

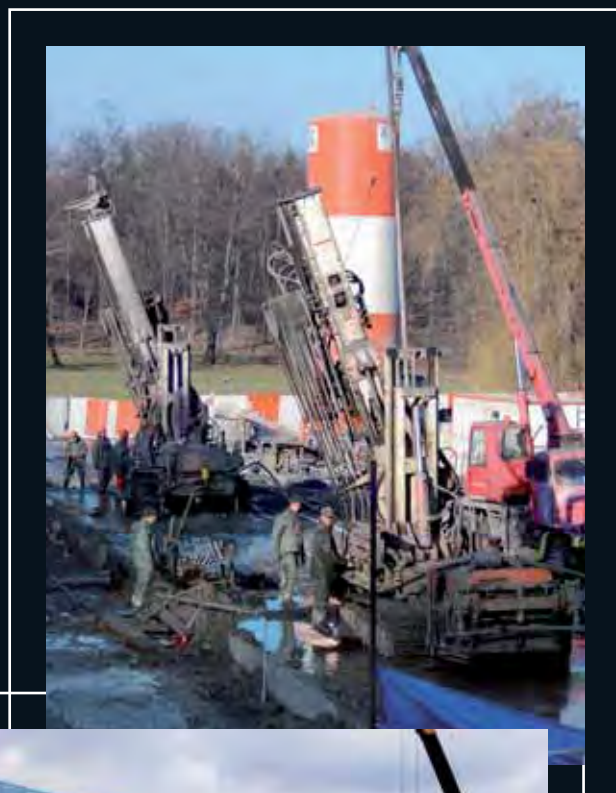
Časopis ZAKLÁDÁNÍ STAVEB, a. s.

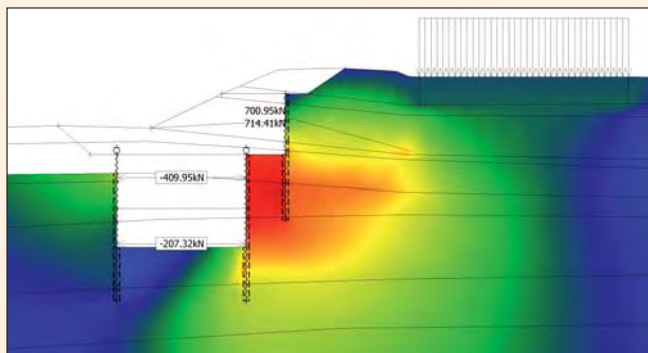
ZAKLÁDÁNÍ

3/2008 Ročník XX

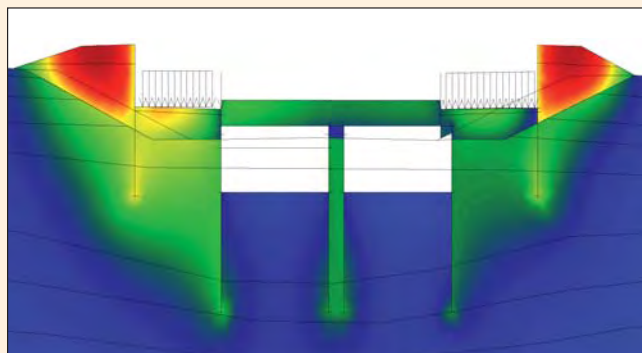


- **Hlavní nádraží v Praze: stavební jámy pro výstavbu podchodů**
- **Tunelový komplex Blanka: sanační opatření v Královské oboře**
- **VMO Brno Dobrovského: stavební jámy hloubených tunelů v Žabovřeskách**
- **Slovinský přístav Koper: beraněné piloty na komunikaci Koper – Lucijja**





Obr. 5: Matematický model řezu v km 0,420 tunelu II



Obr. 6: Matematický model definitivního portálu

Voroněžská 8 a rovněž fakt, že v tomto řezu probíhá napojení VZT kanálu na tunel II. Právě odtěžení příčného kanálu vnese do masívu odlehčení, které znamená vysoké deformace celé oblasti včetně obytného domu. Proto musel být upraven postup výstavby tak, aby odtěžení kanálu proběhlo až po betonáži části tunelové trouby v předmětném úseku.

Závěr

Stavební jáma hloubených částí tunelů v Žabovřeskách je jednou z největších stavebních jam v zastavěné části Brna. Výstavbu významně komplikují souběžně probíhající přeložky inženýrských sítí a organizace veřejné dopravy přes staveniště. Díky úzké spolupráci zpracovatele projektu s přímým

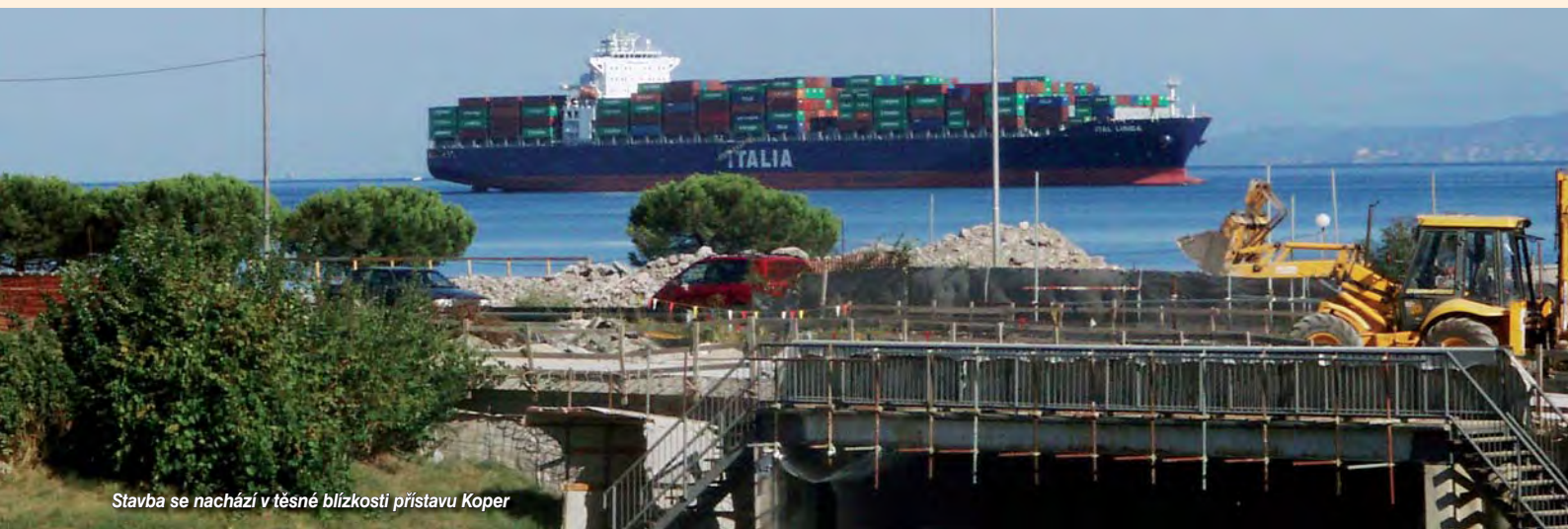
zhotovitelem stavby (Zakládání staveb, a. s.) ve fázi vypracování realizačního projektu se podařilo optimalizovat návrh pažicích konstrukcí. Průběh výstavby je po celou dobu sledován podrobným monitoringem stavby se zaměřením na kritická místa. Sledovány jsou deformace geodetických bodů na konstrukcích pažení stavebních jam, kotvení síly dynamometrů na kotvách a inklinometry jsou měřeny deformace podzemních stěn provizorních portálů i definitivního portálu. Objekt Voroněžská 8 je po dobu výstavby sledován geodeticky.

Ing. Jaroslav Lacina, Amberg Engineering Brno, a. s.

Foto: autor a Libor Štěřba

Big city ring road Dobrovského B – foundation pits of excavated tunnel parts Žabovřesky

Královopolský tunel is a part of a big city ring road in Brno and connects the parts in city districts Žabovřesky and Královo Pole, which has already been finished. It is divided into two independent tunnel tubes. Driven part is 1,050 m long, the rest are driven parts for individual tunnel tubes at the length of 134 m for tunnel I and 148 m for tunnel II. In the text you can find information about technical solution of securing the foundation pit of tunnel I and tunnel II, temporary portals and finished portal.



Stavba se nachází v těsné blízkosti přístavu Koper

Dosavadní výsledky naší spolupráce se slovinskou firmou Primorje d. d. Ajdovščina

Na podzim roku 2007 se po dlouholeté předešlé spolupráci podařilo podepsat oficiální dlouhodobou smlouvu o spolupráci mezi slovinskou stavební firmou Primorje d. d. a Zakládáním staveb, a. s. Od doby podpisu smlouvy jsme ve Slovinsku realizovali několik zajímavých akcí, v textu se podrobněji věnujeme stavbě komunikace H5 Koper–Lucija, založené na beraněných prefabrikovaných železobetonových pilotách.

Smlouva mezi oběma společnostmi má za úkol zkvalitnit a rozšířit dosavadní spolupráci na slovinském trhu a případně i na území republik bývalé Jugoslávie a bývalého Československa. Primorje d. d. zastupuje celou skupinu Primorje a Zakládání staveb, a. s., zastupuje celou skupinu Zakládání staveb.

Primorje d. d. Ajdovščina

Stavební firma Primorje d. d. Ajdovščina byla založena v roce 1946 a je jednou ze tří největších stavebních firem ve Slovinsku. Sídlo firmy je v malém městečku Ajdovščina (7 tisíc obyvatel) na severozápadě země blízko italských hranic. Kromě samotné akciové společnosti Primorje d. d. má firma ve své skupině (holdingu) dalších 22 firem většinou systému spol. s r. o. na území Slovinska a dalších 15 firem v zahraničí (Bulharsko, Bosna a Hercegovina, Černá Hora, Chorvatsko, Itálie, Německo, Srbsko a Rusko). Samozřejmě s ohledem na minulost je skupina Primorje aktivní zejména v zemích bývalé Jugoslávie. Firma má široký záběr stavebních prací od výstavby dopravních cest včetně mostů a ražeb tunelů přes klasickou stavební činnost až po práce speciálního zakládání a práce prováděné hornickou činností. Kromě toho vlastní několik závodů na výrobu různých prefabrikátů, téměř v každé významné lokalitě má betonárny, vlastní lom na těžbu kamene a má i určitý podíl v několika slovinských cementárnách. Z uvedeného vyplývá, že firma Primorje je vlastními silami v podstatě schopna provádět jakýkoliv druh stavební činnosti.

V celé skupině Primorje je zaměstnáno kolem tří tisíc zaměstnanců a skupina měla v roce 2007 roční obrát ve výši 460,7 mil. EUR. V rámci skupiny Primorje existuje i samostatná firma Primorje Geotehnika d. o. o., která je určena na provádění prací speciálního zakládání. Tato dceřiná firma však ovládá a má zařízení jen pro určité technologie v oboru (vrтанé piloty, mikropiloty, kotvy, šterkové piloty), což otevírá možnost pro naše subdodávky a naší stavební činnost. V rámci skupiny je Primorje Geotehnika odpovědná za veškeré práce související se speciálním zakládáním na stavbách celé skupiny Primorje.

Realizované stavby

Od výše zmíněného podpisu o naší vzájemné spolupráci se podařilo s firmou Primorje

domluvit a realizovat několik společných akcí zvláště na území Slovinska. Jedná se zejména o provedení železobetonových podzemních stěn, které realizovala firma Zakládání Group, a. s., na stavbě „**administrativní budovy Přístavu Koper**“ (viz časopis Konstrukce č. 1/2008, příloha) v Koperu pro firmu Stavbenik d. o. o., která je jednou ze zmíněných dceřiných společností. Na této stavbě jsme realizovali k oboustranné spokojenosti 2900 m² podzemních stěn s tím, že náš odběratel byl současně dodavatelem betonových směsí na stavbu i montáže armo-košů. Touto délbou práce byly minimalizovány celkové náklady stavby.

O tom, že spolupráce byla úspěšná, svědčí i skutečnost, že v současné době jsou obě organizace těsně před podpisem smlouvy o výstavbě podzemních stěn na dalším objektu v městě Koper, a to na objektu „**Olimpijski kompleks**“. Zde by společnost Zakládání staveb, a. s., měla ve stejném dodavatelském systému provádět cca 10 tisíc m² podzemních stěn a stavba by měla začít v polovině listopadu t. r. Několik dalších podobných akcí ve městě Koper se v současné době připravuje po technicko-projektovní stránce a pevně doufáme, že alespoň některé z nich dojdou do realizace a společně s firmou Stavbenik budeme úspěšně v výběrovém řízení.

Již několik měsíců provádíme v Koperu pro vlastní firmu Primorje d. d. (pro organizační jednotku Koper) beranění železobetonových pilot na stavbě „**H5 Koper-Lucija**“ – viz další podrobný text.

Dalším výsledkem spolupráce je, že jsme našim slovinským partnerům zapůjčili technologii CFA na jejich velkoprofilovou vrtnou soupravu Bauer BG24H pro provádění pilot touto technologií v Bělehradě v Srbsku. Poněvadž naši partneři tuto technologii ještě sami neprováděli, je jim na začátek prací k dispozici z naší strany i zkušený vrtní mistr. Z výše uvedeného vyplývá, že doposud se většina našich společných akcí odehrává ve Slovinském přístavu Koper.

Přístav Koper – Capodistria

Koper je dynamicky se rozvíjející přístav na západě země v nejsevernějším cípu Jaderského moře s bohatou historií. V současné době má okolo 47 tisíc obyvatel převážně slovinské a italské národnosti. Motorem celého města je námořní přístav, který se poslední dobou modernizuje a rozšiřuje a v současné době se objemem vykládky 15 miliard tun ročně stal největším obchodním přístavem na pobřeží bývalé Jugoslávie a předstihl i Rijeku, která byla nejvýznamnějším přístavem za éry Jugoslávie. Jak napovídá i italské označení Koperu – Capodistria, stává se toto město definitivně hlavním městem celého istrijského poloostrova.

Z tohoto důvodu nesmí za rozvojem přístavu zaostávat ani infrastruktura města. Město Koper má druhý největší rozpočet ve Slovinsku hned za hlavním městem Lublaní (Ljubljana), ačkoliv je podle počtu stálých obyvatel až šestým největším městem Slovinska. Nicméně ve městě žije po celý rok mnoho pracovníků přístavu a dalších profesí, zejména z oblasti stavebnictví, kteří počet obyvatel města ještě navyšují. Nezanedbatelný je v letních měsících i značný počet turistů, kteří jsou ve městě ubytováni.

Ve městě samotném je v blízkosti centra a přístavu velké množství ploch, které slouží jako parkoviště. Ty je třeba zastavět různými objekty, což s sebou nese nutnost přesunu automobilů do podzemí. Z toho důvodu musí mít již nyní veškeré nově budované větší objekty podzemní parkoviště, což staví investory před nový, zde dosud nepoznaný problém. Geologicky se totiž pod vrstvou navážek v této oblasti nachází velmi mocná vrstva (15 až 40 metrů) měkkých mořských naplavenin ($\varphi = 13-15^\circ$) a veškeré hlubší výkopy tak musí být řádně staticky a vodotěsně zajištěny, což ve většině případů vyžaduje nutnost zajištění výkopů železobetonovými podzemními stěnami.

Z výše uvedených důvodů se tedy jeví naše spolupráce se slovinskými partnery oboustranně přínosná, poněvadž ve Slovinsku v podstatě neexistuje dodavatel schopný podzemní stěny kvalitně provést.

Beranění železobetonových pilot na komunikaci H5 Koper – Lucija

V rámci naší vzájemné spolupráce se podílíme na výstavbě nové komunikace v zastavěné části města Koper, která by dále měla navazovat na výpadovku směřující k městečkům Izola a Lucija. Projekt spočívá v postupném kompletním zrušení stávající komunikace a ve výstavbě nové rychlostní komunikace. V jednom úseku se v podloží těsně pod komunikací nachází různě mocná vrstva mořských náplav tekuté konzistence a velmi malých únosností. Proto bylo investorem – DARS (obdobu našeho ŘSD) – rozhodnuto, že je třeba celé podloží pod nově budovanou komunikací zpevnit. Projektant vybral variantu zpevnění podloží na beraněných prefabrikovaných pilotách. Při výběru z několika nabídek se hlavní dodavatel stavby Primorje d. d. rozhodl svěřit tuto část prací naší firmě. Celý úsek komunikace je dlouhý cca 350 metrů, šířky cca 15 metrů, ve dvou místech je rozšířen pro kruhový objezd. Prefabrikované armované piloty jsou čtvercového průřezu 35x35 cm a jsou v závislosti na mocnosti náplav délek od 6 do 14 metrů. Piloty jsou navrženy v rastru ca 2,3x2,3 m. Celkem je na daném úseku navrženo 1326 ks pilot o celkové délce 13 550 m. Po odbourání a začištění hlav pilot na projektovanou kótu se provede beto-

Stavba se nachází v těsné blízkosti přístavu Koper





Úprava pracovní plochy pod základovou deskou



Piloty po odsřamování hlav, připravená plocha pro armování a betonáž základové desky

náž sítí armované roznášecí desky tl. 25 cm, na kterou se navezou a zhutní podkladní vrstvy šterku a šterkopísku pod samotnou konstrukci komunikace.

Po podepsání smlouvy a odkladech se zahájením stavby kvůli problémům s uzavírkou stávající komunikace jsme začátkem června 2008 přistoupili k realizaci. Jako nosič jsme nasadili Liebherr 952 HD (bývalý nosič vrtné soupravy Delmag RH 1413), pro vlastní beranění pilot jsme vybrali výbušné kladivo Birminghamer B21 s hmotností pístu 2,1 t. Součástí naší dodávky je také skládání dodávaných pilotových prefabrikátů z dopravních prostředků a jejich rozvoz dle potřeby po stavbě. K tomuto účelu se nám osvědčilo nasazení nakladače Volvo 70C. Betonové prefabrikáty vyrábí a na stavbu dodává náš objednatel.

Problémy s doberaněním, výpočty a úprava pracovního postupu

Ihned na počátku se objevily problémy doberaněním pilot. Piloty navržené délky jsme nebyli schopni zcela zaberanit – v závěrečné fázi beranění docházelo k destrukci hlav pilot, a to i přesto, že jsme používali překližkové vložky, osazené na hlavu pilot. V souladu se zadáním proběhlo tudíž měření dynamické únosnosti vybraných pilot, které provedla specializovaná Slovinská firma SLP d. o. o. Ljubljana. Tímto měřením a následným výpočtem provedeným systémem CAPWAP se zjistilo, že únosnost cca 10metrové piloty je na plášti kolem 300 kN a na patě zhruba 1200 kN, celkem tedy 1500 kN, což dvojnásobně převyšuje projektem požadovanou únosnost. Výsledkem těchto měření bylo stanovení pracovního postupu tak, aby bylo možno beranění ukončit i přesto, že pilota není zaberaněna zcela na požadovanou kótu. Kritérium pro ukončení bylo stanoveno v závislosti na parametrech našeho beranidla takto: beranění piloty lze ukončit tehdy, je-li vnik piloty do zeminy menší než 2 cm na 10 úderů kladiva. Hodnoty vniku piloty do zeminy jsou v závislosti na počtu úderů zaznamenávány do beraněcího protokolu.

Únosnost piloty lze však také spočítat i bez složitějšího měření z tzv. dánského vzorce upra-

veného dle Bažanta, dle něhož je dynamická únosnost piloty dána vztahem:

$$Q = (\eta \cdot W_H \cdot H) / (s + 0,5 \cdot se)$$

kde

η je účinnost daná typem beranu – v našem případě 0,9,
 W_H je tíha beranu – v našem případě 0,021 MN,
 H je výška pádu – v našem případě 1,5 m,
 s je tzv. poslední vnik, což je aritmetický průměr vniků při posledních 10 (event. 20) rázech – v našem případě 0,00119 m,
 se je pružné stlačení piloty, jež je dáno vztahem:

$$se = (2 \cdot \eta \cdot W_H \cdot H \cdot L / E \cdot As)^{1/2}$$

kde

L je délka piloty – v našem případě 9,0 m,
 E je modul pružnosti betonu – v našem případě 26 500 MN/m²,
 As je plocha příčného průřezu piloty – v našem případě 0,1225 m².

Po dosažení nám vyšla dynamická únosnost předmětné piloty $Q = 3800$ MN. Výpočtová únosnost dané piloty je pak dána vztahem:

$$U_{vd} = Q / \gamma_p$$

kde

γ_p je dílčí součinitel stejnoměrnosti, jež se dosazuje hodnot v rozmezí 2 až 3 – v našem případě 2,5.

Z výše uvedeného nám takto jednoduchým a na stavbě vždy dostupným způsobem vyšla výpočtová únosnost dané piloty na 1520 kN; při oficiálním měření dynamické únosnosti téže piloty pomocí dynamické zkoušky byl výsledek 1529 kN (!).

Na základě takto provedených měření a v souladu se zadáním stavby bylo rozhodnuto, že v každém dilatačním úseku bude provedeno

jedno měření dynamické únosnosti piloty a dle jeho výsledku se případně upraví kritérium vniku piloty, při kterém je možno beranění zastavit. Práce provádí při zvoleném strojním vybavení jen tři naši pracovníci (obsluha nosiče, stražič – pomocník a obsluha nakladače) a při desetihodinové pracovní směně s přestávkou na oběd jsme schopni dosahovat průměrného výkonu 140 bm pilot za směnu.

V této souvislosti bych vyzdvihl i velmi malou energetickou náročnost technologie při daném strojním vybavení: cca 1,5 l nafty na všechny stroje na 1 metr zaberaněné piloty a možnosti pracovat v podstatě bez technologických přestávek, poněvadž se jedná o „suchou“ technologii, která je organizačně ovlivněna jen včasným zásobováním prefabrikátů z výroby. Celou technologii jsme zhruba po dvacetileté přestávce zvládli zcela bez problémů, k plné spokojenosti našeho objednatele i investora stavby a ověřili jsme si, že jsme schopni konkurovat zahraničním dodavatelům, a to jak kvalitou a produktivitou, tak i cenou prací. Na závěr zbývá jen věřit, že i na našem území najdeme vhodné lokality, kde by bylo možné a vhodné touto technologií provádět zakládání objektů, případně zpevňování podloží.

Ing. Oto Petrášek, Zakládání staveb, a. s.
 Foto: Josef Znamenáček

Actual results of our cooperation with Slovene company Primorje d. d. Ajdovščina

In the autumn 2007 after long previous cooperation an official long-term contract on cooperation was successfully signed between the companies Primorje d. d. a Zakládání staveb, a. s. Since the signature of the contract we have realized some interesting construction works. In the text we focus on construction of road H5 Koper – Lucija, founded on rammed pre-cast reinforced piles.