

Obsah

Časopis ZAKLÁDÁNÍ

vydává:

Zakládání staveb, a. s.

K Jezu 1, P. O. Box 21

143 01 Praha 4 - Modřany

tel.: 244 004 111

fax: 241 773 713

E-mail: propagace@zakladani.cz<http://www.zakladani.cz>

Redakční rada:

vedoucí redakční rady:

Ing. Dušan Houdek

členové redakční rady:

RNDr. Ivan Beneš

Ing. Martin Čejka

Ing. Alois Kouba

Ing. Jiří Mühl

Ing. Michael Remeš

Ing. Libor Štěrba

Redakce:

Ing. Libor Štěrba

Design & Layout:

studio 66, Karel Hruška

Jazyková korektura:

Antonín Gottwald

Sazba, lito:

Studio 66, Karel Hruška

Tisk:

Tiskárna VHF

Foto na titulní straně:

Shybka ve Veltrusích,

k článku Oprava povodňové

hráze a plynovodní shybky

u Veltrus na str. 26

Foto: Libor Štěrba

Překlady anotací:

Mgr. Klára Ouředníková

Ročník XV

2/2002

Vyšlo 30.6.2003

v nákladu 1500 ks

MK ČR 7986

ISSN 1212 – 1711

Vychází čtyřikrát za rok

Pro rok 2003 je cena časopisu 72 Kč.

Roční předplatné 288 Kč vč. DPH,

balného a poštovního.

Objednávky předplatného na tel.:

244 004 305, 244 004 227

nebo na www.zakladani.cz

Podávání novinových zásilek

povolila PNS pod č.j. 6421/98

Aktuality

- Editorial** 2
Evropská konference Mezinárodní společnosti
pro mechaniku zemín a geotechnické inženýrství,
Praha 25. - 28. srpna 2003 3
Ing. Richard Barvínek, člen přípravného výboru
- INTERMAT 2003, Mezinárodní veletrh strojů a techniky
pro stavební a zemní práce v Paříži** 4
Petr Brandejs, Zakládání staveb, a. s.
- Pražské geotechnické dny 2003** 6
Ing. Václav Hořejší, Stavební geologie – Geotechnika, a. s.

Teorie a praxe

- Metodika měření odezvy horninového masivu na rážbu tunelu** 9
Ing. Alexandr Rozsypal, CSc., Stavební geologie – Geotechnika, a. s.
- Namáhání kruhových kalichů pilot řešené metodami
a modely statiky zakládání** 14
Ing. Petr Hurych, FG Consult, s. r. o.
- Šroubové kompresory Atlas Copco** 16
Ing. Miloš Veselý, Acstroje, s. r. o.

Dopravní stavby

- Jižní hloubený úsek tunelu Mrázovka – zajištění stavební
jámy pro dilatace 11 a 12** 19
*Ing. František Červenka, Satra, spol. s. r. o.,
Ing. Jan Horák, Zakládání staveb, a. s.*
- Dokončovací práce na stabilizaci tubusů metra v úseku IV. C1** 22
*Vladimír Malý, Ing. Milan Jeřábek,
Ing. Martin Čejka, Zakládání staveb, a. s.*
- Modernizace železniční trati Kolín-Přelouč,
rekonstrukce mostu v Záboří nad Labem** 24
Ing. Martin Čejka, Zakládání staveb, a. s.

Vodohospodářské stavby

- Oprava povodňové hráze a plynovodní shybky u Veltrus** 26
*Ing. David Peč, Zakládání Group, a. s., Ing. Martin Čejka,
Ing. Aleš Havránek, Zakládání staveb, a. s.*
- Rekonstrukce a dotěsnění hráze vodního kanálu Nová řeka
v chráněné krajinné oblasti Třeboň** 30
Ing. Ján Bradovka, Zakládání Group, a. s.



3. Konstrukce původního historického jednokolejného mostu, která komplikovala vrtání mikrozápor.



5. Část vytěžené stavební jámy pro založení nového mostního pilíře č. 3 realizovaná pomocí tryskové injektáže.



5. Detailní pohled na pramencovou kotvu, jejíž vrt i kořen byly realizovány technologií tryskové injektáže.

Pro založení pilíře č. 2 a č. 3 byly provedeny dvě stavební jámy obr. 5, 6). Stěny jímek byly zhotoveny z jednotlivých jednořadých překrývajících se sloupů tryskové injektáže, z nichž byly rovněž provedeny desky tvořící dna jímek. Stěny jímek musely být nejen stabilní, ale musely též omezovat průsak podzemní vody, která korespondovala s hladinou vody v mostem překonávaném vodním toku. Trysková injektáž ve dně jímek zvyšovala kromě těsnicí funkce také únosnost podzákladí nově realizovaných mostních pilířů. Tento systém realizace stavebních jímek byl zvolen z důvodu dispozičních, neboť vrtné a injekční práce byly prováděny pod konstrukcí provozovaného mostu s pracovní výškou pro stavební mechanismy okolo 3 m. Součástí založení nových mostních pilířů č. 2 a č. 3 bylo také zajištění stability stávajících mostních pilířů, které jsou v těsné blízkosti hloubených stavebních jímek. Stabilita byla zajištěna po dobu výstavby zakotvením jejich základů ze stran stavebních jímek dočasnými pramencovými kotvami. Při realizaci kotev ve stísněných podmínkách pod

mostní konstrukcí byla obava, že při hloubení vrtů pro kotvy systémem TUBEX XL bude opět docházet k temování vnější pažnice v převrtávaných stávajících základových



6. Realizace tryskové injektáže stavební jámy pro založení mostního pilíře č. 2

konstrukcích pilířů. Proto byly vrtý pro kotvy se současnou injektáží jejich kořene realizovány alternativní, ne zcela běžně používanou technologií tryskové injektáže. Toto řešení se ukázalo v daných dispozičních a geologických podmínkách jako velice rychlé a účinné – kotvy byly bez sebemenších problémů aktivovány na hodnoty určené projektem, obr. 5.

4. Realizace jednotlivých sloupů tryskové injektáže v podzákladí rozšiřujících se mostních opěr pro zvýšení únosnosti mostu. V pozadí je dobře patrné zapažení výkopu pro závěrnou zeď rozšiřované opěry, která je kotvena stěnou z tryskové injektáže (jednotlivé sloupky tryskové injektáže jsou vyztuženy ocelovou trubkou).

Výše popsané stavební práce provedla společnost Zakládání staveb, a. s., v požadovaných termínech a především kvalitě. Použitím alternativních technicko-technologických řešení speciálního zakládání jsme dokázali realizovat založení rekonstruovaného železničního mostu i ve velice stísněných pracovních podmínkách a s minimálním omezením drážní dopravy.

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

foto: autor

Modernisation of the Kolín-Přelouč railway line, reconstruction of a bridge in Zábouří nad Labem

The modernisation of the Kolín-Přelouč railway line includes also a reconstruction of a bridge in Zábouří nad Labem. At this construction, the Zakládání staveb, Co., carried out anchored micro-braced sheeting combined with anchored sheeting wall made by jetgrouting, micropiles improving the foundation conditions, strengthening, sealing and sheeting jetgrouting and anchoring the foundations with stranded rock anchors. All these works were done for the foundation of new bridge piers and extending the existing basement.





2. Strojní sestava použitá pro hloubkové hutnění metodou vibroflotace

Při průchodu ničivé povodně v srpnu 2002 byly způsobeny v povodí dolního toku Vltavy rozsáhlé škody. Z vodohospodářského hlediska se jednalo především o poškození vlastního koryta toku a přilehlých povodňových hrází. V konkávních částech toku byly celé úseky těchto hrází kompletně zničeny a odplaveny. V dolní části toku byla takto poškozena pravobřežní hráz délky 1600 m, ležící pod zdymsadlem Miřejovice poblíž obce Veltrusy. Proti povodňová hráz chrání před zaplavením státní zámek Veltrusy a okolní památkově chráněné území. Zde povodňová vlna loni v srpnu odplavila cca 440 m hráže a porušila plynovodní potrubí DN 500 mm procházející

OPRAVA PROTI-POVODŇOVÉ HRÁZE a plynovodní shybky u Veltrus

1. Celkový pohled na opravovaný úsek hráže u Veltrus



V článku je popsána oprava tělesa hráže opevněné záhozem z lomového kamene a kamennou dlažbou. Jako základní materiál nové hráže byla použita písčité zemina zhutněná v celém rozsahu příčného řezu hráže. Záhozová patka z lomového kamene byla zhutněna dynamickou konsolidací deskou. Pro zhutnění písčitého materiálu pod úrovní hladiny vody byla použita metoda hloubkového hutnění vibroflotací. Nad úrovní hladiny byla hráz hutněna pojezdy vibračního válce. Do osy hráže byla dále instalována štětová stěna, zvyšující odolnost násypu hráže při jejím případném přelití povodňovou vlnou. Součástí opravy hráže bylo též zatažení shybky středotlakého plynovodního potrubí pode dnem toku a její napojení na stávající trasu.

pode dnem toku a tělesem hráže. Správce toku a přilehlé povodňové hráže Povodí Vltavy, s. p., vypsál výběrové řízení na obnovu pravého břehu toku, v němž uspěla společnost Zakládání Group, a. s. Úkolem bylo odtěžení nevhodného materiálu naplaveného v místě hráže a vytvoření nového tělesa opevněného záhozem z lomového kamene a kamennou dlažbou do betonu (obr. 5). Součástí dodávky je též zatažení nového úseku potrubí plynovodu pode dnem toku a jeho napojení na stávající trasu. Vlastní těleso hráže tvoří lichoběžníkový hutněný násyp výšky od 4,0 m do 10,0 m se sklony svahů 1 : 2,5. Jako základní materiál nové hráže byla projektantem (Hydroprojekt cz, a. s.) navržena písčité zemina zhutněná v celém rozsahu příčného řezu a v ose zpevněná štětovou stěnou. Pro zhutnění materiálu hráže byly zvoleny tři různé technologie tak, aby u použitého nesoudržného materiálu bylo



3. Vibroberanici souprava usazená na nasypné hrázi provádí beranění štětové stěny, v dolní části nad hladinou toku je zřetelná patka z lomového kamene.



4. Pohled na realizaci hutnicího pokusu pro stanovení optimálních provozních parametrů pro následné hutnicí práce



5. Obnovená kamenná dlažba břehového svahu lomovým kamenem do betonu

dosaženo indexu ulehlosti minimální hodnoty $I_d = 0,75$. Na návodní straně se kamenná dlažba opírá o záhozovou patku z lomového kamene, k jejímuž zhutnění bylo použito metody dynamické konsolidace. Lomový kámen byl hutněn dynamickým účinkem ocelové desky o rozměrech $1,0 \times 1,0$ m a hmotnosti 8250 kg, spouštěné volným pádem z výšky 12,0 m. Pro zhutnění písčitého materiálu hráze pod úrovní hladiny vody a cca 0,5 m nad ní, kde nebylo možno použít běžného způsobu hutnění vibračním válcem, byla zvolena metoda hloubkového hutnění vibroflotací. Ačkoli použitá zemina hutněného násypu vykazovala značný rozptyl podílu jílovitých částic, a místy se jejich množství přibližovalo limitní hodnotě pro použitelnost této technologie, ukázala se volba této metody hutnění jako správná. Zbývající část profilu hráze byla již hutněna běžným způsobem pojezdy vibračního válce. Osou hráze prochází štětová stěna vytvořená ze štětovnic VL 602, zvyšující odolnost násypu hráze při případném přelití povodňovou vlnou (obr. 3, 7).

Přestože se jedná o klasické vodohospodářské dílo s velkým podílem zemních prací, našly zde uplatnění tři technologie speciálního zakládání, které zaručují, že odolnost nově vestavěného úseku povodňové hráze byla podstatně zvýšena. Doufejme, že nově realizovaný úsek povodňové hráze nebude v brzké době opět vystaven ničivé síle povodní rozbouřeného toku, ale dojde-li k tomu, věříme, že dobře obstojí.

O ničivosti povodně v této lokalitě svědčí i orientační objemy provedených hlavních prací:

- zemní práce celkem: 74 000 m³,
- hutnění vibroflotací 11 000 m³,
- hutnění dynamickou konsolidací 3 000 m³,
- štětová stěna 4 000 m²,
- kamenná dlažba 8 000 m².

Ing. David Peč, Zakládání Group, a. s.

Hloubkové zhutnění násypu ochranné hráze

Část násypu nově vytvářené hráze bylo nutné realizovat pod hladinou současného toku řeky Vltavy. Na projektem požadované parametry byl násyp zhutněn technologií hloubkového vibroflotačního hutnění, kterou zajistila společnost Zakládání staveb, a. s. Před zahájením hloubkového hutnění násypu ze štěrkopísku byl na malé ploše zájmové oblasti proveden touto technologií hutnicí pokus. Tento pokus byl proveden pro určení optimálních provozních parametrů potřebných k dosažení požadované míry zhutnění násypu, vyjádřené indexem ulehlosti $I_D = 0,75$ (obr. 4).

Po provedení pokusu a jeho vyhodnocení byly stanoveny optimální provozní parametry a technologický postup hloubkového

hutnění a následně realizovány hutnicí práce v zájmové oblasti, tedy tam, kde byl násyp ukládán pod vodní hladinou.

Pro hloubkové hutnění byla použita vibroflotační jehla PTC 160 HL1 se dvěma nastavci a hydraulický agregát FK GG 23, který byl zavěšen na zádi nosiče. Jako nosič byl použit bagrjeřáb RDK 300. Při penetraci vibroflotační jehly do násypu byl používán vodní výplach a při následném hutnění byl přídatný materiál přihrnován k tělu vibroflotační jehly kolovým nakladačem typu Liebherr (obr. 2, 6).

Hutnění bylo monitorováno monitorovacím zařízením Lutz. Práce se uskutečnily během tří týdnů a jejich průběh byl plynulý, bez provozních a technologických problémů.

Projektem daná míra zhutnění štěrkového násypu byla během prací ověřována dynamickými i statickými penetračními zkouškami

6. Přihrnování přídatného materiálu během hutnění k tělu vibroflotační jehly



V o d o h o s p o d á ř s k é s t a v b y



Obr. 7: Spojení dvou částí shybky při jejím zatahování

a jejich výsledky potvrdily dosažení požadovaných parametrů v zájmové oblasti. Provedení zhutnění štěrkového násypu pod vodní hladinou je dalším použitím nově zaváděné technologie hloubkového hutnění nesoudržných zemin metodou vibroflotace společností Zakládání staveb, a. s., přičemž dosažené výsledky opět potvrzují její vysokou efektivnost.

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

7. Beranění štětové stěny pro zpevnění násypu povodňové hráze

Obnova plynovodní shybky

Samostatným objektem v rámci celé stavby je i nový přechod středotlakého plynového potrubí DN 500 shybkou pode dnem řeky, který prováděla společnost Zakládání staveb, a. s. Po podrobném vyhodnocení variant splavované a zatahované shybky byla vybrána varianta zatažení shybky do rýhy s využitím pružných přetvoření potrubí, tzn. bez předem vyrobených ohybů potrubí. To si vyžádalo sice větší objem zemních prací na obou březích řeky, avšak odpadla dodatečná opatření pro zajištění stability splavovaného potrubí. Montážní plocha shybky byla umístěna na levém břehu řeky podél osy potrubí

(obr. 9). Vzhledem k tomu, že zatahovaná část shybky je dlouhá 168 m a nebyla k dispozici potřebná délka montážní plochy, byla shybka smontována a odtlačována ve dvou samostatných kusech. V průběhu zatahování pak byla spojena do jednoho kusu.

Výkopy pro rýhu se prováděly v otevřeném výkopu. Šířka výkopu v dolní hraně je sice jen 2 m, avšak při předpokládaném přirozeném sklonu svahu 1 : 2 (štěrkopísky a písky) a hloubce rýhy až 6,5 m pod hladinou řeky vychází šířka výkopu na terénu až 35 m. Těžba byla prováděna v řečišti drápkovým zařízením z lodi, v březích bylo nutno vzhledem k hloubce výkopu a přirozenému sklonu materiálu využít bagr s prodlouženým 17metrovým výložníkem. V průběhu těžby rýhy byla odstraněna stará



shybka z rýhy a vytažena na břeh k demontáži. Z montážní plochy na levém břehu byla shybka zatažena na pravý břeh, kde byly v ose zatahování zaberaněny kotevní prvky pro ukotvení kladky na zatahovací lano (obr. 8). Celková váha zatahovaného potrubí byla cca 30 tun.

Proti vztlaku bylo potrubí opatřeno 140 ks zatěžovacích betonových sedel z lodě, provedeny budou dále zpětné zásypy původním materiálem a ochrana čerstvých zásypů rýhy kamenným záhozem. Po dokončení zásypů shybky bylo možno pokračovat v sypání hráze, které muselo být v místě shybky dočasně přerušeno.

Ing. Aleš Havránek, Zakládání staveb, a. s.

Foto: Ing. Libor Štěrbá, Ing. Martin Čejka



8. Trasa zatahované shybky plynového potrubí

Reparation of flood protection dam and gas line siphon near Veltrusy

The article describes the reparation of a flood protection dam body walled with a backfill of quarry stone and stone paving. A sandy soil compacted to the full extent of the dam cross cut was used as a primary material for the new dam. Backfill footing from the quarry stone was compacted with a dynamic consolidation slab. A method of deep vibro-floating compaction was used for compacting the sandy material under the water level. Above the water level the dam was compacted with vibration compactor travels. A sheet pile wall was then installed into the dam axis to increase the resistance of the dam filling in case of its potential overflow by a flood wave. The dam reconstruction also included retraction of the medium-pressure gas line siphon under the riverbed and its connection to the existing line.

REKONSTRUKCE A DOTĚSNĚNÍ HRÁZE VODNÍHO KANÁLU NOVÁ ŘEKA v chráněné krajinné oblasti Třeboň

Letní povodně v roce 2002 důkladně prověřily technická díla i celou českou zemi od jihu k severu. V této dosud nejvážnější zkoušce obstály inženýrské stavby postavené ve středověku vcelku dobře, i když je potřeba rekonstruovat jejich části, opravovat je a utěšňovat tak, abychom v budoucnu měli nervy napjaté jen při opravdu velké povodni.

Na Třeboňsku je několik staveb „vyvolaných“ povodněmi. Jednu z nich – rekonstrukci hráze vodního kanálu Nová řeka – dokončuje v současnosti v tomto vzácném lužním prostředí a pod bdělým krajinářským dohledem společnost Zakládání Group, a. s.

1. Mapa CHKO Třeboň, rekonstruovaný úsek Novořecké hráze v délce 3894 m, situace

Před patnácti lety by se takové stavbě říkalo „na zelené louce, nebo v lese tmavém“, což bylo synonymum pro vzorec chování: „stavbaři dělej jak chceš, když nikoho nerušíš a když tě nikdo nevidí, jen ať je to rychle hotové“. Doba však pokročila. I ve stavebnictví vyžadujeme slušné chování a ohleduplnost, a to i vůči louce, lesu či hrázi. Je to společenská podmínka, vyplývající z úcty k matce přírodě.

Z historie širšího okolí rekonstruované hráze

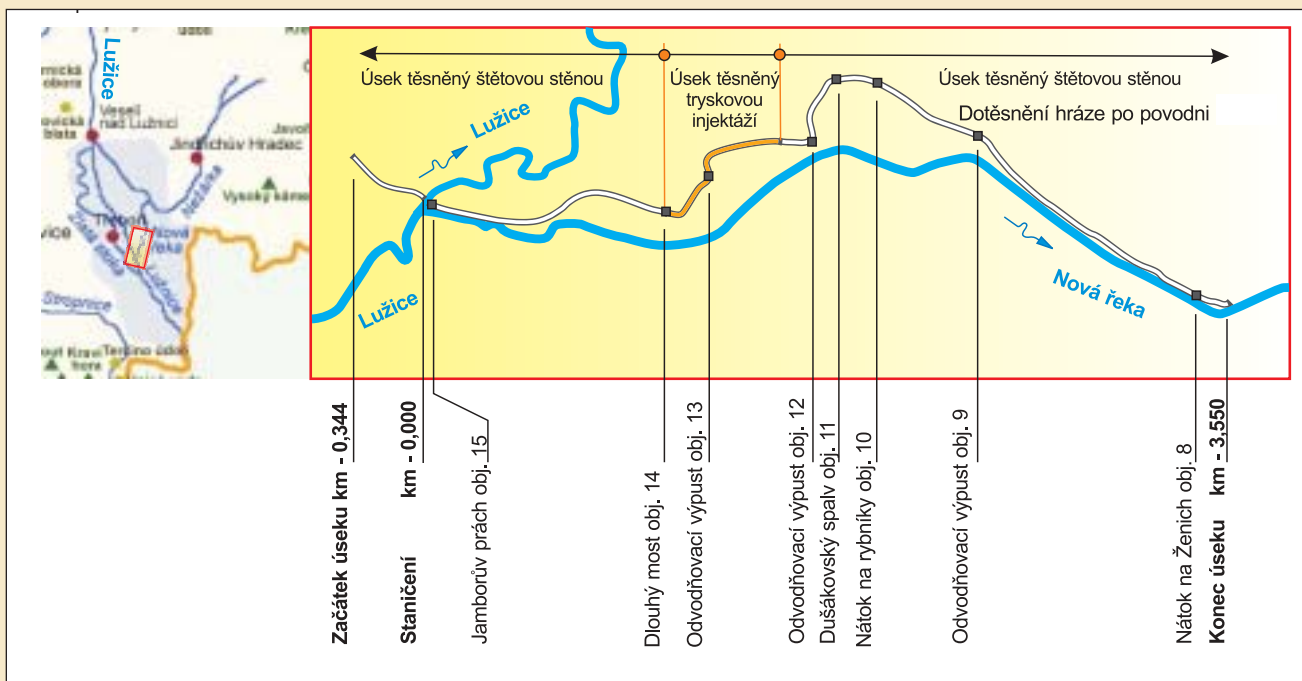
Ojedinelá třeboňská krajina je plochou rybníční pánví s meandrujícím korytem řeky Lužnice. Linie hrází osázených duby a umělé vodní kanály s bohatou pobřežní vegetací

V článku je popsána rekonstrukce protipovodňové hráze vodního kanálu Nová řeka v celkové délce cca 3900 m. Nasypaná hráz byla sanována zaražením štětové stěny až do nepropustného neogenního podloží. V místech, kde nebylo možno štětovou stěnu zaražit, byla provedena stěna ze sloupů tryskové injektáže, kterou se řešilo i navázání stávajících objektů v hrázi. Práce byly provedeny pod přísným krajinářským dohledem a s maximálním ohledem ke stromům, kterými je hráz osázena.

dnes představují zdařilou vodohospodářskou soustavu lidmi vytvořených vodních toků a rybníků.

Původně nehostinné území s nepřístupnými mokřinami a močály bylo od středověku postupně kultivováno systémem koordinovaných technických a vodohospodářských úprav. Vznikla tak dobře obyvatelná krajina s vysokou přírodní i kulturně-historickou hodnotou, která je v současnosti plně funkční a hospodářsky prosperující.

Základ soustavy tvoří rybníky propojené umě-



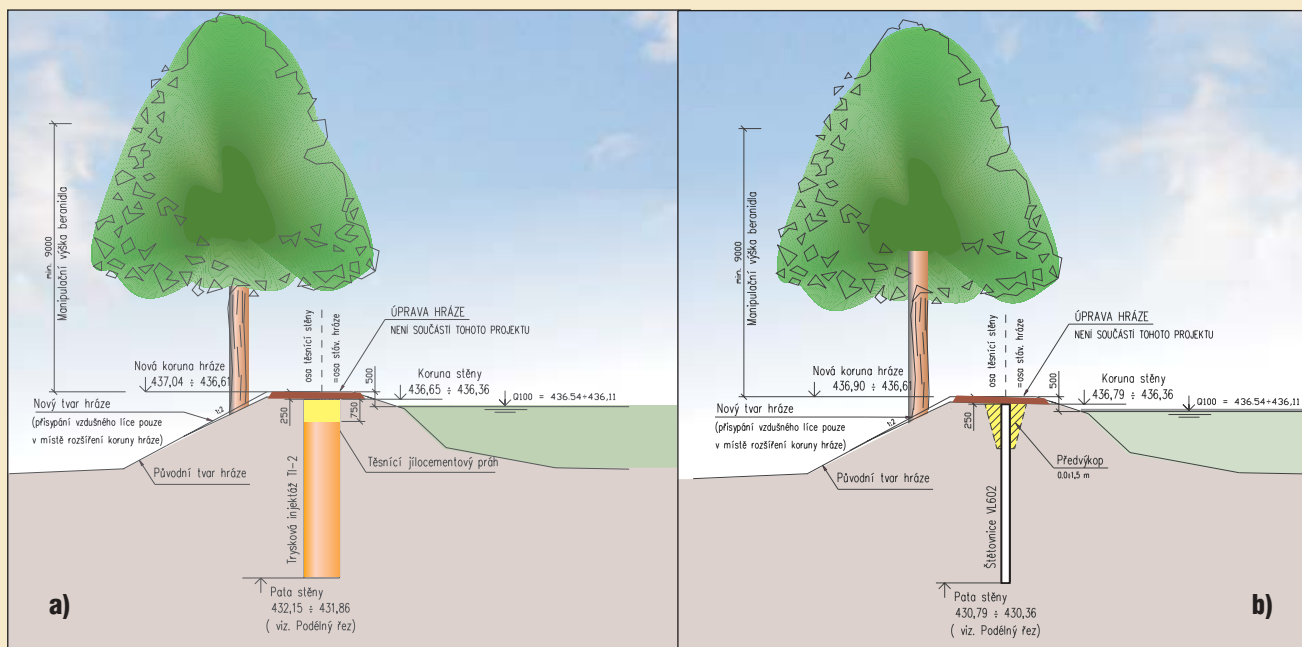
lými kanály. Zakládány byly v severojižním směru podél řeky Lužnice mezi městy Třeboň a Veselí nad Lužnicí. Přestože nejstarší rybníky vznikaly na Třeboňsku v důsledku přírodních geografických podmínek už ve 14. a 15. století (rybníky Dvořiště, Bošilecký, Zábalský, Ponědražský), ráz a charakter třeboňské krajiny vtiskly až systematické úpravy rybníkářů Štěpánka Netolického (1460–1539) a Jakuba Krčína z Jelčan (1535–1604).

V letech 1585 až 1587 rožmberský regent Jakub Krčín založil současně s rybníkem Rožmberkem umělý vodní kanál Nová řeka v celkové délce necelých 14 km, který je skutečnou řekou, sloužící k odvedení velké vody z řeky Lužnice mimo rybník Rožmberk do řeky Nežárky. Z řeky Lužnice odbočuje Nová řeka pod Majdalenou, přivádí a odvádí vody z přilehlých rybníků, a místy hlubokým zářezem, jinde jen v rovině, se vine severním směrem k zaústění do Nežárky v blízkosti černínského loveckého zámku Jemčina. Protipovodňová ochrana rybníka Rožmberk vznikla přehrazením plochého údolí Lužnice



Provádění štětové stěny ze štětovic VL 602

Úsek těsněný tryskovou injektáží, vzorový příčný řez (a). Úsek těsněný štětovou stěnou, vzorový příčný řez (b)



Těleso hráze před rekonstrukcí

Hráz v místě protržení, probíhající dynamické hutnění pomocí 8,7 tunového závaží





Provádění jílocementové clony
do předvýkopu pomocí tryskové injektáže



Provádění jílocementové clony pomocí tryskové injektáže v místě oddělení Nové řeky z Lužnice



8. Jílocementový práh v místě porušeného úseku hráze



Provádění štětové stěny ze štětovnic VL 602

hrází asi 3,0 m vysokou, v níž jsou zřízeny dva splavy. Ochranná hráz na levém břehu Nové řeky už byla v minulosti rekonstruována, naposledy v letech 1888 až 1891, a to zvýšením a rozšířením. V nedávné době – v letech 1991 až 1994 – proběhly první dvě etapy opravy hrází v km 3,5 až 6,2. Při povodni v srpnu 2002 docházelo k míst-

nímu přelévání koruny hráze a v km cca 3,350 až 3,450 tj. v délce cca 100 m, došlo k jejímu protržení. Následně pak bylo zaplaveno území v podhrází a veškerý povodňový průtok převeden do rybníka Rožmberk. Současná rekonstrukce hráze Nové řeky se provádí v celkové délce 3 894 m se začátkem ve staničení –344 m pod rozdělením řeky Lužnice do kanálu Nová řeka a končí ve staničení 3 550 m.

Popis stavu hráze, geologické a hydrologické poměry

Pokud jde o profil a složení hráze, má těleso hráze klasický lichoběžníkový tvar nasypáný z písčitého až hlinitopísčitého materiálu z místních zdrojů. Podloží hráze je zpočátku písčité, v hloubce cca 2 až 2,5 m pod úrovní původního terénu prakticky nepropustné – z hlinitojílovitých neogenních sedimentů. Výška hráze je na většině délky 3 až 4 m, šířka v koruně je proměnlivá od 2,5 do 4 m a je zpevněna šterkovitou vozovkou. Sklon návodního svahu je 1 : 1,3 až 1 : 2,1, sklon vzdušného svahu je 1 : 1,9 až 1 : 2,7. Návodní líc hráze je proveden z pečlivě uloženého kamenného tarasu bez opěrné patky. Vzdušná pata hráze je neopevněná a překryta černou a hnědou humosní hlínou. Svahy hráze jsou porostlé na návodním i vzdušném svahu v nepravidelných vzdálenostech vesměs velkými duby. U paty vzdušného svahu převládají olše. Na svazích návodní strany jsou i úseky, kde se stromy nevyskytují. Na vzdušné straně jsou stromy často ve stadiu zániku a představují značné riziko, že jejich případné vývraty způsobí porušení hráze.

U návodní paty hráze se pod terémem nachází řada ležících stromů o průměru cca 30 cm, které jsou fixované dřevěnými kůly. Kmeny částečně zasahují do podloží, částečně překrývají propustnou zónu šedých prachovitých až šterkovitých písků. Vzorky odebrané z tělesa hráze signalizují, že násyp hráze je tvořen značně propustnými nesoudržnými písky, které jsou náchylné k vnitřní

erozi. Nebezpečí představuje dále vyhnílý kořenový systém uhynulých stromů, který na návodní straně zasahuje pod průsakovou křivku a přispívá k rozšiřování průsakových cest v tělese hráze. Na takových místech vznikají při vyšších vodních stavech soustředěné výrony na vzdušném svahu, které zvyšují riziko protržení hráze.

Průsaky jsou závislé na momentálním stavu hladiny v korytě Nové řeky. Jestliže hladina dlouhodobě vystoupí nad 100 cm na vodočtu v Novořeckých splavech, dochází na vzdušné patě hráze k plošným průsakovým jevům i místním vývěřům a zvyšuje se celkové zamokření podhrází. Hladina na vodočtu vystupuje nad 100 cm dlouhodobě poměrně často, i dvakrát ročně. V hrázi je situováno několik umělých objektů, které musejí být při rekonstrukci hráze respektovány:

- Tři vypouštěcí objekty klasického rybníčního typu z kameninového potrubí DN 300, ve správě Povodí, s. p.,
- Dušákovský splav – stavidlový objekt ve správě Povodí s. p.,
- Napouštěcí objekt na Dušákovský rybník ve správě Rybářství Třeboň, a. s.

Technické řešení rekonstrukce a dotěsnění hráze

Cílem rekonstrukce byla úprava tvaru hráze tak, aby kóta její koruny byla min 0,5 m nad hladinu Q100 (stoleté vody) a nejužší šířka koruny hráze 3,5 m. Základní řešení při dotěsnění tělesa hráze představuje **konstrukce štětové stěny ze štětovnic VL602 nebo PU 8**, vedená z koruny hráze až do nepropustného podloží, do hloubky 5,4

až 6,3 m. Trasa štětové stěny je v koruně hráze situována co nejbližší k jejímu návodnímu líci a místy má i zvlněný tvar, který respektuje zásadu nepoškodit ani koruny stromů na hrázi, ani kořenový systém.

Pro dosypání koruny hráze byl použit štěrkopísek, hutněný po vrstvách mocnosti max. 30 cm. Bylo-li třeba rozšířit korunu hráze, rozšířila se vzdušná strana.

Pokud při tom mohlo dojít k poškození chráněné vegetace či stromů, byla hráz rozšiřována na straně návodní.

V místech, kde nebylo možné provést štětovou stěnu, byla jako alternativa provedena **těsnicí jílocementová stěna metodou tryskové injektáže M2**, při níž je tryskaný paprsek obalen vrstvou stlačeného vzduchu. Jednalo se o místa či úseky, kde hrozila kolize strojů a zarážených štětovic se stromy nebo kde patu štětové stěny nebylo možno zapustit až do nepropustného podloží. Dále byla trysková injektáž používána při napojování stávajících objektů ke štětové stěně a při utěsnění objektů procházejících hrází.

Štětovnice se vibroberanily, neboť beranění je hlučné. Před vibroberaněním byl v ose stěny proveden předvýkop šířky cca 0,5 m a hloubky 1,0 až 1,5 m, kde se větší obnažené kořeny ručně odřízly a ošetřily. Pokud mohl zásah do kořenů ohrozit stabilitu stroju, pak byla těsnicí stěna přerušena a v minimálním možném rozsahu vynechána. Pokud nebylo možno štětovnice strážit v potřebné délce s ohledem na koruny stromů, byly zaráženy z několika kratších kusů a spojovaly se pracným navařováním, nebo se zarazila jen kratší část a partie pod patou

štětovic se dotěsnila tryskovou injektáží, nebo se celý úsek vynechal.

Trysková injektáž se na výše uvedených místech prováděla pomocí vrtné soupravy MSV. Minimální průměr vytryskaných sloupů tryskové injektáže byl cca 140 cm. Při osové vzdálenosti vrtů 115 cm, i při vyčerpání povolených tolerancí pro provádění (nasazení vrtu na teoretickou polohu ± 5 cm a odchylka od svislosti v libovolném směru 1 % z hloubky vrtu), se sloupy vzájemně překrývají a tvoří spojitou, prakticky nepropustnou stěnu. Předpokládaná pevnost jílocementových sloupů po 28 dnech je 1,5 MPa, min však 1,0 MPa.

V koruně stěny je navržen jílocementový práh šířky cca 1,4 m a výšky 1 m. Horní líc prahu je na kótě Q100 + 25 cm. Práh bylo možno budovat již před prováděním tryskové injektáže a sloupy dotryskat k jeho spodnímu líci, nebo i po provedení injektáže. V druhém případě bylo nutno koruny sloupů před prováděním trámu opatrně obnažit a očistit. V definitivním stavu bude práh přesypán štěrkopískovou jezdnuou vrstvou.

(Z přiložených pracovních fotografií lze vnímat přírodní poutavá místa Třeboňského kraje. Pokud vás krajina zaujme, k nejrychlejší virtuální návštěvě jsou k dispozici internetové adresy. <http://www.trebon.cz>, <http://www.estav.cz>, <http://chkot.envi.cz>)

Ing. Ján Bradovka, Zakládání Group, a.s.

Foto: Ing. Libor Petrů, Ladislava Belšan

Grafické přílohy: Ing. Ján Bradovka

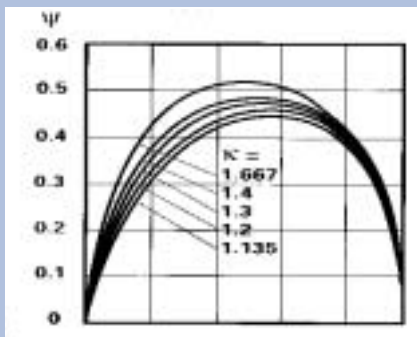


Pohled na opravenou hráz s jezdnuou vrstvou

Reconstruction and final sealing of a water channel Nová řeka in the natural preserve Třeboň

The article describes a reconstruction of anti-flood dam of the Nová řeka water channel in the total length of approx. 3900 m. The earth dam was redeveloped by driving a sheet pile wall into impermeable neogenenous subsoil. In places where it was not possible to drive in the sheet pile wall, a wall of jetgrouted piles was carried out, which also solved the connection with the existing work in the dam. All works were carried out under stringent supervision of natural reserve authorities and with a maximum respect to the trees planted on the dam.



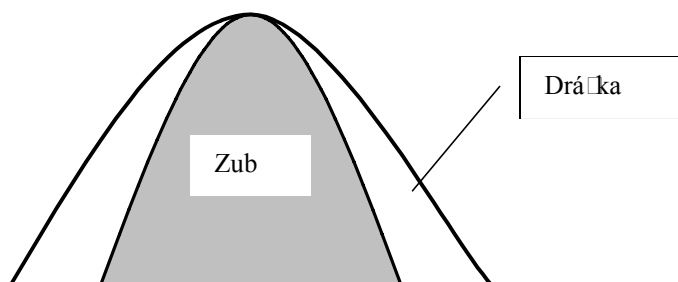


Účinnost šroubového elementu

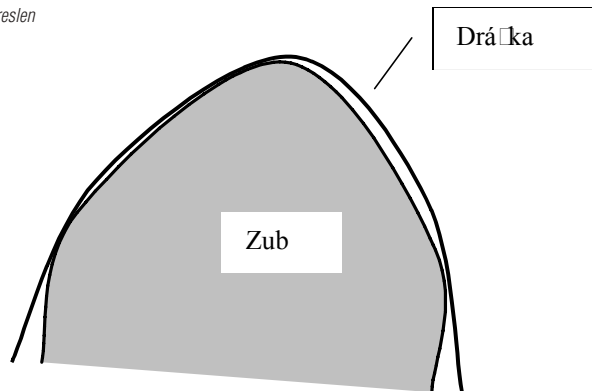
Z výše popisovaného principu stlačování vzduchu ve šroubovém elementu vyplývá, že širokého spektra výkonností kompresorů lze dosáhnout různými dimenzemi šroubového elementu a změnou otáček:

- se zvyšujícími se otáčkami stoupá výkonnost (nikoliv lineárně),
- přetlak stlačeného vzduchu závisí na kruhacím momentu na rotorech elementu –

2. Účinnost šroubového elementu v závislosti na otáčkách, $p = 0$



3. Rotory 01, tvar zkreslen



4. Rotory 02, tvar zkreslen

Vhodné provozní náplně – kompresorové oleje

Pro kompresory s provozním přetlakem do 1,0 MPa postačují minerální oleje, pro stroje s vyšším provozním přetlakem se doporučují oleje na syntetické bázi.

V provozních podmínkách běžných v České republice se jedná o oleje viskozitního stupně ISO VG46 s oxidačními inhibitory a přísadami proti pění oleje. Oleje jsou označovány: ParOil M Atlas Copco – minerální olej, ParOil S Atlas Copco – syntetický olej.

Zásadní chybou je používání olejů vyhovujících pouze viskozitou, ale nikoliv složením. Vznikají pak usazeniny v olejovém hospodářství stroje, které zůstávají i na rotorech stroje a snadno poškodí pracovní plochy zpětných ventilů (resp. ventily netěsní). Problémy také vznikají díky výrazné tepelné zátěži oleje, stroj s nekvalitním olejem se snadno přehřívá, životnost olejové náplně pak zpravidla dosahuje 20–50 % životnosti náplně kvalitní.

na schopnosti stroje překonat odpor, který vytváří regulační ventil na výstupu ze stroje. Uvedené parametry nelze měnit u jednoho šroubového elementu bez omezení.

Parametry jsou omezeny rozměry a únosností použitých ložisek rotorů, určitou minimální plochou rotorů a skříň pro odvod tepla, ale zejména proměnnou účinností elementu vzhledem k jeho otáčkám a rozdílu tlaku před a za ním – a to to velmi výrazně. Ta má poměrně úzký, technicky daný rozsah. Tvar křivky účinnosti v závislosti na otáčkách znázorňuje zjednodušeně obr. 2. Křivku lze modelovat změnou rozměrů šroubového elementu, délkou apod., ale pouze s ohledem na zmíněné limity technologických možností a také na cenu.

Účinnost stlačování vzduchu ve šroubovém elementu zásadně ovlivňuje zejména tvar profilu zubů/drážek rotorů. Tento tvar je předmětem neustálého výzkumu a zkoušek,

je výrobcem zpravidla patentován a dále dokonalován. Např. nový typ šroubového elementu Atlas Copco, používaný v kompresorech XAS 96Dd dosahuje výkonnosti 88 l/sec nasávaného vzduchu při výstupním přetlaku 0,7 MPa pouze s příkonem 34 kW! Jedná se o stejnou výkonnost, jako měly kompresory Škoda DK331...

Atlas Copco vyrábí vlastní šroubové elementy od r. 1953, stejnou dobu se firma věnuje výzkumu v tomto oboru. Právě patentovaný tvar a přesnost výroby rotorů kompresoru zajišťují výbornou účinnost šroubového elementu v co nejširším spektru otáček, resp. při relativně nízkých provozních otáčkách. Vhodnou kombinací takových šroubových elementů a pohonných jednotek s optimální účinností v potřebném rozsahu otáček vznikají provozně úsporné stroje s dlouhou životností.

Otáčky šroubového elementu

Šroubový element je klíčovou součástí stroje, na jeho kvalitě a účinnosti závisí – již následně nezměnitelně – skutečné energetické náklady na provoz kompresoru, které ponese uživatel. Životnost šroubových elementů je obecně velmi vysoká, tzn. za eventuální nižší účinnost bude tento uživatel platit vyššími energetickými nároky třeba 10–15 let i více. Důvodem odstavení nebo záměny kvalitních šroubových kompresorů za nové je v minimální míře šroubový element, stroj zpravidla technicky „přežije“ svou morální či ekonomicky zdůvodnitelnou životnost (kvůli změně technologických nároků, v posledních několika letech např. využití vysokého tlaku vzduchu pro pohon vrtacích kladiv apod.) nebo je důvodem vyřazení stroje stav a náročnost opravy motoru. Rozsah otáček šroubových elementů, který různí výrobci využívají, se pohybuje od cca 2000 až do cca 13000 rpm!!

Obecně lze říci, že jednodušší a výrobně levnější zuby rotorů (dále rotory 01) šroubového elementu mají v řezu tvar paraboly x-tého řádu, křivka má jediný vrchol, který je místem jediného „těsnění“ zubu jednoho rotoru v drážce druhého rotoru (schematicky na obr. 3). Vzájemné těsnění rotorů je tedy relativně nízké, element má vyšší ztráty (představme si je jako prosak čerpadla). Potřebná výkonnost se dosahuje buď většími rozměry, nebo vyššími otáčkami elementu, pracovní otáčky se snadno dostávají mimo rozsah optimální účinnosti. Výhodou tohoto postupu je obecně nižší cena.

Náklady na provoz kompresoru po 5-ti letech



5. Náklady spojené s nákupem a provozem kompresoru

Propracovanější tvary zubů rotorů nejsou definovány jedním matematickým vzorcem, tvar může být i nespojitá křivka (dále rotory 02). U šroubových elementů Atlas Copco je tvar zubu rotoru výsledkem soustavného systematického vývoje, profil zubu v řezu má 3 vrcholy (obr. 4), takže oproti řešení „rotory 01“ výrazně lépe těsní. Pro dosažení dané výkonnosti může být buď kompaktnější, nebo provozován v nižších otáčkách. Díky tomuto řešení je „rotory 02“ energeticky úspornější (jedná se o procenta, ale třeba

i 10 % a více !!), výše zmíněný prosak je menší. Díky postačujícím nižším otáčkám je životnost takových šroubových elementů vyšší, u stavebních kompresorů většinou výrazně nad celkovou dobou využití stroje od pořízení do odstavení.

Celkové náklady na provoz kompresorů

Celkové náklady na pořízení a provoz šroubových kompresorů jsou z převážné většiny tvořeny energetickými náklady (elektřina, nafta – dle pohonu), následně pořizovací cenou a teprve potom – s časovým odstupem – náklady na servis a ND.

Obr. 5 reprezentuje stroj v průmyslovém provozu v podmínkách EU. Nicméně i v tuzemských podmínkách, kdy ceny energií jsou (vzhledem k příjmové a ziskové stránce) také relativně vysoké, je aplikace skutečně kvalitního stroje mnohem podstatnější úsporou než rozdíl v pořizovacích cenách kompresorů, kde se ostatně difference v posledních letech velmi výrazně zmenšily.

Ing. Miloš Veselý, Acstroje, s. r. o.

Atlas Copco screw compressors

The trademark of Atlas Copco is a world-known name in the field of production of compressors and equipment for treatment of compressed air, drilling machines and drilling equipment, etc. On the following lines we would like to describe the way and principle of compressing air with a screw element of compressor with oil spray, especially with respect to the practical point of view. This principle of compressed air production is used practically by all modern construction and common industrial screw compressors.



Nová typová řada šroubových kompresorů Atlas Copco Kompaktní elektrogenerátory Svařovací agregáty



Acstroje, s. r. o.
Želivského 4395
466 05 Jablonec nad Nisou
tel.: 483 705 352
fax: 483 704 042
mobil: 603 237 192
e-mail: servis@acstroje.cz



www.acstroje.cz



kancelář Praha
areál Skanska CZ, a. s.
Jeremiášova 870
150 00 Praha 5
tel./ fax: 251 614 104
mobil: 602 206 557
e-mail: mvesely@acstroje.cz

JIŽNÍ HLOUBENÝ ÚSEK TUNELU MRÁZOVKA

zajištění stavební jámy pro dilatace 11 a 12

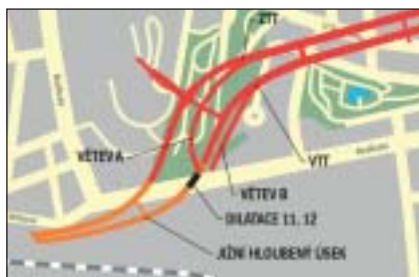
Článek se věnuje projekčnímu řešení a realizaci zajištění stavební jámy pro dilatace 11 a 12 jižního hloubeného úseku východní tunelové trouby (VTT) tunelu Mrázovka. Stavební jáma hloubky cca 11 m a půdorysných rozměrů 15x36 m byla pažena záporovými stěnami, kotvenými ve čtyřech úrovních. V hlavách zápor jsou stěny stavební jámy rozepřeny sedmi kusy ocelových trub. Těžba jámy probíhala vzhledem k tvrdosti břidlic poměrně obtížně, v konečné fázi prakticky pouze bouracími kladivy.

Tunely Mrázovka jsou součástí jihozápadní části městského okruhu. Tunely tvoří dvě třípruhové trouby – západní (ZTT) a východní (VTT), které se v ražených tunelových rozpletech dále větví na dvoupruhovou a jednopruhou troubu (větve A a B). U severního portálu navazují oba tunely na přemostění Plzeňské ulice, spojující tunel Mrázovka se Strahovským tunelem. Směrem k jihu podchází trasa tunelů vrch Mrázovka a dále pokračuje pod hustě zastavěným územím mezi ulicemi Ostrovského, U Nikolajky, U Santošky, Bieblova a Na Doubkové. Na jihovýchodním konci tunely podcházejí Paví vrch. Dvoupruhové tunely ZTT i VTT vyúsťují do hloubených tunelů pod ulicí Radlická, zatímco jednopruhé větve A a B ústí na povrchu do Radlické ulice.

Projekční řešení

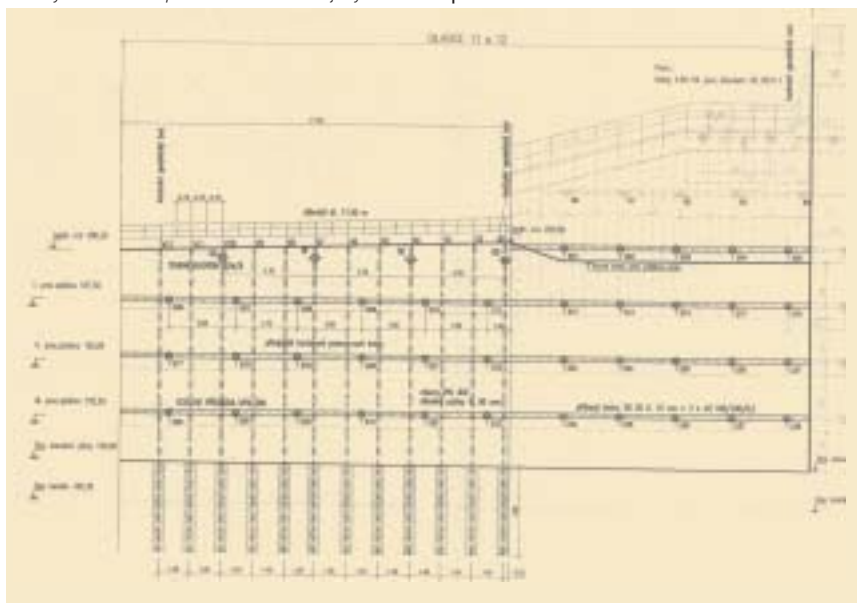
Proti dokumentaci ke stavebnímu povolení došlo při návrhu realizační dokumentace pro jižní hloubený úsek k zásadním změnám v postupu výstavby v důsledku průtahů se stavebním povolením na VTT.

Pro zajištění plynulosti stavby bylo nutné umožnit přístup k větvi A a dále do ZTT při výstavbě VTT. Jako nejvhodnější se jevil přístup přes hotovou konstrukci hloubené části VTT – dilataci č. 13. Proto byla v předstihu provedena nejprve jáma pro tuto dilataci. Jako poslední část stavební jámy pro hloubené úseky byla hloubena stavební jáma pro



dilatace č. 11 a 12. V závislosti na stavu prací bylo třeba zajistit pouze podélné stěny „A“ a „K“. Příčné mikropilotové a záporové stěny k dilatacím č. 9 a 13 byly v průběhu

Podélný řez kotvenou záporovou stěnou stavební jámy



prací naopak odstraňovány, protože sloužily k zajištění stavebních jam pro tyto dilatace. Jáma pro dilatační celky 11 a 12 je situována převážně v prostoru Radlické ulice. S ohledem na prostorové poměry staveniště bylo nutné provést stěny stavební jámy svislé.

Podle předpokládaného geologického složení v místě stavební jámy měla být stěna „K“ a větší část stěny „A“ zahloubena do zvětralých či navětralých břidlic a fluvialních sedimentů údolní vltavské terasy. Proto bylo zajištění stěn navrženo kotvenými záporovými stěnami, pouze část stěny „A“ zasahující do zdravých břidlic byla navržena jako kotvená skalní stěna s ochranným nástřikem. V hlavách zápor jsou stěny „A“ a „K“ rozepřeny sedmi kusy ocelových trub.

Záporovou stěnu tvoří zápor z I profilů IPN 300, osazené do svislých vrtů o průměru 500 mm. Zápor jsou v osové vzdálenosti 1,5 m na vnějším oblouku (stěna „K“) a v osové vzdálenosti 1,4 m na vnitřním oblouku (stěna „A“). Hloubka vrtů byla v RD navržena 14,0 m. Zápor jsou v délce 4,0 m ode dna vrtu zabetonovány betonovou směsí B15. Pažení je z dřevěných pažin z trámů tl. 80 mm, kvalita dřeva SII.

Stěny jsou kotveny přes převázky z dvojic U profilů č. 260. K ukotvení jsou použity horninové, tří- a pěti pramencové kotvy ve sklonu 5° a 25° od vodorovné.

Po osazení druhé řady kotev byly každé třetí zápor rozepřeny v úrovni 200,00 rozpěrami z ocelových trub profilu 324/8 mm.

Teprve poté se stavební jáma vyhloubila na konečnou úroveň.

Během hloubení jámy se průběžně bouraly příčné stěny, které zajišťovaly stavební jámy pro dilataci č. 9 a č. 13.



Pohled na stěnu A v místě kotvené mikropilotové stěny



Pohled na stavební jámu od portálu



Pohled na částečně demontovanou mikropilotovou příčku

Při vrtání zápor i vlastním hloubení jámy byly zastiženy jak původní betonové či zděné konstrukce – tělesa kanalizačních stok původní opěrné stěny ulice Radlické do Smíchovského nádraží –, tak materiály vyšší třídy těžitelnosti, než předpokládala RD. Na základě těchto zjištění byly po dohodě projektanta s dodavatelem provedeny potřebné změny. Stabilita jámy byla sledována geodetickým měřením šesti kontrolních bodů, osazených na hlavách zápor a na temeni ochranné zídky. Nulté měření bylo provedeno po osazení zápor a zabetonování jejich kořenů. Další měření byla prováděna při hloubení jámy 2x týdně. Získané výsledky potvrdily stabilitu stěn jámy a během hloubení nebylo třeba dalších opatření ke zvýšení stability.

Ing. František Červenka,

Satra, spol. s r. o.

Realizace

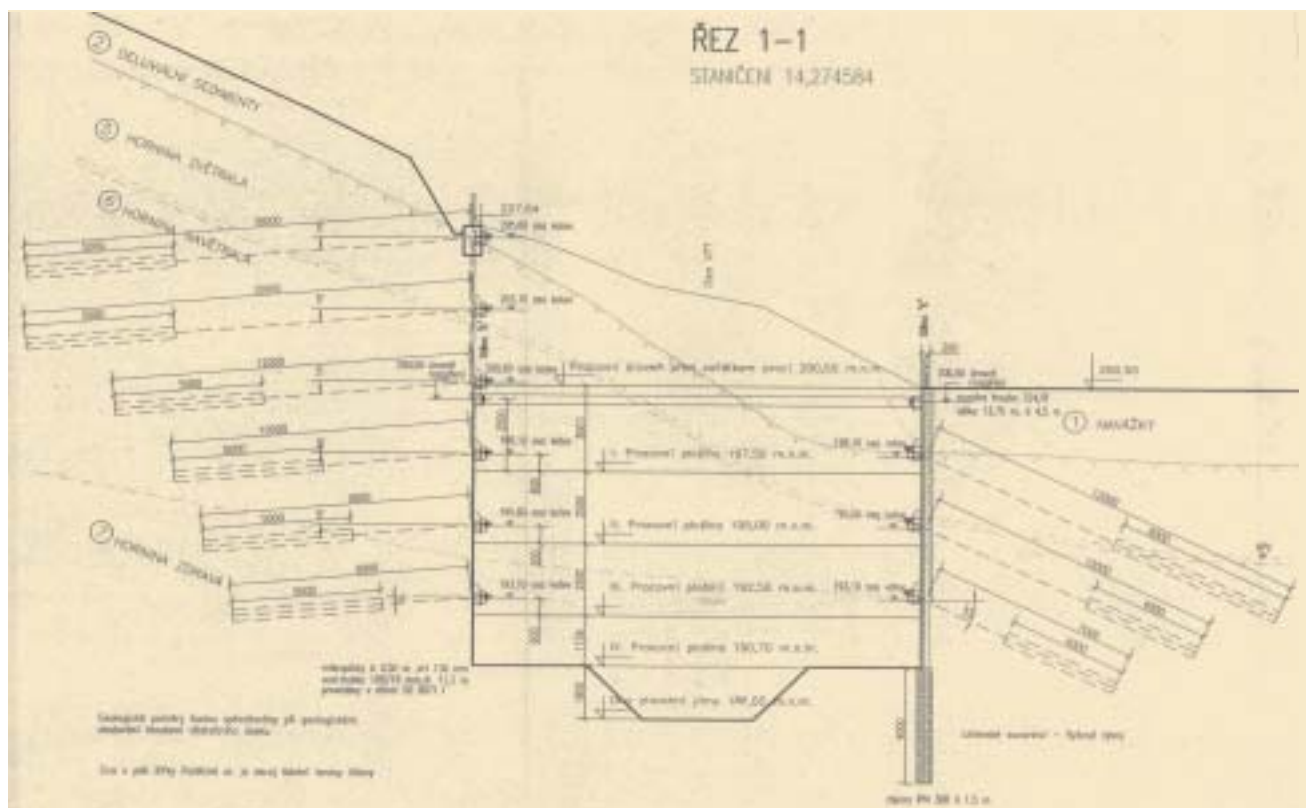
Práce na zajištění jámy byly zahájeny v půli října 2002 vyvrtáním pěti kusů kotev první kotevní úrovně na té části stěny A, která

Bourání a těžba břidlic ve stavební jámě



byla zajištěna kotvami a stříkaným betonem. Těmito kotvami jsou přes převážku kotvené mikropiloty, zajišťující skalní odřez, který byl proveden již v předcházející etapě, kdy se zajišťoval portál tunelu a skála odtěžena na úroveň ulice Radlické. Z této úrovně následovalo vrtání zápor vrtanou soupravou Delmag RH 1413. Pro zápor byly použity ocelové profily I 300. Projekt předpokládal vrtání pro zápor v hornině třídy vrtatelnosti II a III, při vrtání však došlo k zastižení břidlic, jejichž vrtatelnost se dala charakterizovat třídou IV až V. Tato zastižená geologie předznamenala i obtížnější těžitelnost vlastní jámy. Dalším krokem bylo odstranění živinového krytu vozovky a chodníku a jejich podkladních vrstev a těžba na druhou kotevní úroveň. Současně s těžbou probíhalo pažení stavební jámy dřevěnými pažinami. V místě napojení na sousední jámy, tj. stavební jámy pro dilatace 9 a 13, byly

Příčný řez stavební jámou paženou záporovým pažením





Stavební jáma rozepřená sedmi kusy ocelových trub

po odstranění příčných stěn použity pro pažení ocelové pažiny Union. Už při těžbě na druhou kotevní úroveň byla zastižena břidlice, která byla geologickým dozorem klasifikována třídou těžitelnosti 6, zatímco projektem byl předpokládán výskyt horniny třídy 4 až 5. Tuto horninu nebylo možno běžnými prostředky hloubit. Na rozdíl od jedné z předchozích etap však nebylo pro rozpojení horniny použito střelných prací, ale břidlice byla rozpojována bouracími kladivy. Pro kotvení stavební jámy celkem ve čtyřech kotevních úrovních byly použity dočasné tří- a pěti-pramencové kotvy. Zápory byly kotveny přes ocelovou převážku, tvořenou dvěma profily U 260. Celková hloubka stavební jámy je cca 11 m při půdorysném rozměru byl 15x36 m. Při těžbě na jednotlivé kotevní úrovně rostl v jednotlivých etážích podíl horniny, kterou bylo nutno rozpojovat kladivem. V poslední těžební etapě, tj. těžbě na základovou spáru, činil tento podíl již téměř sto procent. Při koordinaci prací bylo nutno počítat s tím, že umístění stavební jámy neumožnilo vytvořit nájezdovou rampu. Při těžbě, nakládání a odvozu těžného materiálu musely být tedy použity stroje pro přemístění těžného materiálu v prostoru jámy a dále stroje pro vlastní naložení materiálu. Právě tak bylo nutné použít jeřáb pro spuštění a vytažení vrtné soupravy pro vrtání kotev. Stejným způsobem bylo do jámy přepravováno veškeré potřebné příslušenství pro výrobu a injektáž kotev a výrobu a osazení kotevních převážek.

Celá stavba probíhala přes vysoké nároky na koordinaci subdodavatelů i vlastních prací plynule a bez větších problémů.

Přes uvedené vícepráce bylo dílo předáno objednateli v lednu 2003 pouze s nepatrným zpožděním oproti původnímu termínu, které nemělo vliv na celkový harmonogram stavby.

Ing. Jan Horák, Zakládání staveb, a. s.

Foto na str. 19-21: autoři článku



**Southern excavated section
of the Mrázovka tunnel - securing
the foundation pit for
dilatations 11 and 12**

The article deals with the projection solution and realisation of securing the foundation pit for dilatations 11 and 12 of the southern excavated section of the eastern tunnel tube of the Mrázovka

tunnel. The foundation pit of the depth of approx. 11 m and ground plan of 15 x 36 m was cased with Stent Walls anchored at four levels.

At the brace heads the foundation pit walls are strutted with seven pieces of steel pipes. Due to the hardness of slates the pit excavation was rather aggravated and its final phase was done merely with demolition hammers.

Práce na stabilizaci tubusu metra mohly pokračovat po přerušení loňskými povodněmi až letos v lednu. Odstraněna byla vrstva naplaveného materiálu, tubus byl podinjektován směsí na bázi velmi jemně mleté strusky a následovalo osazení kotevních mikropilotů do průchodek v tubusu. Dále byl mezi tubusy v místě plavební dráhy u holešovického břehu proveden hutněný štěrkový zásyp metodou hloubkového hutnění vibroflotační jehlou a uzavřen betonovou deskou v úrovni horní hrany tubusů. Zbývající část tubusů mimo plavební dráhu byla celá překryta vrstvou těžkého kamenného záhozu v tloušťce 0,6–1,3 m.



1. Sací bagr zavěšený na jeřábu RDK, fáze čištění průchodek pro podinjektování tubusu

bylo zahájeno podinjektování tubusu, které proběhlo v pěti etapách – od nejhlubší části u trojské břehové jímky až po nejvyšší část tubusu u Holešovic. Jednotlivé injektované části (sekce) byly vymezeny příčnými betonovými prahy pod tubusem. Injektování každé sekce bylo ukončeno dosažením úrovně hladiny injekční směsi v průchodkách stěn tubusu ve výšce 1,0 m nad spodní hranou tubusu. Rychlost injektáže byla regulována v rozmezí 50–200 l/min.

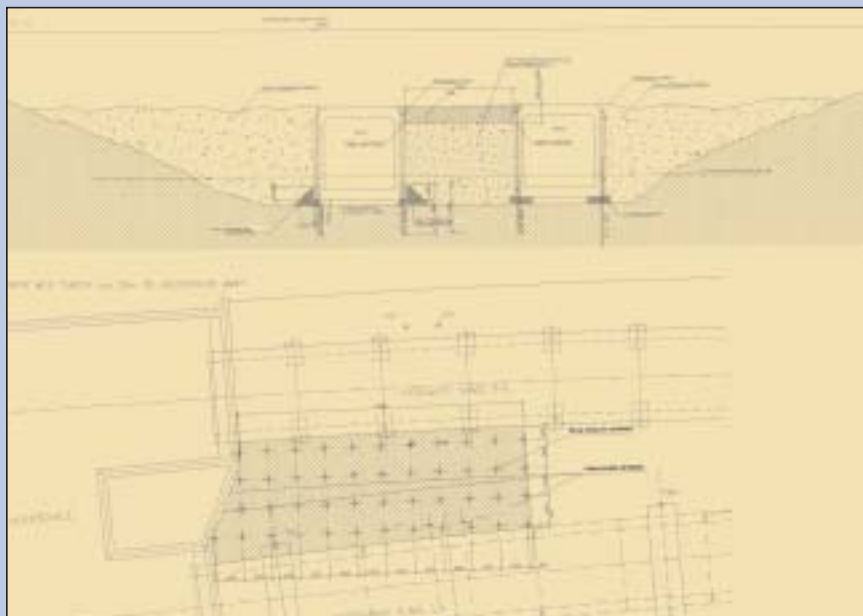
DOKONČOVACÍ PRÁCE NA STABILIZACI TUBUSŮ METRA v úseku IV. C1

Stabilizace levého tubusu metra po povodni

Povodně v srpnu 2002 přerušily práce na stabilizaci druhého tubusu uloženého mezi Holešovicemi a Trojou ve fázi, kdy byl tubus přitážen ke dnu výkopu kotevními branami a obsypán štěrkopískem. Takto stabilizovaný tubus překonal zvýšené průtoky vody při povodních bez poškození. Do letošního ledna nedovolovaly podmínky na řece pokračovat v dalších pracích. Při

první prohlídce potápěči bylo zjištěno, že se na tubusu nachází vrstva naplaveného materiálu o mocnosti od jednoho do dvou metrů, která překryla průchodky pro podinjektování tubusu uložené v jeho stěnách. Pro odstranění nánosů byl použit sací bagr Plivník 1 sestavený na stavbě (obr. 1) Tento způsob odstranění nánosů zajistil, že průchodky nebyly poškozeny a bylo možno do nich osadit injekční kolony o průměru 50 mm až na dno výkopu. S jejich pomocí

2. Příčný řez a půdorys tubusů metra s vyznačenou oblastí hloubkově hutněného zásypu pod vodní hladinou uzavřeného betonovou deskou



3. Vibroflotační jehla ve fázi hutnění zásypu pod vodní hladinou

Injekční směs (popsána dále) byla vyráběna v míchacím centru postaveném na břehu a čerpadly dopravována až do vzdálenosti cca 170 m. Potrubí bylo uloženo na soulo-dí, zakotveném napříč řeky. Po celou dobu provádění injektáže probíhalo geodetické sledování tubusu, aby byly včas podchy-ceny jeho případné nežádoucí pohyby. Po podinjektování tubusu v celé délce byly instalovány kotevní mikropiloty s výztužnou trubkou 108/16 a osazeny do průchodek v tubusu. Prováděny byly pomocí vrtné soupravy Cassagrande M5SD umístěné na lodi.

Vladimír Malý, Zakládání staveb, a. s.

Směs pro podlití tubusu

Směs pro podlití tubusu metra musela dle projektu a z technologických důvodů splňovat následující požadavky:

- výroba směsi na obvyklém míchacím zařízení (rozplavovač 7 m³),
- čerpatelnost čerpadlem GFHU 100 na vzdálenost 200–215 m, viskozita Marsh, max. 48 vteřin,
- stabilita - odstoje vody max. 1 % obj./2 h,
- pevnost v tlaku min. 2,0 MPa/28 dní.

V laboratoři společnosti Zakládání staveb, a. s., byly provedeny zkoušky řady směsí z různých hydraulických pojiv, stabilizačních a ztekucujících přísad, jejichž účelem bylo určit složení směsi, které vyhoví výše uvedeným požadavkům.

Jako optimální se ukázala směs na bázi velmi jemně mleté strusky se stabilizující přísadou. S ní pak byly provedeny poloprovazní zkoušky a po jejich úspěšném uskutečnění bylo rozhodnuto o použití této směsi pro celkovou stabilizaci tubusu metra. Úspěšný průběh stabilizace potvrdil správnost výběru směsi a jejího složení.

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

Hloubkové zhutnění šterkového zásypu mezi tubusy metra

Součástí stabilizace levého tubusu tunelového podchodu Vltavy právě realizované dostavby trasy IV.C pražského metra bylo provedení zhutněního zásypu mezi zataženými tubusy metra v místě plavební dráhy, tedy u Holešovického břehu (obr. 2).

Zásyp mezi tubusy měl výšku cca 6 až 7 m, byl z hrubého šterku a pod vodní hladinu byl ukládán hydraulickým drapákem. Pro jeho zhutnění byla použita technologie hloubkového

4. Detailní pohled na špicí vibroflotační jehly při spuštěném vodním výplachu



5. Strojní sestava použitá při hloubkovém hutnění zásypu pod vodní hladinou mezi tubusy metra

hutnění vibroflotační jehlou PTC 160 HL1 se dvěma nástavci (obr. 3) (celková délka sestavy 12,88 m) a hydraulický agregát FK GG 23. Penetrace vibroflotační jehly do zásypu byla podpořena vodním výplachem (obr. 4). Zásyp mezi tunely byl cca o 1 m přesypán přes horní okraj tubusů; při technologii hloubkového hutnění dojde v této vrstvě k rozvolnění a po dokončení hutnicích prací bude odtěžena.

V zájmové ploše zásypu bylo projektem navrženo celkem 45 vpichů hloubkového hutnění v základním rastru 2x2 m. Hutnilo se po jednotlivých řadách směrem od břehu ke středu toku řeky (obr. 5). Jednotlivé vpichy hloubkového hutnění procházely nejdříve na hloubku cca 3,5 až 4 m přes vodní tok a následně byly penetrovány do zásypu na hloubku cca 6 až 7 m (dle skutečného průběhu dna těžené rýhy v místě mezi tubusy). Hutnění probíhalo z palub dvou pracovních tlačných člunů – na jednom byl umístěn nosič Liebherr HS 843, na druhém hydraulický agregát s výplachovým čerpadlem. Průběh hutnicích prací byl monitorován monitorovacím zařízením Lutz. Práce na zhutňování trvaly celkem čtyři dny a jejich průběh byl plynulý a bez provozních a technologických problémů. Projekt požadoval dosažení deformačního modulu zhutněního zásypu $E_{def} = 40\text{--}60$ MPa. Tato míra zhutnění byla po dokončení prací ověřena třemi sondami dynamické penetrace. Po dokončení hutnicích prací byl zásyp odtěžen do úrovně 1 m pod horní okraj tubusů

a dle projektové dokumentace uzavřen betonovou ochrannou deskou.

Technologie vibroflotačního hloubkového hutnění byla tak u společnosti Zakládání staveb, a. s. strojně dovybavena, úspěšně odzkoušena a zavedena do výrobního programu. Technologie dále rozšiřuje škálu prováděných prací speciálního zakládání a umožňuje realizovat nová technická řešení pro zlepšování základových poměrů na méně únosných zeminách.

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

Finishing works on the stabilisation of the underground tubes of IV.C1 section

The works on the stabilisation of the underground tube after last year's interruption by floods could only start this year in January. A layer of water-laid material was removed, the tube was under-injected with mixture on the basis of finely ground slag and then the setting of anchoring micropiles into the bushing in the tube followed. Further a compacted gravel filling was carried out between the tubes in the place of channel near the Holešovice embankment with the method of deep compaction with a vibro-floating needle. The filling was closed with a concrete slab to the upper tube level. The remaining part of the tubes off the channel was fully covered by a layer of heavy stone backfill of the thickness of 0,6 to 1,3 m.

MODERNIZACE ŽELEZNIČNÍ TRATI KOLÍN–PŘELOUČ, rekonstrukce mostu v Záboří nad Labem

Součástí modernizace železniční trati Kolín–Přelouč je i rekonstrukce mostu v Záboří nad Labem. Pro založení nových mostních pilířů a rozšíření stávajících opěr realizovala společnost Zakládání staveb, a. s., na této stavbě kotvené mikrozáporové pažení kombinované s kotvenou pažicí stěnou z tryskové injektáže, mikropiloty pro zlepšení základových poměrů, zpevňující, těsnící a pažící tryskovou injektáž a kotvení základů pramencovými kotvami.

Součástí rekonstrukce mostu je vedle vytvoření nové mostovky i realizace dvou zcela nových mostních pilířů a rozšíření stávajících mostních opěr. Pro vyššího dodavatele stavby – společnost SSŽ, a. s., – realizovala společnost Zakládání staveb, a. s., na této stavbě kotvené mikrozáporové pažící stěny v kombinaci s kotvenou pažící stěnou z tryskové injektáže pro zapažení výkopu rozšíření stávajících mostních opěr, následně pak mikropiloty a tryskovou injektáž pro zlepšení

základových poměrů těchto opěr. Pro založení nových pilířů byly dále zhotoveny dvě základové jímky, které byly realizovány pomocí tryskové injektáže. Součástí výstavby nových pilířů bylo i kotvení základů stávajících pilířů pramencovými kotvami. Zapažení výkopu pro rozšíření stávajících mostních opěr bylo původně navrženo pouze kotvenou mikrozáporovou stěnou. Při realizaci vrtů pro mikrozápory této stěny (obr. 1) byly vrty hloubeny nejprve přes původní historickou konstrukci jednokolejného mostu

1. Vrtání mikrozápor pro zajištění výkopu jedné z rozšiřovaných závěrných zdí mostní opěry



2. Pohled na kotvenou mikrozáporovou stěnu zajišťující výkop pro rozšíření stávajících mostních opěr.

a následně ve zvodněných písčích. Při vrtání rotačně-příklepovým způsobem se současným zatahováním ocelových výpažnic (systém TUBEX XL) docházelo velice často k temování vnější výpažnice v původní konstrukci historického mostu (obr. 3). To bylo časově náročné a vrtná kolona se nadměrně opotřebovávala. Vrtné práce byly realizovány ve výluce z kolejiště pod trakčním vedením, a tudíž nebylo možné nasadit větší vrtné mechanismy s vhodnějším systémem vrtání (např. duplexovým). Z těchto důvodů jsme navrhli a po odsouhlasení projektantem provedli zapažení protilehlého výkopu pro rozšíření stávající mostní opěry pažící kotvenou stěnou z překrývajících se sloupů tryskové injektáže s výztužnou ocelovou trubkou. Tato technologie zapažení výkopu pro závěrnou zeď opěry umožnila dostatečně rychlý a plynulý průběh prací s výsledkem, který plně vyhověl požadavkům projektu (obr. 4). (Práce probíhaly ve shodných geologických podmínkách, v jakých byla realizována mikrozáporová stěna.)

Stejný systém zapažení výkopu se použil i na zbývajících dvou zajišťovaných stěnách. Protilehlé stěny se vždy v horní úrovni navzájem zajistily ocelovými táhly, která byla vedena v mělkém výkopu pod kolejištěm; v dolní části byly stěny kotveny pramencovými kotvami. Mimo stávající základy pak byly pro zvýšení únosnosti podzákladí rozšiřovaných opěr realizovány jednotlivé sloupy tryskové injektáže a pod stávajícími základy systém mikropilot.

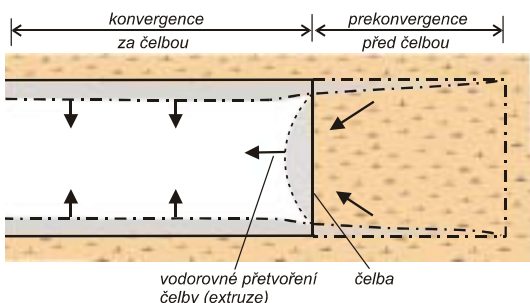
METODIKA MĚŘENÍ ODEZVY HORNINOVÉHO MASIVU na ražbu tunelu

UVEDENÍ DO PROBLEMATIKY

Při ražení tunelu se přerozděluje původní napjatost horninového masivu v okolí výrubu. Přerozdělování napjatosti je doprovázeno přetvářením horniny i ostění a největší je u líce výrubu. Tam je totiž stav blízký se podmínkám jednoosé napjatosti. Pokud nedojde k porušení horniny, pak inženýrsky významné přetvoření může zasahovat až do vzdálenosti přibližně jednoho průměru výrubu od jeho líce. Měřitelná přetvoření zasahují někdy ještě dále, většinou se uvádí počet dvou až tří průměrů výrubu.

Z obr. 1 jsou zřejmá přetvoření, ke kterým okolo výrubu dochází. Znalost jejich průběhu je důležitá při optimalizaci projektu a technologie ražby tunelu a při provádění jeho ostění. Radiální přetvoření výrubu je konvergence. Původní termín konvergence byl určen výhradně radiálnímu přiblížení nebo vzdálení se dvou vzájemně protilehlých bodů na ostění, aniž by se ovšem znala jejich absolutní polohová změna. Při použití optických stanic k měření konvergencí lze vyhodnocovat svislé, vodorovné i podélné posuvy každého z měřených bodů na ostění výrubu nebo vektor jejich posuvů. Je třeba zdůraznit, že ke konvergencím dochází v určité míře už i před čelbou. V tomto případě se používá pojem prekonvergence. V tunelech o větším průměru a v tunelech ražených v poloskalních či dokonce v měkkých horninách dochází také k vyboulování čelby do výrubu. Tento vodo-

1. Přetvoření horninového masivu v důsledku ražby tunelové roury



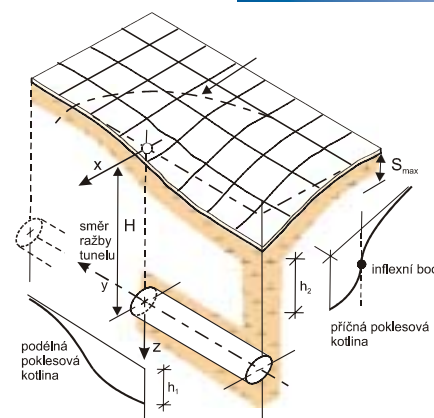
V článku se krátce popisují cíle a základní metody měření odezvy horninového masivu a ostění tunelu na ražbu podzemních děl spojenou s využitím observačních metod (zejména NRTM). Zvláštní pozornost je věnována rozboru vývoje přetváření během razících prací.

rovný posuv bývá největší uprostřed čelby. Někdy je pro něj používán pojem extruze. Při ražbě tunelu může dojít i k jiným jevům, například k vypadnutí větších bloků horniny, vykomínování a podobně. Tyto jevy jsou většinou vázány na geologické odchylky a jako takové je nelze předvídat s takovou spolehlivostí jako výše uvedené přetvárné projevy. U tunelů, které nejsou raženy ve velkých hloubkách, dochází v důsledku přerozdělování a soustřeďování napjatosti okolo výrubu i k poklesům povrchu území nad výrubem. Sedáním dotčená oblast se označuje jako poklesová kotlina. Naznačena je na obr. 2.

CÍLE MĚŘENÍ PŘI RAŽBĚ TUNELU

Podle zvolené technologie ražby, složitosti geologických poměrů, hloubky tunelu pod povrchem terénu, případně blízkosti jiných nadzemních či podzemních objektů, lze vymezit několik různých cílů měření:

- Měření, jehož cílem je optimalizace navrhování ostění během ražby tunelu (NRTM).



2. Vývoj poklesové kotliny nad raženým tunelem

- Měření, jehož cílem je optimalizace ražby s ohledem na mezní přetvárná kritéria poklesových kotlin na povrchu terénu.
- Měření, jehož cílem je kontrola stability ostění tunelu a jeho čelby.
- Měření, jehož cílem je kontrola stability a přetváření samostatných částí tunelu, například pilíře mezi dvěma tunelovými troubami, kontrola stability a přetváření horniny v blízkosti rozpletů, kontrola stability tunelových portálů atp.
- Měření, jehož cílem je kontrola správnosti hypotézy přetváření a geomechanického modelu použitých pro projekt tunelu a statické výpočty jeho ostění a správnosti celého projektu.
- Řízení jakosti projektu a výstavby tunelu podle ISO 9002.
- Řízení geotechnických rizik.

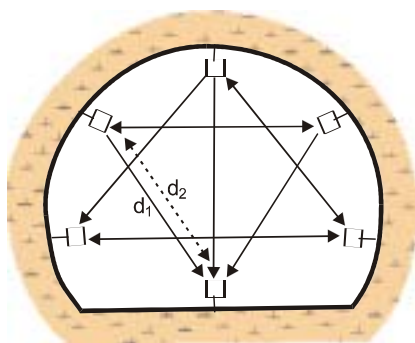
Další měření se provádějí v rámci bezpečnosti práce, jedná se např. o měření lokální stability, prašnosti, teploty, přítomnosti plynů atp., nebo se jedná o technologická měření, což jsou směrová měření, měření tvaru vnitřního ostění a nadvýlomů a kontrola únosnosti kotev atp.

Měřené veličiny

V průběhu výstavby tunelů se především měří přetváření horninového masivu, posuvy měřících bodů na povrchu ostění tunelu a na povrchu terénu, případně přetvoření dotčených povrchových objektů nad raženým dílem.

Dále se měří změny polohy hladin podzemní vody v širším okolí tunelové trouby a množství vody vytékající z výrubu. Obvykle se měří ve vybraných řezech i tlaky horninového masivu působící na ostění a rozdělení napjatosti přímo v ostění tunelu.

V případě vodotěsně zaizolovaných tunelů, bez jistoty přirozeného odvodnění horninového



$$\wedge = d_1 - d_2$$

$$\wedge = \text{konvergence}$$

3. Měření konvergenčním pásmem

masivu, je v jejich okolí třeba vybudovat systém měření hydrostatických tlaků na ostění.

MĚŘENÍ PŘETVOŘENÍ VÝRUBU NEBO OSTĚNÍ TUNELOVÉ TROUBY

Měření konvergenčním pásmem

Konvergenčními pásmy se měří změna vzdálenosti dvou protilehlých bodů osazených na povrchu výrubu (obr. 3, 4). Díky speciální konstrukci pásma a jeho uchycování na měřené body se dosahuje velmi vysoké přesnosti měření. Podle různých typů pásma se odečet provádí s přesností od 0,001 až 0,05 mm. Přesnost měření jako celku je asi o řád nižší. Počítat lze s přesností 0,005 až 0,5 mm. Měření se hodí do menších výrubů, kde

4. Měření konvergenčním pásmem



je třeba vysoké přesnosti měření přetvoření vlastního horninového masivu, například do průzkumných štol a rozrážek. Výsledky se používají pro výstižné, přesné určování přetvárných vlastností horninového masivu nebo pro výpočty původní napjatosti (z měření ve třech vzájemně kolmých rozrážkách). Pro tento účel je ovšem nutné, aby měřické body byly spolehlivě zakotveny do horninového masivu, jehož přetvoření se měří, nikoliv do ostění štol.

Měření optickými automatickými stanicemi

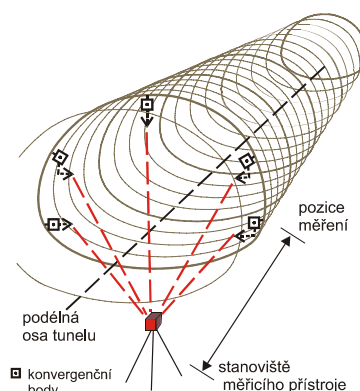
Optickými stanicemi se měří polohové změny odrazových terčů osazených pevně do konstrukce tunelového ostění (obr. 5a). Střední měřickou chybu jednorázového odečtu nejmodernějších stanic (například Leica) uvádějí výrobci obvykle mezi 0,5 a 1 mm. Přesnost opakovaných měření jako celku, se kterou lze při hodnocení výsledku počítat, je o něco menší a pohybuje se okolo 2–3 mm.

Měření se hodí do větších výrubů především k opakované kontrole přetváření ostění během ražby a ke kontrole jeho dlouhodobé stability. Měřické řezy, z nichž každý může obsahovat několik bodů, se osazují v pravidelně se opakujících vzdálenostech, které bývají obvykle 5 až 25 metrů. Výhodou je, že optická stanice může být umístěna od měřeného řezu až 100 m. Optická stanice provádí zaměření a výpočet posuvů sledovaných bodů v každém řezu samočinně.

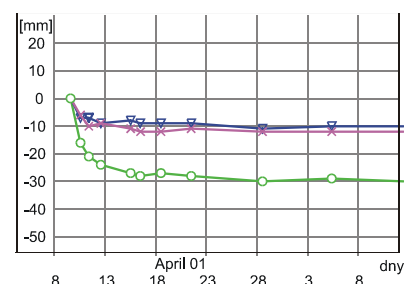
Na obr. 5b,c je uveden příklad vyhodnocení výsledků měření optickou konvergenzí na tunelu Mičechovosty.

Měření vícenásobnými tyčovými extenzometry ve vrtech v okolí výrubu

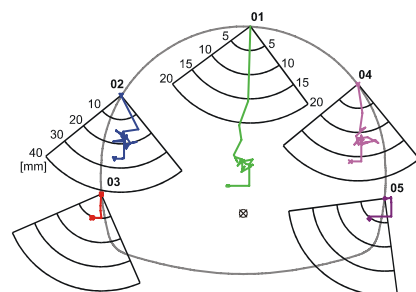
Tyčové extenzometry (obr. 6, 7) se osazují do vrtů prováděných buď z povrchu terénu, nebo z výrubu. Poskytují velmi spolehlivé poznatky o přetvořeních horniny ve směru osy extenzometru, a to jak v poměrných posuvech mezi jednotlivými kotvami, nebo pokud je geodeticky zaměřeno zhlaví vrtu, tak i v absolutních posuvech. Délky vrtů, do kterých se extenzometry osazují, jsou běžně několik desítek metrů. Do vrtu o průměru 75 mm lze osadit tři tyčové extenzometry. Do vrtů větších průměrů lze osadit až 7 tyčových extenzometrů. Přesnost odečtu extenzometrů používaných v SG Geotechnika je 0,05 mm.



5a. Měření konvergenzí optickou automatickou stanicí



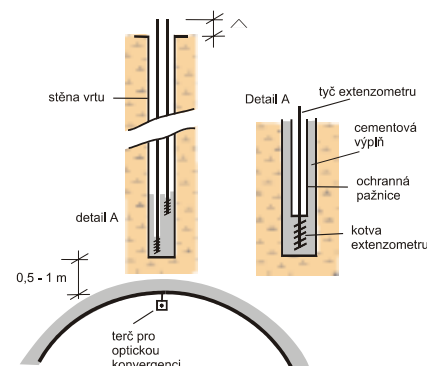
5b. Výsledek optického měření konvergenzí na tunelu Mičechovosty



5c. Měření přetvoření uvnitř horninového masivu v okolí výrubu ve vrtech

Měření vodorovného vybočení čelby vodorovnými extenzometry

Velikost konvergence před, ale i za čelbou závisí na tuhosti jádra, které je tvořeno horninou před čelbou. Čím je tuhost jádra menší,



6. Měření přetvoření horninového masivu extenzometrem ve vrtu



7. Pohled na zhlaví extenzometrického vrtu s úpravou pro dálkový i ruční odečet

tím je větší nejen vyboulování čelby, ale i konvergence. U tunelů větších průměrů ražených v poloskalních horninách se proto jádro běžně vyztužuje systémem vodorovných, zpravidla sklolaminátových kotev do hloubky 3–5 průměrů výrubu. Účinnost vyztužení se kontroluje vodorovnými extenzometry, osazenými přibližně do středu čelby. Výsledky měření navíc slouží k určování optimálního počtu čelbových kotev a k dokonalému odladění geomechanického a matematického modelu systému horninový masiv – ostění. Tato měření se běžně používají v Itálii a ve Francii. Extenzometry se zhotovují z optických trubic, které lze snadno při těžbě jádra odtěžit, aniž by (stejně jako u sklolaminátových vodorovných kotev) došlo k jejich poškození. Příklad výsledků měření vodorovného vyboulování čelby je na obr. 8.

Měření inklinometry

Prostřednictvím inklinometru se měří přetvoření ve směru kolmém na osu svislých nebo mírně ukloněných vrtů. Vrtu jsou vystrojené drážkovanou pažnicí. Do ní se při měření spouští sonda, zaznamenávající podél osy vrtu náklon. Ten se pak přepočítává na vodorovný posuv. Dno vrtu se musí umístit do oblasti, ve které již nedochází k pohybům, protože se využívá jako referenční základna pro výpočet přetvoření. Přesnost odečtu je 0,05 mm. Přesnost metody při hodnocení opakovaných měření je 1–2 mm. Příklad výsledků inklinometrického měření vodorovných posuvů uvádí obr. 9.

Měření polohových změn ve vrtech

Pro velmi přesné určování polohových změn podél vrtu existují sondy, které jsou založeny na spojení principu inklinometru a extenzometru. Přesnost měření je okolo 0,003 mm, je však vykoupena jejich několikanásobně vyšší cenou než u běžných inklinometrických a extenzometrických měření. Proto je jejich použití omezeno na stavy, kdy jsou očekávána velmi malá přetvoření, která však mohou mít závažné důsledky.

V SG-Geotechnice se proto zavedla měření polohových změn bodů ve vrtech sdružením inklinometrických měření vodorovných posuvů a svislých posuvů s pomocí magnetických prstenců osazených na inklinometrickou pažnici z vnější strany. Přesnost odečtů vodorovných přetvoření zůstává stejná jako u inklinometrické

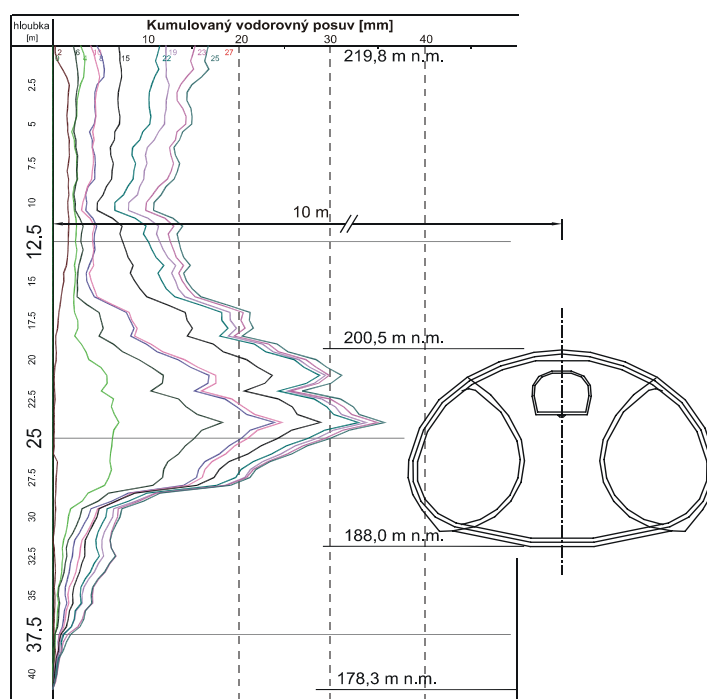
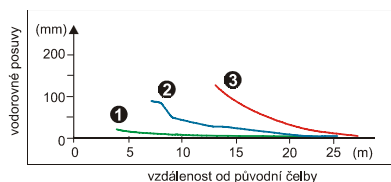
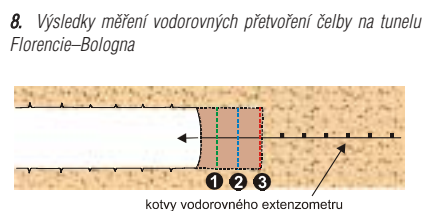
metody, tj. 0,05 mm, přesnost odečtu svislých posuvů je menší a pohybuje se kolem 1 mm.

MĚŘENÍ TLAKŮ HORNINOVÉHO MASI-VU NA OSTĚNÍ A MĚŘENÍ NAPJATOSTI V OSTĚNÍ TUNELU

Význam přímého měření tlaků na tunelové ostění, respektive napjatosti působící v bezprostřední blízkosti výrubu nebo na rozhraní výrubu a ostění, spočívá ve skutečnosti, že pro navrhování tunelových ostění je základním vstupním údajem průběh rozdělení tlaků. Přitom matematické modely spolupůsobení ostění s horninou s týmiž vstupními daty se zpravidla shodují se skutečností zaznamenanou měřením buď pouze pro přetvoření, anebo pouze pro průběh napjatosti v ostění, nikoliv však pro obojí najednou. Z toho vyplývá, že matematický model odladěný pouze na základě měření přetvoření ostění neposkytne spolehlivé poznatky o průběhu napjatosti v ostění a obráceně. Přitom je však třeba vzít v úvahu, že přímé měření tlaků a napjatosti je podstatně složitější problém a obecně poskytuje méně spolehlivé výsledky než přímé měření přetváření.

Měření tlakovými poduškami

Přímé měření tlaků, respektive napětí, se provádí prostřednictvím tlakových podušek (obr. 10). Ty se osazují buď na rozhraní ostění a horniny, nebo přímo do betonu ostění na různá místa podél obvodu výrubu.



9. Příklad výsledků inklinometrického měření vodorovných posuvů vedle ZTT Mrázovka ve staničení km 4,605



10. Osazování tlakové podušky v ZTT Mrázovka

Základním problémem je dosáhnout dokonalého spolupůsobení podušky s neporušeným okolním prostředím, které si musí i při osazování podušky zachovat své původní vlastnosti. Další podmínkou dobré činnosti podušky je, že její tuhost musí být přibližně stejná, jako je tuhost prostředí, ve kterém je osazena. V opačném případě dochází ke zkreslování měřených hodnot. K jejich zvýšení ve srovnání se skutečnými hodnotami dojde v případě, že poduška je méně poddajná než okolní prostředí. V případě, že je poddajná více, dojde k zaznamenávání menších hodnot tlaků, než jaké ve sledovaném prostředí skutečně panují.

Určování napjatosti prostřednictvím měření přetvoření strunovými deformetry

Pokud se připustí, že je dostatečně spolehlivě znám modul pružnosti betonu použitého pro ostění, tak lze napjatost v ostění určit na základě měření jeho přetvoření a přepočtem na napětí s pomocí Hookova zákona. K tomu se běžně používají strunové deformetry, umísťované do ostění během jeho betonáže tak, že jejich podélná osa je ve svislé rovině proložené měřeným průřezem. Přesnost odečtu je dostatečná. Spolehlivost metody však závisí na spolehlivosti, s jakou se určí moduly pružnosti zpravidla stříkaného betonu. Další nejistotou je umístění deformetru v průřezu ostění s ohledem na polohu neutrální osy, kterou nelze samozřejmě předem určit. Spočítaná napjatost tak zůstává

v každém případě orientační hodnotou. Nicméně změřená hodnota je sama o sobě velmi spolehlivá a představuje velmi důležitý údaj při rozboru způsobu přetváření ostění.

Přímé určování napjatosti působící v ostění nebo ve stěně výrubu plochými lisí v odlehčovacích vrubech

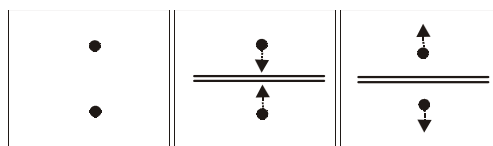
Jedná se o metodu klasické mechaniky hornin. Postup spočívá v osazení bodů v rovině kolmé na osu tunelu, jejichž vzdálenost se přesně změří. Poté se mezi nimi provede diamantovou kotoučovou pilou odlehčovací vrub ve směru kolmém na spojnici bodů. Po odlehčení vrubem se změří přiblížení obou bodů. Poté se do vrubu vloží plochý lis a provede se jeho roztlačení tak, aby vzdálenost obou bodů odpovídala jejich vzdálenosti před provedením vrubu. Potřebný tlak, který k tomu bylo nutno vyvi-

nout, odpovídá tlaku působícímu v ostění. Metoda je poměrně pracná, poskytuje však ve srovnání s ostatními postupy nejspolehlivější výsledky – viz obr. 11. Tento typ měření se hodí jen do vybraných řezů sloužících ke kontrole výstižnosti zvoleného matematického modelu, nikoliv však pro průběžná kontrolní měření v průběhu ražby.

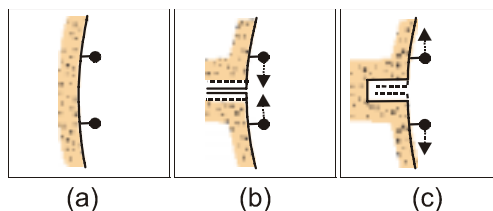
Volba měřicích míst

Volba měřicích míst závisí na řadě činitelů. Základními jsou cíl měření, geologické poměry, umístění dalších objektů v dosahu vlivu ražby tunelu, použitá technologie ražby a výstavby ostění tunelu. Měřené prvky se umísťují do řezů směřovaných kolmo na podélnou osu tunelu. Řezy určené k celkovému posouzení spolupůsobení horniny s tunelem, správnosti volby geomechanického a matematického modelu i správnosti projektového řešení se umísťují do typických quazihomogenních horninových celků, vykazujících stejné zatřídění podle některé z horninových klasifikací a stejnou technologickou třídu. Takové řezy se také umísťují v blízkosti význačných objektů, které jsou ražbou ohroženy. V těchto řezech je třeba použít souhrn vzájemně se doplňujících druhů měření a sledovat horninový masiv v širším okolí tunelu, kde došlo k ovlivnění ražbou. Počet takových řezů je u každého tunelu omezený a jsou zpravidla ve vzdálenosti několika desítek, případně stovek, metrů. Nazývají se kontrolními nebo vyhodnocovacími řezy. Řezy určené k průběžné kontrole stability ostění a k průběžným úpravám projektu ostění tunelu se umísťují podstatně blíže. Základním měřením je vždy optická konvergence. Měření mají operativní povahu, protože se v návaznosti na ně okamžitě přijímají

Pohled na ostění

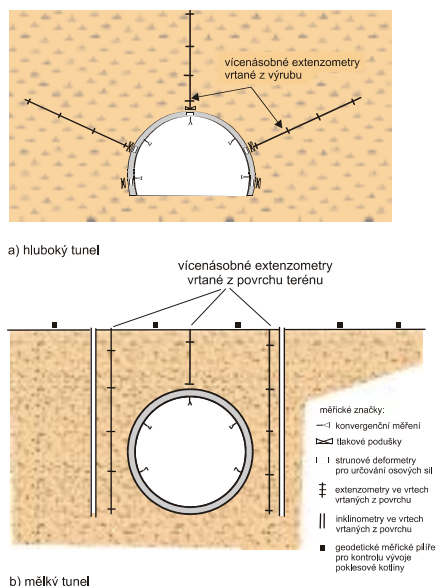


Bokořez



- osazení bodů a změření jejich vzdálenosti
- provedení vrubu a změření následného sevření
- zasazení plochého lisu do vrubu a jeho roztlačení do původní šířky

11. Měření tlaků v ostění tunelu prostřednictvím plochých lisů



12. Obvyklá uspořádání měřicích prvků v hlubokém a mělkém tunelu

předem připravená opatření, která mají za cíl udržet přetvárné chování systému hornina – ostění v mezích předepsaných projektem při co nejmenších stavebních nákladech. Příklad obvyklých uspořádání měřicích prvků ve vyhodnocovacích řezech je na obr. 12.

POZNÁMKY K HODNOCENÍ VÝSLEDKŮ MĚŘENÍ

1. Průběh přetváření systému ostění – hornina během ražby tunelu je rozložen do času. Časový průběh závisí především na krokování ražby, během kterého se mění v sledovaném řezu pole napětí s přibližováním a postupným se vzdalováním čeleb.
2. V horninovém prostředí bývají přetvoření ještě před čelbou mezi 10 až 15 % z celkové hodnoty přetvoření. Dotvarování, to znamená přetvoření po dotěžení a uzavření dna, je zpravidla více než 10 % z celkové hodnoty přetvoření. K ustálení přetváření po uzavření dna dochází obvykle během několika dnů. Po uplynutí dvou až tří týdnů už inženýrsky významné přetvoření nenaává. (To nemusí platit pro tunely ražené ve větších hloubkách a ve stlačitelných, například jílovitých, horninách).
3. Velmi závažná je skutečnost, že svislá přetvoření horninového masivu okolo tunelového ostění zjištěná konvergenčním měřením dosahují většinou jen méně než 40–50 % z celkově naměřené hodnoty svislého přetvoření zjištěného extenzometrickým měřením z povrchu vrtů hloubených v témže místě.
4. Znamená to, že konvergenční měření lze sice dobře použít pro kontrolu stability

ostění, jsou však naprosto nepoužitelná jako vstupy do zpětných výpočtů, jejichž cílem je korigovat geomechanický model a vstupní parametry výstižně reprezentující horninový masiv do matematického modelu určit. Dalším z toho vyplývajícím poučením je, že extenzometry navrhované do vrtů hloubených z tunelu dají stejné, ne-li více zkrácené výsledky. Lze jimi určit dosah oblasti, ve které kolem tunelu dochází k přetváření, nikoliv však skutečné hodnoty přetvoření.

Při stanovení varovných stavů přetvoření ostění tunelu, pro něž se jako kritérium používají svislá sednutí ostění, je třeba jednoznačně určit, pro jaký stav ražby, způsob, čas a místo měření je kritérium určeno.

5. Navrhování a provádění tunelových konstrukcí je přes veškeré používané teorie výpočtových modelů ostění dosud v podstatě založeno na empirických zkušenostech, získaných při budování podzemních staveb v minulosti. Promyšlené hodnocení výsledků měření odezvy horninového masivu na výstavbu každého nového podzemního díla umocní rozsah a kvalitu získávaných empirických poznatků a umožní je hodnotit v příčinných souvislostech. Důsledkem budou staticky opodstatněnější a rychlejší rozhodnutí s nižší a spolehlivěji určenou mírou podstupovaného geotechnického rizika na konkrétní stavbě.

6. Vyhodnocovací řezy je proto třeba osadit měřicími prvky tak, aby bylo možno sledovat chování nejen ostění, ale i horninového masivu v celém rozsahu ovlivněném ražbou, a měřit tak, aby bylo možno zjistit fyzikální příčiny sledovaných jevů. Navzdory potížím s přímým měřením napjatosti je třeba ve vyhodnocovacích řezech věnovat přiměřenou pozornost i měření tlaků na tunelové ostění a měření průběhu osových sil v ostění.

7. Výsledky měření v takových vyhodnocovacích řezech je žádoucí porovnávat s výsledky zpětných výpočtů stavu napětí a přetvoření ostění i okolního horninového masivu. Smyslem je ověření správnosti a výstižnosti výpočtového modelu použitého pro právě prováděné dílo a pro jeho odladění k použití v dalších krocích ražby.

ZÁVĚR

- Při kontrolním sledování (geomonitoringu) výstavby tunelů a jiných podzemních děl je dnes k dispozici měřicí technika umožňující výstižné zaznamenání odezvy horninového

masivu na ražbu.

- Využití výsledků měření se však obvykle omezuje pouze na stavy, kdy přetváření systému ostění – horninový masiv je za mezemi, které předepisuje projekt. V takovém případě se dařilo velmi účinně využívat výsledky měření k nalezení bezpečného a technicky opodstatněného řešení nepřijatelné situace a kontroly jeho účinnosti.
 - Přes časté zdůrazňování používání Nové rakouské tunelovací metody se ale ještě většinou nedaří využívat měření tak, aby se dalo hovořit o skutečném použití observační metody, při níž se výsledky měření průběžně používají pro úpravu technologie ražby i úpravu projektu prováděného díla. Týká se to zejména případů, kdy by bylo možné pokusit se o úspornější a rychlejší řešení, než předpokládá schválený prováděcí projekt. Projektanti mají obavy, že by v takovém okamžiku mohli být vystaveni kritice, že jejich projekt byl špatný, a dodavatelské firmy logicky nemají zájem snížit finanční objemy nasmlouvaných prací.
- V tomto smyslu má použití kontrolního sledování či geomonitoringu při výstavbě inženýrských děl obecně ještě značnou rezervu a potenciálně spolu s metodou řízení geotechnických rizik představuje možnost značných ekonomických úspor při výstavbě velkých inženýrských děl.

Ing. Alexandr Rozsypal, CSc.,

Stavební geologie – Geotechnika, a. s.

Literatura:

- [1] Lunardi, P.: The design and construction of tunnels using the approach based on the analysis of controlled deformation in rock and soils T&T International, may 2000, s. 3–30.
- [2] Rozsypal, A.: Kontrolní sledování a rizika v geotechnice. Vyd. Jaga, 2001.

Methodology of measuring the response of a rock massif to the tunnelling

The article describes in short the objectives and basic methods of measuring the response of rock massif and tunnel walling to the driving of underground constructions connected with the use of observation methods (especially NRTM). Special attention is paid to the analysis of deformation development in the course of driving works.

NAMÁHÁNÍ KRUHOVÝCH KALICHŮ PILOT

řešené metodami a modely statiky zakládání

Statika zakládání vyšetřuje nejen konstrukci základu, jehož rozměry a materiál v jistém rozmezí volí, ale i okolní podloží, jehož namáhání a deformace obvykle rozhodují.

Schémat používaná k řešení bývají dvourozměrná (2D), výjimkou nejsou ani trojrozměrné modely (3D). Trojrozměrnost úlohy se redukuje na 2D například v případě rotační symetrie nebo antisymetrie. Tak lze řešit celou třídu konstrukcí – pilotu, kruhovou desku, prstence pilot, kruhové šachty a jiné. V modelech statiky zakládání objem podloží převažuje. Jeho vlastnosti a tvar zprostředkuje geologický průzkum. Podloží popsané po vrstvách modulem deformace a Poissonovým číslem považujeme

v rozsahu pracovního zatížení za "jedno-směrně" pružné, deformace úměrné přetěžování. Model podloží a základu popíše napětí a deformace v celém svém objemu. Často rozhodují o návrhu základu deformace, nikoliv namáhání. Spočtené deformace ale většinou závisí na použitých modulech deformace více než spočtená napětí.

Statika zakládání není "jinou" statikou, používá stejná východiska a metody jako statika horní stavby. Ale její schémata jsou spíše jen zřídka 1D (nosníky, rámy), častěji desky, stěny, válce a plné 3D kvádry. Obtíže se zobrazením podloží nespočívají ani tolik v jeho náhradě idealizovaným materiálem, jako v nejistotě jeho tvaru, tj. sledu a mocnosti jednotlivých vrstev.

Kalich v hlavě piloty je spojovací konstrukce v „hraničním pásmu“ mezi horní stavbou a základem. Často je to dutý válec s průměrem větším než průměr piloty. Prostor mezi sloupem a stěnou kalichu vyplňuje zálivka, viz obr. 1.

Model soustavy "sloup + kalich + pilota", sestavený a řešený MKP, popíše deformace a napětí v závislosti na daných rozměrech a na zatížení, kterým jsou vnitřní (průřezové) síly nahrazující horní část sloupu. Jsou rozděleny po průřezu jako rovnoměrná napětí na horní podstavě modelu, kde napjatost není ovlivněna kalichem. Sloup uvažujeme kruhový. Řešíme rotační těleso složené ze 4 souo-

Článek ukazuje využití výpočetního modelu vyvinutého pro časté úlohy statiky zakládání (rotační symetrie a antisymetrie) k výpočtu deformací a napjatosti kruhového kalichu v hlavě piloty.

sých (dutých) válců. Složky zatížení rozdělíme do dvou skupin: osová síla N vyvodí rotačně-symetrický stav napjatosti a deformace, moment M a příčná síla T vyvodí rotační antisymetrii.

Účinky osových sil, rotačně-symetrické namáhání

Horní i dolní podstava modelu je zatížena konstantním napětím N/F . V pásmu kalichu se mění průřez i materiál. Nejtužší bývá beton sloupu, jeho modul pružnosti bude v modelu největší. Beton piloty i kalichu mívá nižší

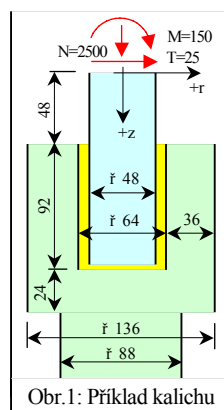
tuhost. V použitém výpočtu jsou moduly 30 GPa pro sloup a 20 GPa pro kalich a pilotu. Modul betonu zálivky volím 20x nižší – 1 GPa, což může simulovat nedokonalost zalití či spojení s betonem sloupu.

Napjatost a deformace takto definovaného modelu ukazuje obr. 3, zatímco obr. 2 ukazuje orientaci všech 6 složek napětí v prostoru. Za rotační symetrie jsou složky jen 4, odpadají smyková napětí $\tau_{r\phi}$, $\tau_{\phi z}$, protože po přetvoření zůstanou radiály kolmé k půdorysným kružnicím, zkosení $\gamma_{r\phi} = 0$.

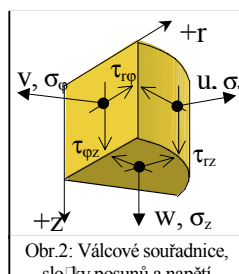
Radiální a půdorysné roviny zůstanou také vzájemně kolmé, takže zkosení $\gamma_{\phi z} = 0$. Poslední dva grafy na obr. 3 zobrazují hlavní napětí. První hlavní napětí σ_I (algebraicky větší, nejmenší tlaky) se blíží radiálním napětím, druhé σ_{II} svislým napětím σ_z .

Zajímavá zjištění o účincích svislého zatížení:

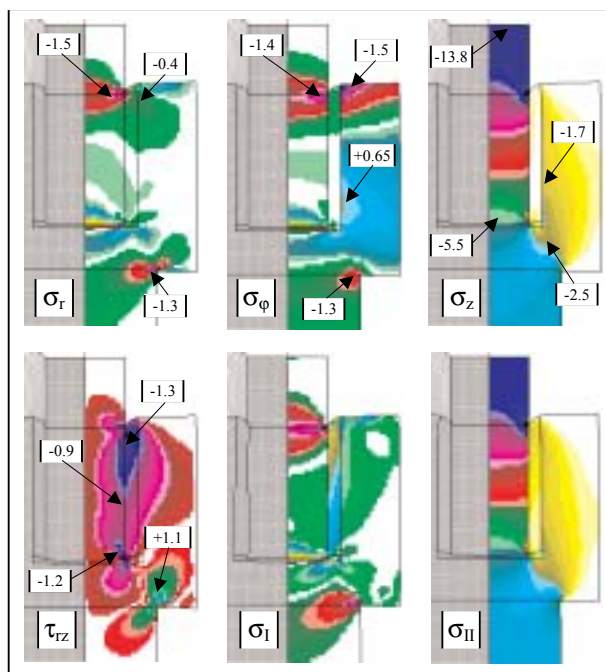
- Hrdlo kalicha se svírá a tlačí na plášť sloupu, vzniká samosvorný efekt (viz též [1]).
- Obručová napětí σ_ϕ v okolí hrdla kalicha jsou tlaky, v rozsahu asi 1/3 výšky stěny.
- Zálivka téměř není namáhána svislým napětím σ_z , ale převážně jen smykem.
- Pata sloupu nese 960 kN, tj. asi 38 % zatížení N . Smyk mezi pláštěm sloupu a zálivkou přenáší 1540 kN, tuto sílu přebírají stěny kalicha v úrovni paty sloupu.
- Svislé napětí σ_z se po průřezu sloupu (i piloty) soustřeďuje k obvodu, kolem osy vzniká odlehčení (klenbový účinek svislým smykům $\tau_{\phi z}$).



Obr. 1: Příklad kalichu



Obr. 2: Válcové souřadnice, složky posunů a napětí



Obr. 3: Napjatost a deformace kalichu od účinku osových sil N , MPa

Příčná síla a moment, antisymetrické namáhání

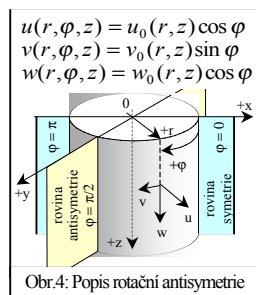
Rotační antisymetrii lze popsat např. rovnicemi dle obr. 4. K amplitudám u_0 , v_0 , w_0 je průběh posunů u , v , w podél φ dán funkcí $\cos \varphi$ nebo $\sin \varphi$. Obvodový posun má maximum v_0 v rovině $\varphi = \pi/2$, posuny u , v mají maxima v rovině $\varphi = 0$.

Za rotační symetrie na úhlu φ nic nezávisí, dosadíme-li jej do rovnic nulový, dostaneme popis rotační symetrie.

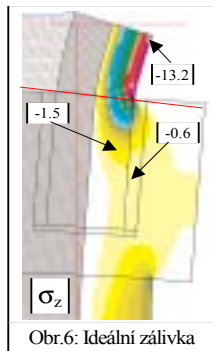
Na obr. 5 jsou osové řezy rovinou $\varphi=0$, s výjimkou smykových napětí $\tau_{r\varphi}$ a $\tau_{\varphi z}$, jež platí pro rovinu $\varphi = \pi/2$. Z antisymetrie plyne, že v nevybarvené polovině řezu mají všechna normální napětí opačná znaménka. Například v zobrazení radiálního napětí σ_r je u hrdla kalichu tlak $-1,7$ MPa a na protilehlé straně v téže velikosti tah.

Sečtením s účinky osové síly N (první řez na obr. 3) vyjde tah $0,2$ MPa a tlak $3,2$ MPa. Zde je vidět příznivý účinek "samosvorného" efektu při působení svislé osové síly N .

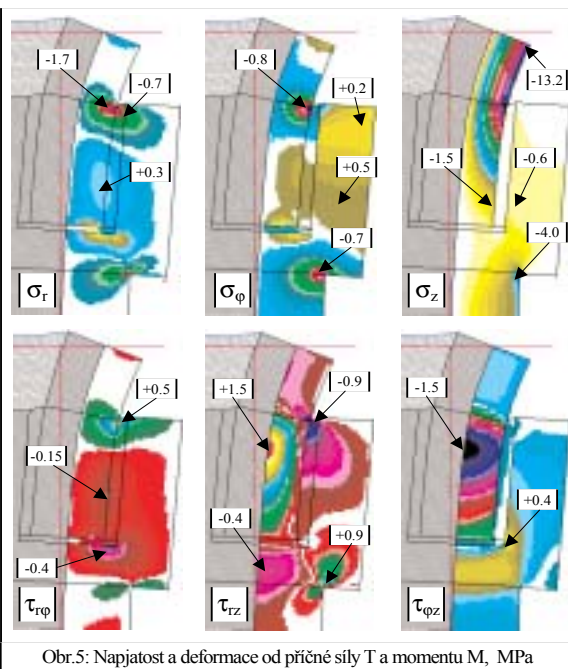
V popisu deformací stojí za zmínku rovina ústí kalichu, kde je průřez sloupu natočen ztlačně více než ústí kalicha. Úhlový rozdíl je asi $0,72$ promile. Obr. 5 ukazuje značné zkosení povrchu záhlavky. Její modul pružnosti je uvažován 5% modulu pružnosti betonu kalichu. Ale i když záhlavce přisoudíme materiál kalichu (ideální záhlavka), stále dostaneme značný rozdíl natočení obou částí téhož řezu, asi $0,35$ promile. Průběh normálních napětí při idealizované záhlavce ukazuje obr. 6. Je vidět, že pak kalich a záhlavka působí jako homogenní těleso, záhlavka přenáší i svislá napětí, jež se do kalichu rozšiřují ztlačně výše. Nejvyšší část stěny kalicha je ale stále bez normálních napětí σ_z . Podobně i nejnížší partie stěny. V popisu napětí je třeba zmínit jejich koncentraci na hranových kružnicích. Model uvažuje tyto hrany jako dokonalé (nulové poloměry křivosti) a na takových hranách dochází při zmenšování prvků k růstu napětí, koncentrovaných ovšem na stále menší ploše. Jde o singularity známé i z teorie pružnosti („nekonečná“ napětí pod hranovou kružnicí razníku, pod osamělým břemenem apod.). Avšak integrál napětí po ploše obsahující singulární bod (vnitřní síla) má konečnou hodnotu (podrobněji viz [2]). To znamená, že při dimenzování lze takovou singularitu "otupit" tak, že bereme průměrné namáhání z jejího malého okolí. Odpovídá to redistribuci napětí ze zplasti-zování materiálu v singulárním bodě. Tyto úvahy platí obecně, nejen v tematice rotační symetrie či antisymetrie.



Obr.4: Popis rotační antisymetrie



Obr.6: Ideální záhlavka



Obr.5: Napjatost a deformace od příčné síly T a momentu M, MPa

Možnosti a omezení modelu

Sloup i dutina kalichu se předpokládají kruhové, u obdélníkového sloupu by byla možná náhrada kruhem, pokud by průřez byl blízký čtverci.

Model lze doplnit o materiál podloží a celou délku piloty. Pak může zobrazit např. i ztužující účinky podlahy, které se projeví prostřednictvím podloží i tehdy, kdy podlaha je od sloupu zcela oddělena. Do modelu lze vkládat kruhové prstence simulující kruhovou výztuž sloupu, kalichu i piloty.

Poznámky a úvahy závěrem

Rozbor deformací a napjatosti kalichu může sloužit různým účelům:

- při návrhu horní konstrukce k vyčíslení tuhosti vetknutí sloupů;
- při návrhu rozměrů kalichu jako měřítko k porovnání jednotlivých variant;
- při návrhu výztuže kalichu jako další vodítko k umístění výztuže;
- k získávání poznatků o napjatosti za rotační symetrie či antisymetrie.

V příkladu vidíme podobnost mezi sloupem zapuštěným do kalichu a pilotou vetknutou do skalního podloží. Svírání kalichu při zatížení svislou silou snadno pochopíme, smyk zatěžuje stěnu kalicha excentricky a ohýbá ji. U piloty vetknuté do skalního podloží najdeme podobný efekt, viz [1]. Představa o napjatosti je náročnější než představa o deformaci. Změnu tvaru vnímáme přímo (např. zvětšením kreslených deformací), napětí je ale teoretická konstrukce, přímým způsobem jej nelze ani měřit. Grafické zobrazení napjatosti je obtížné.

Ve spleti vztahů, do níž jsme uvrženi (viz [3]), umíme výrazně lépe a rychleji rozlišovat než nalézat jednotící rysy či zákonitosti. Svědčí o tom například i vývoj fyzikálních zákonů, které začaly být formulovány teprve "nedávno", značně později než poznatky z matematiky či geometrie. Jsou výsledkem hledání společného, nikoliv rozdílného. Pokud tedy i nápadně odlišné konstrukce (pilota, nádrž, kruhová deska, kalich, kruhová jámka atd.) můžeme řešit týmhž modelem, znamená to kromě úspory duševní námahy také i určité uspokojení z nacházení a využívání skrytých souvislostí.

Článek je původní studií. Výpočty byly provedeny programem RS 2000 pro rotační symetrii a programem RA 2000 pro rotační antisymetrii, jejichž autorem je autor článku.

Ing. Petr Hurych, FG Consult, s. r. o.

Obrázky: autor

Literatura:

- [1] Hurych, P.: Tlaky na plášti piloty, samosvorné účinky nosné vrstvy, časopis Zakládání 1/2001.
- [2] Kolář, V., Němec, I., V. Kanický V.: FEM, principy a praxe metody konečných prvků, Computer Press 1997
- [3] Vopěnka, P.: Meditace o základech vědy, Praha 2001.

Straining of circular cups of piles solved through the methods and models of foundation statics

This article shows the use of calculation model developed for common tasks of foundation statics (rotating symmetry and antisymmetry) to calculate the deformation and tension of circular pocket in the pile head.

Šroubové kompresory ATLAS COPCO

Značka Atlas Copco je celosvětově známým pojmem v oblasti výroby kompresorů a zařízení na úpravu stlačeného vzduchu, vrtacích souprav, vrtacího nářadí apod. Na dalších řádcích si dovolíme popsat způsob a princip stlačování vzduchu šroubovým elementem kompresoru s nástřikem oleje, a to zejména s ohledem na praktickou stránku věci. Tento princip výroby stlačeného vzduchu je využíván u prakticky všech moderních stavebních a běžných průmyslových šroubových kompresorů.

Princip stlačování vzduchu

Pro další popis si ujasněme několik termínů:

- Šroubový element – část stroje, která fyzicky stlačuje vzduch. Základní díly šroubového elementu jsou rotory, skříň, ložiska rotorů.
- Rotory – dva nestejně rotory šroubového elementu, klíčový díl kompresoru,
- Nástřik oleje – nastřikování oleje do šroubového elementu – olej má stejný tlak jako stlačovaný vzduch, zajišťuje chlazení, mazání a těsnění rotorů.

Rotory stroje jsou poháněny jeden od druhého. Solidní účinnost šroubového elementu

závisí na geometrickém tvaru rotorů, extrémní přesnosti jejich výroby a montáže.

Nejnáročnější (a nejnutečnější) je dosažení minimální vůle mezi čely rotorů a skříň šroubového elementu. Dotěsnění vstřikovaným olejem je u radiální mezery takřka neúčinné, rozhoduje pouze přesnost výroby.

Olejové hospodářství stroje

Pro popisované typy šroubových elementů je nesmírně důležité perfektně vyřešené vstřikování oleje do šroubového elementu. Základní funkcí kompresorového oleje je chlazení celého procesu, potom mazání ložisek a těsnění rotorů šroubového elementu. Při orientační energetické účinnosti asi 50 % se značná část výkonu hnacího motoru mění na teplo, které musí být odváděno. Šroubový element popisovaného typu není schopen bez tohoto chlazení vůbec pracovat (existují jiné, bezolejové rotační kompresory, jsou však složitější, výrazně dražší, nejsou předmětem tohoto popisu). Olejový okruh kompresoru využívá pro oběh oleje přetlaku vzduchu na výstupu ze šroubového elementu. Přetlak vzduchu tlačí horký kompresorový olej z olejového separátoru (odstředivá část + separační filtrační vložka) do chladiče a dále přes filtry, regulační prvky a ventily do šroubového elementu. V místě vstřikování oleje do skříň šroubového ele-

mentu má stlačovaný vzduch ve šroubovém elementu nižší tlak než na výstupu, celá cirkulace proto spolehlivě funguje. Olejová náplň musí být kvalitní, olej je zatěžován silnými tepelnými šoky a rasantními změnami rychlosti proudění v olejovém okruhu (v separátoru např. cca 250 mm, na výstupu z chladiče cca 25 mm apod.). Podmínky pro pění olejové náplně jsou tak více než ideální, složení oleje proto musí výraznému pění bránit.

Vlhkost ve stlačovaném vzduchu

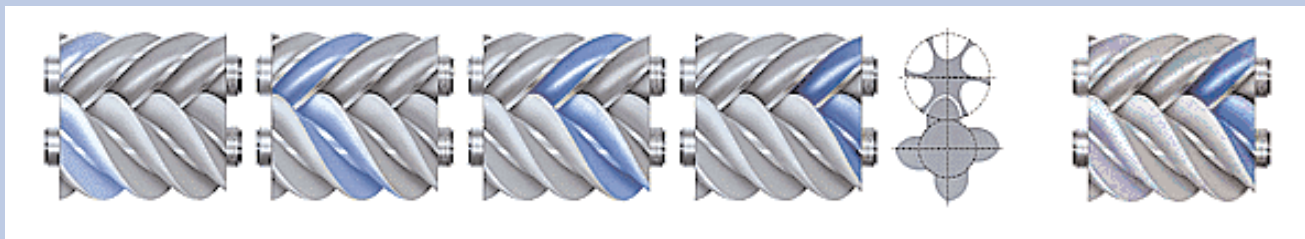
Vzduch nasávaný kompresorem obsahuje určité procento rozpuštěné vodní páry. Toto množství je běžně definováno relativní vlhkostí vzduchu v procentech v závislosti na teplotě. Při vyšší teplotě je možné rozpustit ve vzduchu větší množství vodní páry, při nižší teplotě menší. Při stlačení vzduchu stoupá koncentrace vodní páry, a tedy i relativní vlhkost stlačeného vzduchu. Díky tomu dochází při jakémkoliv poklesu teploty stlačeného vzduchu ke kondenzování vody v rozvodu stlačeného vzduchu za strojem, viz tabulka.

V rozvodu se stlačeným vzduchem začne kondenzovat voda při poklesu teploty pod teplotu tzv. tlakového rosného bodu (dále PDP). Skutečné množství zkondenzované vody tak závisí na teplotních poměrech spotřebiče a rozvodu stlačeného vzduchu. Tento fyzikální jev klade další nároky na kvalitu kompresorového oleje, který nesmí snadno emulgovat s vodou.

Pro separaci vzdušné vlhkosti ze stlačeného vzduchu je k dispozici široký sortiment dochlazovačů, odkalovačů a sušiček, jejichž popis je mimo záměr tohoto článku.

Relativní vlhkost při teplotě vzduchu 20 °C a atm. tlaku 0,1 MPa	80 %
Doba provozu stroje	8 hodin
Výkonnost kompresoru (nasávané množství)	200 l/sec
Jmenovitý provozní přetlak	0,7 MPa
Množství vody rozpuštěné v nasávaném vzduchu za uvedenou dobu provozu	80 litrů

1. Princip stlačování vzduchu ve šroubovém kompresoru je jednoduchý. Dva spirálové šrouby, jeden se čtyřmi výstupky a druhý se šesti žlábkami, zapadají jeden do druhého. První šroub se otáčí o 50 % rychleji než druhý. Nasávaný vzduch je stlačován mezi rotory a jejich skříň. Vstřikovaný olej chladí šroubový element, utěsňuje vůle a maže rotory a tím minimalizuje opotřebení.



Konce rotorů odkrývají vstupní otvor a vzduch vniká do kompresní komory.

Vzduch se zadržuje v „komůrce“ vytvářené vnitřním výstupkem a vnějším žlábkem.

Při otáčení rotorů se komůrka postupně zmenšuje a tím stlačuje zadržaný vzduch.

Stlačený vzduch uniká výstupním otvorem.



Editorial

Vážení čtenáři, dostává se vám do rukou druhé letošní číslo časopisu ZAKLÁDÁNÍ, které má - jak jste si již jistě všimli - jinou podobu, než na jakou jste byli zvyklí.

O proměně tváře časopisu jsme v kruhu redakční rady přemýšleli již delší dobu, ale teprve nyní jsme náš záměr uskutečnili, a jak osobně doufám, v tu správnou chvíli.

Ke změně tzv. lay-outu nás vedlo několik skutečností: Časopis Zakládání obdržel začátkem letošního roku ocenění Certifikát profesní úrovně od PR Klubu, které pro nás bylo významným impulsem pro konečné rozhodnutí, že pro certifikátem především oceněný "profesní" obsah musíme ještě opatřit profesní "obal".

Pravidelný čtenář časopisu jistě zaznamenal skutečnost, že v posledních číslech pravidelně informujeme o blížící se 13. Evropské konferenci Mezinárodní společnosti pro mechaniku zemin a geotechnické inženýrství, která se pro odborníky v tomto oboru - a k těm patří jistě čtenáři našeho časopisu - stane událostí mimořádného významu.

Současnou proměnu časopisu tedy chápeme i jako malý příspěvek společnosti Zakládání staveb, a. s., k této významné události, o níž mimochodem informujeme i v tomto čísle, jako obvykle na prvních dvou stranách.

Nakonec zbývá uvést důvod nejzávažnější - a tím byla naše snaha moderním a zároveň jednoduchým grafickým stylem oživit a zpříjemnit leckdy technicky náročné čtení.

Jak se náš záměr zdařil, máte nyní možnost poprvé posoudit: Přeji vám příjemné čtení.

*Libor Štěrba
jménem redakční rady
časopisu Zakládání*

První den se uskuteční tzv. "Board meeting", což je schůze všech vedoucích činitelů Mezinárodní společnosti (ISSMGE), tj. prezidenta společnosti a všech regionálních prezidentů, viceprezidentů a jejich sekretářů. Jde v podstatě o jednání manažerů, kteří podle připravené agendy přijímají důležitá rozhodnutí organizační i ekonomická, kontrolují činnost společnosti za minulé období a sestavují návrh další činnosti. Druhý den se bude konat tzv. "Council meeting", který tvoří předsedové, místopředsedové a sekretáři Národních společností všech členských států z celého světa. Toto shromáždění dává souhlas s návrhy připravenými na "Board meeting", časté zde bývají zejména střety názorů o místa konání příštích světových i regionálních konferencí. Možnost pořádání těchto významných porad je vždy velkou poctou a oceněním dosavadní práce pro určitou Národní společnost. Česká společnost byla pověřena zajištěním těchto vrcholných jednání na základě hlasování na konferenci v Istanbulu, při kterém jsme se umístili před U.S.A.

Hlavním tématem letošní konference jsou Geotechnické problémy základových púd tvořených neinženýrskými násypy a základových púd ovlivněných lidskou činností. Jde o téma velmi důležité, protože zejména v Evropě je k dispozici stále méně stavenišť na tzv. zelené louce a pro umístění budov i inženýrských staveb je nutné ve větší míře využívat pozemky, které již byly nějakým způsobem člověkem dotčeny. Nejde tedy pouze o problematiku zakládání na výsypkách, jak se někteří naši odborníci domnívali, i když i tato je předmětem jednání. Nedílnou součástí tématu konference jsou i pudy kontaminované, zejména starými chemickými provozy, v městských a industriálních zónách.

Vlastní program konference proběhne v Kongresovém centru od pondělí 25. 8. do čtvrtka 28. 8. 2003. Jeho odborná náplň sestává ze speciálních přednášek (special lectures), hlavních jednání (main sessions) a diskuzních jednání (discussion sessions).

Jako speciální přenášky byly zařazeny přednášky prof. M. Nussbaamera (SRN): Rekonstrukce centrálního Berlína a prof. A. Gense (Španělsko): Úloha geotechnického inženýrství v nukleární energetice. Přednáška o Berlíně je významná i tím, že při stavebních pracích bylo nutno zneškodňovat staré výbušniny a nevybuchlé bomby, což je významná problematika ve všech regionech s válečnými konflikty. Druhé téma bezpečného ukládání radioaktivních odpadů, zvláště pak vysoce radioaktivního vyhořelého paliva z jaderných elektráren, je také stále aktuální, a to jak v evropském, tak i světovém měřítku.

Pro hlavní jednání bylo vybráno celkem šest sekcí.

1.* Pod předsednictvím prof. H. Brandla

EVROPSKÁ KONFERENCE SMGE - Praha 25.-28. srpna

2003

Ve dnech 25. 8. - 28. 8. 2003 se v pražském Kongresovém centru uskuteční nejvýznamnější letošní událost v oboru mechaniky zemin a geotechnického inženýrství - 13. evropská konference Mezinárodní společnosti pro mechaniku zemin a geotechnické inženýrství. Článek stručně seznamuje s plánovaným hlavním i doprovodným programem konference.

(Rakousko) bude probíhat jednání o starých i soudobých navážkách (Man-made deposits - recent and ancient). Toto téma zahrnuje např. výběry stavenišť, nové stavební metody, numerické modelování, problematiku propustnosti, stabilitní problémy, rekultivaci území, nové stavební postupy a zkušenosti z praktických příkladů.

2. Prof. M. Jamiolkowski povede jednání o kontaminovaných základových půdách (Contaminated ground - remediation and preparation for new construction), do kterého lze zařadit především problémy infiltrace, proudění podzemní vody, stanovení vstupních dat zhuťňované bariéry, cemento-bentonitové podzemní stěny, enkapsulace, stabilizace a solidifikace kontaminovaného horninového prostředí.

3. Dr. A. Hauge (Norsko) předsedá hlavnímu jednání o stavbách na násypech a na sanovaných stavenišťích (Construction on man-made and remediated brownfields sites). Toto téma je velmi bohaté a bylo rozděleno na jednání o zkušenostech se stavbami na územích dotčených lidskou činností, mezních stavech přetvoření a stavebních technologiích. Je zde mnoho dílčích témat, jako např. právní i praktické aspekty, interakce s okolím, monitorování, laboratorní i terénní měření, predikce chování staveb kontra realita, zhodnocení časových závislostí, zlepšování základové půdy, plošné i hlubinné zakládání a citlivost kon-

strukcí na sedání.

4. Čtvrté hlavní jednání je věnováno zakládání v městské zástavbě (Foundation in urban areas), kterému předsedá prof. Marhana das Neves (Portugalsko). Zde jsou opět dílčí témata rozdělena do tří skupin, a sice takto: a) vliv na okolní stavby při plošném zakládání, b) vliv na okolní podzemní stavby, c) nové technologie zakládání. Na toto téma se váží další dílčí témata jako je citlivost staveb na sedání, na kolísání hladiny podzemní vody, na vibrace a jiné dynamické účinky a rovněž i na technologie stavebních prací a zakládání staveb.

5. Páté hlavní jednání, které úzce souvisí s předcházejícím tématem, je geotechnické inženýrství v městské zástavbě (Geotechnical engineering in urban areas) jehož předsedou je prof. W. Witke (SRN). Patří sem dílčí témata fyzikálního a numerického modelování, význam vstupních dat pro plánování staveb a observační metody doporučené Eurokódem **7.** S těmito tématy souvisí náměty jako jsou velké laboratorní modely, modelování pomocí centrifugy i numerické modelování, konstitutivní zákony a metody ověřování jednotlivých modelů.

6. Jako poslední, šesté, hlavní jednání bylo zařazeno dosud neobvyklé téma pojednávající o vzájemné evropské spolupráci v geotechnickém inženýrství (European Geotechnical Networking) pod předsednictvím prof. P. Seco e Pinto (Portugalsko). V rámci tohoto jednání budou předneseny náměty ke spolupráci od zástupců Evropské unie, NATO, Rady pro evropský rozvoj a bude referováno o praktických příkladech evropské spolupráce.

V rámci každého hlavního jednání bude vybranými odborníky předneseno několik zásadních přednášek týkajících se daného tématu, které jsou podrobněji popsány v Bulletinu #2 a na webových stránkách www.ecsmge2003.cz.

Velmi důležité je však upozornění na všechna odpolední jednání konference. Hlavní sekce jsou rozděleny do tří diskuzních podsekci, ve

kterých bude vedle vyzvaných diskuzních příspěvků k výše uvedeným dílčím tématům dostatečně velký prostor pro volnou diskuzi z řad účastníků konference.

V neděli před konferencí a v pátek po konferenci bude uspořádáno celkem 12 workshopů Technických komisí ISSMGE a workshop společnosti Plaxis. Účast na workshopech je bez poplatků. Účastníci konference mají také možnost prezentace svých odborných příspěvků formou posterů.

Součástí konferenčního jednání bude pro účastníky konference také koncert v Betlémské kapli, zahajovací recepce v Kongresovém centru a banket na Žofíně.

V rámci konference je plánována řada exkurzí, které byly zmíněny již v čísle 1/2003 Zakládání. Samozřejmou součástí programu konference bude i program pro doprovodné osoby (Ladies program).

Po ukončení konference se plánují exkurze do Jižních Čech, do Ostravy a Polska a na Slovensko.

O zajištění konference s stará po odborné stránce Přípravný výbor pod předsednictvím prof. I. Vaníčka, DrSc., po organizační a administrativní stránce spolupracuje organizační výbor s kongresovou agenturou GUARANT Ltd.

Přípravný výbor má za to, že vysoká odborná i společenská náplň konference a možnost kontaktu s vynikajícími evropskými i světovými odborníky a zástupci firem v oboru geotechnického inženýrství bude jak pro organizace, tak pro jednotlivce zabývající se geotechnickými pracemi velice přínosná.

Přihlášky na konferenci jsou součástí Bulletinu #2 a je možno je zaslat poštou nebo faxem, přihlásit se lze také prostřednictvím internetu na www.ecsmge2003.cz. Na této webové adrese jsou také všechny ostatní potřebné informace o konferenci. Členové Přípravného výboru se na této nadcházející konferenci upřímně těší na setkání se všemi kolegy geotechniky.

*Ing. Richard Barvínek, člen přípravného výboru
Evropské konference SMGE v Praze*

European SMGE conference - Prague, August 25 to 28, 2003

On August 25 to 28, 2003, this year's most important event in the field of soil mechanics and geotechnical engineering - the XIIIth European Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering - shall be held in Kongresove centrum in Prague. The article informs shortly about the planned technical and attendant programme.

INTERMAT 2003

Mezinárodní veletrh strojů a techniky pro stavební a zemní práce v Paříži

Na pozvání českého zastoupení pořadatele francouzského veletrhu Intermat 2003 jsem se zúčastnil ve dnech 14 až 16. 5. letošního roku mezinárodního veletrhu stavebních strojů v Paříži. Tento veletrh patří, podobně jako německá Bauma nebo italský Samoter, k nejznámějším a největším mezi veletrhy se stroji a technikou pro stavebnictví. Ve čtyřech obřích halách a na třech vol-

ných prostranstvích vystavovalo okolo tisíce firem, a to převážně francouzských, ale i renomovaných firem světových, většinou s francouzským zastoupením.

Na výstavišti jsem mezi prvními navštívil firmu Casagrande. Tato společnost se rozrostla a dnes vlastní firmu Hüte. Proto zde nabýzela vrtné soupravy také této značky.

Objemné násypky pro technologii vibroflotace



Článek přináší postřehy o posledních novinkách na poli zařízení pro práce v oboru speciálního zakládání staveb představených na veletrhu Intermat 2003.

Na stánku firmy PTC bylo možno zhlédnout přidavné plnicí potrubí k vibrační jehle pro vibroflotaci s objemnou násypkou. Potrubí je objemově, zřejmě jednoduše, nadimenzováno tak, že po zavibrování a naplnění pojme potřebné množství štěrku pro zhutnění. Vibrační jehlu spojenou s potrubím lze použít jak bez přtlaku, zavěšenou na jeřábu, tak s přtlakem na lafetě. Pro víceúčelové použití je zařízení doplněno násypkou. Firma Rotex vystavovala korunky systému Symetrix o průměru 914 mm spolu s 20–30" kladivem. U anglického zástupce firmy Tosa trading Co., jež nabízí hydraulický zatlačovací systém pro štětovnice Still Worker, jsem jednal o možnosti konkrétního využití tohoto zařízení u naší firmy. Still Worker pracuje tak, že se nejdříve zakotví pomocí zátěže a pak uchopí a zatlačí první štětovnici. K ní se následně přesune, upne a pak zatlačuje další štětovnice bez nároku na pomocnou manipulaci. Zatlačovací hlava má akční rádius 180° s možností vlastní korekce od svislice $\pm 5^\circ$. Výhodou zařízení je malá výška a hlavně klidný, tichý a bezvibrační chod. Z obsáhlé škály exponátů zde byl pouze zlomek těch, které se týkaly technologií souvisejících se speciálním zakládáním. Kromě již zmíněných firem tu nechyběla ani firma Soilmec s vrtačkami pro CFA piloty, dále firma Bauer s obřím zapažovacím zařízením pro podmořské plošiny, Techniwel, Atlas Copco, Bereta a další u nás známé firmy. Firma ABI – Delmag z Německa vystavovala vrtnou a zapažovací hlavu, kterou lze upevnit na hydraulické rameno bagru, např. Sennebogen. S ní lze provádět vrtné a pilo-



Hydraulické zatlačovací zařízení Still Worker firmy Tosa trading Co.

Vrtná a zapažovací hlava firmy ABI – Delmag



Polystyrenové návleky osazené na armatuře piloty definují oblast, která bude odstraněna ...



... odlomená horní část piloty po použití polystyrenových návleků

tářské práce až do průměru 820 mm, a to zvláště na hůře přístupných místech, jako jsou násypy, drážní tělesa apod. Hlava je zavěšena na konci ramene a není vedena lafetou. Z rozsáhlé nabídky čerpadel zaujaly výrobky firmy Hydrosud – hydraulicky poháněná kalová čerpadla – a také vysokotlaké Sterling & Godwin pumps z Anglie. Zajímavá byla i nabídka několika výrobců velko- a maloprofilového vrtného nářadí, jako například firem Emde z Německa a Universal z Anglie. Za pozornost stály i rotační řezné frézy na beton firem Erkat a Sandvik. Z obturatorů zde byly pouze hydraulické, například firem Gepro z Belgie a Petrometalic z Francie, sice v precizním provedení, ale žádná novinka. Obecně na veletrhu převažovaly výrobky, jako jsou hydraulické válce, ventily, rozvaděče, spojovací materiál, hadice, brzdové segmenty, kontrolní a zabezpečovací systémy, motory, nakladače a různé doplňky, nářadí, zdvihač technika atp.

Veletrh Intermat 2003 byl především prezentací výrobků, nikoliv nových technologií, ale přesto zaujal. V tomto ohledu stál za pozornost například systém firmy Recepieux z Francie, jenž odstraňuje pracné a pomalé ruční odbourávání vrchní, znehodnocené vrstvy hlav pilot nebo i pasů. Firma Recepieux řeší tento problém pomocí polystyrenových návleků, které se osadí na armaturu piloty v délce, jež má být odstraněna. Návlek oddělí beton od armatury a umožní tak ulomení určené vrstvy od piloty. Podmínkou je přesné osazení armokoše. Pro zmenšení plochy betonu se do místa lomu vloží přídatné terčíky na závěsech a ty se jednoduše upevní na armokoš. Při betonáži se pak do hlavy piloty zabuduje závěsné oko, které slouží

pro vyzvednutí odlomené části piloty. Paříž v době konání veletrhu byla jeden velký chaos. Z důvodu stávky dopravců nefungovalo metro, vlaky, rychlodráha, autobusy, taxislužba, nic. Dokonce byla omezena i letecká doprava. Město bylo ucpané auty, kdo měl koloběžku, měl vyhráno. Pořadatelé výstavy se všemožně snažili pomocí náhradní autobusové dopravy zajistit alespoň nějaké spojení pro návštěvníky. To ovšem nestačilo. Cestovat po Paříži se prostě nedalo. Trasa z centra na výstaviště, plná dobrodružství, trvala průměrně čtyři hodiny. Důsledkem toho byla velmi nízká návštěvnost, z čehož byli samozřejmě vystavovatelé nešťastní.

Tento povzdech ovšem nesouvisí s úrovní veletrhu Intermat 2003, který byl zajímavě, poutavě a přehledně připraven. Z toho, co jsem měl možnost vidět, lze konstatovat, že vývoj na různých úrovních stále pokračuje a konkurence je obrovská.

Petr Brandejs, Zakládání staveb, a. s.

Foto: autor

INTERMAT 2003, International Trade Fair of machinery and technologies for construction works and earthworks in Paris

The article brings remarks on the latest developments in the field of equipment for works of special foundation engineering presented at the trade fair Intermat 2003.

PRAŽSKÉ 2003 GEOTECHNICKÉ DNY

Článek stručně seznamuje s obsahem letošního semináře Pražských geotechnických dnů, jehož hlavním tématem bylo široké spektrum případů zahrnujících problematiku vlivu extrémních podmínek na geotechnické konstrukce. Součástí semináře byl i workshop, jehož tématem byla tentokrát "Role geotechniky ve strategii protipovodňové ochrany území a městských sídel". V rámci programu byla přednesena v pořadí již jedenáctá Pražská geotechnická přednáška na téma „Geotechnical Problems at the Great Belt Crossing“.

I letos v květnu měli odborníci z oboru geotechniky příležitost setkat se na Pražských geotechnických dnech. Jako každý rok byla organizátorem semináře Stavební geologie – Geotechnika, a. s., ve spolupráci s Českou geotechnickou společností a Českým výborem pro mechaniku zemin a zakládání staveb. Stejně jako v loňském roce byla i letos na semináři vyhlášena cena Akademika Záruby pro mladé geotechniky do věku 35 let.

Seminář

V dopoledním odborném semináři, který předcházela Pražská geotechnická přednáška, byly předneseny následující referáty:

- Stabilitní řešení extrémně vysoké skládky odpadů umístěné v bývalém kamenolomu,
- Geotechnická problematika jednodolní stanice metra Kobylisy,
- Geotechnické problémy protipovodňových hrází,
- Hloubení mělkého tunelu v Marseille,
- Založení větrné elektrárny na uhelné výspě s využitím hloubkového zhuťování.

Dále v textu budou jednotlivé výše zmíněné referáty stručně popsány.

Stabilitní řešení extrémně vysoké skládky odpadů umístěné v bývalém kamenolomu

(Ing. Jiří Herštus, DrSc.; Ing. Jaromír Šláštný, CSc.)

Autoři se ve svém příspěvku zaměřili na problematiku získání dostatečně věrohodných vstupních údajů z takového prostředí, jaké se vyskytuje na skládce tuhých komunálních odpadů. S využitím metody konečných

prvků modelovali vývoj stability skládky jak v průběhu výstavby, tak po jejím dokončení. Při terénním měření se soustředili na sledování deformací v podloží tělesa skládky. Důležitou součástí řešení byl návrh varovných stavů, které byly charakterizovány závislostí přírůstku deformace na postupu výstavby a tvarem konsolidační křivky.

Geotechnická problematika jednodolní stanice metra Kobylisy

(Ing. Radko Bucek, Ph. D.; Ing. Karel Kolesa; Doc. Ing. Alexandr Rozsypal, CSc.; Ing. Otakar Vrba)

Přednášející se věnovali geotechnické problematice výstavby jednodolní stanice o celkové ploše výrubu 220 m² z pohledu

- geologických podmínek,



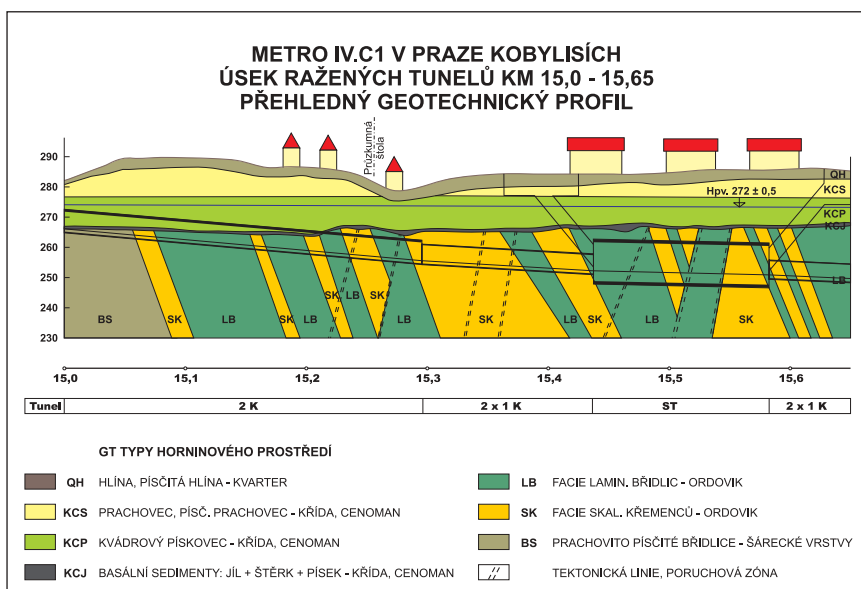
2. Řešení startovací jámy při budování ochranného mikropilotového deštníku

- výpočtu jednodolní stanice,
- geotechnického monitoringu.

Z geotechnického hlediska je výrazně negativním prvkem přítomnost bazálních křídových sedimentů, které mají charakter zemin. Tvořeny jsou směsí kaolinitických jílových zvětralín a štěrku mocnosti 1–2 m. Tato vrstva odděluje pevné cenomanské pískovce od podložních hornin ordovika (křemence, křemencové pískovce atd.). Vrstvy křídových sedimentů jsou trvale nasyceny podzemní vodou, obr. 1.

(Podrobnější popis geologických poměrů je uveden v článku Ing. Otakara Vrby v časopise Tunel č. 3/2001.)

Při výpočtu byl použit program Plaxis – Tunnel 3 D a posuzovány byly následující stavy:



1. Geotechnické typy horninového prostředí

- posouzení stability pilíře v ústí tunelu,
 - posouzení deformační odezvy vrstvy pís kopců v nadloží tunelu na ražbu,
 - posouzení stability bezprostředního okolí stropu kaloty stanice – převážně v křemencích,
 - posouzení stability bezprostředního okolí stropu kaloty stanice – převážně v břidlicích.
- V rámci geotechnického monitoringu je sledována celá řada veličin (deformace na terénu, deformace jednotlivých vrstev v nadloží, napětí působící na primární obezdívku, hydrostatický tlak atd.). V příspěvku byl popsán průběh jednotlivých měření.

Geotechnické problémy protipovodňových hrází

(Prof. Ing. Jozef Hulla, DrSc.)

Přednášející se věnoval tématu, které je v České republice po loňských povodních opět velmi živé a diskutované. Zmíněna byla opatření přijatá na Dunaji po povodni v roce 1965 a účinek těchto opatření při povodni v roce 1997. Poukázáno bylo na nutnost individuálního přístupu při návrhu protipovodňových opatření s ohledem na geotechnické podmínky řešení. To se projevuje i v odlišné funkci těsnicích stěn na Dunaji (chrání hráz, ale nezabraňují vývěrům) a na řece Moravě (kvalita podzemní stěny je rozhodující pro stabilitu hráze).

Hloubení mělkého tunelu v Marseille

(Jean-Michel Rescoussier, Francie)

Autor se zabýval návrhem a realizací tunelu podcházejícího v hloubce pouze několika metrů pod radnicí v Marseille. Důraz byl v přednášce položen na použití MKP při výpočtu tunelu a na technologický postup výstavby se zaměřením na budování mikropilotového deštníku a na řešení změny výšky výztužných ocelových nosníků s využitím hydraulických plochých lisů, obr. 2.

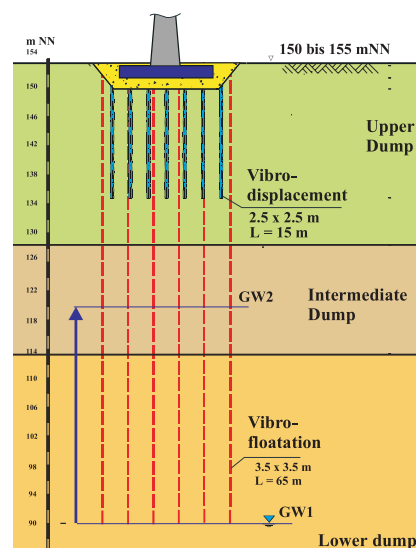
Založení větrné elektrárny na uhelné výsypce s využitím hloubkového zhuťování

(Gerhard Schulz, Německo)

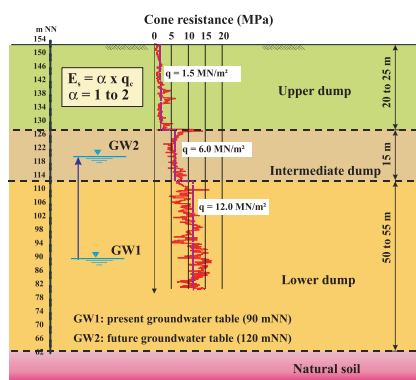
V příspěvku autor velmi zajímavě popsal založení jedné z větrných elektráren v oblasti 60 km severně od Drážďan. V této lokalitě bylo na ploše cca 230 ha vybudováno celkem 38 větrných elektráren s turbínami o výkonu 1,65 MW. Rotory průměru 66 m jsou umístěny ve výšce

78 m na ocelovém stožáru v patě průměru 4,0 m a na vrcholu 2,3 m.

Pro založení byla limitní požadovaná únosnost podloží základu a nepřekročení hranice



3. Schéma metod použitých pro zlepšení podloží základu



4. Geotechnické a hydrogeologické poměry v místě založení stožáru větrné elektrárny

5. Letecký pohled na dokončené propojení Dánska a Švédska

nerovnoměrného sedání 1 : 125.

Zároveň bylo požadováno dosažení přirozené frekvence celé konstrukce 0,4 Hz.

V rámci návrhu základů na málo únosných výsypkách byla použita kombinace vibrofloatace, šterkových pilířů, výměny zeminy a plošné základové konstrukce.

Při vibrofloataci bylo na jeden základ použito 39 prvků v síti 3,5x3,5 m do hloubky 65 m. Šterkových pilířů, dosahujících hloubky 15 m, bylo použito 49 na základ a byly rozmístěny v síti 2,5x2,5 m, viz obr. 3 a 4.

Při analýze byla posuzována následující hlediska:

- míra zlepšení podloží,
- chování základu v provozních podmínkách,
- chování základu při extrémním zatížení,
- pokles základu vyplývající ze změny hladiny podzemní vody.

Závěrem bylo konstatováno, že celkové sedání po cca dvou letech je menší než 10 cm a nerovnoměrnost sedání dosahuje poměru pouze 1 : 1300.

Pražská geotechnická přednáška – Geotechnical Problems at the Great Belt Crossing

(Prof. Niels Krebs Ovesen, Dánsko)

Téma, které profesor Ovesen vybral pro 11. Pražskou geotechnickou přednášku, vhodně vystihovalo šíři geotechnických problémů, které je zapotřebí řešit při tak rozsáhlých projektech, jako např. při výstavbě 18 km dlouhého železničního a silničního propojení Dánska a Švédska, obr. 5. Přednáška byla



6. Celkový pohled na východní most délky 6,8 km

inspirující jak pro odborníky z oboru zakládání staveb (součástí projektu byly i dva několikakilometrové mosty), tak i pro specialisty zaměřené na podzemní stavby (délka železničního tunelu cca 8 km).

Z hlediska zakládání bylo zajímavé založení

pylonů východního mostu s rozponem hlavního pole 1624 m, obr. 6. Pylony vysoké 254 m byly založeny v hloubce 20 m. Při jejich budování byly nejdříve ze dna odstraněny měkké sedimenty. Poté byla na dno uložena vrstva kamenité sypaniny. Ta byla zhutněna. Na takto připravené dno byly spuštěny kesony vážící 30 000 tun o ploše 78x35 m a výšce 20 m, které byly vyráběny v suchém doku, vzdáleném 20 km od staveniště. Kesony byly vybaveny 0,5 m vysokým lemem, který byl zapenetrován do kamenitého podloží. Plný kontakt mezi kamenitou vrstvou a kesonem byl zajištěn injektáží. Součástí celého projektu je také východní (železniční) tunel délky cca 8 km, který je ve skutečnosti tvořen dvěma tunelovými troubami vzdálenými 125 m, propojenými příčnými chodbami po 250 m. V této části přednášky se profesor Ovesen kromě jiného zabýval posuzováním rizika výskytu balvanů omezujících výkon razicích štítů (nasazeny byly čtyři, všechny o průměru 7,7 m), obr. 7. Podrobně rozebral i způsob řešení havárie, při níž byl rozestavěný tunel zaplaven (kombinace intenzivního čerpání vody a těsnění mořského dna). Zmínil i situaci na stavbě po požáru, který znemožnil další využití jednoho z razicích štítů.

Výše uvedené skutečnosti vedly k tomu, že tunel byl dokončen s ročním zpožděním a finanční náklady na něj vzrostly téměř na dvojnásobek. O úspěšnosti celého projektu svědčí naproti tomu fakt, že počet přepravených vozidel je dvojnásobný ve srovnání s minulostí, kdy bylo možno využít pouze trajekt.

Ing. Václav Hořejší,

Stavební geologie – Geotechnika, a. s.

Prague geotechnical days 2003

The article gives an overview of the contents of this year's Prague geotechnical days.

The main topic of the seminar was a wide range of cases dealing with the problem of influence of extreme conditions on geotechnical constructions.

The seminar programme also included a workshop with the topic of the "Role of geotechnics in the strategy of anti-flood protection of areas and urban sites. As a part of the programme, the 11th Prague geotechnical lecture was presented on the issue of "Geotechnical Problems at the Great Belt Crossing".

7. Jeden ze čtyř razicích štítů o průměru 7,7 m

