a. s.* 22

## Podzemní stavby

- Kabelový tunel Smíchov v Praze**  
*Vladimír Malý, Zakládání staveb, a. s.* 25

## Průmyslové stavby

- Výstavba a založení nového komínu pro společnost Glaverbel**  
*Ing. Zdeněk Bauer, Ing. Bohumil Ježek, Omega – Teplotechna Praha, a. s.* 27

- Poznámky ke statickému založení komínu**  
*Ing. Petr Hurnych, FG Consult, s. r. o.* 28

## Občanské stavby

- Amazon Court – Praha-Karlín, zajištění stavební jámy a pilotové založení,**  
*Doc. Ing. Jan Masopust, CSc., FG Consult, spol. s r. o. Praha, VUT Brno, Ústav geotechniky* 30

# 40leté výročí vzniku společnosti Zakládání staveb, a. s. – 2. pokračování, období let 1970–1975

**Protože se rychle blíží 40. výročí vzniku společnosti Zakládání staveb, a. s., rozhodli jsme se, že v následujících číslech časopisu ZAKLÁDÁNÍ přiblížíme počátky oboru speciálního zakládání staveb pamětníkům i mladším kolegům. Na prvních stranách časopisu budeme přinášet vždy několik dobových fotografií ze staveb celospolečenského významu, jejichž založení bylo dílem společnosti Zakládání staveb, a. s.**

V období let 1970–1975 se závod Speciálního zakládání Vodních staveb dovybavoval stavební

technikou, jako vrtnými soupravami Hausherr pro středněprofilové vrty a vrtačkami adapto-

vatelnými na výložníky bagrů typu Terradrill a Callweld. Tím byla zahájena výstavba vrтанých železobetonových pilot, ponejvíce pažených jílovou suspenzí. Nákup náročných vrtných souprav a jejich příslušenství byl nutný pro zvládnutí úkolů na trase metra A (úsek Nám. Míru–Leninova) a zvýšených nároků na založení mostů na dálnici D1. Do výrobního programu byly zahrnuty i těsnící podzemní stěny, které byly plně využity při ekologických stavbách a ochraně podzemních vod proti

*Pontony pro hloubení vrtů z hladiny Vltavy u malostranského břehu, výstavba pracovní plošiny na pontonech*





kontaminaci odpadními průmyslovými vodami. K výraznému zdokonalení došlo i v oboru injekečních, kdy pod vedením odborníků z licenční konzultační firmy byla realizována pokusná injekece na trase metra A v ulici Na Hutích. Získané zkušenosti byly využity jednak při zajištění nadloží tunelů trasy A v Dejvicích, jednak na všech dalších lokalitách, kde byla aplikována reinjekece po předchozí injekeci jílocementem. Z období let 1970–1975 vám v návaznosti na příslib z předchozího čísla časopisu ZAKLÁDÁNÍ představujeme některé stavby, které se k tomuto období váží:

**Trasa metra IA** v úseku Náměstí Míru–Lenina řešila podchod metra pod Václavským náměstím, pod Starým Městem s množstvím historických budov a neúplně dokumentova-

ných inženýrských sítí, posléze podchod pod Vltavou, několik hlubokých stanic (Malostranská, Staroměstská) a dále podejítí bytových domů s minimální výškou nadloží nad kalotou tunelů.

Při podchodu trasy pod Vltavou bylo nutné zajistit ražbu i v četných poruchových pásmech, na styku jílovitých a prachových břidlic ordoviku. Zde se uplatnila násobná injekece jak z povrchu (hladiny Vltavy), tak z předstihové štoly, jejíž účinek byl zvýrazněn armováním injekečních vrtů ocelovými pruty a osazením mikropilot nad kalotu budoucího výrubu. Stavební jámy budoucích stanic metra byly zajištěny kotvenými podzemními stěnami, které dosahovaly na tehdejší dobu úctyhodných hloubek přes 20 m. Pro těžbu rýh pod bentonitovou pažicí suspenzí byly použity drapáky

vedené na tyči – Kelly. V oboru kotvení byl dokončen přechod na drátové kotvy typu IRP o nosnosti 65 MPa.

**Most Sekule** a řada dalších dálničních mostů na pomezí Moravy a Slovenska přecházely síť místních komunikací, řek a potoků i velké rozlohy lužních lesů. Všechny tyto objekty byly zakládány na vrтанých velkoprofilových pilotách, které byly vesměs hloubeny rotačními vrtnými soupravami systému Rotary pod bentonitovou suspenzí. Průměry vrtů se pohybovaly zhruba od 1200 mm do 1800 mm.

**Na stavbě Semtín–Lhotka** se jednalo o vybudování těsnicí podzemní stěny po obvodě odkalovacích rybníků chemického závodu v Semtíně. V případě protržení hrází těchto





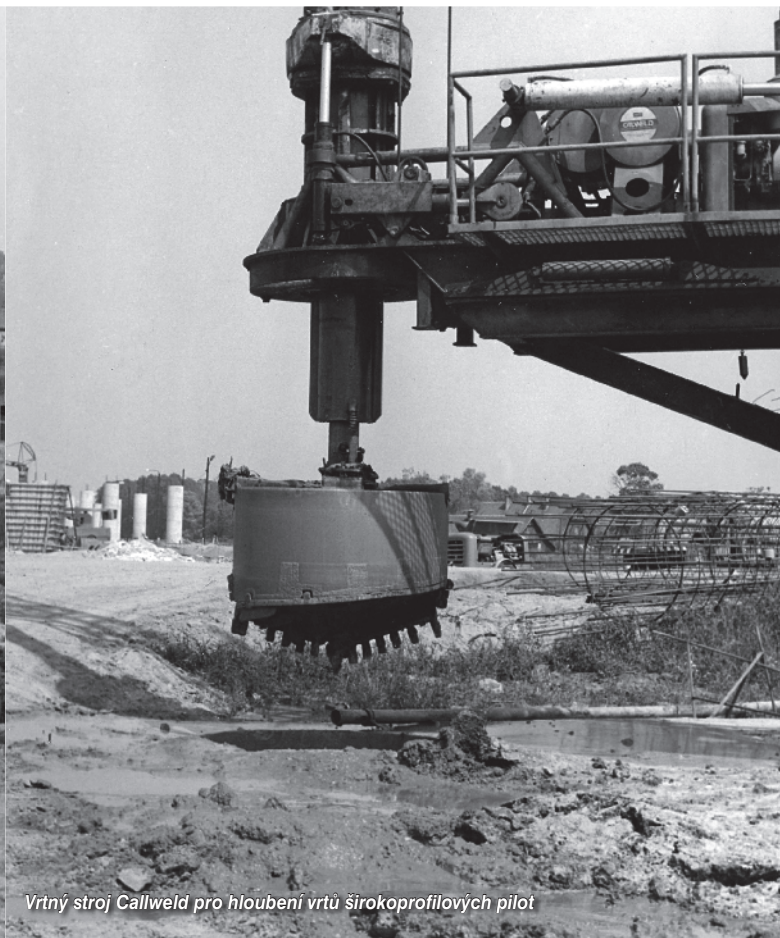
odkalovacích rybníků by došlo ke kontaminaci Labe a došlo by k velkým škodám, zřejmě i s mezistátním dopadem. Problém výplně těsnicí podzemní stěny, v proměnných podmínkách závislých na jednotlivých technologiích výroby podniku, kdy pH vypouštěných

vod se měnilo v celém rozsahu pH 2–12, byl řešen laboratorní závod ve spolupráci s VUIS Bratislava. Pro výplň rýhy byla pak použita hmota na bázi Vonšovského jílu s chemickým pojivem. Uvedená stavba již plně zapadá do progra-

mu Ochrany podzemních vod a ekologických staveb, které měly své pokračování v rafinériích Koramo Kolín i Chemických závodech v Přerově a jinde. Podstatné u těchto staveb bylo a je vyvinout a použít vždy takovou výplň rýhy, která dlouhodo-



*Pohled na staveniště mostů v úseku Sekule–Malacky*



*Vrtný stroj Callweld pro hloubení vrtů širokopřítových pilot*



*Pilíře dálniční estakády u Sekule jsou založeny na pilotách*





bě zajistí svojí stálostí v daném prostředí vodotěsnost. Další z možností, jak zvýšit spolehlivost dlouhodobé funkce těsnicí podzemní stěny, bylo vložit do rýhy polyetylenový nekonečný prvek, který jako těsnicí membrána bude z obou stran

ochráněn těsnicí výplňovou hmotou. Kvalita i spolehlivost těsnicí výplně rýhy byla ověřena při následných etapách prací na lokalitě Koramo i Precheza Přerov. Tolik tedy o hlavní náplni prací dnešní akciové společnosti Zakládání staveb v raných dobách

jejího působení. V příštím čísle ZAKLÁDÁNÍ připomeneme stavby a události dalšího pětiletí naší společnosti.

**Ing. Alois Kouba, Zakládání staveb, a. s.**  
Foto: archiv ZS



Těžba rýhy pro TPS na hrázi odkaliště



Jímka vybudovaná v těsné blízkosti odkaliště



Výrobní těsnicí výplňové hmoty



Pohled do nádrže s upraveným svažem hráze



## Nová linka na výrobu kotev

**Zakládání staveb, a. s., v letošním roce koupilo a zprovoznilo moderní výkonnou linku na výrobu pramencových kotev.**

V průběhu II. pololetí loňského roku vznikl u Zakládání staveb, a. s., požadavek modernizovat výrobu kotev a postavit zde zcela novou linku na výrobu potažených pramenců s tukovou výplní. Ty je totiž výhodné použít nejen pro trvalé, ale i pro dočasné zemní kotvy. Jejich výroba se tak zjednoduší, zrychlí a zlevní. Stáli jsme před úkolem navrhnout si takovéto zařízení sami, případně doporučit nejvhodnější zařízení od zahraničních výrobců. Dostali jsme několik zajímavých typů na firmy, které provozují podobná zařízení, a obeznámili se s několika variantami v Rakousku, Švýcarsku

a Itálii. Nakonec nám byla doporučena špičková linka, kterou provozuje už 6 let firma VSL ve Švýcarsku. Toto strojní zařízení na povlékání pramenců pochází z Itálie a jeho poslední typ, který vám zde představujeme nyní, vyrábí kotvy v Zakládání staveb, a. s., na pracovišti Praha-Libuš.

Zařízení se skládá z vlastního NC stroje a montážního stolu, jehož základní délka dosahuje 24 m, v prodlouženém provedení 45 m, případně i více. Stroj je ovládán PLC modemem. Elektrické a elektronické ovládání je

instalováno do pultového panelu řízení s viditelnými a přístupnými ovladači dle normy CE. Potřebný čas pro výrobu potaženého pramence o délce 30 m je přibližně 1,5 minuty.

Pramenec začíná svou dráhu vstupem do podávacího zařízení poháněného elektromotorem a měničem pro regulaci rychlosti posuvu až na maximální rychlost 70 m/min. Dále prochází rozplétacím zařízením nad vanou plnou maziva. Ta je vybavena topnými tělesy, jejichž úkolem je zahřívát diatermický olej, který zkapalní mazivo obsažené ve vaně. Topná tělesa jsou ovládána dálkovými ovladači a termostaty, které zajišťují konstantní teplotu v pracovní fázi.

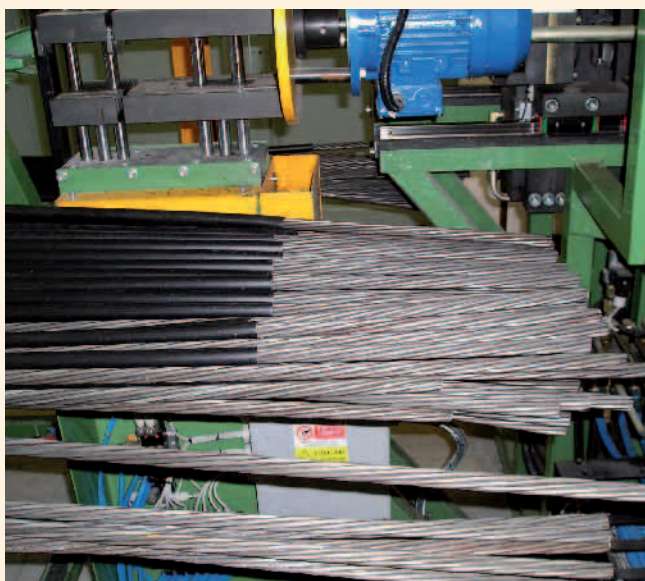
Na zařízení se nachází mechanismus pro tlačení PE obalu s měničem pro nastavení rychlosti posuvu. Měření délky obalu a pramence se předem nastaví na řídicím panelu stroje. Tolerance na stříhu je přibližně  $\pm 20$  mm na 30 m pramence.

Pramenec připravený pro tlačení v mechanismu se zasune do obalu zastříhnutého na míru. PE obal je při tom uchopen automatickými čelistmi. Mazací tuk je vpraven do rozpleteného pramence. Ten se v zápětí stočí do původního stavu. Přitom přední a zadní konec pramence zůstane bez maziva, protože obsluha může nastavit délku promazání podle svých potřeb.

Po uvedení do polohy se kabelový svazek ustříhne hydraulickými nůžkami. Případné otřepky, které se vytvoří na stříhu pramence, jsou zmáčknuty dvěma čelistmi, aby nemohlo dojít k poškození povlaku při následném zasouvání. Takto promazaný a povlečený pramenec se pak vyklopí ze sběrného žlabu na pracovní stůl. Zde pak proběhne konečná montáž a kompletace pramencové kotvy.



Celkový pohled na linku



Konce potažených pramenců pro napínání



Žluté bezpečnostní sloupky s fotobuňkou a pramence na pracovním stole

Další nedílnou součástí celého zařízení je karusel pro navíjení již hotových kotev na speciální cívký. Ty jsou určeny pro jejich přepravu a manipulaci. V současnosti zbývá zavést a prosadit systém této manipulace a dopravy kotev na stavbu.

Od prvotního zadání na zřízení nové kotevní linky do jejího uvedení do provozu uběhlo přibližně 7 měsíců. Vlastní instalaci nového zařízení předcházela důkladná příprava. V polovině června byla ve stávající hale výroby kotev položena nová podlaha, která zajistila ideální rovinnost povrchu. Byly provedeny nové rozvody el. energie a vzduchu. Vlastní zprovoznění linky pak provedli zástupci italského výrobce koncem června. Zároveň zajistili zaškolení a podali našemu personálu potřebnou instruktáž o bezpečnosti a údržbě zařízení.

Závěrem lze říci, že rozhodnutí Zakládání staveb, a. s., vsadit na dokonalejší technologii výroby kotev již přináší své ovoce. Od počátku července, kdy je linka v provozu, pracuje naprosto spolehlivě. Při minimu prostojů je schopna za osmihodinovou směnu bez obtíží zpracovat až 3 km pramence.

**Petr Brandejs, Ing. Pavel Matoušek,**  
Zakládání staveb, a. s.  
Foto: Petr Brandejs



Pramenec před potažením



Obslužný pult

### **Nová linka na výrobu kotev**

Zakládání staveb, a. s., v letošním roce koupilo a zprovoznilo moderní výkonnou linku na výrobu pramencových kotev.

## **Nové vysokotlaké injekční čerpadlo TW 600**

**Společnost Zakládání staveb, a. s., koupila v první polovině letošního roku od italské společnosti Tecniwell S. r. l. vysokotlaké injekční čerpadlo nové výrobní řady TW 600.**

Tento typ injekčního čerpadla se používá výhradně pro technologii tryskové injektáže, a to pro všechny tři její metody (jednofázovou, dvojfázovou i trojfázovou). Od dříve

vyráběných vysokotlakých čerpadel se tento nový model výrazně liší především zvýšením průtočného množství injekčního média při požadovaných injekčních tlacích. Tato sku-

tečnost umožňuje použít při injektáži injekční kolonu s osazenou výstupní injekční tryskou do průměru 6,0 mm, čímž dochází k urychlení injekčních prací a především k vyššímu procentuálnímu využití řezné kinetické energie injekčního paprsku při realizaci všech tří metod tryskové injektáže. Součástí nového čerpadla je i monitorovací jednotka MP8A,



Celkový pohled na vysokotlaké injekční čerpadlo TW 600



Pohled na řídicí pult injekčního čerpadla s monitorovací soupravou MP8A



kteřá sleduje, zaznamenává a dále zpracovává provozní parametry tryskové injektáže jednak během etapy tryskání, jednak zároveň při etapě vrtání.

Nový stroj umožní zvýšit produktivitu injektážních prací při realizaci tryskové injektáže současně s možností používat větší návrhové parametry prvků tryskové injektáže, než bylo možné doposud.

Základní technické parametry stroje:

- maximální provozní injektážní tlak – 50 MPa,
- maximální provozní průtok injektážního média – 16 l/s,



Nasazení injektážního čerpadla na jedné ze staveb realizovaných v současnosti společností Zakládání staveb, a. s., – Maha, Praha-Holešovice.

- maximální výkon hnacího motoru – 425 kW,
- rozměry (l x š x v) – 6,450x2,438x2,591 mm,
- celková hmotnost – 13 500 kg.

Ing. Martin Čejka, Zakládání staveb, a. s.

### Nové vysokotlaké injektážní čerpadlo TW 600

Společnost Zakládání staveb, a. s., koupila v první polovině letošního roku od italské společnosti Tecniwell S. r. l. vysokotlaké injektážní čerpadlo nové výrobní řady TW 600.

## Nová evropská norma v geotechnické praxi ČSN EN 15237 (73 1081) Provádění speciálních geotechnických prací – Svislé drény

Český normalizační institut přijal v srpnu 2007 do soustavy norem již jedenáctou evropskou geotechnickou normu z řady „Provádění speciálních geotechnických prací“. Tyto normy připravuje technický výbor CEN TC 288 „Execution of special geotechnical works“. Norma je převzata formou překlady z anglického originálu „Execution of special geotechnical works – Vertical drainage“, vydaného CEN (Evropskou komisí pro normy) v trojjazyčné verzi v únoru letošního roku. Nese český název ČSN EN 14679 (73 1075) *Provádění speciálních geotechnických prací – Svislé drény*. Anglický text je včetně přílohy a seznamu literatury uveden na 57 stranách formátu A4, český překlad má 51 stran.

V případech, kdy vnější zatížení málo propustných zemin, jako jsou jíly, gytja, rozložená rašelina atd., způsobuje nárůst napětí překračující předkonsolidační tlak zeminy, dojde k vyvolání přírůstku pórového tlaku, který je následován procesem konsolidace, při kterém je pórová voda vytlačena ven ze zeminy. Takto způsobené zmenšení objemu zeminy je doprovázeno postupným nárůstem efektivního napětí a odpovídajícím poklesem přírůstku pórového tlaku vody. Proces konsolidace pokračuje, dokud není přírůstek pórového tlaku vody kompletně rozptýlen a zatížení je přenášeno efektivními napětími. Trvání procesu závisí na konsolidačních vlastnostech zeminy a drenážních cestách (čím delší jsou drenážní cesty, tím delší je proces konsolidace). Cílem instalace vertikálních drénů je zkrátit drenážní cesty a čas potřebný k disipaci přírůstku pórového tlaku vody vyvolaného zatěžovací operací.

Technologie odvodňování zemin pomocí svislých drénů se na našem území v poslední době úspěšně rozvíjí, zejména při výstavbě

liniových staveb, ale i při sanaci sesuvů atp. Ve světě je hloubkové zlepšování zemin svislými drény velice rozvinuté a tlak firem zabývajících se výrobou a realizací projektů tohoto typu geotechnických prací vedl k vypracování evropské technologické normy pro svislé drénování. Nutno podotknout, že činnost pracovní skupiny, zahrnující odborníky z 10 evropských zemí a Japonska, byla plně hrazena z prostředků sponzorských firem.

Tato evropská norma zahrnuje použití prefabrikovaných svislých drénů a pískových drénů a zabývá se požadavky na návrh, materiál drénů a instalačními metodami. Odvodňování pomocí svislých drénů a předběžného zatěžování se používá při zlepšování málo propustných, vysoce stlačitelných zemin. Svislé drénování se používá jak v pozemním stavitelství, tak v námořním stavitelství pro následující účely:

- (před-) konsolidace a redukce sedání po výstavbě;
- urychlení procesu konsolidace zkrácením drah pro disipaci pórového tlaku vody;

- zvýšení stability (zvýšením efektivních napětí v zemině);
- snižování hladiny podzemní vody;
- omezení účinků ztekucení při otřesech.

Tato evropská norma nezahrnuje zlepšování zemin pomocí studní, šterkových a kamenných žeber, velkopřůměrových pilířů nebo pomocí vyztužujících prvků.

Svislé drénování lze kombinovat s jinými způsoby zakládání nebo zlepšování základové půdy, např. elektroosmózou, pilotami a hutněnými pískovými pilotami, dynamickým hutněním a hloubkovým zlepšováním zemin.

### Struktura normy

Všechny normy řady EN vydávané TC 288 mají jednotnou stavbu. Jednotlivé články jsou uspořádány do předmluvy a jedenácti kapitol. Norma dále obsahuje 3 obsáhlé informativní přílohy a seznam literatury.

### Stručně z obsahu

**Předmětem normy** je provádění, zkoušení, dohled a monitoring prací hloubkového zlepšování zemin pomocí svislých drénů. Hloubkové zlepšování se realizuje dvěma rozdílnými typy drénů – prefabrikovanými plochými a válcovými drény a drény zhotovenými na místě – tzv. pískovými drény.

Kapitola **Termíny a definice** podává výklad 14 termínů použitých v textu normy. Anglický originál používá řadu odborných výrazů, které nelze přeložit přímo a pro které se obtížně hledá odpovídající český ekvivalent. Obdobné problémy však zcela evidentně měli i autoři překladů do německého a francouzského jazyka. U některých pojmů, převzatých například





Detail zapouštění drénu do podloží

z terminologie norem pro geotextilie, bylo nutné upravit český termín tak, aby odpovídal účelu použití v geotechnické normě.

V kapitole **Informace nutné k provádění prací** je taxativně vyjmenováno, co vše musí být k dispozici pro realizaci svislých drénů. Uvádí, že veškeré informace nutné k realizaci prací musí být opatřeny a musí na stavbě být před zahájením prací.

Kromě obvyklých požadavků nutných pro návrh a realizaci daného typu zlepšování podloží, jako jsou geologické, petrografické a geotechnické údaje, údaje o podzemní vodě atd., se klade důraz na informace o způsobu zatěžování – jeho postup, harmonogram, použité hmoty, monitoring atp., který je nedílnou součástí svislého odvodňování.

Úspěšnost projektu odvodnění pomocí svislých drénů i jejich vlastní instalace úzce souvisí s dokonalým poznáním geologického prostředí. Proto norma vyžaduje velice podrobný **geotechnický průzkum** geologické stavby staveniště, zjištění veškerých překážek pro realizaci prací včetně kořenových systémů stromů, podrobné ověření hydrogeologických, hydraulických a hydrochemických poměrů, detailní určení fyzikálních, mechanických i chemických vlastností zemin.

Kapitola týkající se **Materiálů a výrobků** obsahuje všechny údaje, které musí splňovat ať již továrně zhotovené drény, suroviny k jejich výrobě nebo suroviny k výstavbě pískových drénů.

Norma se podrobně věnuje tvaru, rozměrům, materiálům vhodným k výrobě jádra a filtračního obalu plochých i válcových drénů. Důraz je kladen na stanovení životnosti, pevnosti v tahu, odvodňovací kapacity, velikosti pórů filtru a dalších údajů. U pískových drénů je stanovena vhodná zrnitost hrubozrnných materiálů použitých do tohoto typu drénu.

Kapitola věnující se **Požadavkům na návrh** je poměrně stručná, doporučuje zejména

monitoring sedání a pórových tlaků v různých hloubkách. Kapitola podrobně rozvíjí přílohou část B.

V kapitole **Provádění** se v obecné části taxativně požaduje vypracovat před prováděním prací technologický předpis, který musí obsahovat normou vyjmenované položky.

Další článek kapitoly se věnuje přípravě staveniště, zejména provedení vodorovné drenážní vrstvy, určuje její minimální tloušťku a charakter použitého hrubozrnného materiálu. V kapitole jsou dále stanoveny přípustné odchylky v hloubce, poloze a sklonu drénu. Důraz se klade na způsob instalace drénu, který nemá ovlivnit stabilitu staveniště vlivem zvýšení pórového tlaku vody při dynamickém způsobu instalace drénu do zemin citlivých na otřesy. Úspěšná realizace prací hloubkového zlepšování je závislá na kvalifikovaném **dohledu**, hojném a pečlivém **zkoušení** a detailním **monitoringu** prací. Rozsah a metody musí stanovit návrh. Přehled metod zkoušení je uveden v přílohou části. Monitoruje se postup výstavby s důrazem na možnost reálného vyhodnocení průběhu konsolidace a celkového sednutí. Požaduje se instalace monitoringu včas před zahájením instalace pro zajištění ustálených referenčních hodnot.

O provádění prací se vedou **provozní záznamy**, výčet provozních parametrů obsahuje příslušná kapitola. U parametrických hodnot se dává přednost automatickým počítačovým záznamům.

Kapitola týkající se **bezpečnosti a ochrany zdraví** při práci na staveništi klade důraz na dodržování pracovních postupů, kvalifikovanost obsluhy strojů a ochranu životního prostředí. Přílohou část normy je značně rozsáhlá, má 30 stran z celkových 51. Informativní přílohy rozvádějí, uvádějí podrobnosti nebo vysvětlují požadavky některých kapitol normy. Směrnice k praktickým hlediskům svislého drénování jsou v příloze A. V příloze B jsou uvedena návrhová hlediska, která zahrnují i průzkumné práce. Pří-

loha C obsahuje stupeň závaznosti jednotlivých ustanovení.

#### Příloha A: Praktická hlediska hloubkového zlepšování

Uvádí, co je účelem odvodňování svislými drény. Drény se používají jako prostředek k urychlení dlouhodobého konsolidačního sedání způsobeného přitížením. Jiným účelem je zlepšit stabilní poměry celkovým zvýšením smykové pevnosti. V seismických oblastech se svislé drénování může použít také pro účely zmírnění jevů ztekucení zemin. Příklady oblastí, ve kterých je tato technologie obecně použitelná, jsou:

- tělesa silnic a železnic;
- výstavba a vyztužení hrází;
- násypy stavenišť bytové výstavby, průmyslových zón, terminálů atd.;
- předběžné zatížení skládek;
- stavby na moři a příbřežní aplikace;
- rekultivace, přístavy a letiště.

Rostoucí oblast pro použití je na poli životního prostředí, rekultivací kontaminovaného podloží. Kontaminovaná voda vytlačovaná ven drény musí často být před vypuštěním upravována. Příloha dále obsahuje postupové diagramy a instalační schémata svislých drénů. Popisuje způsoby instalace drénů, zabývá se činiteli, které ovlivňují účinnost drénů a drenážní vrstvy včetně výpočtu odvodňovací kapacity drénu a přístrojového vybavení pro realizaci zkoušek. Zabývá se i způsobem monitoringu účinnosti drénů a jeho instrumentací.

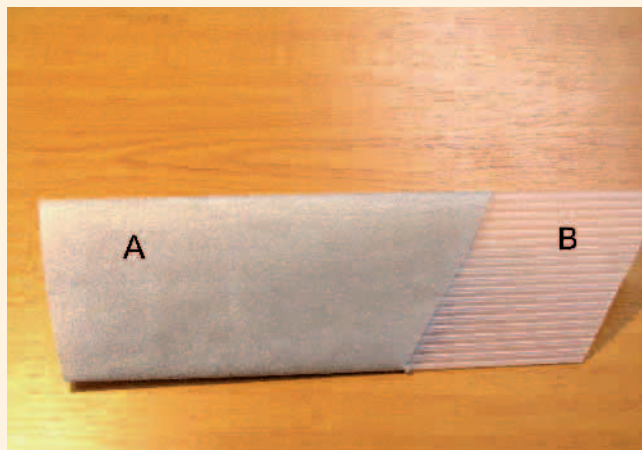
#### Příloha B: Návrhová hlediska

Tato příloha velmi široce doplňuje kapitolu č. 7 (Požadavky na návrh). Navrhování svislého drénování zemin je interaktivním postupem, při kterém se návrh upravuje na základě získaných údajů z laboratorních a polních zkoušek a polo-



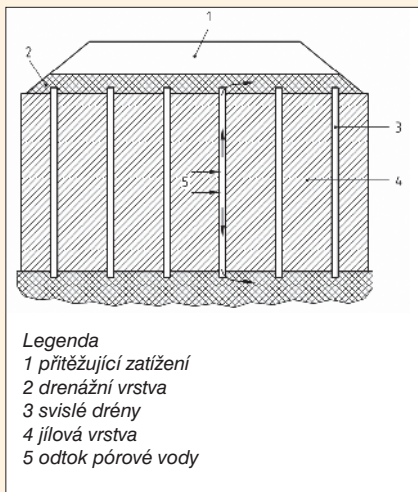


Pohled na drenážní vrstvu se zapuštěnými drény



Vzorek plochého drénu, A – filtrační obal, B – drážkované jádro

provozního pokusu. Zabývá se i průzkumem zaměřeným na svislé drénování a hledisky návrhu, který je založen na stanovení konsolidačního sedání a jeho rychlosti s ohledem na stabilitní problematiku.



- Legenda**  
 1 přitěžující zatížení  
 2 drenážní vrstva  
 3 svislé drény  
 4 jílová vrstva  
 5 odtok pórové vody

Schéma funkce svislých drénů

### Závěr

Evropská norma pro provádění svislého drénování zemín je celá postavena na zkušenostech zejména skandinávských a japonských odborníků, získaných z dlouhodobého shromažďování dat z jednotlivých realizovaných projektů. Normalizuje požadavky na základní typy drénů, návrh hloubkového drénování a jeho realizaci. Jelikož se jedná o technologii, která si u nás nejen hledá, ale i získává širší pole působnosti, může tato norma být dobrým vodítkem při navrhování, provádění i ověřování výsledků tohoto druhu geotechnických prací. Avšak jako žádná jiná norma, návod či provozní příručka ani tato norma nemůže nahradit know-how firem a vyškolených pracovníků, kteří mají zkušenosti s prováděním svislých drénů v nejrůznějších geotechnických prostředích.

*Poznámka: Použitá fotodokumentace je z odvodňování sesuvného svahu v lokalitě Rabenov u Ústí nad Labem.*

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

### New European standard in the geotechnical practice CSN EN 15237 (73 1081) Execution of special geotechnical works – Vertical drainage

In August 2007 the Czech Standards Institute approved the 11th European geotechnical standard of the „Execution of special geotechnical works“ series into the Czech standards system. All these standards are prepared by the CEN TC 288 technical committee - „Execution of special geotechnical works“. The Czech version of the standard was translated from the English original „Execution of special geotechnical works – Vertical drainage“, issued by the CEN (the European Committee for Standardization) in a trilingual version in February this year. In Czech it is named ČSN EN 14679 (73 1075) Provádění speciálních geotechnických prací – Svislé drény. The English text has 57 pages of the A4 format including the annexes and list of literature; the Czech translation consists of 51 pages.

## Omluva za tiskovou chybu v Zakládání 2/2007

Omlouváme se čtenářům za tiskovou chybu v článku „40leté výročí vzniku společnosti Zakládání staveb, a. s., ...“ na str. 3. Omylem zde bylo uvedeno jméno ing. J. Věrtel, DrSc., místo správného – ing. J. Verfel, DrSc.

Současně připomínáme, že tomu bude brzy již pět let, kdy nás opustil tento významný odborník a průkopník v oboru speciálního zakládání staveb. Jeho způsob práce lze charakterizovat jako přenášení poznatků ze stavební praxe do teorie a důsledné vyhledání všech způsobů interakce mezi zpracovávanou horninou a stavebním objektem. Tento významný a ojedinělý přístup k řešení problému spočíval v tom, že ing. Verfel důsledně a pravidelně sledoval vzájemné působení technického zásahu a chování stavebního objektu a snažil se plně pochopit změny nastávající v hornině a v podzákladě stavby. Při své práci byl ing. Verfel neobyčejně náročný sám k sobě i ke svým spolupracovníkům. Výsledky práce dovedl vždy důkladně analyzovat a vyvodit z nich důsledky obecně použitelné při řešení obdobných technických problémů. Jen díky tomu dokázal uvést v život řadu technických inovací v oboru speciálního zakládání, jako jsou např. injektáž kořenových částí horninových kotev, způsob určení hloubky injekčních clon pod přehradami, použití tryskové injektáže v rámci těsnicí injekční clony pod přehradní hrázi apod. Všichni, kteří jsme měli možnost s ing. Verflem spolupracovat, na něj rádi vzpomínáme a s odstupem času jsme mu vděční za mnohdy kritické úsudky o naší vlastní práci.

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





Celkový pohled na staveniště v Praze-Holešovicích

## MAHA – Polyfunkční dům Avenium – AiResidence, zajištění stavební jámy a založení objektu

**Společnost Zakládání staveb, a. s., získala zakázku na zajištění stavební jámy objektu MAHA technologií tryskové injektáže a záporového pažení. Součástí zakázky bylo i založení objektu na sloupech tryskové injektáže.**

Budoucí vestavba bude mít 8 nadzemních a dvě podzemní podlaží. Staveniště je ohraničeno ze dvou protilehlých stran ulicemi Na Maninách a V Háji (odtud název MAHA) a ze dvou zbývajících stran okolní zástavbou obytných a kancelářských objektů. Plocha stavební jámy je cca 3200 m<sup>2</sup>.

Základová spára měla být původně 5,90 m pod úrovní okolního terénu, posléze byla opravena na úroveň -5,65 m, což bylo cca 2,0 m nad hladinou podzemní vody, takže nebyla požadována těsnicí funkce pažení.

### Zajištění stavební jámy

Stavební jáma byla zajištěna podél přilehlých objektů technologií tryskové injektáže se sloupy částečně vyztuženými ocelovými pruty R 32. V místech proluk pak bylo navrženo záporové pažení, tvořené beraněnými ocelovými prvky IPE 400 a výdřevou tl. 100 mm. Pažení bylo

kotveno v jedné úrovni, v některých místech ve dvou úrovních dočasnými 2- a 4pramencovými kotvami.

Před zahájením prací na stavební jámě však byla nejdříve provedena demolice stávajících objektů, kterou přímo pro investora zajišťovala společnost ATM. Ta posléze prováděla, již jako subdávatel Zakládání staveb, a. s., i těžbu stavební jámy.

(Nemohu nezmínit tragickou událost, která poznamenala vzájemnou spolupráci – 32letý stavbyvedoucí této společnosti zahynul při autonehodě, kdy se na motocyklu nedokázal vyhnout autu ve smyku a po nárazu do stožáru u silnice na místě zemřel. Řidič automobilu, který nehodu způsobil, zemřel i se svým spolujezdcem. Myslím, že není na škodu na tomto místě upozornit všechny kolegy a čtenáře na nebezpečí současného dopravního provozu a zamyslet se nad smyslem každodenního spě-

chu při plnění pracovních i jiných záležitostí.) Ale abych se vrátil k stavbě. Naše práce, konkrétně podchycení okolních objektů tryskovou injektáží – sloupy průměru 80 cm, byly zahájeny počátkem března 2007. Pata sloupů byla projektantem navržena na kótě 181,60, tj. do hloubky cca 7 m. Hlava sloupů je pak vetknuta do základů podchytávaných objektů. Na objektu Na Maninách 18 došlo k poměrně kurióznímu případu, kdy při výkopu jámy bylo zjištěno, že objekt má mělčí založení, než jsou sklepní prostory – o 60 cm. Obvodová zeď byla jen u vnitřního líce objektu „prodloužena“ 15 cm přízdívkou do úrovně podlahy, která byla cca 45 cm pod základovou spárou. Současně s realizací TI byly beraněny záporové IPE 400 dl. 8–8,5 m, kde jedinou komplikací byla malá vzdálenost od trasy uličních rozvodů PRE. Byly provedeny předvýkopy v celé délce trasy záporu a kabely byly vždy v místě beranění odtaženy. V závislosti na dokončení TI a beranění záporu postupovala i těžba stavební jámy, při níž byla průběžně prováděna výdřeva mezi ocelovými záporami a následně i kotvení (2–4pramencovými dočasnými kotvami dl. 7–11 m). Poslední kotva byla osazena 30. dubna 2007.



### Založení objektu na sloupech tryskové injektáže

Celkově zapažení proběhlo bez zásadních problémů a mohly být zahájeny práce na vlastním založení objektu, navrženém na sloupech tryskové injektáže. Projektant zde navrhl 204 ks sloupů TI o průměru 120 cm odstupňovaně dle zatížení, a to samostatně, popř. ve dvojicích a trojicích. Sloupy byly zhotoveny technologií sestupné tryskové injektáže M1, která již byla úspěšně použita i při podchycech sousedních objektů. Díky tomuto postupu se dařilo dosáhnout větších výkonů a současně uspořit injekční směs. Další úspory směsi bylo dosaženo recyklací vyplaveného materiálu. Sloupy TI byly prováděny z úrovně

–4,5 m z důvodu zachování dostatečné výšky nadloží při realizaci. Při provádění jsme byli konfrontováni s problémem přesného vytyčení, neboť na rozdíl od kolegů pilotářů není provádění sloupů TI na volné ploše zcela obvyklé. S tímto problémem jsme se, až na dva sloupy „samotáře“, nakonec vypořádali celkem dobře a zbývající 202 kusy byly tam, kde měly být.

Během realizace TI bylo na stavbě vyzkoušeno nové vysokotlaké čerpadlo TECHNIWELL TW 600. Jeho hlavní předností oproti stávajícím strojům je podstatně navýšení množství dodávané injekční směsi, což dovoluje použití větších trysek, čímž dochází k podstatnému urychlení prací a současně k možnému navý-

šení průměru realizovaných geotechnických prvků.

Po realizaci sloupů TI proběhla těžba zeminy na definitivní úroveň dna stavební jámy, z níž se zarovnal sloupy TI na přesnou výšku. Pro tento účel byla použita fréza na podzemní stěny na nosiči R6 a Sennebogen. Část sloupů byla odbourávána ručně. Hlavy sloupů TI byly odhaleny přesně ve výšce realizace, takže obavy ze zaklesnutí směsi vzhledem k obtížnému dolévání vrtů se nepotvrdily – tentokrát bohužel, neboť o to více materiálu horní části sloupů muselo být odstraňováno. Po dokončení této fáze realizace byly dalším střediskem ZS zahájeny práce na podkladních betonech a následně na realizaci vlastní vestavby.



Domy sousedící se stavební jámou byly podchyčeny sloupy tryskové injektáže



Frézování sloupů tryskové injektáže přesahujících lic budoucí vestavby



Provádění sloupů tryskové injektáže pro založení objektu



V době psaní tohoto článku (září 2007) je již úspěšně dokončena konstrukce 2. nadzemního podlaží objektu.

Výměry provedených prací:

- TI pr. 80 cm podchycení objektů: 240 ks / 1163 mb,
- TI pr. 120 cm založení: 204 ks / 1023 mb,
- záporny IPE 400: 58 ks / 485 mb,
- kotvy 2,4 Lp: 95 ks / 829 mb,
- výdřeva: 726 m<sup>2</sup>,
- těžba: 18 000 m<sup>3</sup>.

Jaroslav Lehoučka, Zakládání staveb, a. s.  
Foto: autor a Libor Štěrba

### MAHA – Multifunctional Avenium building – AiResidence, securing foundation pit and building foundation

The Zakládání staveb Co. was commissioned to carry out securing of a foundation pit of the MAHA building, using the jet-grouting technology and rider-bracing.

The commission also included execution of the building foundation on jet-grouted columns.



Hlavy sloupů tryskové injektáže v půdorysu budoucí věstavby

## MATERIÁLY PRO STAVBU

Internetovou prezentaci časopisu Materiály pro stavbu najdete na adrese: [www.dumabyt.cz/rubriky/pro-odborniky](http://www.dumabyt.cz/rubriky/pro-odborniky).

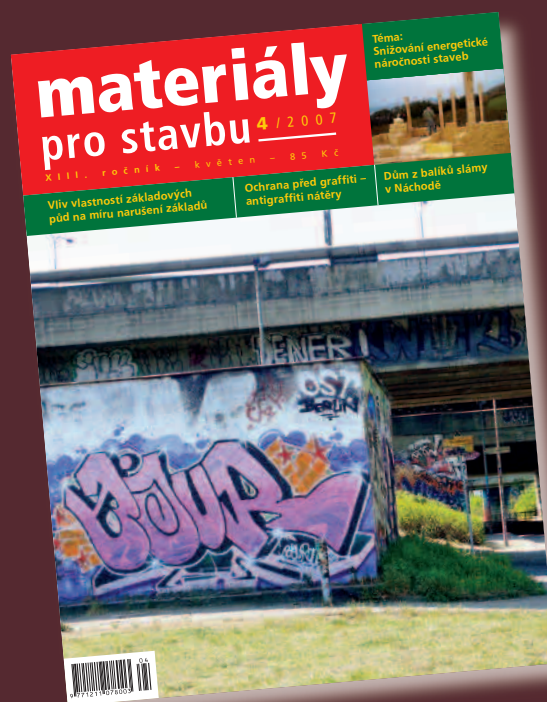
Časopisy jsou prezentovány s určitým zpožděním oproti tištěné podobě, forma prezentace je totožná jako v tisku. Přístup není zpoplatněn. Kromě časopisu najde čtenář na stránkách Téma – buď rozsáhlý článek, nebo více kratších článků vztahujících se k určitému tématu – a přepis diskusních setkání Stavební dialog, na nichž si vybraní zástupci předních firem – výrobci materiálů a technologií, prodejci, investoři, developeři i architekti vyměňují názory na aktuální problémy, s nimiž se potýká české stavebnictví.

### Nejsnazší cesta k časopisu MATERIÁLY PRO STAVBU je předplatné

Cena jednoho výtisku časopisu je 85 Kč. Předplatíte-li si časopis na jeden rok, zaplatíte za každý výtisk 68 Kč, tedy o 20 % méně. Studenti, po předložení potvrzení o studiu, získávají 40% slevu na roční předplatné časopisu MATERIÁLY PRO STAVBU.

### Rychlá a pohodlná objednávka pomocí SMS:

Předplatné lze jednoduše objednat zasláním SMS zprávy. Zašlete kód MT (pro předplatné s 20% slevou) nebo MTS (studentská sleva) na tel. číslo 736 320 330 a my vás do 24 hodin zkontaktujeme. Odeslaná SMS je zpoplatněna běžnou sazbou vašeho operátora.







Stavební jáma 1, 5, 6 hloubeného úseku tunelů Blanka v Praze-Tróji je zajištěna pomocí dočasných kotvených železobetonových stěn.

## Tunely Blanka, stavba Špejchar–Pelc-Tyrolka, rozsáhlá stavba ve složitých podmínkách

*Stavba Špejchar–Pelc-Tyrolka na tunelovém úseku Blanka není pozoruhodná pouze z hlediska dopravního významu v severozápadní části Prahy, celospolečenského přínosu, ale také z hlediska technických řešení. V následujícím textu jsou stručně popsány nejzajímavější z nich: konstrukční milánské stěny a vzduchotechnické centrum v oblasti Letné, koordinace s protipovodňovou ochranou hl. m. Prahy v oblasti Trója, sanační injektáže pod hladinou Vltavy a na dalších lokalitách.*

V roce 1999 byl schválen územní plán hlavního města Prahy, jehož součástí je i hlavní komunikační síť založená na radiálně okružním principu. Jejím významnou součástí je i severozápadní segment městského okruhu – soubor staveb Myslbekova – Pelc-Tyrolka. Po nabytí hlavních

stavebních povolení v únoru 2007 započaly práce na prvním staveništi v Tróji a po dořešení legislativních komplikací i na staveništi Letná. Celý tunelový úsek pojmenovaný „Blanka“ představuje soubor tří zejména podzemních staveb o celkové délce téměř 5,5 km.

Jedná se o stavby:

č. 9515 Myslbekova–Prašný most (MYPRA),  
č. 0080 Prašný most–Špejchar (PRAŠ),  
č. 0079 Špejchar–Pelc-Tyrolka (ŠPELC).

Každá ze staveb má svá technicky zajímavá místa, tento článek popisuje technicky zajímavé partie stavby Špejchar–Pelc-Tyrolka.

### Základní popis stavby

Stavba Špejchar–Pelc-Tyrolka navazuje na stavbu č. 0080 (PRAŠ) hloubeným úsekem délky 647m, který před fotbalovým stadionem AC Sparta přechází do ražených tunelů délky 2211 m. Dále ražené tunely podcházejí zástavbu na Letné, přírodní památku Královská obora – Stromovka, plavební kanál, Císařský ostrov



Celková situace



a Vltavu. Na trojském nábřeží přecházejí ražené tunely do tunelů hloubených, délky 580 m. Tunelová trasa končí u nového Trojského mostu, který nahradí stávající tramvajové mostní provizorium. Zbytek trasy až na křižovatkou Pelc-Tyrolka je veden povrchově v délce 882 m. Celková délka tunelové části je 3438 m. Součástí stavby jsou podzemní garáže na Letné s kapacitou 873 stání, čtyři podzemní technologická centra a Trojský most, který propojuje ulici Povltavskou na trojské straně s ulicí Partyzánská v Holešovicích.

### Geologické poměry

Hloubené úseky zasahují jak do pokryvných útvarů, tak i do skalního podloží. Pokryvné útvary jsou na staveništi Letná reprezentovány eolickými sedimenty (prachové hlíny, spraše) a navážkami. Mocnost pokryvných útvarů se zde pohybuje v rozmezí 6,0 m až 17,0 m.

Skalní podloží tvoří horniny ordovického stáří, které jsou zastoupeny letenskými břidlicemi monotónního i flyšového vývoje. V případě monotónního vývoje se jedná o písčité a prachovité břidlice, jemně až hrubě slídnaté a tlustě deskovité vrstevnaté s malou odolností proti zvětrávání. V případě flyšového vývoje se jedná o písčité a drobové břidlice s vločkami křemenců. Břidlice jsou hrubě slídnaté a tlustě deskovité vrstevnaté. Křemence a pískovce tvoří cca 30 až 50 %.

Flyšový vývoj letenského souvrství je proti zvětrání odolný a mocnost zvětrání dosahuje většinou menších hodnot, okolo 3,0 m. Podzemní voda je vázaná na povrch skalní báze a její hladina se pohybuje v rozmezí 8,0 až 13,0 m pod terénem.

**Na staveništi Troja** jsou pokryvné útvary reprezentovány holocenními náplavami (humózní, jílovité hlíny), fluviálními sedimenty (písky, písčité hlíny, sěrky, šterkopísky) a nesourodými navážkami. Mocnost pokryvných útvarů se zde pohybuje v rozmezí 6,0 m až 8,0 m.

Skalní podloží tvoří písčité břidlice dobrotivského souvrství, deskovité vrstevnaté, s velmi malou odolností proti zvětrávání. V části se vyskytují křemenné pískovce a písčité křemence dobrotivského souvrství (skalecké křemence). Křemence jsou deskovité odlučné, tvoří lavice o mocnosti několika centimetrů až decimetrů. Pásma křemenců se v prostoru stavebních jam nacházejí o šířce několika decimetrů až metrů.

Podzemní voda sleduje převážně povrch skalního podloží a její hladina se pohybuje v rozmezí 2,5 až 8,0 m pod terénem.

### Technicky zajímavé úseky

Stavba ŠPELC není pozoruhodná pouze z hlediska dopravního významu v severozápadní části Prahy, celospolečenského přínosu, ale také z hlediska technického.

Mezi nejzajímavější technická řešení patří:

- konstrukční milánské stěny,
- vzduchotechnické centrum na Letné,



Situace technicky zajímavých úseků v oblasti ŠPELC

- koordinace s protipovodňovou ochranou hl. m. Prahy v oblasti Troja,
- sanační injektáže.

Samostatným a také zajímavým problémem byl i komplex technických řešení spojených se začleněním stavby MO jako součásti Ochranného systému hl. m. Prahy. Od tohoto záměru však bylo na základě pokynu investora upuštěno.

### Konstrukční podzemní stěny

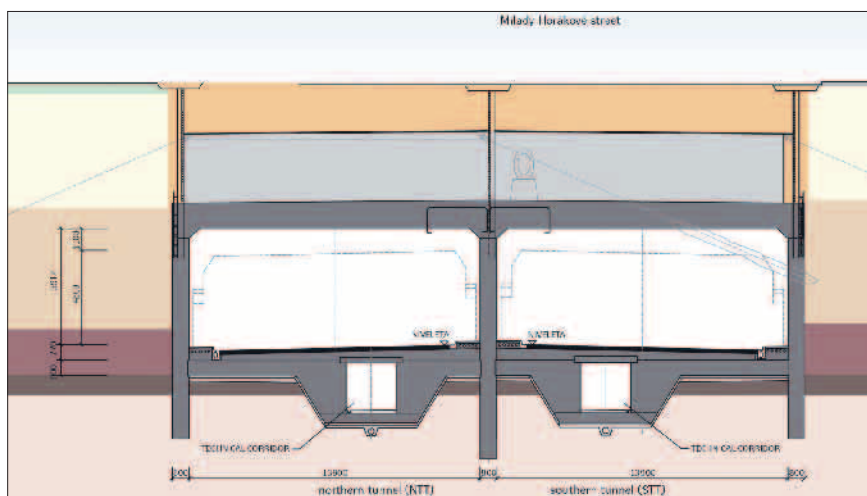
Provádění hloubených tunelů na Letné se potýká s absolutním nedostatkem prostoru a s nutností zajistit průjezd vozidel v obou směrech po celou dobu výstavby. Je nepředstavitelné, že by stávající uliční síť v oblasti Letenského náměstí, Špejcharu a Prašného mostu byla zcela uzavřena. Z těchto důvodů je ve staničení km 4,400–4,750, v úseku mezi křižovatkou Špejchar a tramvajovou smyčkou, použito konstrukčních podzemních stěn. Část

z nich bude budována z povrchu, část z úrovně odpovídající stropu budoucího tunelu. Výhodou tohoto řešení je maximální možné omezení šířky záborů a zároveň velmi rychlé navrácení povrchových komunikací a inženýrských sítí do „původního“ stavu.

Princip je velmi podobný systému „želva“. Nejprve jsou realizovány podzemní stěny (ať už přímo z povrchu nebo z jiné úrovně s použitím dočasných pažení, jako jsou například zápor) zároveň tvořící stěny budoucího tunelu, vyhloubí se jáma na úroveň odpovídající spodnímu líci stropu, provede se deska tvořící strop a vše se opětovně zasype. Dle časových a prostorových možností je pak odděleně prováděna „ražba“ tunelu pod ochranou již zhotoveného stropu a stěn.

Zdánlivě jednoduchý postup však s sebou přináší minimálně dvě úskalí:

Trvalé konstrukce – stěny a stropy – je nutné provést (včetně napojení a případných dočasných kotev) jako konstrukce vodotěsné.



Řešení konstrukčních podzemních stěn, příčný řez v km 4,472





Portál stavební jámy hloubeného úseku tunelů Blanka v Praze na Letné je zajištěn kotvenou pilotovou stěnou

To s sebou nese použití speciálních směsí, technologií a konstrukčních detailů. Zátížení, které je přenášeno ze stropní desky do stěn, vyvolává v základové spáře podzemní stěny značná napětí, která mohou vést k porušení nebo nepřijatelným deformacím. Z tohoto důvodu často o maximálním možném zatížení stropu nerozhoduje únosnost stropní desky, ale únosnost v základové spáře podzemní stěny. Rozhodujícím kritériem je tak mezní stav použitelnosti, resp. maximální možná deformace, při které ještě nedochází k narušení vodotěsnosti. Při větších hloubkách je tak někdy nutné použít „zásyp“, například z lehčených betonů ( $\rho = 600 \text{ kg/m}^3$ ). Rozhodující pro posuzování je stav, kdy nad stropní konstrukcí je definitivní povrch s veškerým zatížením včetně dopravy a není ještě dokončen tunel se spodní deskou.

### Vzduchotechnické centrum

Pro potřeby zajištění požárního a provozního větrání převážně části ražených tunelů je pod obytnou zástavbou na Letné navržen složitý komplex technologických objektů. Jedná se o strojovnu vzduchotechniky, propojovací,

přívodní a odvodní vzduchotechnické kanály a šachty.

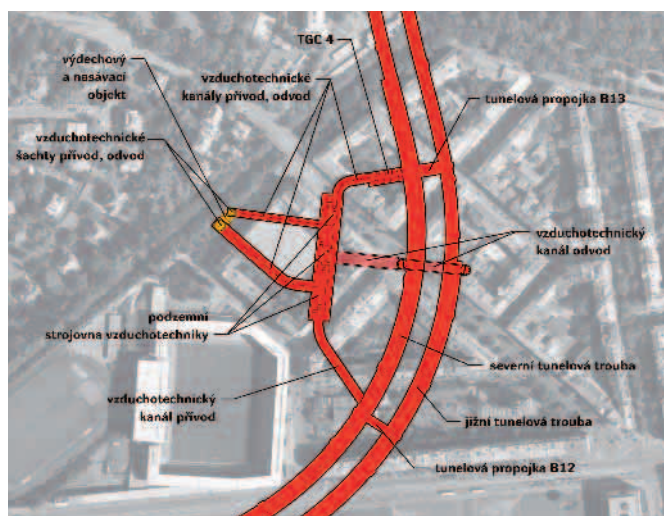
Největším objektem je strojovna VZT, která je navržena subparalelně s trasou tunelů v osové vzdálenosti cca 85 m. Plocha výrubu činí téměř  $300 \text{ m}^2$ , délka 125 m. Při její ražbě v letenských břidlicích s výškou skalního nadloží 25 m bude použito vertikální členění výrubu. Původně byly v DUR navrženy 2 samostatné strojovny menších rozměrů pro přívod a odvod zvlášť. Při zpracovávání DSP však došlo ke zjednodušení a navržení strojovny jedné, zajišťující přívod i odvod vzduchu. Výhodou tohoto řešení bylo zjednodušení vzduchotechnických cest a celková redukce objemů podzemních ražených objektů. V krajních čtvrtinách strojovny vzduchotechniky jsou umístěny VZT kanály, zajišťující přívod i odvod vzduchu do VZT šachet. Na západním konci strojovny se nachází tunel přivádějící čerstvý vzduch do Severní tunelové trouby (STT) a sloužící jako dopravní cesta pro zavážení i následné výměny technologických zařízení ve strojovně. Na východním konci navazuje tunel přivádějící přes Technologické centrum 4

(TGC 4) a propojku B13 (TP B13) čerstvý vzduch do jižní tunelové trouby (JTT). Uprostřed strojovny VZT je zaústěn tunel odvádějící znečištěný vzduch z obou tunelových trub. Celý tento objekt je navržen v podobě svislých šachet průměru 8 m navazujících na tunely, sub-horizontální tunel stejného profilu propojující tyto šachty a dovrchní tunel kruhového tvaru o průměru 10 m zaústěný do strojovny VZT.

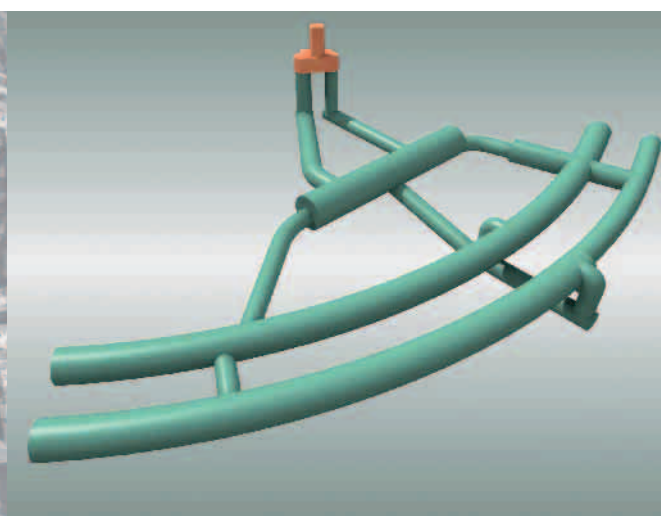
Takto složité propojení bylo možné navrhnout jen díky velmi kvalitnímu geologickému podloží, které zde reprezentují zdravé písčité břidlice letenského souvrství bez významnějšího tektonického porušení. Pro ověření napjatostně-deformačního vlivu ražby na horninové prostředí a povrch byl proveden rozsáhlý matematický model metodou konečných prvků. Jeho výsledky potvrdily realnost navrženého řešení a poskytly informace o předpokládaných velikostech deformací povrchu, které by neměly překročit 35 mm.

### Koordinace s PPO

Povodeň v srpnu 2002 významně zasáhla trojskou kotlinu. (Asi všichni si v této souvislosti



Situace technologického komplexu



3D model vzduchotechnického uzlu



vzpomeneme na záchranu zvířat pražské ZOO.) Aby povodeň podobných rozměrů nemohla způsobit v této části hlavního města další škody, jsou vyprojektována protipovodňová opatření, spočívající v úpravě stávající protipovodňové hráze a jejího prodloužení až k ZOO Praha. Část těchto opatření je v přímém styku s Městským okresem. Z časového hlediska se předpokládalo nejprve provedení PPO a následně MO.

Problémy s projednáním stavby protipovodňových opatření, zajišťováním pozemků (i přes skutečnost, že stavba byla prohlášena za „veřejně prospěšnou“) vedly k posunutí zahájení prací na PPO souběžně s MO. Některé části hráze není možné z důvodu odporu některých majitelů pozemků realizovat ani nyní.

Doposud bylo provedeno cca 600m podzemních stěn šířky 800, resp. 600mm, které byly následně prodlouženy o železobetonovou zeď tl. 600mm, tvořící dočasnou oporu nově budované protipovodňové hráze. Při hloubení jam Městského okruhu jsou podzemní stěny využity jako pažící konstrukce. Po ukončení výstavby a opětovném zasypání hl. tunelů bude protipovodňová hráz dosypána na pravidelný lichoběžníkový tvar, aby lépe architektonicky zapadala do krajiny. Detailní popis technického řešení, včetně popisu postupu výstavby stavebních jam v Tróji, je obsahem následujícího článku.

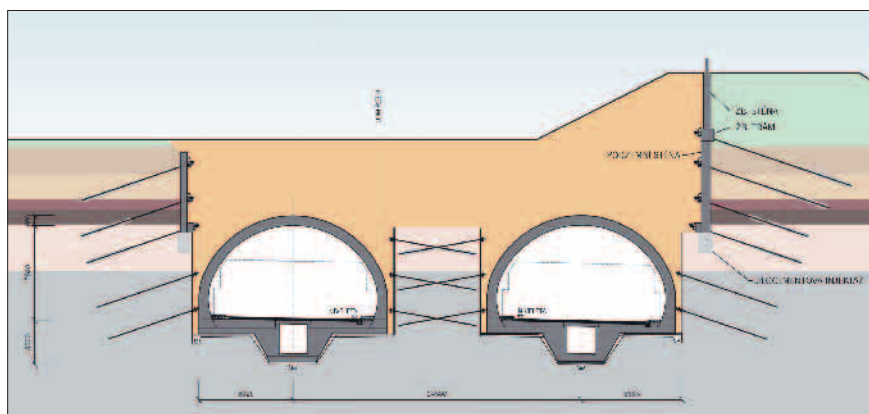
### Sanační injektáže

Pro bezpečnější průchod ražeb komplikovanými úseky jsou navržena sanační opatření, spočívající v injektážích horninového a zemního prostředí směsí na bázi jíloccementu. Vzhledem ke geotechnickým podmínkám, výškovému a půdorysnému vedení tunelových trub se jedná o následující případy:

1. sanační injektáže v příportálové části,
2. sanační injektáže pod Vltavou,
3. sanační injektáže v blízkosti Šlechtovy restaurace.

### Sanační injektáže v příportálové části

Prvním úsekem, kde byla technologie sanačních injektáží v rámci stavby ŠPELC (mimo průzkumnou štolu) použita, bylo zlepšení nadloží v místě navýšeného profilu VZT těsně za portálem ražených tunelů. Pomocí systému radiálních vějířů (15 vrtů délek 8,5–15,0m) byla z povrchu provedena tlaková injektáž nadloží tunelu, čímž byla



Hloubené tunely v oblasti Tróji s protipovodňovými úpravami, příčný řez v km 7,316

vytvořena ochranná obálka o mocnosti 2,5m. Vzájemná vzdálenost jednotlivých vějířů byla 1,5m. Provedení injektážních prací se osvědčilo, následná ražba VZT profilu jižní tunelové trouby (JTT) proběhla bez jakýchkoliv komplikací.

### Sanační injektáže pod Vltavou

Dalším úsekem, kde byly použity sanační injektáže, byla i část tunelů o délce cca 100m pod Vltavou. Pomocí radiálních vějířů prováděných z průzkumné štoly byla zlepšena kvalita horninového prostředí (zejména snížena propustnost) do vzdálenosti 2,5m od budoucího výrubu. Důvodem pro jejich provedení je extrémně vysoká propustnost horninového prostředí pod vodním tokem. (Při provádění podrobného geotechnického průzkumu formou průzkumné štoly byly v tomto úseku zaznamenány výrazně zvýšené přítoky podzemní vody přesahující 5 l.s-1 při profilu průzkumné štoly cca 10 m<sup>2</sup>).

### Sanační injektáže v blízkosti Šlechtovy restaurace

V úseku staničení km 5,840 až 6,000, v prostoru parku Královská obora (Stromovka), procházejí tunely městského okruhu komplikovaným geotechnickým podložím (přechod jílovito-prachovitých břidlic dobrotivského souvrství, řevnických křemenců a jílovito-prachovitých břidlic libeňského souvrství) s velmi nízkým skalním nadložím tunelů (1–2 m), nad kterým se nacházejí plně saturované fluvialní sedimenty, holocenní náplavy a navážky o celkové mocnosti okolo 10m. Bez provedení doplňujících opatření je ražba dvoupruhových tunelů v tomto úseku obtížně proveditelná.

Jsou navrženy následující varianty provádění:

A. Trysková injektáž prováděná z povrchu doplněná o tlakovou horninovou injektáž prováděnou z průzkumné štoly

V tomto případě budou nejdříve z povrchu provedeny dvojice mikropilot 114/10 mm, zvyšující stabilitu budoucího výrubu, a vějíře trykové injektáže (typ 2), kterými dojde k vytvoření „betonové klenby“ nad výrubem budoucího tunelu. Pro tyto účely bude v délce cca 160m nad tunely vytvořen zábor šířky 4,0m, odkud bude prováděna tryková injektáž.

Časově se předpokládá provedení za dobu 4 měsíců, a to v zimním období tak, aby došlo k minimálnímu ovlivnění přírodního prostředí v tak exponovaném místě, jakým je přírodní park Královská obora. V následujícím kroku bude z průzkumné štoly provedena tlaková injektáž pomocí radiálních vějířů, stejně jako v případě sanačních injektáží prováděných pod Vltavou.

B. Trysková a tlaková injektáž prováděná z průzkumné štoly

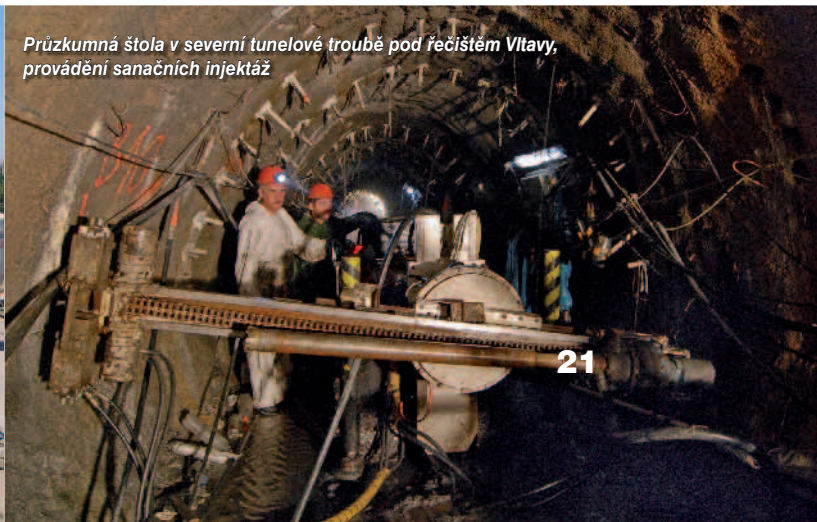
V předstihu před ražbou tunelů bude provedena tryková a tlaková horninová injektáž pomocí systému radiálních vějířů. K vrtání budou použity vrty Ø 75 mm proměnlivých délek. Střídavě budou injektovány vrty vlevo a vpravo, bude postupováno dovrchně.

Celou problematiku provádění injektáží komplikuje skutečnost, že musí být prováděna dovrchně pod hladinou podzemní vody, resp.

Celkový pohled na částečně otevřenou stavební jámu tunelů Blanka na Letné



Průzkumná štola v severní tunelové troubě pod řečištěm Vltavy, provádění sanačních injektáží





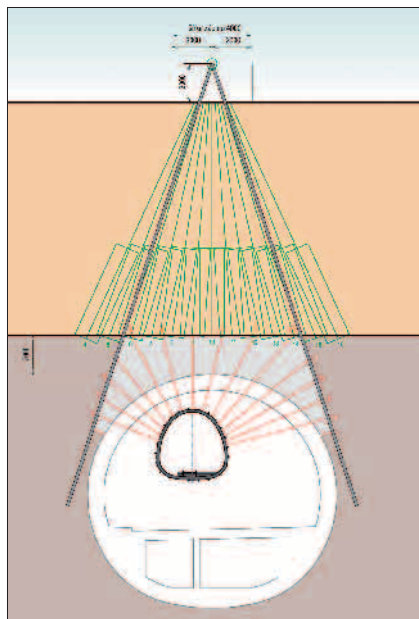
plně zvodněnými sedimenty, což s sebou přináší nutnost použití preventrů. Výsledkem bude cca 1,0–1,5 m mocná „betonová“ deska, napomáhající bezpečnému průchodu ražeb a oddělující propustné sedimenty od výrubu. Boční injektáž bude sloužit k dotěsnění horninového prostředí a minimalizaci průsaků do výrubu. Toto řešení, ověřené při realizaci průzkumné štoly, bylo navrženo ve spolupráci se společnostmi Zakládání staveb, a. s., a FG Consult, s. r. o.

Samotná ražba dvoupruhových tunelů bude v těchto místech prováděna pod ochranou mikropilotových deštříků z injektovaných ocelových trubek 110/14 mm délky 12,0 m, s horizontálním členěním výrubu a případně dočasnou protiklenbou.

### Závěr

Ke konci září 2007 byla na staveništi Trója vyhloubena přibližně polovina celkového rozsahu stavebních jam. Na staveništi Letná je stavební jáma navazující na ražený portál (mimo ulici Milady Horákové) dohloubena na 2. kotevní úroveň (cca 6 m). Lze konstatovat, že předpoklady použité v zadávací dokumentaci se potvrzují. Drobné rozdíly byly zaznamenány v proměnlivosti povrchu skalní báze a v přítocích podzemní vody.

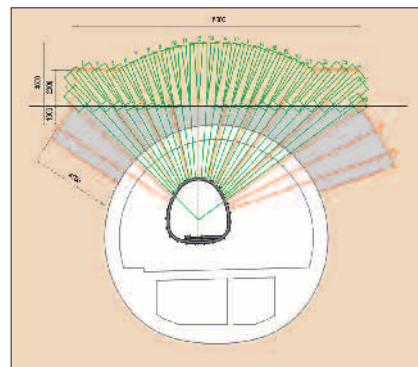
Ražené tunely jsou realizovány v intencích zadávací dokumentace s horizontálním členěním výrubu. Ke konci března je v STT vyraženo cca 295 m kaloty, cca 120 m opěří a v délce cca 16 m je již uzavřený celý profil tunelu. V JTT je vyraženo



Trysková injektáž prováděná z povrchu doplněná o tlakovou injektáž z průzkumné štoly – varianta A

cca 103 m kaloty, 25 m opěří a celý profil je uzavřen v délce 16 m. Je zahájena ražba STT pod Vltavou, kde jsou očekávány velmi komplikované podmínky zejména s ohledem na přítoky podzemní vody. Zkušenosti z již zrealizovaného úseku naznačují, že geotechnické podmínky jsou mírně příznivější, než se očekávalo. Jaké budou zkušenosti po podchodu Vltavy, ukáže až blízká budoucnost.

**Ing. Alexandr Butovič, Ph.D.,**  
SATRA, spol. s r. o.



Trysková a tlaková injektáž prováděná z průzkumné štoly – varianta B

### Tunnels Blanka – extensive construction in demanding conditions

The Špejchar–Pelc–Tyrolka construction on the Blanka tunnel section is an extraordinary structure not only due to its importance from the point of view of transport in the northwest part of Prague, its all-society benefits, but also taking into consideration the chosen technical solutions. The following article describes in short the most interesting of these solutions: constructional diaphragm walls and air-conditioning centre in the Letná area, co-ordination of this construction and the anti-flood protection of the City of Prague in the Troja area, sanitation grouting works under the Vltava River and at other places.

## Hloubený úsek na trojském břehu

**Na trojském břehu jsou souběžné tunelové trouby budovány v otevřených stavebních jamách, které jsou paženy do úrovně skalní báze podzemními nebo štětovými stěnami, dotěsněnými pomocí klasické a tryskové injektáže. Stavební jámy jsou kotvené v několika úrovních pramencovými kotvami. Ve spodní části výkopu v navětralých a zdravých partiích hornin jsou stavební jámy zajištěny formou kotvené skalní stěny s ochrannou vrstvou stříkaného betonu se svařovanou sítí. V článku přinášíme popis všech technologií speciálního zakládání, které zde byly společností Zakládání staveb, a. s., použity.**

Stavba MO v úseku Myslbekova–Pelc–Tyrolka, na níž se významně podílí i společnost Zakládání staveb, a. s., je technicky jednou z nejnáročnějších dopravních staveb realizovaných na území Prahy. Celá trasa je vedena převážně v ražených a hloubených tunelech. Součástí souboru staveb je i vybudování nového mostu mezi Holešovicemi a Trójou pro tramvajovou a automobilovou dopravu. S touto stavbou dále souvisejí navržená

protipovodňová opatření v Tróji, která zajišťují ochranu území na úroveň hladiny vody dosaženou při povodních v srpnu 2002 zvýšenou o 30 cm.

### Přípravné práce

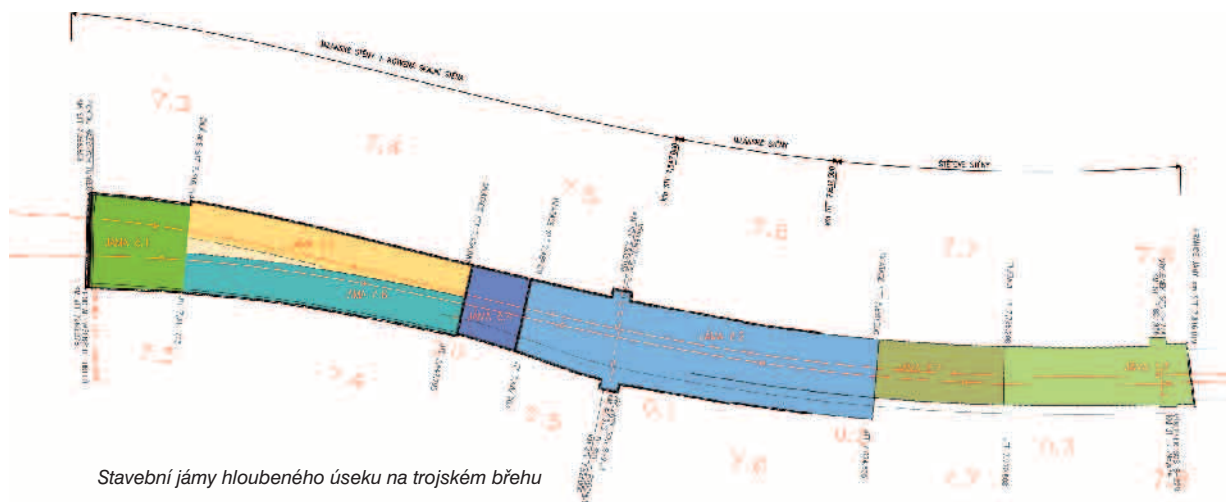
V prosinci roku 2006 byly provedeny dvě sondy na objektu stavební jámy 1 hloubicím zařízením Liebherr s hydraulickým drapákem Soilmec BH 12, které měly ověřit geologické poměry v místě

budoucích stavebních jam. Na základě tohoto pokusu, kdy byl upřesněn rozsah skaleckých křemenců v portálové stěně, bylo mimo jiné upuštěno od provádění převrtávané pilotové stěny, která byla nahrazena stěnou mikropilotovou. Dále byla stabilizována síť bodů základní vytyčovací sítě z důvodu zachování stejného umístění přístroje při opakovaných měřeních. Pro daný účel byly navrženy vrty o průměru 150–250 mm provedené až do horninového prostředí R4, včetně osazení MP 108/16 do cementové zálivky. Na vycínající MP cca 1,1 m nad terén byla osazena ocelová roura profilu 324 mm a mezikruží bylo vybetonováno. Některé vrty byly hluboké až 15 m.

### Zajištění stavební jámy 1, 5, 6

V lednu letošního roku byly zahájeny práce na hrubých terénních úpravách pro vytvoření pracovních ploch nutných k provádění podzemních stěn, včetně kácení zeleně a skrytí kulturních vrstev půdy dle provedeného pedologického průzkumu.





Stavební jámy hloubeného úseku na trojském břehu

#### Stavební jámy 1, 5, 6 jsou členěny na tyto hlavní na objekty:

- podzemní stěny (SO 3001),
- kotvené železobetonové stěny (SO 3004),
- hloubené tunely, portálová část (SO 9020.05.01).

#### Podzemní stěny

Podzemní stěny na stavební jámě 1 byly navrženy v délce 283 m, tloušťky 800 mm a 600 mm. Šířka jednotlivých lamel je 6 m. Těžba podzemních stěn byla prováděna hranatým hydraulickým drapákem SOILMEC BH 12 nasazeným na nosiči LIEBHERR pod ochranou pažicí bentonitové suspenze. Při těžbě jednotlivých lamel docházelo k částečným únikům suspenze do písčitých a šterkových vrstev. Postup těžby v horninách tříd R5–R3 byl poměrně uspokojivý. Při výskytu skaleckých křemenců byla těžba již velmi obtížná a těžitelnost záležela na množství puklin a vrstevnatosti horniny.

Také při těžbě portálové stěny v místě, kde prochází průzkumná štola, bylo nutné se zvýšenou pozorností sledovat, zda nedochází k úniku pažicí bentonitové suspenze

či betonové směsi. Výroba armokošů pro podzemní stěny se prováděla na stavbě a jednotlivé armokoše byly rozváženy na speciálním podvalníku k vytěžené lamele. Výztuž podzemních stěn tvoří svařované armokoše s předem osazenými průchodkami pro kotvy. Dále byly do armokošů osazovány svislé trubky z PVC profilu 120 mm v osové vzdálenosti cca 2,0 m pro provedení injektáže paty podzemní stěny.

Po přečištění vytěžené lamely a vyčištění výplachu od písku byl osazen armokoš do vytěžené rýhy dle projektové dokumentace, dále byly osazeny koncové pažnice opatřené PVC pásem Hydrofil a přiloženou manžetovou injekční trubicí pro dodatečnou injektáž zámku podzemní stěny.

Pro betonáž podzemních stěn byl použit beton C 30/37 XA1 a dvě kolony betonářských rour. Na tomto objektu byla z důvodů výpadku materiálu při těžbě nadspotřeba betonu cca 322 m<sup>3</sup>. Po ukončení těžby podzemních stěn byly odstraněny vodící zidky, očištěna a srovnána armatura pro napojení železobetonové stěny a současně proběhla injektáž zámku a injektáž pod patou podzemní stěny.

#### Kotvená železobetonová stěna – SO 3004

Vzhledem ke skutečnosti, že v průběhu roku 2007 nebude z časových důvodů dokončena projektovaná definitivní protipovodňová ochrana území, bylo rozhodnuto ochránit stavební jámy 1, 5 a 6, kromě definitivní železobetonové stěny i železobetonovými stěnami, které mají pouze dočasnou funkci po dobu stavby a jsou navrženy na případnou 20letou vodu. Definitivní železobetonové stěny navazují na podzemní stěny v části stavební jámy podél Vltavy a nad budoucím portálem ražených tunelů, železobetonové stěny s dočasnou funkcí jsou nadbetonovány nad podzemní stěny v části stavební jámy odvrácené od Vltavy.

Po dokončení celého systému protipovodňových opatření v Tróji zůstane ve funkci pouze trvalá část těchto zdí, která je zakomponována do celkového systému protipovodňových opatření etapy 0007 – Trója.

V současné době je tedy na severní straně na podzemní stěně tloušťky 600 mm zhotovena železobetonová stěna výšky do 2,6 m, šířky 300 mm a délky 143,60 m. Další kotvená železobetonová stěna navazuje na podzemní stěnu tl. 800 mm přes kotevní železobetonový trám, který byl

Těžba podzemních stěn pro stavební jámy 1, 5, 6 hloubeného úseku v Praze-Tróji

Armování definitivní kotvené protipovodňové stěny navazující na podzemní stěny





prováděn ze stejné pracovní úrovně jako podzemní stěny. Tato stěna je na styku s protipodvodňovou hrází a budoucí staveništní komunikací, spojující stávající terén s hrází, a byla navržena do výšky 4,75 m a v dalších úsecích do výšky 2,6 m. Její celková délka je 152,2 m. Přechodové úseky budou ve sklonu budoucích násypů. Železobetonový trám 1000x1000 mm nad podzemní stěnou tl. 800 mm je kotven jednou řadou kotev. Kotvy jsou dočasné 6pramencové, délky 12 m.

#### Hloubené tunely, portálová část

Následuje popis jednotlivých technologií, které na tomto objektu provádí Zakládání staveb, a. s.

#### Kotvené podzemní stěny

Pro kotvení podzemních stěn jsou navrženy dočasné šesti- a čtyřpramencové kotvy. Po dosažení příslušných kotevních úrovní byly kotvy odvrtnuty a osazeny do cementové zálivky, včetně napnutí. V této etapě prací budou provedeny pouze kotvy nad úrovní sjízdné rampy k portálové stěně ražených tunelů. Po dobudování dalších částí stavební jámy (jáma 4 a 7) a zrušení sjízdné rampy bude kotvení dokončeno dle projektovaného rozsahu.

#### Těsnící štětová stěna

Tato dělicí stěna je navržena kvůli zamezení přítoku podzemní vody do stavební jámy. Je navržena z 59 ks štětovnic VL 604 délky



*Beranění těsnící přepážky mezi stavební jámou 4 a 1, 5, 6*

7,4 m. Pata štětové stěny je dotěsněna stěnou z tryskové injektáže šířky 600 mm a výšky 1 m. Zámky štětovnic jsou dotěsněny butylkaučukovým těsněním.

#### Mikropilotová stěna

Po dotěžení jámy na úroveň paty milánské stěny byla v místě budoucího portálu provedena mikropilotová stěna. Mikropiloty tvoří trubky profilu 108/16 mm osazené do vrtu průměru 140 mm a zainjektované cementovou suspenzí. Na mikropilotové stěně jsou osazeny kotevní převázky po 1,5 m z dvojice svařených

válcovaných profilů U 200. Přes tyto převázky je stěna kotvena ocelovými tyčovými kotvami z profilu R 32 délky 5,25 m, zabetonovanými ve vrtu délky 5,0 m.

#### Kotvená skalní stěna

Svislý líc skalního podloží je zajištěn ocelovými svorníky profilu 2xR 25 tvaru L do vrtů délky 5,0 m a následně zabetonován. Svorníky jsou osazovány v rastru 1,50x1,50 m vystřídane. Na kratší stranu svorníku je přikotvena svařovaná síť 100/100/6,3 mm, zastříkaná betonem tl. 100 mm.

*Kotvení skalního podloží pod patou podzemní stěny ve stavebních jamách 1, 5, 6*







Stavební jáma 2 po odtěžení na 2. kotevní úroveň

## Zajištění stavební jámy 2

### Přípravné práce

Zahájení prací na zajištění stavební jámy 2 předcházelo upřesnění geotechnických podmínek na základě dynamických penetračních zkoušek a beranícího pokusu, prováděných pro oblast stavebních jam 2 a 3.

### Zajištění jámy 2

Pro zajištění této stavební jámy byly navrženy technologie pažení pomocí podzemních stěn a štětových stěn. Dočasná podzemní stěna tl. 600 mm zajišťuje pažení podélných stěn stavební jámy v místech, kde základová spára zasahuje pod úroveň skalního povrchu.

Štětové stěny jsou navrženy v místech, kde dno stavební jámy již nezasahuje do skalního podkladu, ale je nad jeho úrovní. Pro snadnější demolici jsou použity štětovnice i jako konstrukční prvek pro dělicí stěny mezi jámami 2 a 4. Napojení štětových stěn na podzemní stěny je utěsněno vždy dvěma sloupy tryskové injektáže prům. 600mm, na dotěsnění paty štětové stěny jsou použity sloupy TI výšky 1 m.

Zámky štětovnic jsou dotěsněny butylkaučukovým těsněním. Kotvení podzemní stěny a stěny štětové je navrženo jako dočasné ze šesti- a čtyřpramencových kotev. Boční stěny SOS výklenků jsou vzájemně rozepřeny ve stejných úrovních jako kotvy ocelovými trubkami 194/14. Technologické postupy provádění jednotlivých technologií jsou shodné s jámou č. 1.

### Zajištění jámy 3

Dno této stavební jámy již nezasahuje do skalního podkladu, ale je nad jeho úrovní v pokryvných vrstvách. Z toho důvodu byla stěna severní, jižní a západní provedena štětovou stěnou. Východní stěnu stavební jámy tvoří stávající podzemní stěna, která sloužila jako pažení stavební jámy při výstavbě metra. Štětové stěny jsou opět dotěsněny sloupy tryskové injektáže a zámky štětovnic butylkaučukovým těsněním.

### Závěr

V současné době jsou dokončeny práce na zajištění jam 1, 5 a 6 pro tuto etapu výstavby. Jáma 3 je již také prakticky dokončena, pouze se zde ještě budou provádět čerpací studny. V jámě 2 se dokončuje I. KÚ a zajišťuje se

čerpaní. Dokončení jámy 2 se předpokládá do konce roku 2007.

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

Vizualizace: SATRA, spol. s r. o.

Foto: Libor Štěrba a Petr Vokrouhlik

## Excavated section on the Troja riverbank

Two parallel tunnel tubes are currently built on the Troja riverbank in open foundation pits that are sheeted at the rock base level with diaphragm or sheet-pile walls sealed by standard injection or jet-grouting. The foundation pits are anchored at several levels by stranded anchors. In the lower parts of excavation in the partly weather-worn and sound parts of the rock the foundation pits are secured in a form of an anchored rock wall protected by a layer of sprayed concrete with a welded grid. This article provides the description of all special foundation technologies used by the Zakládání staveb Co.

# Kabelový tunel Smíchov v Praze

**Koncem loňského roku byla zahájena výstavba kabelového tunelu Smíchov. Bude sloužit výhradně pro uložení kabelů PRE distribuce, která je zároveň investorem stavby. V rámci budování tunelu zajišťovala společnost Zakládání staveb, a. s., ražbu výrubu štoly sanační dvrchní tryskovou injektáží. Součástí těchto prací bylo i odstínění přilehlých objektů clonou z tryskové injektáže.**

**Generálním projektantem byla společnost KO-KA, s. r. o., generálním dodavatelem Navatyp, a. s.**

### Odstínění objektů clonou z tryskové injektáže

Před provedením clony z tryskové injektáže, která zajišťuje oddělení poklesové zóny od přilehlých objektů, bylo nutné v trase vrtání

vyhloubit předvýkop k ověření průběhu inženýrských sítí. V místech, kde docházelo ke kolizi skutečně zastižených vedení a vrtů pro tryskovou injektáž, byly ve spolupráci s projektantem návržné body posunuty.



Šachta K 34 pro ražbu kolektoru na křižovatce ulic Radlická a Ostrovského





Situace vedení kabelového tunelu Smíchov mezi šachtami K34 a K33

Pro každý vrt byla do předvýkopu osazena průchodka, zajišťující bezpečné vedení vrtné kolony mezi inženýrskými sítěmi. Samotná clona byla provedena z jednotlivých sloupů tryskové injektáže o minimálním průměru 1200 mm, v délkách 8,0–11,5 m. Při provádění jsme se nevyhnuli několika nežádoucím průnikům injekční směsi do suterénních prostor přilehlých objektů přes dobře utajená větrací okénka pod úrovní chodníků. Díky sledování

objektů našimi pracovníky během provádění injekčních prací však byly úniky směsi včas odhaleny, takže nedošlo k žádným škodám. Po dokončení clony z tryskové injektáže byly do té doby nevzhledné, záplatované asfaltované chodníky předlážděny mozaikovou dlažbou.

#### Zajištění výrubu štoly

Kabelový tunel je hlouben převážně ve vrstvách



Ražený kolektor byl zajištěn sanační obálkou z dovrchní tryskové injektáže

středně ulehých až ulehých písků až štěrkopísků s místní příměsí jílu. Vlastní ražbu prováděla firma Pohl CZ, vyšší dodavatel stavby. Výrub tunelu byl horizontálně členěn na dva záběry s provizorním ostěním a následnou definitivní obezdívkou. Zakládání staveb, a. s., zajišťovalo ražený kolektor sanační obálkou z dovrchní tryskové injektáže na trase tunelu pod ulicí Ostrovského, mezi Ženskými domovy a ul. Kováků. Obálky byly prováděny po jednotlivých úsecích. Délka sloupů tryskové injektáže byla 9,0 m. Obálku pro jeden úsek tvořilo 19 ks sloupů tryskové injektáže o min. průměru 600 mm. Provozní parametry prvního úseku tryskové injektáže byly stanoveny technologem naší společnosti na základě zkušeností s obdobně prováděnými kolektory. Při následné ražbě byly tyto parametry vyhodnocovány a aktuálně upravovány. Zvláštní úpravy parametrů byly provedeny technologem v místech blízkého křížení vrtů s kanalizačními přípojkami. Při následné realizaci nedošlo v těchto místech k žádnému poškození kanalizace ani k průniku injekční směsi do potrubí. Sanační obálka byla i zde celistvá a dosahovala pevností předepsaných projektovou dokumentací. Realizace vrtných a injekčních prací byla provedena několika vrtnými soupravami. Ty byly nasazovány dle prostorových podmínek jednotlivých zajišťovaných úseků. Při zajišťování ražby z komor byla použita vrtná souprava VST 1, přímé úseky tunelu byly prováděny vrtnou soupravou Casagrande M5 SD a injektáž kolmá k ose dosavadní ražby byla realizována vrtnou soupravou MSV s příčně osazenou vrtnou lafetou. Zajištění nadloží kaloty a boků výrubu ražené štoly kabelového tunelu a clony před stávajícími objekty metodou tryskové injektáže umožnilo bezpečnou a rychlou ražbu bez významných deformací na okolí stavby.

Vladimír Malý, Zakládání staveb, a. s.

Foto: Libor Štěřba

#### Cable tunnel Smíchov in Prague

At the end of last year a construction of the Smíchov cable tunnel started. The tunnel will exclusively serve for the purpose of laying distribution cables of the PRE Co., the investor of the construction. Within the framework of the tunnel construction the Zakládání staveb Co. carried out tunnelling works using the technology of upward jet-grouting. These works also included screening of adjacent buildings with a jet-grouted curtain. The architect of the construction was KO-KA Ltd. and the Navatyp Co. was its general contractor.



# Výstavba a založení nového komínu pro Společnost Glaverbel

**Výstavba výškových železobetonových konstrukcí, k nimž se řadí nejenom komíny, ale také např. sila, věže, pilíře atp., je speciální stavební disciplínou. Pro výstavbu těchto objektů se v současné době ve většině případů využívá technologie posuvného bednění, která umožňuje oproti standardním bednicím metodám mnohonásobně zkrátit vlastní dobu výstavby. O průmyslových komínech vůbec a výstavbě nového, 120m vysokého komínu pro novou sklářskou linku společnosti Glaverbel píšeme v první části textu. V druhé části se podrobně zabýváme statikou založení této technicky náročné stavby.**

Vysoké průmyslové komíny jsou součástí technologických celků celé řady průmyslových zařízení. Existuje stále mnoho průmyslových oborů, jejichž fungování je přímo závislé na existenci jednoho či více průmyslových komínů. To znamená, že komíny se stále staví a v dohledné době také stavět budou. Nejenom, že se stále budují provozy nové (elektrárny, teplárny, chemické provozy, sklárny aj.), ale čas od času je potřeba nahradit komíny, jejichž životnost končí. Komín totiž, vzhledem ke svému zatížení, kterému je permanentně vystaven, stárne přece jen rychleji než běžné stavby, a je proto potřeba čas od času nahradit dosluhující komín novou konstrukcí.

Stavba průmyslových komínů je speciální stavební disciplínou, které se může věnovat pouze společnost s dostatečnou praxí a zkušenostmi v tomto oboru. Jednou z předních společností v oboru výstavby vysokých průmyslových komínů je Omega – Teplotechna Praha, a. s.

Většina průmyslových komínů sestává za dvou základních částí – vnějšího nosného dřívku a vnitřního ochranného pouzdra, kterým proudí vlastní odváděné spaliny. Obě tyto části mohou být vyrobeny z různých materiálů, přičemž v jednom dřívku může být umístěno i více pouzder.

Omega – Teplotechna Praha, a. s., provádí výstavbu nových dřívků komínů všech druhů:

- železobetonové komíny,
- cihelné komíny,
- ocelové komíny,
- speciální komíny.

Realizuje výstavbu následujících typů vnitřních ochranných komínových pouzder:

- keramická pouzdra zděná na kyselinovzdorný tmel,
- klasická pouzdra zděná komínovkami nebo šamotovými normálkami,
- ocelové vložky (z nerezavějící oceli, z uhlíkaté konstrukční oceli s vnitřní ochrannou vrstvou, corten a další),
- speciální (laminátová, plastová, speciální ochranné nástřiky a další).

Hlavním působištem společnosti Omega – Teplotechna Praha je elektrárenský a teplárenský průmysl, sklářský průmysl, průmysl pro výrobu vápna a cementu, papírenský průmysl a petrochemie. Mezi zákazníky společnosti patří řada významných společností jak v České republice, tak v zahraničí. V projektové činnosti i při vlastní výstavbě či eventuálních opravách komínů spolupracuje Omega – Teplotechna



Podkladový beton základu komína včetně pilot



Armatura základové desky komína



Sestavování konstrukce posuvného bednění



Průběh stavby železobetonového dřívku komína metodou posuvného bednění.



Praha s předními světovými specialisty v tomto oboru.

Nejčastěji stavěnými komíny společností Omega – Teplotechna Praha jsou komíny s železobetonovým dřikem a jedním či více vnitřními ochrannými pouzdry.

Pro stavbu výškových železobetonových konstrukcí, k nimž se řadí nejenom komíny, ale také např. sila, věže, pilíře atp., je v současné době ve většině případů využívána **technologie posuvného bednění**. Ta umožňuje oproti standardním bednicím metodám mnohonásobně zkrátit vlastní dobu výstavby železobetonové konstrukce.

Princípem metody je plynulý posuv bednicích elementů, fixovaných do rámové konstrukce. Tento posuv je zajišťován hydraulickými zvedáky. Denní rychlost betonáže je – v závislosti na předepsané technologii betonáže, složitosti konstrukce a povětrnostních podmínkách – 4 až 6 výškových metrů v nepřetržitém 24hodinovém provozu. Přesný tvar a svislost objektu jsou přítom průběžně kontrolovány speciálními optickými přístroji. Vlastní postup stavby metodou posuvného bednění vyžaduje z důvodů zajištění plynulého a bezproblémového postupu stavby dokonalou organizaci práce, speciální odbornost a vysokou kvalifikaci příslušných stavebních pracovníků.

#### Komín pro sklářskou linku Glaverbel

Zatím posledním „klasickým“ komínem s železobetonovým dřikem a jedním keramickým pouzdrem, který společnost Omega – Teplotechna Praha realizovala, byl 120 m vysoký, štíhlý komín pro novou sklářskou linku společnosti Glaverbel (nyní již AGC) v Teplicích.

Výsledky průzkumných sond v podloží ukázaly na navezené vrstvy asi 6 m silné, podle



některých údajů zde bylo i nebezpečí podzemní vody. Podle laboratorních rozborů jde o vodu silně zásaditou při pH 8,1, která není agresivní ani obsahem  $SO_4$  ani obsahem  $CO_2$ . Prostor pro vlastní základ z důvodu technologického zařízení byl velmi malý a v daných geologických podmínkách nebylo reálné plošné založení. Po rozboru všech dostupných informací a základním statickým výpočtu komínu, který byl nutný pro stanovení působících sil na základ, byla zvolena koncepce kruhové desky na pilotách rozmístěných po jejím obvodu. Při této koncepci je účinnost pilot největší a přenos sil od váhy komínu do podloží probíhá povrchem válce opsaného desce a pilotám. Stejně pravidlo platí i pro případ zatížení momentem od větru. Výsledný návrh základu je monolitická železobetonová konstrukce 24 pilot průměru 90 cm, délky 15,0 m a deska síly 1,2 m a průměru 10 m.

Realizační projekt prováděla společnost FG Consult, s. r. o. Stavbu realizovaly společně Omega – Teplotechna Praha, a. s., a Zakládání staveb, a. s. Zakládání staveb, a. s. zajišťovalo výstavbu pilot a Omega prováděla horní železobetonovou desku. (Ze spolupráci obou firem v minulém období lze připomenout například základ pro 142 m vysoký komín elektrárny Opatovice nebo základ pro 269 m vysoký komín elektrárny Dětmárovice.) Celkový realizační čas přes zimní období roku 2007 byl velmi krátký a byl výborným vkladem do urychlení celé výstavby komínu.

**Ing. Zdeněk Bauer a Ing. Bohumil Ježek**

Omega – Teplotechna Praha, a. s.

Foto: archiv Teplotechna Praha, a. s.

#### Foundation and construction of a new smoke-stack for the Glaverbel company

Constructing high ferroconcrete structures including not only smoke-stacks but also silos, towers, piles, etc. is covered by a special construction branch. In most cases, constructions of these structures currently use the technology of moving form that allows significant reduction of construction time needed compared to standard methods of forming. The first part of the following article deals with industrial smoke-stacks as such as well as with the specific construction of the new 120m high stack for a glass-making line of the Glaverbel Co. The second part of the article describes aspects of the statics of this technologically complex structure.

## Poznámky ke statice založení komínu

Tvarem může základ připomínat kruhovou jámku, nebo tlustostěnnou nádobu dnem vzhůru, kde stěnu tvoří piloty vrtané téměř na sraz (obr. A). Také bychom ve tvaru základu mohli vidět pilotu průměru 9,7 m a délky 15 m. Taková dutá „makropilota“ ale nespĺňuje běžná kritéria o rozměrech piloty. Také základová studna by mohla být jednou z představ. Podobné analogie jsou pro popis funkce základu použitelné, ale vhodnější je neutrální popis pomocí geometrických pojmů. V kontaktu s podložím je dutý válec, ve styku s dřikem komínu i podložím je kruhová deska, spojená s válcem. Dutý válec je ovšem idealizace, jeho stěna z pilot je nesouvislá. Ale materiál v mezerách mezi pilotami nijak nepřispěje k odporu proti svislému posunu, protože smyková napětí ve svislých rovinách mezi pilotami jsou nulová. Úlohou statiky zakládání je zjistit deformace základu, namáhání podloží i všech částí základu.

Podloží je nejvíce namáháno základem na jeho povrchu, v kontaktu s ním. Plochy povrchu základu jsou tu dvojí:

Rovinné: namáhané převážně jen napětím  $\Sigma\sigma_Z$ , kolmým k těmto rovinám. Je to spodní podstava desky a mezikruží spodní podstavy dutého válce.

Válcové: namáhané převážně jen smykovým napětím  $\tau_{RZ}$ . Jde o vnější a vnitřní povrch dutého válce.

Obě složky napětí kladou odpor svislému posunu, jejich součin po ploše (integrál) je roven svislému zatížení.

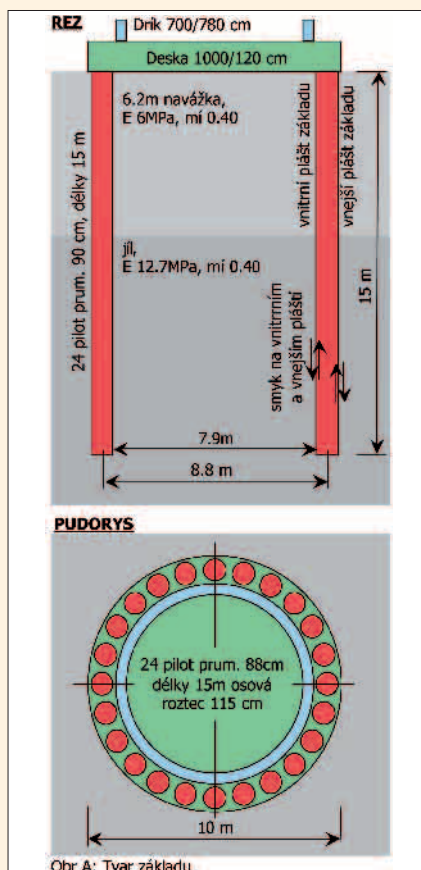
Popíšeme funkci základu při svislém centrickém zatížení 15,9 MN, což představuje tíhu celého komínu. Kromě sedání, vyčísleného modelem v hodnotě 31 mm uprostřed desky, nás zajímá napjatost podloží. Normální a smykové napětí

model zobrazil graficky (obr. B, C). Barevné odstupňování velikosti je jen v polovině modelu, v druhé je škála barev.

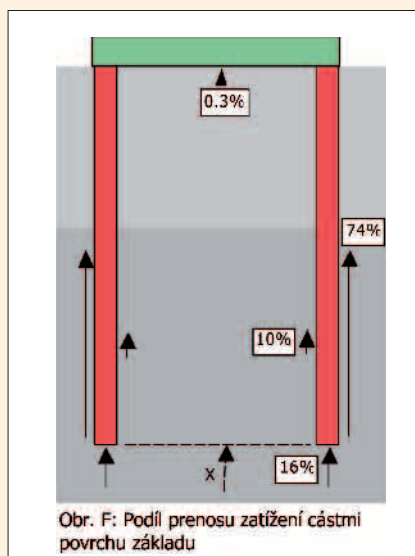
Největší tlak 167 kPa je pod patou prstence pilot, je to lokální špička při vnější hraně, kde dochází ke koncentraci. Průměrný tlak na mezikruží je asi 95 kPa. V kontaktu desky s podložím je tlak zanedbatelně malý, mezi nulou a 1 kPa.

Důležitý poznatek přináší „žlutá oblast“ svislých tlaků (18 až 43 kPa), obr. B. Probíhá pod celým základem, v jeho ose má maximum asi 36 kPa, v hloubce asi 3 m pod základem. Nad i pod tímto modelem tlaky klesají, v horní části dutiny jsou nulové. Tlak  $\Sigma\sigma_Z$  roste v dutině s hloubkou jen v souvislosti se smykem, který sem vnáší vnitřní povrch válce. Pod válcem pozorujeme jistou klenbu v napětích. Tento příznivý vliv stěn by při větším průměru válce nebo při mělčích stěnách klesal.

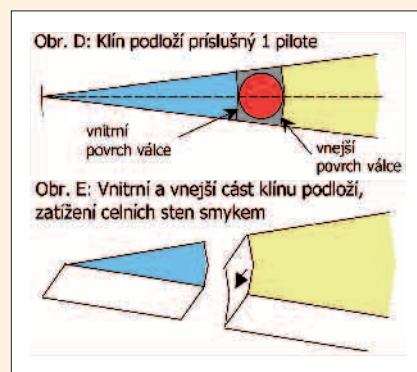




Vyčíslíme-li přenos napětím SigmaZ, pak mezi kruží v patě přenáší asi 2,5 MN, tj. 16% zatížení. Kontakt mezi deskou a podloží přenáší jen asi 51,5 kN, tedy jen 3 promile. Napětí TauRZ jsou velmi rozdílná vně a uvnitř válce. Špičková hodnota 72 kPa je jen v malé



oblasti na vnějším plášti při patě. Podobná lokální špička na vnitřním plášti je 33 kPa. Horní prostor dutiny je beze smyku. Je to dáno nízkou tuhostí návážky, ale hlavně tím, že pod deskou nenastane zkosení. Kolem osy základu také nejsou smyky, je to vlastnost rotační symetrie. Účinek napětí TauRZ po vnitřním plášti dá svislou sílu asi 1,6 MN, tj. 10% zatížení. Na vnějším plášti dává smyk sílu 11,8 MN, tj. 74%. Vnější plášť tedy nese 7x více než vnitřní, ale jeho povrch je větší jen o 23%. Tento nepoměr objasní úvaha dokreslená v obr. D, E. Všechny piloty prstence jsou rovnocenné, stačí sledovat jen jednu z nich. Přísluší k ní klínová oblast podloží daná rovinami, které půlí roztec pilot a jdou osou základu, obr. D. Stěny klínu



jsou roviny symetrie, a proto jsou beze smyku. Na svislý posun pak reaguje jen smyk TauRZ na vnějším a vnitřním povrchu dutého válce. Tento smyk souvisí s tuhostí příslušné části klínu. Tuhost vnitřní části (modré, obr. E) souvisí se smykem na vnitřku nosného válce. Podobně vnější část klínu (žlutá), která však není ve směru poloměru omezena. Čím tužší je část klínu, tím větší smyk bude při daném posunu na příslušném válcovém kontaktu. Zatížíme-li obě válcová čela klínů stejnou silou (obr. E), deformace vnitřního klínu bude vždy větší. Vnitřní klín je měkčí než vnější. Proto svislý posun na čele vnitřního klínu vyvodí menší smyky. Jinak řečeno, tuhost podloží (odpor proti deformaci) dává jeho hmota v příslušném objemu. Na kontaktní ploše odpor jen vyčíslujeme (napětím), ale plocha sama žádný odpor nevyvodí. Vnější část klínu má k dispozici větší objem než pevně vymezená vnitřní část. Obrázek F ukazuje podíl jednotlivých částí povrchu základu v přenosu svislého zatížení do podloží. Převládá smyk na vnějším plášti dutého válce a spolu s tlakem na patě stěny (na patě pilotového prstence) přebírá 90% zatížení. Základ lze vidět i tak, že do něj zahrneme výplň dutiny. Pak se povrch skládá z vnějšího pláště, paty válce a z dolní podstavy dutiny. Vidíme, že odpor X na podstavě dutiny je součtem odporu na vnitřním plášti a kontaktu „deska – podloží“, tj.  $X = 10\% + 0,3\%$ .

**Shrnutí**

Pilota prstence kruhového základu se chová jinak než pilota osamělá. Její plášť je plně využit jen ve styku s podloží vně základu. Plášť ve styku s podloží dutiny je využit méně, zde asi 7x. Nejméně využity jsou části obvodu přivrácené ke stěnám klínu, kde je nulový smyk. Pokud v daném podloží zatížíme osamělou pilotu 1/24 zatížení, sednutí bude jen 5,4mm, tj. asi 1/6 sednutí celého základu. Popsaný typ základu se dobře hodí i pro síla, mostní pilíře a další konstrukce, vyvozuující na malém prostoru velkou svislou sílu.

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

