

ZAKLÁDÁNÍ

Časopis ZAKLÁDÁNÍ STAVEB, a. s.

4/2011

Ročník XXIII



- **TECHNOLOGICKÉ VLIVY VE SPECIÁLNÍM ZAKLÁDÁNÍ STAVEB**
- **REKONSTRUKCE OSOBNÍHO PŘÍSTAVU GRUŽ V DUBROVNÍKU**
- **RETENČNÍ NÁDRŽ JENEWEINOVA V BRNĚ – ZAJIŠTĚNÍ STAVEBNÍ JÁMY UNIKÁTNÍ STAVBY**





OBSAH

Časopis ZAKLÁDÁNÍ

vydává:

Zakládání staveb, a. s.

K Jezu 1, PP 21

143 01 Praha 4 - Modřany

tel.: 244 004 111

fax: 241 773 713

E-mail: propagace@zakladani.cz

<http://www.zakladani.cz>

<http://www.zakladani.com>

Redakční rada:

vedoucí redakční rady:

Ing. Libor Štěrba

členové redakční rady:

Ing. Martin Čejka

Ing. Jan Masopust, CSc.

Ing. Jiří Mühl

Ing. Michael Remeš

Ing. Jan Šperger

Redakce:

Ing. Libor Štěrba

Jazyková korektura:

Mgr. Antonín Gottwald

Foto na titulní straně:

Libor Štěrba, k článku na str. 14

Překlady anotací:

Mgr. Klára Koubská

Design & Layout:

Jan Kadoun

Tisk:

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

Ročník XXIII

4/2011

Vyšlo 13. 2. 2012 v nákladu 1000 ks

MK ČR 7986, ISSN 1212 – 1711

Vychází čtyřikrát za rok

Pro rok 2011 je cena časopisu 90 Kč.

Roční předplatné 360 Kč vč. DPH,

balného a poštovního.

Objednávky předplatného:

ALL PRODUCTION, s. r. o.

Areal VGP

Budova D1 F V. Veselého 2635/15

193 00 Praha 9 – Horní Počernice

tel.: 234 092 811,

fax: 234 092 813

E-mail: obchod@allpro.cz

<http://allpro.cz/>

<http://predplatne.cz/>

Podávání novinových zásilek

povolila PNS pod č.j. 6421/98

SERIÁL

Stavební podnikatelé minulosti, 4. část seriálu,

Voda, ale i uhlí živí stavební firmy

Zdeněk Bauer

2

AKTUALITY

Slavnostní křest knihy „Stroje na stavbách 1849–1948“

autora Zdeňka Bauera

Libor Štěrba

6

Konference „Zakládání staveb – Brno 2011“

Ing. Jiří Jíra, Zakládání staveb, a. s.

7

ZAHRANIČNÍ STAVBY

Rekonstrukce osobního přístavu Gruž v Dubrovniku

RNDr. Ivan Beneš, Zakládání staveb d. o. o.

9

VODOHOSPODÁŘSKÉ STAVBY

Retenční nádrž Jeneweinova v Brně

Ing. Alexandra Hradská, Ing. Petr Prax, Ph.D., Pöyry Environment, a. s.

14

Návrh pažení retenční nádrže a nátokového žlabu Jeneweinova

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

17

Realizace pažení retenční nádrže a nátokového žlabu

Ing. Marek Žniva, Zakládání Group, a. s.

22

Rozepření a zpevnění dna retenční nádrže deskou

ze sloupů tryskové injektáže

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

24

Geotechnický monitoring stavby retenční nádrže Jeneweinova

Ing. Jaroslav Lossmann, Ing. Jiří Maršálek, ARCADIS Geotechnika a.s.

26

Zpracování výsledků monitoringu – databázový systém BARAB®

Ing. Jaroslav Lossmann, Ing. Tomáš Mikolášek, ARCADIS Geotechnika a.s.

29

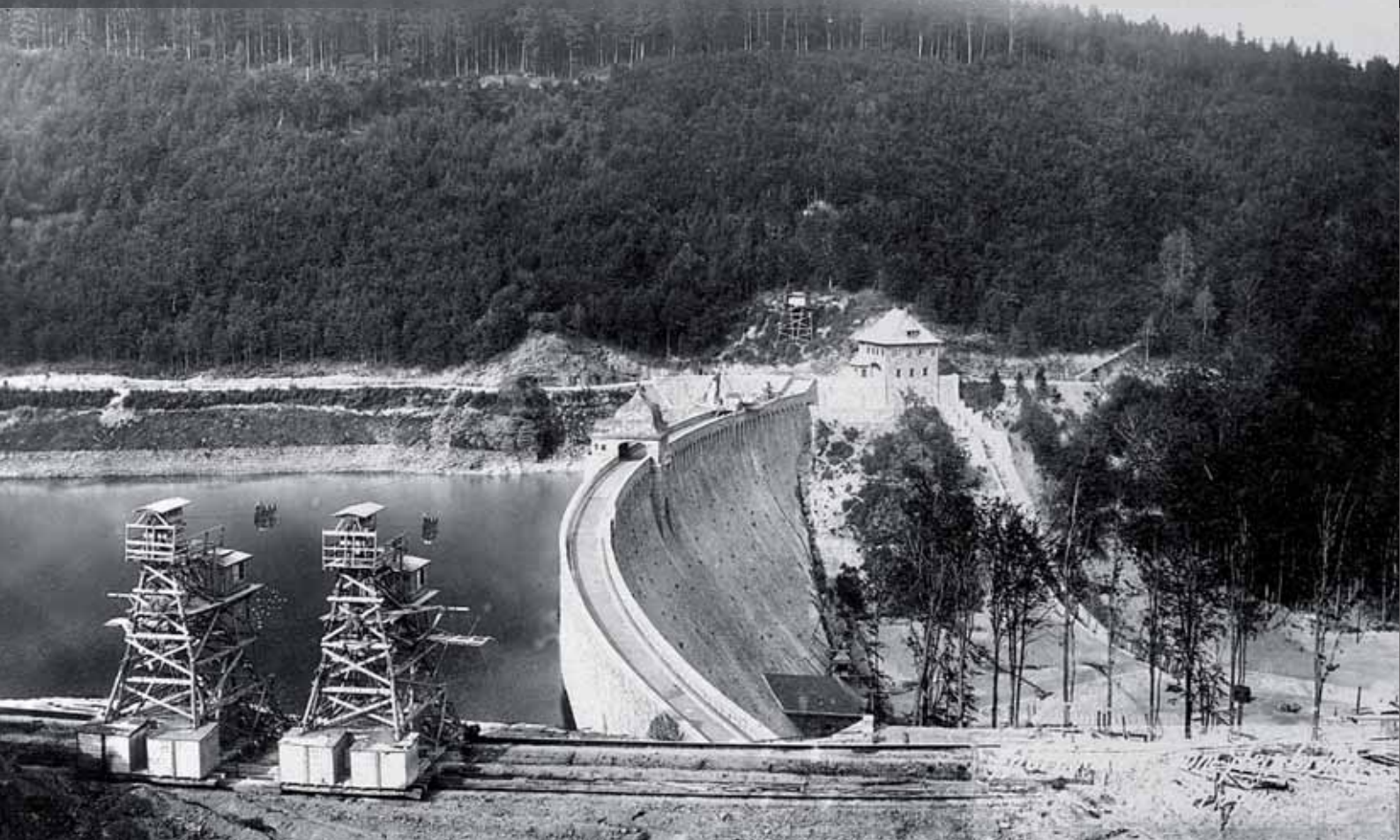
Geodetický monitoring stavby

Ing. Marek Hořejš, Brněnské komunikace, a. s.

Ing. Jiří Bureš, Ph.D., VUT v Brně, Fakulta stavební, Ústav geodézie

Ing. Marek Chlup, Brněnské komunikace, a. s.

31



Hladina vody v nádrži přehrady Janov u Mostu, postavené konsorciem mosteckých stavitelů Berndt – Schwarzer – Wurm, se v červnu 1914 pomalu zvedala

STAVEBNÍ PODNIKATELÉ MINULOSTI, 4. ČÁST SERIÁLU, VODA, ALE I UHLÍ ŽIVÍ STAVEBNÍ FIRMY

Vstup do 20. století nebyl pro stavební podnikatele ideální dobou. Hospodářství nepříznivě ovlivnila další z periodických krizí a velkých veřejných zakázek bylo stále málo. V roce 1901 sice vešel v platnost nový vodocestný zákon, ale než se byrokratická mašinerie rozvíjela a než vznikly a byly schváleny projekty splavňovacích úprav, protéklo řekami ještě hodně vody. Vedle pokračující omezené výstavby krátkých místních drah tak přišly na řadu nejdříve údolní hráze v horách. Teprve o několik let později se začalo s úpravami středního toku Labe od Jaroměře po Mělník.

Katastrofální povodně z 80. a 90. let 19. století přiměly politiky na obecní i zemské úrovni spolu s majiteli nemovitostí a místními podnikateli, aby hledali způsob, jak zabránit aspoň největším škodám. Výběr vhodného místa prováděli a projekty vypracovávali význační odborníci z pražské nebo vídeňské Techniky, ale i z Německa, kde byly se stavbou přehrad v té době už větší zkušenosti. První naše zděná přehrada vznikla v roce 1896 u Mariánských Lázní, v následujícím roce byla dokončena také hráz na Jevišovce v povodí Moravy. Od počátku století do konce první světové války bylo u nás rozestavěno dalších 20 zděných a sypaných přehrad, z nichž jen tři se dokončovaly až po válce. Naprostá většina jich přehradila menší toky v povodí Ohře (3 přehrady), Ploučnice (2) Lužické Nisy (5) a středního Labe (5). Dvě hráze se postavily přímo do cesty horního toku Labe a tři stojí na

přítocích Moravy. A protože Krkonoše, stejně jako Krušné, Lužické i Jizerské hory, kde větší na přehrad vyrostla, leží v oblastech kdysi převážně osídlených německými obyvateli, nelze se divit, že k nim patřili také podnikatelé, kteří získali zadání tamních hrází. O některých známějších už byla řeč minule – bratři Redlichové a Berger z Vídně stavěli Labskou přehradu u Špindlerova Mlýna a Franz Schön z Prahy se uplatnil v lužicko-jizerské oblasti (Mšeno a Bílá Desná). Naši nejvyšší zděnou hráz Janov na Mostecku stavělo s využitím tehdejší nejmodernější techniky, poháněné elektromotory, konsorcium mosteckých firem Berndt – Schwarzer – Wurm. Z nich hrál významnou roli podnikatel **Robert Berndt**, který svou firmu v Mostě založil už v roce 1874. I když jeho firma měla v podtitulu stavby železnic, není známo, že by pracovala na některé naší veřejné dráze.

Stavební činnost firmy se soustředila především na doly a továrny severočeského revíru, pro něž Berndt stavěl závody a pravděpodobně i vlečky, pracoval ale i na regulaci některých úseků Ohře. Hlavním zaměstnáním Berndtova podniku, po první světové válce známého jako Dědicové R. Berndta, však byly skrývkové práce na povrchových dolech od Chebu po Ústí nad Labem. Pro ně si firma opatřila rozsáhlý park rypadel a lokomotiv a v Malém Újezdu u Řetenic postupně vybudovala strojírenský závod na opravy, ale i omezenou výrobu takových strojů. Jiné přehrady na českém severu získaly ke stavbě další vídeňské firmy. **Vereinigte Eisenbahn- und Betriebsgesellschaft** (Sjednocená společnost pro stavbu a provoz železnic) stavěla přehradu Souš, když předtím na počátku století zbudovala také ozubnicovou dráhu z Tanvaldu do Kořenova),



Přehradu v Bedřichově u Liberce dokončovala v roce 1905 vídeňská firma N. Rella a synovec

firma **Nicanore Rella a synovec** postavila v Jizerských horách zděné hráze Harcov, Bedřichov, Mlýnice a Fojtka. Pokud se údolní hráze nacházely dále ve vnitrozemí, stavěly je převážně české firmy. O Velflíkově podnikatelství, které vybudovalo přehradu Les království u Dvora Králové, se už v seriálu také mluvilo. Inženýr a architekt **Quido Bělský** (1855–1909) postavil v Praze Strakovu akademii a kanalizační čistírnu v Bubenči a poté spolu s Vilémem Plenkerem sypanou přehradu v Hamrech na Chrudimce. Ve stejné době také společně regulovali horní tok řeky Úpy. Pardubický stavební podnikatel inženýr **Vendelín Dvořák** (1874?5–1948) vybuďoval na Chrudimce zděnou přehradu u Pařížova (spolu s Čeňkem Kříčkou) a v meziválečné době také hráz u Seče. Před první světovou válkou začal i se stavbou sypané hráze v Luhačovicích, tu ale po válce dostával zemský úřad ve vlastní režii.



Ing. Vendelín Dvořák

Úprava středního toku Labe

V roce 1907 konečně začala dlouhou připravovanou soustavnou úpravu středního toku Labe od Jaroměře po Mělník. Zemský výbor připravil už v roce 1884 původní generální projekt úprav, jenž byl po 12 letech ještě doplněn o plány na splavnění řeky. Tok Labe o délce 223 kilometrů, plný meandrů, stále se měnících písčin a nevyzpytatelných ramen, se měl zkrátit o 20 % na 180 km a postupně také upravit pro plavbu lodí dlouhých 65 metrů s nosností 600 tun, vyžadujících šířku řečiště 8,2 m a hloubku nejméně 2,1 m. Na jezích se počítalo také s využitím vodní energie. Zatímco splavnovací práce s vybudováním plavebních komor měly v první etapě postupovat od Mělníka po Kolín, úpravy toku byly ještě dříve zahájeny na výše položených místech. Tam byl rozhodující zájem obcí na snížení povodňových škod a na úpravě pozemků kolem řeky. Český Zemský výbor společně

s pražským místodržitelstvím se snažily re-zestavět na Labi co nejvíc úseků. Věděly, že ze státní pokladny, jako vždy spíše prázdné, je třeba získat co největší část podpory raději dříve než později. Pokud už stavba běží, je obtížné a drahé ji zastavit.

Téměř zároveň se tedy ve zmíněném roce započalo s úpravami v Hradci Králové a v Pardubicích, zatímco na druhém konci u Mělníka a v Obříství se první stroje rozběhly rok poté. Úpravy v Hradci Králové zahrnovaly nejen jez Hučák s elektrárnou a přílehlými nábrežními, ale také Orlici nad jejím ústím do Labe včetně Moravského jezu. Další práce byly zadávány jak ve směru k Pardubicím, tak vzhůru k Jaroměři. Od Pardubic se pokračovalo dál dolů k Rosicím a Přelouči. Od Mělníka byly vysány práce ve směru k Neratovicím, výše pak v Poděbradech a Kolíně.

Úseky na Labi byly zadávány bez vzájemné místní návaznosti, jednak kvůli „salámové“ taktice úřadů, jednak v důsledku stále se měnících projektů. To vedlo ke zpoždování staveb a jejich prodražování, ale i ke komplikacím a sporům na hranicích úseků, zadaných různým firmám. Izolované stavby bez propojení nemohly přitom přispět k zavedení účinné lodní dopravy. Válka postupně stavební ruch utlumila, protože chyběli lidé, ale i materiál, palivo a peníze. Větší stavby v Nymburce, Poděbradech, Kolíně a Předměřicích se tak protáhly na více než deset let. Firmy živořily stejně jako jejich zaměstnanci. „Lepší stránkou“ války byl hlad po strategických surovinách, u nás především po uhlí. Proto velká stavební podnikatelství přesouvala svá rypadla a lokomotivy ze spících staveb na severočeské „oprámy“, kde odkrývala zeminu z nadloží uhelných vrstev.

Firmy na středním toku Labe

Zatímco Vltava a dolní Labe byly doménou firmy A. Lanna, na středním labském toku



Vodní stroje firmy Kress & Bernard byly počátkem června 1908 v Hradci Králové v plné práci, stejně jako dělníci, vyvážející materiál v kolečkách na břeh



Bagrování průkopu Labe v Obříství firmou Kindl v srpnu 1908



Tak vznikalo v květnu 1911 nové řečiště Labe u Lohenic, bagrované rypadlem firmy Kruliš

dostaly od počátku příležitost i jiné české firmy. Lannovo podnikatelství stavělo zdymadla Hadík nad Mělníkem a další v Nymburce, v Obříství se usadila firma Kindl, v Hradci Králové a také v Litoli pracovali Kress a Bernard a v Pardubicích včetně Rosic a Přelouče zase Kruliš. Ten získal i úpravu v Poděbradech, zatímco Kolín na dlouhá léta obsadili Kapsa s Müllerem. Inženýři Bořkovec

a Brousil upravovali řeku u Káraného v souvislosti se stavbou pražského vodovodu. V 10. letech ovládly střední Labe firmy známé jako „4K“: Kapsa & Müller, Kindl, Kruliš a Kress & Bernard, o které už byla řeč v minulé části seriálu. První z firem se ale původně jmenovala Müller & Kapsa a byla založena v Plzni jako projekční a stavební společnost v roce 1890. Tamní rodáci a veřejně

působící občané města, švagři a inženýři **Antonín Müller** (1852–1927) a **Vojtěch Kapsa** (1855–1915) ji počátkem 20. století nechali zapsat i v Praze, kde pak roku 1908 vznikla jejich druhá firma Kapsa & Müller. Pražské veřejnosti se nejprve představili vybudováním vltavského nábřeží u Národního divadla v místech zbořené Vojtěšské čtvrti. Brzy poté založili na kesonech pilíře Čechova mostu, čímž získali i odborný věhlas. Firmu později převzali synové zakladatelů Dr.-Ing. **František Müller** (1852–1927), majitel vily od arch. Loose v Praze, a Dr.-Ing. **Lumír Kapsa** (1887–1945). V dlouhém seznamu staveb podnikatelství najdeme mimo labské úpravy a meziválečné novostavby železnic také části pivovarů a Škodových závodů v Plzni, Putilovské závody a loděnici v Petrohradě, řadu mostů, Helmovský jez v Praze, přístav v Mělníku, regulaci řek v Plzni a několika úseků Ohře, betonovou přehradu Kníničky u Brna, použití železobetonových kesonů při založení mostu v Obříství či železobetonových pilot vlastní konstrukce o délce 18 metrů v Kolíně.



Stavba nového jezu v Kolíně asi na jaře 1915 firmou Kapsa & Müller



Vodní elektrárnu na vltavském jezu v Miřejovicích stavěla firma Faigl ze Zlonic až v první polovině 20. let s pomocí velké techniky používané na důlních skrývkách

O stavitelské rodině Kindlových je pohříchu známo téměř jen to, co se dá vyčíst z náhrobku na bubenečském hřbitově v Praze. Zakladatel firmy inženýr **Josef Kindl** (1871–1915) byl synem bubenečského stavitele Jana Kindla. Na počátku 20. stoletírazil kanalizační štoly v Praze a v roce 1903 i Vyšehradský tunel. Poté se plně věnoval úpravám středního Labe. Bratři **Karel** (1872–1936) a **Stanislav Kindlové** (1877–1930) pokračovali v Josefově práci a roku 1922 založili novou firmu Karel Kindl a spol. (dříve Ing. Josef Kindl). Ve 30. letech do firmy vstoupili Stanislavovi potomci a Ing. **Jan Tagwerker** (1894–1960), zeť jednoho z bratrů první generace. Jeho jméno je spojeno s vilou postavenou v Mostě firmou Kindl původně jako vlastní sídlo. Podnikatelé se totiž kromě staveb na středním Labi a zemních prací pro strahovský stadion v polovině 20. let věnovali po první válce trvale skrývkám na českém severozápadě.



Ing. Zdeněk Kruliš junior

Inženýr **Zdenko Kruliš** (1865–1935) pokračoval zpočátku ještě v otcově firmě na stavbách železnic, brzy ale založil vlastní podnikatelství a věnoval se hlavně úpravám Labe, později také Vltavy a Váhu. Ve 20. letech působil ve funkci místopředsedy československého olympijského výboru. V jeho práci pokračoval syn Ing. **Zdeněk Kruliš** (1896–1946), s nelehkým osudem za fašistické okupace, kdy jeho žena zemřela v Osvětimi a syn byl vězněn v koncentračním táboře. Bojoval ještě v roce 1945 na barikádách, ale svých 50. narozenin se nedočkal. Nedožil se tak aspoň hořkého konce všech podnikatelů. Firma Zd. Kruliš se účastnila téměř všech větších stavebních zadání v Československu, především novostaveb železnic, kde byly její specialitou tunely. Ve 30. letech pracovali Krulišovi lidé v Persii (Íránu), po 2. světové válce získala firma zakázku na stavbu přehrady v bulharské Topolnici. Po znárodnění přejmenovali noví „majitelé“ firmu Kruliš na národní podnik Baraba. Stavitel Ing. **Vladimír Vlček** (1878–1922) částečně zasáhl do labské úpravy v Poděbradech. Syn spisovatele Václava Vlčka se věnoval spíše železničním stavbám (například stavbě pražského nádraží Vinohrady nebo spojky z Malešic do Libně) a za války přesídlil na severočeské skrývky. Po jeho smrti firma pokračovala v činnosti za účasti choti Karly a syna Vladimíra (nar. 1904). Do této doby patří podíl na stavbách dráhy Zvolen–Krupina, pražské plynárny v Michli a elektrárny v Ervěnicích, ale také na úpravách Vltavy v Českých Budějovicích či na pražských Maninách. Celkem firma postavila na 50 mostů a 56 dalších staveb z betonu a železobetonu, podílela se také na syndikátu pro stavbu železobetonových železničních vozů a lodí v ČSR. Na počátku 30. let však zanikla.

Na úpravách Labe v Předměřicích, Poděbradech a později v Toušeni se podílel také



Dr. Ing. Lumír Kapsa

propagátor železobetonu a stavitel mostů Ing. **Karel Herzán** (1869–1940). K jeho novátorským stavbám z let 1910–11 patří zakrytí ústí Botiče do Vltavy stropem dlouhým 232 metrů a stavba betonové severní části Hlávkovy mostu. Později postavil například mosty přes nádraží

v České Třebové a přes Bečvu v Přerově. První betonový most v Českých zemích však sklenul už v roce 1896 Ing. **Antonín Los** z Prahy-Smíchova (nar. 1864), a to přes Rokytku v Praze-Libni. Týž stavitel ještě v době do první světové války vybudoval úzkorozchodnou železnici z Jindřichova Hradce do Obrataně a reguloval Labe ve Dvoře Králové. Mezi staviteli počátků 20. století je třeba zmínit také Václava Faigla, zednického mistra a majitele cihelny, parní pily a truhlárny ve



Logo firmy Ing. Vladimír Vlček

Zlonicích. Sám pracoval jen v nejbližším okolí, ale jeho syn Ing. **Václav Faigl** (1886–1934) se s firmou účastnil menších železničních staveb na Lounsku, Chomutovsku a Duchcovsku. Po první světové válce se sice věnoval převážně skrývkám na povrchových dolech, postavil však také vodní elektrárnu v Miřevovicích a podílel se na budování nákladového nádraží v Praze na Žižkově.

Opomenut zde nemůže být stavitel vodohospodářských děl z Roudnice nad Labem Dr. Ing. **Alois Samohrd** (1865–1917). Počátkem 20. století přesídlil do Brna, kde byl prezidentem inženýrské komory. Postavil několik místních drah na Moravě (např. do Líšně, Luhačovic, Oslavan či přes Ostravici do Bílé). Pracoval na regulaci Moravy v Olomouci, za války stavěl tratě v Chorvatsku a Slovinsku. Jeho rodinná vila v Luhačovicích dnes nese název Hotel Regia.

V době před první světovou válkou se u vody nepracovalo jen na středním a horním Labi. Na Vltavě v Praze se budovaly nové mosty a kamenná nábřeží, jezy a plavební komory u Štvanice a na Smíchově, regulovala se Lužnice, Mže i Berounka, úpravy probíhaly na Ohři, Jizeře i řekách na východě Čech, Moravský zemský výbor

i uherská strana začaly s velkou úpravou středního toku Moravy. I tady však válka téměř veškeré práce zastavila.

Zdeněk Bauer

*Poznámka redakce: Pro ty, kteří se chtějí o stavitelích, jejich stavbách a strojích dozvědět více, vydal autor našeho seriálu obsáhlou knihu *Stroje na stavbách 1849–1948*. Více o publikaci na str. 6 a 8.*



Zemina, kterou hrabala a odvážela firma Kruliš na dole Bernhard u Královského Poříčí na Sokolovsku, vypadá na obrázku mnohem černější než uhlí pod ní, do něhož se horníci zatím dobývají štolou

SLAVNOSTNÍ KŘEST KNIHY „STROJE NA STAVBÁCH 1849–1948“ AUTORA ZDEŇKA BAUERA

Slavnostní křest knihy „Stroje na stavbách“ autora Zdeňka Bauera, s podtitulem Stavby, stavitelé a jejich stroje v Českých zemích a na Slovensku (1849–1948) se uskutečnil 23. ledna v přednáškovém sále Národního technického muzea v Praze.

Již několik let máme na stránkách časopisu ZAKLÁDÁNÍ možnost sledovat oblíbený seriál o stavitelích, jejich stavbách a strojích autora Zdeňka Bauera (Ing. CSc.). Avšak až koncem loňského roku se podařilo nakladatelství Gradis Bohemia, s. r. o., vydat reprezentativní dvou-svazkovou publikaci o celkem 900 stranách, která je jedním ze završení autorova celoživotního zájmu o stavební stroje a historii stavitelství.

Za účasti mnoha přizvaných hostů, nakladatele a stavebních firem knihu spolu s autorem slavnostně pokřtil generální ředitel Národního technického muzea Bc. Karel Ksandr, který měl rovněž úvodní slovo. V něm mimo jiné vyjádřil autorovi velké uznání a obdiv za dílo, které vyplňuje dosud prázdné místo na mapě historie strojů a strojních zařízení v industriální době na našem území.



Spokojený autor s pokřtěným výtiskem

I když hlavní zájem autora patří právě stavebním strojům, je kniha z více než poloviny tvořena texty popisujícími vznik a vývoj staveb a historii stavebních firem či jejich majitelů. Autor tak vzdává hold i stavebním podnikatelům minulosti, jejichž jména jsou dnes až na výjimky zcela neznámá a historie pro ně – na rozdíl od projektantů a architektů – dosud nenašla odpovídající místo. Jak autor uvádí ve svém věnování: ... „o těch, kdo pracovali v terénu, bojovali s nepřízní geologie i počasí, s dodavateli a investory, se státní správou a s odbory, kdo přitom dokonale ovládali řemeslo a přicházeli často s odvážnými technickými nápady, o těch se mlčí s neúctou, kterou si rozhodně nezaslouží.“ Proto je kniha věnována památce všech poctivých stavebních podnikatelů před rokem 1948.

Uvedená trojice hlavních oddílů knihy – O stavitelích, O stavbách a O strojích – dovoluje dobře sledovat vzájemné prolínání firem a jejich inventáře na jednotlivých stavbách, přesuny strojů, spolupráci firem v konsorciích a mnoho dalšího. Postup nasazení strojů na velkých stavbách je většinou čerpán přímo ze stavebních deníků, pokud se je podařilo najít. Již jen při letmém listování knihou nás upoutá množství unikátních černobílých fotografií (celkem 800!), na nichž máme možnost sledovat vznik stavebních děl nám dnes převážně známých a jaksi samozřejmě rostlých s naší zemí jako jsou přehrady, mosty, jezy, přístavy, železniční a silniční cesty atp. Bohatý fotografický

doprovod knihy tak tvoří unikátní dokument svého druhu, dokument o době a místech, která se většinou v okolí staveb do dnešní doby změnila k nepoznání a samozřejmě dokument používané techniky, která z našich staveb již nenávratně zmizela.

Hlavní svazek knihy je doplněn o samostatnou tabulkovou část – seznamy jednotlivých velkých strojů s hlavními historickými a technickými údaji obsahují přes 600 parních a 800 motorových lokomotiv, přes 270 rypadel, 120 bagrů a elevátorů, 240 parních lokomobilů a pluhů, téměř 300 silničních válců, dále parníky, jeřáby, drapáky, parní beranidla a parní automobily, celkem téměř 2500 strojů.

Za vznik knihy je třeba poděkovat nejen odvážnému nakladatelství Gradis Bohemia, s. r. o., ale i osvíceným zástupcům několika stavebních firem, z nichž jednou je i společnost Zakládání staveb, a. s., kteří vydání knihy laskavě podpořili. Je bohužel smutným odrazem dnešní doby, že na vzniku této doslova učebnice z dějin budování časově rozlehlé etapy našeho státu a jeho infrastruktury neměla zájem státní sféra a její organizace a veškerou tíhu a riziko spojené s vydáním tak musel nést výhradně nakladatel. Kniže *Stroje na stavbách* přejeme tu nejlepší budoucnost a dostatek vnímavých čtenářů, kteří v ní mohou najít nejen technické poučení, ale především radost z možnosti uchopit a přiblížit si neopakovatelnou etapu sta let ve vývoji techniky na stavbách na našem území. Etapu, která má v sobě kouzlo něčeho původního, jedinečného, řádného, kouzlo, které je asi nejlépe vyjádřeno těmito verši, vytištěnými velkými písmeny na předsádce knihy:

***Kdysi dávno věci děly se jak měly,
Lidé pracovali, snažili se, chtěli,
Bez páry otáčet se stroje neuměli,
Ten svět zdá se už jsme dávno zapomněli.***

Text a foto: Libor Štěrba



Generální ředitel NTM Bc. Karel Ksandr a ing. Zdeňk Bauer při slavnostním pokřtění knihy



Kuloářové diskuze po prosloveh, v popředí ing. Jiří Mühl ze společnosti Zakládání staveb, a. s., a Bc. Karel Ksandr, ředitel NTM

KONFERENCE „ZAKLÁDÁNÍ STAVEB – BRNO 2011“

Již tradičně se počátkem listopadu konala v Brně konference „Zakládání staveb“, pořádaná Českou geotechnickou společností a Českým svazem stavebních inženýrů. Její 39. ročník byl zaměřen na možnosti snižování geotechnických rizik při výstavbě.

Účastníci konference z řad projektantů, investorů, vysokoškolských pedagogů, studentů a podnikatelů ve stavebnictví, absolvovali ve dnech 7. a 8. listopadu 2011 v kongresovém sále hotelu Voroněž program, rozdělený do pěti tematických okruhů:

- Rizika geotechnického průzkumu,
- Rizika v zakládání staveb,
- Rizika geotechnického modelování,
- Rizika v podzemním stavitelství,
- Rizika spojená se sanací staveb, kontaminovaných území a skládek.

V **prvním tematickém okruhu**, kterému předsedal RNDr. Lubomír Klímecký, bylo ve sborníku konference uveřejněno celkem 6 příspěvků. Z přednesených příspěvků bylo poutavé např. vystoupení doc. RNDr. M. Kopeckého Ph.D. a mgr. Martina Ondrášika, Ph.D. z bratislavské katedry geotechniky, pojednávající o tvorbě a využití atlasu sesuvů na území Slovenské republiky.

Ve **druhém tematickém okruhu** – předsedal mu doc. ing. J. Masopust, CSc., který byl rovněž předsedou přípravného výboru konference – bylo ve sborníku publikováno 10 příspěvků. Přednesené referáty, týkající se reálných rizik při provádění speciálního zakládání, byly pro pracovníky z výrobních organizací velmi atraktivní, neboť se v nich diskutovaly problémy ze skutečně realizovaných staveb. O rizicích prací speciálního zakládání přednášel doc. ing. Jan Masopust, CSc. Jeho příspěvek popisoval rizika, která mohou vzniknout při výstavbě stavebních jam a to ze strany investora, projektanta i prováděcí firmy. Na příkladech nehod a havárií ve světě, ale i u nás, autor ukázal, že výstavba stavebních jam a práce speciálního zakládání staveb s sebou nesou obecná rizika, jímž se lze jen ztěží vždy vyhnout.

O realizaci montážní šachty SO 07-17 na stavbě pražského metra V.A, referoval ing. Jan Šperger (Zakládání staveb, a. s.). Šachta zajištěná kruhovou převrtávanou pilotovou stěnou sloužila

pro nasazení razičích štítů na trasu tunelů. Svými rozměry (hloubka 34 m a průměr 25 m) se řadí mezi nadstandardně velké stavební jámy. Ve osmém příspěvku seznámil ing. Michael Remes (Zakládání staveb, a. s.) přítomné s pracemi prováděnými společností Zakládání staveb, a. s., na prodloužení trasy A pražského metra – rozsáhlou liniovou stavbou situovanou do hustě obydlené části hlavního města. Společnost Zakládání staveb, a. s., se na její výstavbě aktivně podílí s využitím komplexní škály technologií speciálního zakládání; v prezentaci tak byly představeny práce, prováděné společností při zajištění a výstavbě podzemních objektů budovaných v otevřených stavebních jamách a zajištění jejich vyústění na povrch.

Ve **třetím tematickém okruhu**, kterému předsedal ing. Petr Svoboda, byla v příspěvcích diskutována rizika vznikající při geotechnickém modelování. Zajímavá byla přednáška o zajištění svahů hlubokých zářezů prefabrikovanými žebry, kterou prezentoval ing. Lumír Kliš.

Ve **čtvrtém tematickém okruhu**, kterému předsedal prof. ing. Jiří Barták, DrSc., byla hodnocena rizika vznikající v podzemním stavitelství. Zde byla velmi působivá přednáška ing. E. Stehlíka o rizicích spojených s ražbou tunelů na Islandu.

Konferenci uzavřel poslední **pátý okruh**, který byl věnován tématu rizik spojených se sanací staveb, kontaminovaných území a skládek a předsedala mu ing. Věra Glisníková, CSc.

V průběhu konference proběhlo vyhlášení „**Soutěže o nejlepší diplomovou a bakalářskou práci**“. Vítězi soutěže v kategorii „diplomová práce“ se stali ing. Jan Vrbata (ČVUT Praha) za práci „Zpětná analýza měřených deformací primárního ostění tunelu Brusnice“

a ing. Barnabás Polák (ČVUT Praha) za práci „Overienie vhodnosti konštitučných modelov piesčitých zemin“. Vítězem soutěže v kategorii „bakalářská práce“ se stal Bc. Jiří Šach (ČVUT Praha) za práci „Design of the Primary Lining of a Double-Track Metro Tunnel“.

Další cenou, která byla udělena v rámci konference Zakládání staveb 2011, byla **Cena prof. Zdeňka J. Bažanta za přínos k rozvoji oboru geotechniky**, udělovaná prvním rokem Českou geotechnickou společností a katedrou geotechniky ČVUT Praha. Oceněn byl ing. Pavel Čapek, stavbyvedoucí společnosti Zakládání staveb, a. s., za práci „Realizace sanačních

opatření pro zmáhání závalu tunelu Blanka v úseku Myslbekova – Pražský most po mimořádné události z 5. 7. 2010“. Tato práce byla také v rámci konference prezentována.

Společnost Zakládání staveb, a. s., jako jeden z hlavních partnerů, představila spektrum svých činností na stánku v předšálí konferenčního sálu. Jako každoročně zde byla na výstavních panelech k vidění celá řada zajímavých staveb z poslední doby, tentokrát se zaměřením na stavby v kontaktu s vodním prostředím a z výstavby prodloužení úseku trasy metra A.

Konference Zakládání staveb, pořádaná společností Sekurkon, s. r. o., byla jako každoročně podnětným a přínosným setkáním lidí z oboru speciálního zakládání staveb. Pohled do naplněného konferenčního sálu je důkazem toho, že o rozvoj tohoto oboru je stále velký zájem, a že i díky velké účasti mladších účastníků má před sebou dobrou budoucnost.

Ing. Jiří Jíra, Zakládání staveb, a. s.
Foto: Sekurkon, s. r. o.



Ing. Pavel Čapek



Ing. Jan Šperger při prezentaci



Doc. ing. Jan Masopust, CSc., předseda přípravného výboru konference a ing. Jindřich Řičica, předseda ADSZS a člen řídicího panelu

STROJE NA STAVBÁCH

Publikace vzdává hold všem stavebním strojům i obdivuhodným dílům, která s jejich pomocí vznikla v průběhu 19. století a přibližně první poloviny 20. století.

Jsou zde provázána tři zajímavá témata: podnikatelé – stavby – stroje, která autor představuje svým poutavým vyprávěním a popisem doplněným více než 500 fotografiemi. Jedná se o stavební stroje jak železniční, tak pozemní i vodní. Autor použil nejen svůj bohatý archiv, ale zároveň čerpal z archivů státních i řady soukromých firem, jakož i ze soukromých sbírek (včetně zahraničních). Často pomohli i potomci těch, kteří stroje vyráběli či úžasná díla pomáhali stavět.

Publikace je formátu A4 v pevné vazbě s rozsahem 896 stran, kde tabulková část tvoří samostatnou knihu o 232 stranách. Obě knihy jsou uloženy ve společném boxu. Součástí je i vícejazyčné resumé (AJ, NJ).

Cena: 1440,- Kč



Objednávky přijímá:

Gradis Bohemia, s.r.o., Drnovská 41, 161 00 Praha 6
Tél./zázn./fax: 233-341-260, e-mail: obchod@gradis.cz

Pozvánka na odborný seminář Olšanka 2012

ARCADIS Geotechnika a.s. pořádá společně s Českou silniční společností dne 29.2. 2012 již 16. odborný geotechnický seminář, který se uskuteční v kongresovém centru hotelu Olšanka v Praze 3.

Letošním hlavním tématem semináře budou

Přechody mostů pozemních komunikací

Odborným garantem semináře je Ing. Vítězslav Herle z ARCADIS Geotechnika a.s.

Seminář je určen především projektantům inženýrských a dopravních staveb, pracovníkům investorských organizací a zhotovitelských stavebních firem, inženýrským geologům i geotechnickým specialistům. Seminář je zařazen do projektu celoživotního vzdělávání ČKAIT a bude pravděpodobně hodnocen jedním kreditním bodem. Součástí semináře bude doprovodná výstavka odborných firem.

Na semináři bude předneseno osm příspěvků včetně přednášky

Transit zones earthworks – structure. Spanish experience and innovations (Přechodové oblasti ze zemních těles na konstrukce. Španělské zkušenosti a inovace)

kteřou přednese španělský odborník Dr. Francisco Cabrera Jerónimo, ADIF, ministerstvo stavebnictví, Španělsko

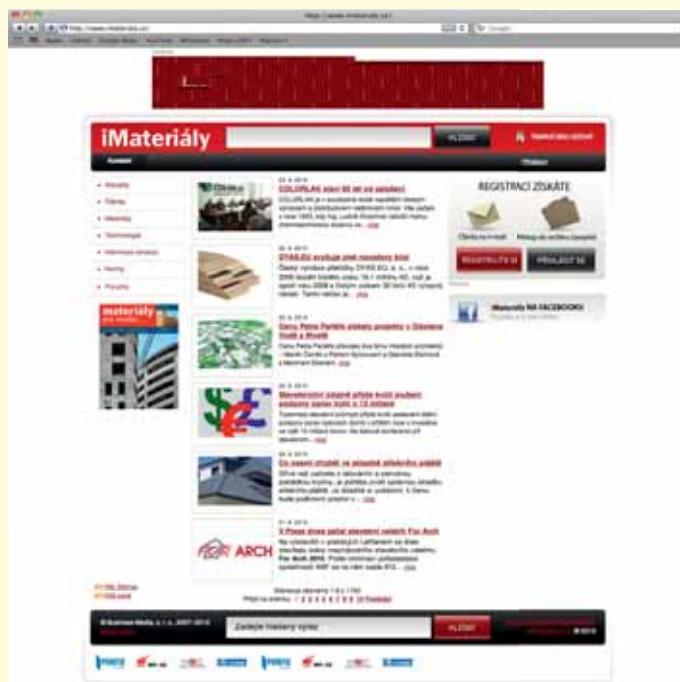
Pozvánky včetně závazných přihlášek budou rozesílány během ledna 2012.

Více informací najdete na
www.arcadisgt.cz



iMateriály

Internetový portál pro odbornou stavební veřejnost. Přináší aktuální informace z oboru stavebnictví, novinky v oblasti stavebních materiálů a výrobků a odborné články renomovaných autorů.



www.imaterialy.cz



Celkový pohled na přístav Gruž, v popředí staveniště nových mol

REKONSTRUKCE OSOBNÍHO PŘÍSTAVU GRUŽ V DUBROVNÍKU

Pracovníci Zakládání staveb d. o. o. Zagreb prováděli pilotové založení pro rekonstrukci a dostavbu přístavního mola osobního přístavu Gruž. Staveniště se nacházelo prakticky na stejném místě, kde před 11 lety, v roce 1999, společnost realizovala pilotové založení visutého mostu F. Tuđmana, novodobého symbolu a vstupní brány do historického města Dubrovnik na Jadranu.

Oba projekty však spojuje pouze stejná lokalita; situace v chorvatském stavebnictví se totiž za jedenáct let výrazně změnila. Výběrové řízení na dodavatele dostavby mol č. 16 a 17 přístavu Gruž se konalo v ostřem konkurenčním prostředí, znásobeném přetrvávající hospodářskou recesí. Všichni účastníci výběrového řízení si navíc byli vědomi skutečnosti, že realizace této náročné stavby bude velmi důležitou referencí pro získání daleko rozsáhlejších projektů plánované výstavby a rekonstrukce přístavů na celém pobřeží chorvatského Jadranu.

Z historie přístavu Gruž

Dubrovnik, středověká architektonická perla jižního Jadranu, odněpaměti přitahuje pozornost turistů. Pohled na starý dubrovnický přístav vévodí snad každé pohlednici města. Již během

středověku však starý přístav přestal pro svou stísněnost vyhovovat potřebám narůstajícího lodního provozu. Úlohu hlavního dubrovnického přístavu proto převzala dobře chráněná zátoka zařezávající se do pevniny



Dobový snímek přístavu Gruž z dvacátých let 20. století

od severozápadu v místě zvaném Gruž. Přístav zde měl tradici již od 10. století, od 16. století se zde stavěly i lodě. Na novodobý rozvoj přístavu měla velký vliv železnice, která do Gruže dorazila na počátku 20. století. Důsledkem bylo znásobení počtu cestujících i množství zboží přepravovaného přes dubrovnický přístav.

První okružní plavby turistickými loděmi se z Gruže počaly vypravovat již před 165 lety. V 80. letech minulého století patřil Dubrovnik k neopomenutelným zastávkám okružních plaveb po Jadranu a Středomoří. Během občanské války v letech 1991–1995, v době blokády města srbskými a černohorskými jednotkami, zůstal přístav jediným pojištěním Dubrovniku se světem. Po skončení občanské války se přístav nadále rozvíjí výhradně jako osobní přístav pro vnitrostátní i mezinárodní trajektovou přepravu cestujících a plavby okružními loděmi.

Kruizery v Dubrovniku

V posledním desetiletí došlo k nevídané expanzi nabídky okružních turistických plaveb velkými turistickými loděmi, tzv. kruizery. Dovolená na těchto plovoucích hotelích, dříve výsada nejbohatší klientely, je nyní dostupná nejširším vrstvám.



Tlačeniče kružerů u přístavního mola

Loď pojmu na svoji palubu i několik tisíc hostů, o které se stará téměř stejný počet členů posádky. Kruizery dosahují délky až 300 m (největší v letošním roce „Voyager of the seas“ z Baham – délka 311 m, 3230 pasažerů) a těmto obrovským plavidlům musejí být přizpůsobeny přístavy a zřízena odpovídající přístavací mola jak do délky, mohutnosti konstrukce, tak do hloubky přístavního bazénu. Kruizery se v přístavu zdržují maximálně jeden den a pak pokračují do další destinace. Dubrovnik patří podle počtu turistů k nejoblíbenějším lokacím – v celém Středomoří mu patří třetí místo za Neapolí a Livornem, v celosvětovém měřítku se pak v pořadí zájmu turistů řadí do první desítky. Jen za rok 2010 jej navštívilo 705 velkých výletních lodí, které měly na své palubě 871 tisíc cestujících. Měsíčně připlouvá 60–90 lodí, rekordních 129 lodí navštívilo město v červenci 2010. Počty návštěvníků za rok 2011 pak ty loňské předčily již v průběhu října (664 lodí s 911 tisíci pasažery) a v úhrnu celého roku 2011 se čeká překročení počtu jednoho milionu turistů.

Rekonstrukce přístaviště

Prvních 810 m přístavního mola přístavu Gruž bylo zrekonstruováno v letech 2005–2010. Tato délka dovolovala přijmout pouze dva až tři kruizery najednou. Ostatní musely kotvit na otevřeném moři, což je nepohodlné nejen pro cestující a obsluhu lodí, ale je to



Plánovaný rozvoj přístavu do r. 2014

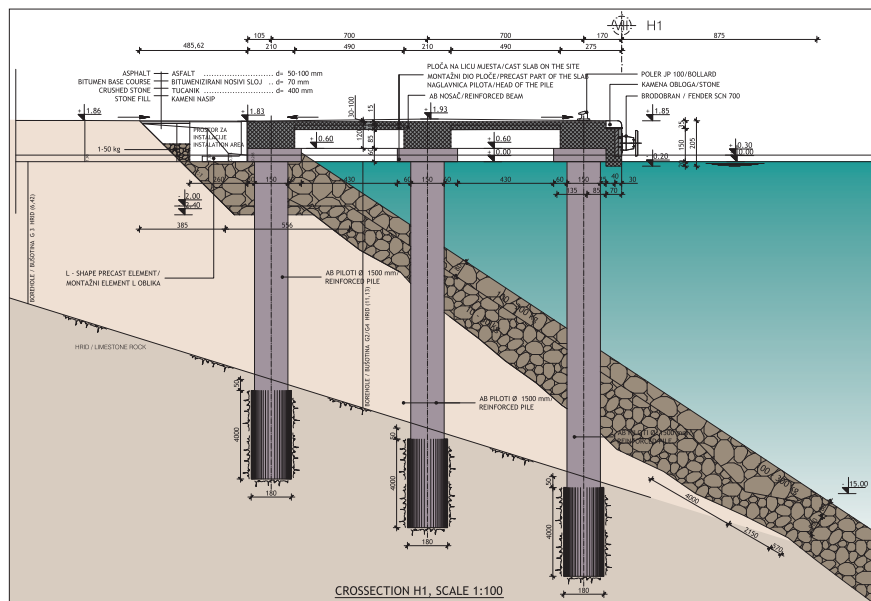
nevýhodné i pro provozovatele přístavu. Proto se jeho ředitelství rozhodlo co nejrychleji vybudovat další kotevní místa rekonstrukcí mol č. 16 a 17 o délce 230 m přímo pod dubrovnickým mostem. Práce na této etapě byly zahájeny v únoru roku 2011 a dokončení bylo plánováno na listopadu téhož roku. Další etapa, plánovaná na období 2013–2014, pak počítá s dalším rozšířením o 400 m směrem do zátoky Rijeka Dubrovačka.

Geologické poměry a projektové řešení

Staveniště leží podél mořského břehu na svahu zátok Gruž a Rijeka Dubrovačka na úpatí strmého svahu kopce Srdj, který se zdvíhá nad Dubrovnikem do výšky 412 m. Celé území bylo po staletí hojně využíváno a dotvářeno do současné podoby navážkami různých stárí, složení a mocnosti, včetně vrstev na mořském dnu. Pod navážkami leží mořské

sedimenty – nejprve měkké, jemnozrné, dále písčité až štěrkovité, na bázi až hrubě kamenité, tvořené sutí podložního dolomitu. Celková mocnost mořských sedimentů se pohybuje mezi 3–5 m. Pod kvarténními uloženými se nachází druhohorní dolomit, pevný, místy prostoupený puklinami až silně podrcený. Pevnost tvrdého kompaktního dolomitu dosahovala až 120 MPa.

Založení přístavních mol č. 16 a 17 bylo navrženo shodně s předchozí etapou na pilotách o průměru 1500 mm s rozšířenou patou na 1800 mm vetknutou 4,5 m do zdravého skalního podloží tvořeného druhohorními vápenci a dolomity. 88 ks pilot je rozmístěno ve třech dilatačních celcích v generelním rasteru 7,0x7,0 m ve třech řadách podél stávajícího břehu přístavu. Hloubka moře se pohybovala od 1,0 m u první řady pilot do 10–14 m u třetí řady pilot.



Příčný řez založením mola



Ponton se strojní sestavou Bauer BG 36H a Kobelco EM700

Všechny piloty jsou opatřeny trvalou výpažnicí o průměru 1500/6 mm, která je zapuštěna min. 0,5 m pod povrch skalního podloží. Mohutný armokoš sestává z 42 svislých prutů prům. 32 mm a spirály z žebrované oceli prům. 19 mm se stoupáním 100 mm. Hmotnost 1 bm armokoše je cca 460 kg. Délka jednotlivých pilot se pohybovala od 11,0 m do 29,0 m, průměrná délka byla 19,0 m. Pro zhotovení pilot byly stanoveny přísné výrobní tolerance – půdorysné umístění do 20 mm ve všech směrech od ideálního středu piloty a max. odklon od svislice 1 : 75.

Realizace pilotového založení

Práce na založení mol v Dubrovníku nebyly pro pracovníky Zakládání staveb, a. s., ani záhřebské pobočky prvním setkáním s prací prováděnými z plavidla na vodní hladině. Zkušenosti získané při pracích na českých i zahraničních řekách a moři při výstavě dalb, mostů a přístavních mol byly velmi cenné při přípravě této svými parametry výjimečné

stavby. Dosud se z plavidla realizovaly piloty maximálně do průměru 1200 mm, při jejichž vrtání se používaly vrtné soupravy menších rozměrů i hmotnosti.

Hlavní vliv na výběr strojního vybavení i pontonu, ze kterého se měly práce provádět, měly projektované parametry pilot. Průměr rozšířené paty ve skalním podloží 1800 mm vyžadoval použití pracovního pažení o průměru 2000 mm. Hmotnost 1 m dvouplášťové pažnice tohoto průměru je okolo 2 t, maximální hmotnost pažnic kolony mohla u nehlubších pilot dosahovat až 45 t. Hmotnost osazovaného armokoše dosahovala až 15 t, podobnou hmotnost měly i trvalé výpažnice. Pro vrtání pilot se nejprve uvažovalo o použití vrtačky Bauer BG25, do té doby nejsilnější vrtné soupravy ze strojního parku ZS, a. s. Její přizpůsobení pro pažení průměrem 2000 mm by však bylo časově i finančně nákladné. Proto se vedení společnosti rozhodlo, v souladu se strategií dalšího rozvoje firmy i s celosvětovým trendem provádění pilot větších rozměrů

(průměru i hloubky), k zakoupení nového stroje typu Bauer BG36H. S ohledem na hmotnost a délku osazovaných trvalých výpažnic a armokoše tvořil další součást strojní sestavy pásový jeřáb Kobelco.

Hmotnost vrtné soupravy a jeřábu, spolu s vrtným nářadím a pažnicemi, přesahovala 200 t a tomu se musel podřídit i výběr vhodného pontonu. Na to měla výrazný vliv i morfologie mořského dna. Po konzultaci s odbornými pracovníky objednatele, kteří ponton zajišťovali, jsme vyloučili možnost použití pontonu o výtlačku 450 t podpíraného hydraulickými podpěrami (tzv. semi-jack up pontoon), protože panovala obava, že by docházelo k sesouvání podpěr po strmém dnu tvořeném měkkými a málo únosnými mořskými sedimenty, a samotný ponton měl malou rezervu v únosnosti.

Nakonec byl zvolen plovoucí ponton o výtlačku 1000 t kotvený tzv. na krátko. Tento způsob kotvení se osvědčil na předchozích menších stavbách, které jsme prováděli společně s firmou Pomgrad. Vázání „na krátko“ mělo spolu s přidávaným balastem (kontrazávajícími) vyloučit naklánění (houpání) pontonu nad přijatelnou mez při jednotlivých pracovních operacích. Naklánění se však projevilo jako největší nedostatek zvoleného plavidla, protože zejména při odpažování docházelo k náklonu paluby a zanoření plavidla až o 90 cm. Výkyvy pontonu způsobovaly nadměrné namáhání vrtné soupravy, zejména vrtné hlavy a teleskopu. K podstatnému zlepšení situace nedošlo ani po několikerém dodatečném statickém posouzení, přidání balastu, změně kotvení a vázání pontonu ke břehu. Nakonec došlo až k havárii vnitřního dílu teleskopu. Po této události bylo třeba stávající postup realizace pilot od základu přehodnotit. Kromě poškozování a nadměrného namáhání stroje totiž naklánějící se ponton odtlačoval již hotovou pilotu z původní pozice i o desítky centimetrů. Značné zlepšení přinesla až změna způsobu fixace pontonu, který byl pomocí speciálně navrhované konstrukce upevněn na již hotovou pilotu



Vrtání skalním hrcem 1800 mm v pažnici 2000 mm



Vrtání dolomitu jádrovákem menšího průměru



Osazování trvalé výpažnice prům. 1500 mm



Přemisťování armokoše k ústí vrtu



Výrazný náklon pontonu při některých pracovních operacích

v předešlé řadě, čímž se omezilo jeho předklá-
nění. Kroučící moment přenášený z vrtné sou-
pravy na ponton byl pak kompenzován pomocí
táhla spojeného s další dokončenou pilotou. Tím
se minimalizovaly pohyby pontonu na přijatel-
nou míru a zbývající piloty se dokončily bez dal-
šího nadměrného opotřebení strojů i zařízení.
Při vlastním hloubení pilot se pozitivním způ-
sobem projevila dlouholetá zkušenost osádek
vrtného stroje. S ohledem na přísné tolerance
v umístění piloty bylo nutné co nejpřesněji
zahloubit úvodní pažnici. Jejím pečlivým za-
vrtáním se dosáhlo optimálního umístění vrtu
a nebylo nutné následně obtížně centrovat
pilotu v nepřesně umístěné pažnici koloně.
Poté už vrtání piloty probíhalo standardním
způsobem; zpočátku si bylo třeba jen zvyk-
nout na nezvyklé rozměry a hmotnost nářadí,
pažnicí kolony, armokošů, trvalé výpažnice

a na neustálé houpání pracovního pontonu. Po
zavrtání pažnicí kolony o průměru 2000 mm
přes mořské sedimenty na úroveň skalního
podloží bylo nutné zhloubit patu piloty o prů-
měru 1800 mm na hloubku 4,5 m do zdravé-
ho vápence či dolomitu. Vrtání se provádělo
kombinací skalního spirálového vrtáku, skalní-
ho hrnce a jádrováků různého průměru. Po
dosažení předepsaného vetknutí se vrt zkalib-
roval na požadovaný min. průměr 1800 mm.

Výjimku tvořilo cca 10 ks pilot, které zastih-
ly tektonickou poruchu – podceny dolomit,
místa s jílovitou výplní. Tyto piloty byly indivi-
duálně posuzovány projektantem založení
a obvykle byly prodlouženy na maximální
hloubku, kterou bylo možné použitým tříplá-
šovým teleskopem dosáhnout, tj. 29 m.
Další operací bylo osazování armokoše a trva-
lé výpažnice. Kratší armokoše se osazovaly
přímo pásovým jeřábem, delší pomocí jeřábu,



Betonáž piloty sypákovými rourami



Pohled na staveniště od mostu Fr. Tuđmana



Zhlaví hotových pilot

kterému při zdvínání pomáhala vrtná souprava. Armokoše delší 15 m se skládaly ze dvou i tří kusů, které se postupně spojovaly přímo ve vrtu. Trvalé výpažnice 1500/6 mm se následně „navlékla“ přes osazený armokoš a zafixovala se požadovaných 0,5 m pod povrchem skalního podloží. Byla dodávána v jedné kuse a musela se zdvíhat a osazovat jeřábem i vrtnou soupravou. Správnou polohu trvalé výpažnice ve vrtu i armokoše ve výpažnici zajišťovaly kovové distanční prvky. Následná betonáž se prováděla pomocí betonpumpy a betonovací kolony. K odpažení výpažnice se používala tahová síla a kroutící moment vrtné soupravy spolu s tahem pásového jeřábu. Tato kombinace byla zvolena proto, abychom se vyhnuli nasazení zapažovacího zařízení, které by bylo dalším strojem na palubě a ještě by nadměrně zatěžovalo konstrukci pracovní plošiny.

Při přípravě stavby jsme předpokládali zhotovení 1 piloty za 24 hod., cca 6 pilot týdně. Projektovaných 88 ks pilot mělo tedy být dokončeno s rezervou za zhruba 120 dní. Do této doby byly zahrnuty prostoje vzniklé z důvodu možných poruch, servisních úkonů a oprav. Osádky strojů byly schopné vyhloubit

vrt pro pilotu v časovém rozmezí 8–12 hodin, osazení armokoše a trvalé výpažnice trvalo další cca 4 hodiny, betonáž spolu s postupným odpažováním trvala 3 až 5 hodin v závislosti na délce vrtu.

Požadovanou produktivitu jsme však po rozběhnutí stavby a odstranění počátečních „dětských nemocí“ dosahovali bohužel pouze krátkou dobu; našemu pracovnímu rytmu se po celou dobu průběhu stavby nebyli schopni přizpůsobit dodavatelé armokošů a betonu. Kromě toho, že byl beton dovážen z poměrně vzdálené betonárny (cca 50 km), neměl dodavatel zajištěnou náhradní betonárnu pro případ výpadku dodávky. Docházelo tak k situacím, že beton nebyl, protože betonárna neměla cement (za který dodavatel nezaplatil), případně byl beton dodáván přednostně na jiné stavby (kde se platilo „na ruku“). Ještě horší situace byla s dodavatelem armokošů. Jeho pracovníci odcházeli ze směny uprostřed rozdělané práce, protože bylo „příliš teplo“, nebo „byli unaveni“, případně „byla tma“ atp. O pracovní morálce subdodavatelů asi nejlépe promluví čísla – z důvodu nedodání betonu jsme měli prostoje v délce 198 hodin, z důvodu nedodání armokošů dokonce 773 hodin,

což dohromady činí celých 40,5 dne, tedy jednaosmdesát dvanáctihodinových směn!

Závěr

Přes veškeré nastalé problémy se začátkem září 2011 podařilo odevzdat všech 88 ks pilot v požadovaných tolerancích a v odpovídající kvalitě, kterou potvrdily provedené testy integrity. V průběhu podzimních měsíců 2011 byla dokončena celá stavba, která byla následně v polovině listopadu předána do zkušebního provozu.

Na závěr ještě několik číselných údajů:

Celkový počet pilot: 88 ks

Úhrnná délka pilot: 1673 m, z toho 312 m

v podložním zdravém dolomitu

Hmotnost uložené výztuže: 764 194 kg

Délka trvalé výpažnice: 1329 bm

Objem uloženého betonu: 3610 m³

Investor stavby: Lučka uprava Dubrovnik
(Ředitelství přístavu Dubrovnik)

Generální dodavatel:

Pomgrad Inženjering d. o. o. Split

Dodavatel pilotového založení:

Zakladani staveb d. o. o. Zagreb

Celková hodnota investice: 49 330 000 HRK
(6 621 000 €)

RNDr. Ivan Beneš, Zakládání staveb d. o. o.

Foto: autor a ing. Ivan Gajski

Reconstruction of a passenger port Gruž in Dubrovnik

Workers of the Zakladani staveb d.o.o. Zagreb carried out a pile foundation for the reconstruction and finalisation of a quay in the passenger port of Gruž. The construction site location was almost identical with the one used 11 years ago, in 1999, to build pile foundations for the F. Tuđman suspension bridge, a modern symbol and gate to the historical centre of Dubrovnik at the Adriatic Sea.



Zárodek budoucí desky mola na hlavách pilot



Nové molo po dokončení



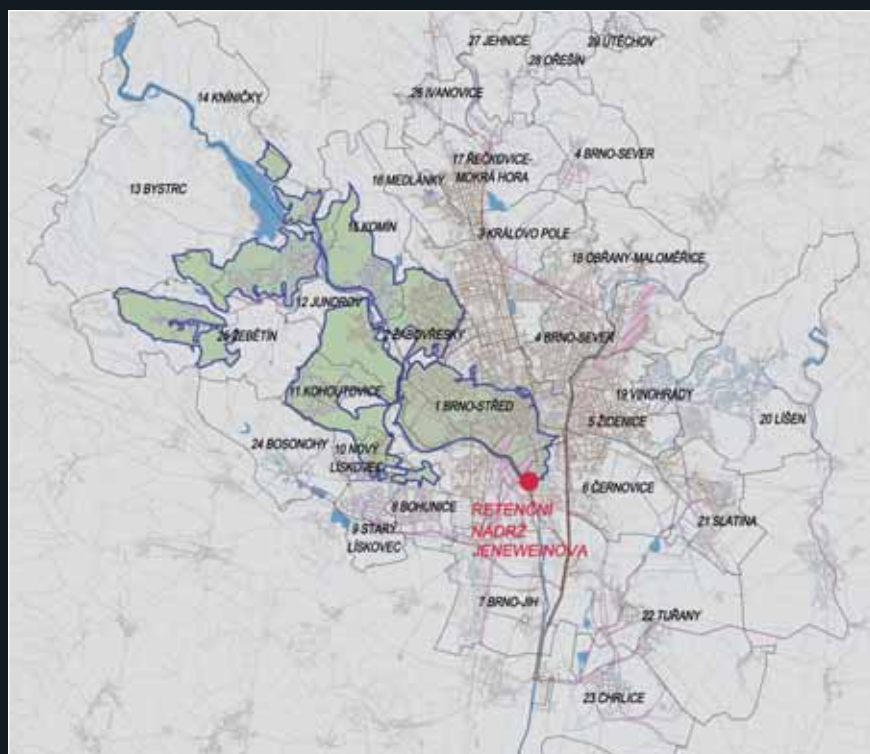
RETENČNÍ NÁDRŽ JENEWEINOVA V BRNĚ

Jedním z nejvýznamnějších projektů města Brna realizovaných v oblasti rekonstrukcí stokové sítě města je stavba Retenční nádrže Jeneweinova. Do retenční nádrže budou přiváděny vody, které za dešťů nepojme stávající kanalizace a dostávaly by se tak bez čištění do Svatky a Svitavského náhonu. V retenční nádrži dojde k vlivem efektu hydromechanické separace k zachycení nesených nerozpuštěných látek, které jsou čerpány zpět do kanalizace. V následující sérii článků se budeme věnovat této v mnoha ohledech unikátní stavbě z mnoha hledisek; nejprve se seznámíme s návrhovými parametry vlastní stavby, jejím fyzikálním modelováním, tvarovým a hydraulickým řešením. Následovat pak již budou texty, související výhradně se zajištěním stavební jámy pro vlastní retenční nádrž: projekční a statické řešení pažení retenční nádrže a nátokového žlabu v lamelách podzemních stěn, vlastní realizace stavby a konečně i přehledný popis provádění geotechnického monitoringu stavby (GTM), který zahrnuje soubor několika typů měření, zejména geologickou dokumentaci, geodetická měření pažic konstrukce a dna retenční nádrže, měření HPV, inklinometrická a extenzometrická měření.

Retenční nádrž Jeneweinova je akumuláční objekt, navržený podle zásad nově koncipovaného Generelu odvodnění města Brna (GOMB). Generel slouží jako analytický podkladový materiál Územního plánu města Brna. Rozsah povodí RN je zřejmý z obr. 1. Odvodnění bylo v tomto území v minulosti koncipováno z cca 60 % jako jednotná kanalizace. Návrh odkanalizování veškerých rozvojových ploch bude v budoucnu podléhat schváleným pravidlům nakládání s dešťovými vodami, které preferují regulovaný odtok dešťových vod a oddílný stokový systém v těchto plochách.

Retenční nádrž je navržena na jednotné kanalizační síti, na soutoku kmenové stoky **B** s hlavní stokou z ulic Dorných – Plotní (obr. 2). Pod soutokem těchto kanalizací se na kmenové stoce **B** nachází shybka, která omezuje odtok odpadních vod směrem na čistírnu odpadních vod. Odpadní vody, které za dešťů neprotečou shybkou, pak přepadávají do řeky Svatky a do Svitavského náhonu a zhoršují kvalitu jejich vod. Bylo proto nutné vybudovat retenční nádrž, která je schopna znečišťování zabránit, nebo alespoň podstatně omezit. Do retenční nádrže budou tyto

odpadní vody přiváděny z navržených odlehčovacích komor (OK) umístěných na kmenové stoce **B** a na stoce z ulic Dorných – Plotní. Retenční nádrž je navržena jako průtočná se dvěma postupně plněnými komorami – nejprve se bude plnit vnitřní komora o objemu 4000 m³ a poté vnější o objemu 4600 m³. Takto navržené objemy komor zajistí, že ve srážkově průměrném roce by měla být plněna vnější komora pouze od 50 % dešťových událostí. Teprve po naplnění obou částí retenční nádrže začne voda přepadat do recipientu odtokovou galerií. Na odtoku z odtokové



Obr. 1: Povodí retenční nádrže Jeneweinova

galerie je navržena štěrbina, která bude regulovat odtok v rozsahu 0,8 až 2 m³/s. Pokud bude přítok do retenční nádrže po naplnění nádrže větší než možný odtok odtokovou galerií, dojde k přímému přepadu v odlehčovací komorách přes vnější, výše položené přepadové hrany.

V průřezném režimu plní retenční nádrž funkci hydromechanického separátoru, kde vlivem efektu „příčné cirkulace“ ve vnitřní komoře dojde k zachycení nesených nečistot. Nerozpuštěné látky zachycené v nádrži budou již v průběhu srážky, po nastoupení hladiny ve vnitřní retenci cca na 2,0 m, transportovány čerpadly zpět do kanalizace.

Po každé srážkové události, jež způsobí naplnění retenční nádrže, dojde k automatickému vyprázdnění a vyčerpání nádrže s následným oplachem dna nádrže. Retenční nádrž je koncipovaná ve vedlejší trati, a tak menší srážky, do kapacity shybkou, plnění nádrže nezpůsobí.

Návrhové parametry:

Kmenová stoka B – OK-B

Q _{přítok deště}	max. 8,40 m ³ /s
Q _{přítok splašky}	0,50 m ³ /s
Q _{odtok ČOV}	1,70 m ³ /s
max. odtok do RN	5,82 m ³ /s

Hlavní stoka Dornych – Plotní

Q _{přítok deště}	max. 2,65 m ³ /s
Q _{přítok splašky}	0,014 m ³ /s
Q _{odtok ČOV}	0,07 m ³ /s
max odtok do RN	2,58 m ³ /s

Objem RN

max. 8600 m³

Průtok RN max. 0,8 m³/s max.

za naplnění nádrže 2000 m³/s

Doba prázdnění nádrže po skončení srážky 8 hod. – dle kapacitních možností ČOV

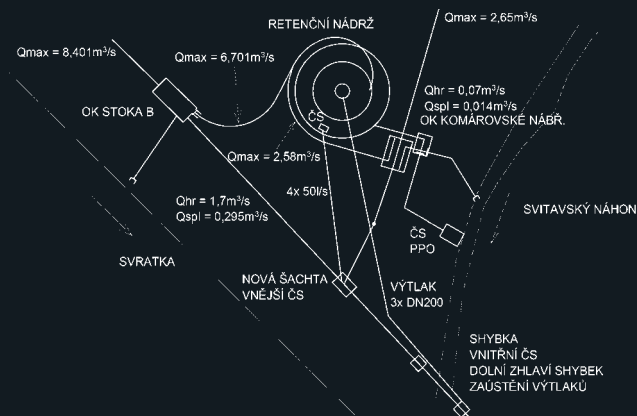
Návrh objemu retenční nádrže byl proveden dle výpočtu variant opatření na kanalizační síti ve vztahu ke kvalitě vody v recipientech

a v závislosti na efektivním vynaložení finančních prostředků.

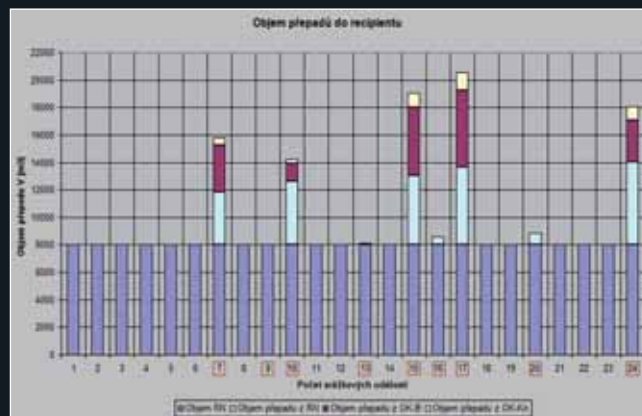
Bilanční posouzení navrhované retenční nádrže

Nejdůležitějším úkolem retenční nádrže je snížení počtu přepadů a látkového zatížení recipientů z jednotné kanalizace za dešťových událostí. Kmenová stoka B je v těsné blízkosti pod uvažovanou nádrží hydraulicky seškrncena stávající dvouramennou kanalizační shybkou pod Svitavským náhonem. Hydraulickým posouzením výhledového stavu na detailním kalibrovaném modelu kmenové stoky B by za současných podmínek bylo možno zaznamenat 24 přepadů/rok do řeky Svratky. Silné zatížení navazujícího říčního úseku řeky Svratky ještě zvyšují přítoky odlehčovaných vod z povodí kmenové stoky C, jež současně za dešťových událostí přitékají Svitavským náhonem z odlehčovací komory „OK Vlhká“. Ekonomicko-ekologická studie, vypracovaná v rámci GOMB, doporučila jako neefektivnější návrh vybudování retenčního objemu 8600 m³. Nedostatek místa pro potřeby stavby RN si vynutilo poměrně komplikované tvarové řešení s uvažovaným zahlobením dna retenčního prostoru do hloubky 19,4 m. Kruhové půdorysné řešení, jež v současnosti využívá například podobně koncipovaná retenční nádrž v Bordeaux ve Francii (40 000 m³, hloubka 20 m), umožňuje plynulé zaústění přepadů nejen z kmenové stoky B, ale i připojení stoky z povodí uličních stok Dornych – Plotní. Rozdílný charakter povodňových vln z dvou povodí zcela odlišných parametrů umožňuje efektivnější nastavení hran převlivů na přilehlých odlehčovacích komorách. Na samostatné přívodní žlaby od výše uvedených OK jsou navrženy lapáky šterku.

Po přepočtu nově koncipovaného uzlu RN Jeneweinova pomocí dlouhodobé simulace (s využitím typického roku) na detailním modelu stoky B (v prostředí DHI MOUSE) bylo patrné výrazné snížení počtů přepadů i celkového vypouštěného objemu odpadních vod z kanalizace do recipientu. Celkový počet přepadů v typickém roce poklesl z 24 na 7 za rok (obr. 3). Pouze v pěti případech nastává přímý přepad



Obr. 2: Schéma hydraulických a technologických údajů OK a RN Jeneweinova



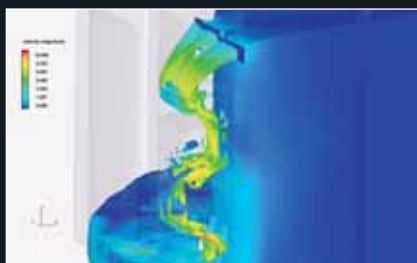
Obr. 3: Porovnání účinku vlivu RN pomocí matematické simulace v typickém roce



Obr. 4: Fyzikální model



Obr. 5: Výpočetní mřížka



Obr. 6: Přepad vody z vnitřní retence do vnější retence

do recipientu bez mechanického předčištění odlehčovaných vod v RN. Dále je patrné, že přepad do Svitavského náhonu je téměř eliminován.

Hydraulické posouzení retenční nádrže

Objekty na stokových sítích jsou složité z hlediska hydraulického i technologického, jsou též investičně nákladné a nelze připustit, aby se prováděly bez podrobného a spolehlivého hydraulického podkladu. Kdyby byly zjištěny závažné nedostatky až na realizovaném objektu během jeho provozu, odstranění těchto nedostatků by pak bylo velmi nákladné a technicky třeba i těžko proveditelné. Jestliže pro získání spolehlivého hydraulického podkladu nestačí teoretická hydraulika, je nutné tento podklad zajistit jiným způsobem. Řešení, které se nabízí, ověřené dlouholetými zkušenostmi, je modelový výzkum, který by měl být v dnešní době vhodně doplňovaný matematickým modelováním. Dvojitý dešťový separátor slouží na jednotné stokové síti k funkci hydraulické, retenční, hydraulicko-mechanické separaci částic a tím k možnosti odstraňování transportovaných částic, které by se dostávaly do recipientu zejména při lokální srážce. Vzhledem k tomu, že s analogickým zařízením nebyly zkušenosti, bylo třeba některé parametry ověřit.

K ověření funkčnosti dvojitého dešťového separátoru projektovaného v lokalitě Jeneweinova v Brně byl proto vyroben zmenšený fyzikální model retenční nádrže a taktéž bylo použito matematického modelování.

Fyzikální modelování, ověření tvarového řešení

Aby bylo možno posuzovat hydraulické jevy vzniklé na modelu pomocí pozorování a měření, musí být model sestaven ve správném stupni modelové podobnosti. Při takto sestaveném modelu lze pak předpokládat, že obdobné jevy nastanou i na skutečném díle. Základním předpokladem je, že model a skutečná stavba si jsou navzájem podobné.

Veličiny charakterizující podobnost modelu a skutečnou stavbu lze potom vzájemně přepočítat. Pro ověření funkčnosti retenční nádrže byl sestaven model v měřítku dělek 1:10 (obr. 4).

Matematické modelování, optimalizace tvarového řešení

Jelikož nebylo možné při stavbě fyzikálního modelu sestavit přítokový žlab a odlehčovací komoru do retenční nádrže ve shodném měřítku s retenční nádrží, došlo k rozhodnutí ověřit některá tvarová řešení pomocí prostředků CFD (Computational Fluid Dynamics). 3D výkres retenční nádrže byl vytvořen v programu AutoCAD a geometrie objektu byla uložena ve formátu STL. Ta byla posléze importována do prostředí programu FLOW-3D.

Výpočetní mřížka byla složena z 5 mesh bloků (obr. 5) a tvoří ji 1 577 994 buněk, z čehož 702 405 buněk je tzv. aktivních (tj. mohou obsahovat tekutinu). Drsnost stěn retenční nádrže byla uvažována $k = 0,0015$ m. Na začátku přítokového potrubí byl jako okrajová podmínka zadán objemový průtok, v místě bezpečnostních přelivů byla zadána okrajová podmínka typu „Outflow“. Pro simulaci proudění v retenční nádrži byl použit RNG model turbulence, který je vhodný pro vířivé proudění.

Závěr

Retenční nádrž Jeneweinova představuje investičně mimořádně náročné stavební dílo. Proto projektant využil řadu nejmodernějších matematických simulačních modelů, jež umožnily otestovat výsledné chování objektu nejen po stránce zakládání a statiky konstrukcí (INFOCAD), ale nově i hydraulické spolehlivosti systému (DHI MOUSE, 3D FLOW, fyzikální model na VUT v Brně) a posoudit ekologické přínosy (DHI MOUSE, MIKE).

Ing. Alexandra Hradská, Ing. Petr Prax, Ph.D., Pöyry Environment, a. s.
Obrázky a foto: autoři

Jeneweinova retention dam in Brno

The city of Brno has recently started a significant realisation in the area of sewerage system reconstruction - the Jeneweinova retention dam. This retention dam is projected to hold rainwater that is not absorbed by the existing sewerage and flows into the Svratka River and Svitavský Náhon stream without being properly cleaned. The method of hydromechanic separation inside the retention dam will result in capturing drifted undissolved particles and pumping them back into the sewerage system. The following series of articles bring detailed information about this unique construction seen from different perspectives: firstly, we will learn about project parameters of the dam itself, its physical modelling, as well as profile and hydraulic solutions. The sequential text will then concentrate on securing the retention dam foundation pit and inlet gutter, involving its project and static solution for securing a circular cofferdam, realisation of the construction – carrying out diaphragm wall panels, and finally monitoring the whole construction inclusive of various types of measurements: geologic, surveying, groundwater level, and inclinometric and extensometric measurements.



Nasazení kompletní mechanizace pro výrobu podzemních stěn

NÁVRH PAŽENÍ RETENČNÍ NÁDRŽE JENEWEINOVA

Pažení výkopu pro retenční nádrž s obrysem o průměru 32,8 m a hloubkou výkopu 20,8 m bylo navrženo monolitickou podzemní stěnou ve tvaru pravidelného 45stěnu, složeného z patnácti třízáběrových lamel podzemních stěn výšky 30 m. Podzemní stěna působí staticky jako uzavřená kruhová klenba zatížená radiálně zemním tlakem. Vzhledem k navrženému klenbovému efektu pažení retenční nádrže bylo nutné, aby lamely podzemních stěn byly provedeny s maximální přesností, neboť jakákoliv větší odchylka od ideálního tvaru by znamenala ohrožení statické funkce konstrukce. Pro zajištění stability dna retenční nádrže bylo navrženo zpevnění zemin pode dnem výkopu tryskovou injektáží. Součástí návrhu bylo i zajištění výkopu pro nátokový žlab podzemní stěnou.

Geologické a hydrogeologické poměry

Retenční nádrž Jeneweinova je situována na levém břehu Svatky při jejím soutoku se svitavským mlýnským náhonem (bývalé koryto Ponávky) v široké aluviální nivě s rovinným terénem v nadmořské výšce cca 199,10 m n. m.

Z regionálně geologického hlediska je zájmové území na západním okraji karpatské čelní prohlubně vyplněné komplexem neogenních a kvartérních sedimentů. Povrch neogenních jílu byl sondami zastížen v nadmořské výšce 184,93 až 187,94 m. Neogenní podloží popsané průzkumnými vrty do hloubky až 50 m p. t. tvoří výhradně jíly s velmi vysokou plasticitou, tuhé (do hl. cca 20 m p. t.), hlouběji tuhé až pevné konzistence. Povrch terénu je vyrovnán antropogenními různorodými

navážkami charakteru hlinitého písku až písčité hlíny. Nadloží neogenních vrstev tvoří fluvialní sedimenty údolní nivy Svatky. Pod navážkami byl zastížen komplex povodňových hlín mocnosti 2,3 až 4,1 m s pestrým petrografickým složením od jílovité po prachovitou hlínu (přeplavenou spraš). Na jejich bázi (193,60 až 195,10 m n. m.) byly zastíženy písčité jíly. Celkově se jedná o soudržné zeminy s nízkou a střední plasticitou, měkké (ojediněle kašovitě) až tuhé konzistence. Povodňové hlíny překrývají souvrství nesoudržných naplavenin Svatky, které jsou zastoupeny zvodněnými, silně ulehými hlinito-písčitými štěrky, písčitými štěrky a písky se štěrkem mocnosti 6,0 až 9,3 m. Celková mocnost kvartérních uloženin se zde pohybuje v intervalu 10,4 až 13,9 m.

Podzemní voda je v zájmovém území vázána na dva významné kolektory – kvartérní štěrkopísky a terciární bádenské písky (v hloubce cca 50 až 70 m p. t.). Kvartérní kolektor vázaný na údolní nivu Svatky je zvodněný v celé mocnosti fluvialních písků a štěrků. Jedná se o mírně napjatou aluviální zvodeň s dobrou průlinovou propustností. Sondami byla hladina podzemní vody naražena v hloubce 4,20 až 5,70 m pod terénem. Hladina podzemní vody se v sondách ustálila v hloubce 3,40 až 4,50 m p. t. Směr proudění podzemních vod je od severovýchodu k jihozápadu směrem ke Svatce. Kolísání UHPV v zájmovém území je ovlivněno drenážním účinkem Svatky, jejíž hladina je regulována vypouštěním vody z Brněnské přehrady.

Koncepce návrhu pažení

Návrh pažení stavební jámy pro retenční nádrž (RN) a nátokový žlab (NŽ) představoval vzhledem k rozměrům nádrže – obrys průměru 32,8 m a hloubka výkopu 20,83 m – a zastižením geologickým a hydrogeologickým podmínkám poměrně náročný úkol. Posuzováno bylo několik variant řešení pažení: 1) převrtávaná pilotová stěna procházející po obrysu společné jámy RN a NŽ, kotvená v šesti úrovních (původní návrh v DSP), 2) kotvená podzemní stěna tl. 0,80 m pažící opět společný výkop pro RN a NŽ, 3) kruhová podzemní stěna tl. 1,0 m pažící pouze výkop pro RN, kombinovaná s rozpírnou podzemní stěnou pažící oddělený výkop pro NŽ.

Při srovnávacím posouzení těchto variant pažení byla ověřena vysoká citlivost pažení původního půdorysného tvaru (varianty 1 a 2) i na relativně malé změny pevnostních charakteristik neogenních jílu a úrovně hladiny podzemní vody.

Pro posouzení dočasného pažení bylo uvažováno s max. ustálenou hladinou podzemní vody na úrovni 195,35 m n. m.; stav výkopu na dno stavební jámy byl posouzen i na zvýšenou HPV 198,10 m n. m. v úrovni horní hrany pažení. Hydrostatický tlak byl uvažován i v prostředí neogenních jílu s ohledem na možnost vytvoření průsakových cest za rub pažení. Kruhová pažící stěna byla posouzena i pro bobtnací tlak 50 kPa, resp. 100 kPa, ve vrstvě jílu nade dnem výkopu. Posouzení variant zajištění stavební jámy bylo zpracováno programem „Metoda závislých tlaků, verze 2011“ (autor: ing. Petr Hurých, FG Consult, s. r. o.), který je rozšířen mj. o možnost modelování kruhového tvaru pažení (ztužujícího prstence) zahrnutím válcového (prstencového) odporu proti stlačení pažení a tuhosti prstence vůči otáčení kolem kruhové střednice do výpočtu¹⁾.

Kruhová podzemní stěna pažící výkop pro retenční nádrž včetně zpevnění zemin pod dnem výkopu tryskovou injektáží byla posouzena i programem „RS 2000 – rotačně symetrický model základu s podložím řešený metodou konečných prvků“ (autor: ing. Petr Hurých, FG Consult, s. r. o.). Program řeší deformace a napjatost nehomogenního válce s rotačně symetrickým uspořádáním materiálu i zatížení. Symetrie redukuje úlohu na dvourozměrnou pro meridiální řez.

Pažení výkopu pro retenční nádrž

Pažení výkopu pro kruhovou retenční nádrž s obrysem o průměru 32,8 m a hloubkou dna výkopu 20,83 m pod HH pažení bylo navrženo monolitickou podzemní stěnou

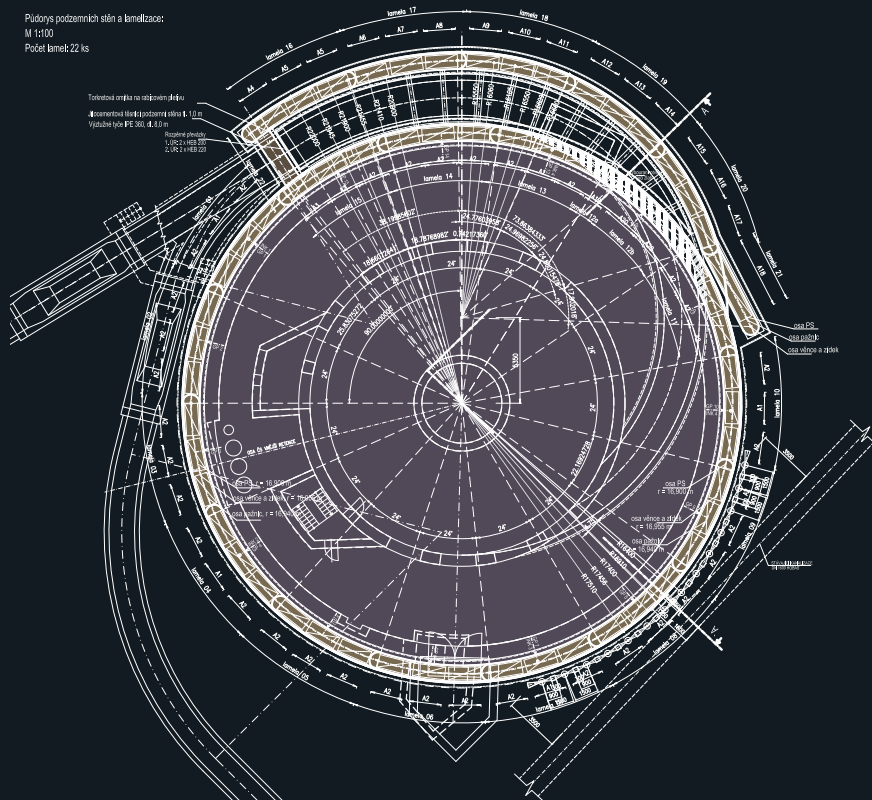
tloušťky 1,0 m (beton C30/37-XA1) ve tvaru pravidelného 45stěnu, složeného z patnácti třízáběrových lamel celkové výšky 31 m včetně ohlubeného věnce. Staticky působí podzemní stěna jako uzavřená kruhová klenba zatížená radiálně zemním tlakem.

Dle dohody se statikem vestavby a projektantem akce byl líc kruhové podzemní stěny pažící výkop pro RN ztotožněn s obrysem RN a případné odchylky PS mohly být řešeny

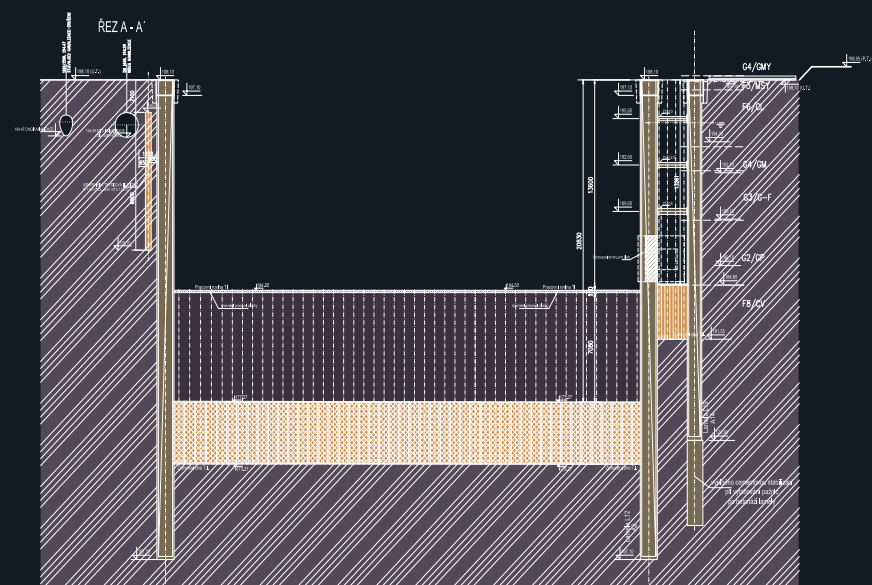
v obvodové monolitické železobetonové stěně RN tloušťky 1,20 m.

Předpokladem návrhu bylo oddělení výkopu pro RN a výkopu pro nátokový žlab (NŽ), přičemž hloubení výkopu pro žlab může být prováděno až po dokončení hrubé stavby retenční nádrže. Důležité bylo dále:

- dodržení kruhového tvaru a dovolených odchylek podzemní stěny po celé výšce,
- symetrické hloubení výkopu stavební jámy pro RN po celém jejím obvodu a výšce,



Tvar a lamelizace podzemních stěn pažení retenční nádrže a nátokového žlabu s vyznačením otvoru pro nátokový žlab



Příčný řez stavební jámou pro retenční nádrž a nátokový žlab s vyznačením zajištění dna tryskovou injektáží a otvoru pro nátokový žlab

¹⁾ Blíže k statickým předpokladům návrhu a posouzení kruhové podzemní stěny metodou závislých tlaků viz článek „Pažící stěny kruhového nebo oválného půdorysu řešené analogií s nosníkem nebo deskou na pružném podkladu“ (Ing. Petr Hurých, Zakládání č. 1/2002).

- minimalizace rozdílů v zatížení pažení (např. hlubinným založením věžových jeřábů za rubem pažení),
- celoplošné propojení obvodové stěny RN s kruhovou PS, umožňující jejich statické spolupůsobení.

Pro dodržení kruhového tvaru podzemní stěny byla po dohodě s dodavatelem navržena tato opatření:

- pro lepší půdorysné, směrové a výškové vedení hloubení lamel podzemní stěny byly navrženy atypické monolitické kruhové vodičky zídky prodloužené hloubky 1,50 m;
- monitorované předvrty na pažnice Leffer 1080/1000/40 mm v místě zámků mezi lamelami;
- kontrola dodržování požadovaného tvaru podzemní stěny a svislosti jednotlivých záběrů průběžným monitoringem geometrie hloubeného záběru včetně okamžitého vyhodnocování odchylek a digitálního záznamu průběhu těžby.

Návrhovou tloušťku PS lze považovat za minimální; skutečná tloušťka PS je větší vlivem rozšíření rýhy pro PS při přetěžení vrcholů n-úhelníka uvnitř lamely i při jejím přečištění před betonáží PS, předvrtání zámků mezi lamelami na pažnice průměru 1,08 m a vlivem kavernování zemín ze stěn rýhy při hloubení a přečištění rýhy drapákem před betonáží lamely PS. Stabilita stěn rýhy pro PS byla při těžbě zajištěna pažicí polymerovou suspenzí.

Ta oproti bentonitové suspenzi umožňuje prodloužení lhůty pro osazení armokošů před zahájením betonáže a má lepší vlastnosti, i pokud jde o konečnou soudržnost mezi výztuží a betonem.

Plynulé hloubení rýhy pro kruhovou PS bylo narušeno uvíznutím pažnice předvrtu mezi lamelami L12 a L13 vlivem nedostatečného uvolňování pažnice při tvrdnutí betonu v lamelě L13. Pažnice musela být uvolněna obtvrdnutím. Konstrukčně byla situace řešena půdorysným rozdělením lamely L12.

V koruně podzemních stěn je navržen ohlubňový monolitický žlb. věnec výšky 1,0 m betonovaný do vodičích zidek.

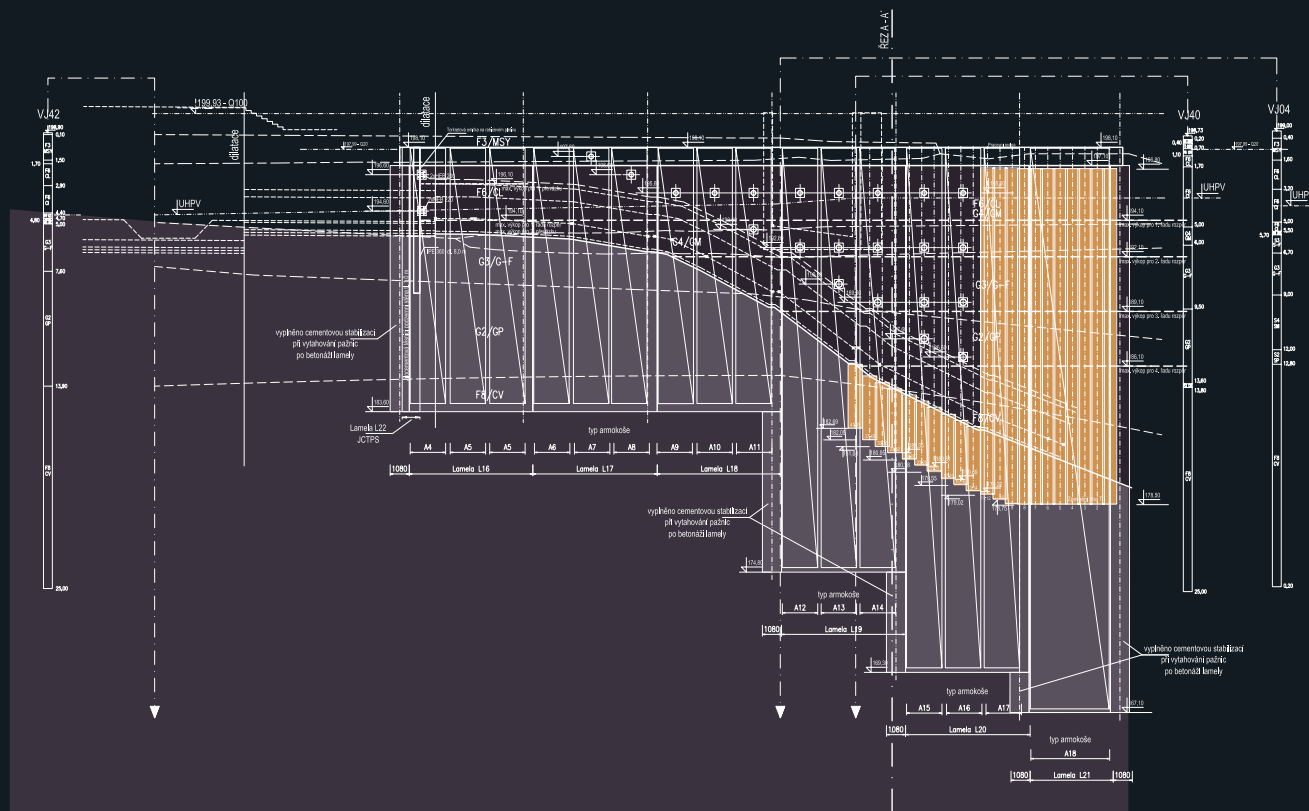
Výztuž jednotlivých lamel kruhové PS je dělená do tří armokošů shodné skladebné šířky 2,0 m ve všech lamelách; byly proto upraveny vytyčovací prvky pro počáteční a koncovou lamelu. Vzhledem k hloubce PS byly armokoše složeny ze dvou dílů stykovaných přesahem a montážními svary nad rýhou. Do středových armokošů vybraných lamel byly osazeny průchodky pro bezkolizní hloubení vrtů pro osazení inklinometrické pažnice. Kromě nutnosti statického propojení PS s ohlubňovým věncem byla výztuž do PS osazena pro případ potřeby dodatečného zajištění stability pažení vložním opěrných prstenců, resp. kotvením pažení.

Konečná úprava pohledové části líce kruhové PS pažicí výkop pro RN byla pro vytvoření kvalitní stykové spáry s vestavovanou obvodovou zdí RN zajištěna jejím zarovnaním frézováním.

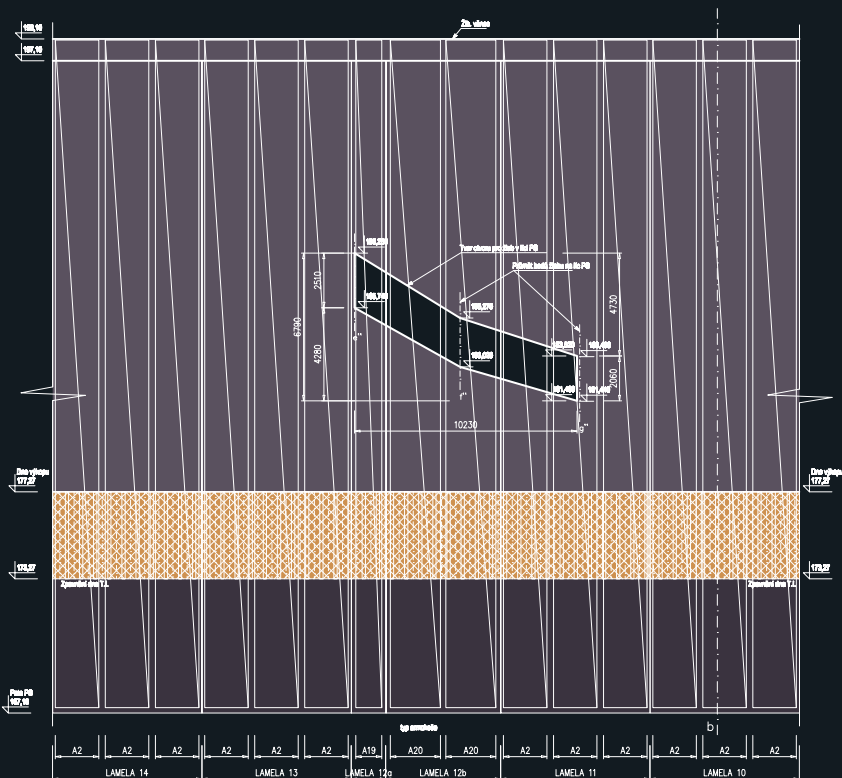
Dle kontrolního zaměření líce všech 45 záběrů u dna výkopu byla u 32 z nich dosažena svislá odchylka do 0,5 % hloubky rýhy; u zbývajících 13 záběrů do 1 %. Při výkopu byla nutná sanace pouze u zámku mezi lamelami L8 a L9 od hloubky výkopu cca 11,0 m po úroveň pracovní roviny pro TI (-13,6 m). Strih lamel zde byl max. 0,25 m v hloubce 12,2 m; nerovnost byla sanována vrstvou vyztuženého stříkaného betonu C 20/25 v kombinaci se smykovými trny do upraveného líce obou lamel.

Pažení výkopu pro nátokový žlab

Výkop pro nátokový žlab bude pažen dočasně rozpráanou podzemní monolitickou stěnou tl. 1,0 m v kombinaci s příčnou jílocementovou pažicí a těsnicí stěnou. V koruně monolitické PS je navržen ohlubňový monolitický žlb. věnec výšky 1,0 m betonovaný do vodičích zidek. Půdorysné kopíruje PS tvar budoucího nátokového žlabu při odsazení 0,20 m vzhledem k dovoleným odchylkám podzemních stěn; jedná se o oblouk složený ze dvou kruhových úseků s neshodnými středy a průměry. Poloha paty jednotlivých lamel PS vychází z jejich statického posouzení pro tvar dna výkopu pro žlab a z požadované těsnicí funkce pažení, tj. vetknutí paty PS min 1,5 m pod povrch neogenních jílu. Stabilita podzemních stěn podél žlabu je zajištěna dočasným rozepřením ocelovými rozpěrami z trubek 273/10 mm, 324/12,5 mm a 377/16 mm v jedné až čtyřech úrovních a rozepřením



Rozvinutý podélný řez pažením podél nátokového žlabu s vyznačením provedené tryskové injektáže



Rozvinutý pohled na líc kruhové podzemní stěny v místě otvoru pro nátokový žlab

lamel L19 a L20 tryskovou injektáží pode dnem výkopu. Půdorysná poloha rozpěr byla navržena s ohledem na lamelizaci a výztuž PS (dělené armokoše obloukových lamel). Výšková poloha rozpěr respektuje tvar žlabu a požadovanou podjezdovou výšku 3 m. Výkop pro žlab bude zapažen v příčném směru jílocementovou těsnicí a pažicí podzemní stěnou tloušťky 1,0 m (lamela L22), vyztuženou trojicí svislých tyčí IPE 360 mm délky 8,0 m v rozteči 1,10 m osazených do líce stěny. Stabilita příčné stěny bude zajištěna jejím rozepřením ocelovými převážkami

z dvojic tyčí HEB 200 mm (v úrovni 196,60 m n. m.) a HEB 220 mm (v úrovni 194,60 m n. m.). Konce převážek budou opřeny o L-úhelníky 160x160x16 mm přivařené k ocelovým kotevním deskám osazeným do armokošů PS. Povrch jílocementové stěny bude chráněn proti mechanickému poškození a vysychání torkretovým nástříkem na rabcové pletivo.

Vzhledem k velmi stísněným dispozičním poměrům staveniště nemohlo být pažení podél nátokového žlabu zhotoveno až po realizaci retenční nádrže, a nebyl tak dosažen ideální



Symetrické hloubení výkopu pro retenční nádrž

stav symetrického zatížení kruhové podzemní stěny podél RN.

Součástí návrhu s rozdělením výkopu pro retenční nádrž a nátokový žlab je nutnost zřízení otvoru pro nátokový žlab v kruhové podzemní stěně diamantovým řezáním.

Trysková injektáž

V původní DSP bylo navrženo rozepření kotvených převrtávaných pilotových stěn pod dnem výkopu vrstvou tryskové injektáže mocnosti 2,0 m. Při posuzování variant pažení výkopu pro retenční nádrž byla tato mocnost vyhodnocena jako nedostatečná. Proto bylo v rámci nabídky a následné změny DSP pažení i přes staticky příznivější tvar dna výkopu pažení pro RN navrženo zvětšené mocnosti této vrstvy na min. 3,5 m. Na základě výsledků nezávislého podrobného statického posouzení stability dna výkopu pro retenční nádrž byla nakonec mocnost vrstvy navýšena na 4,0 m. Po porovnání různých variant návrhu TI pode dnem retenční nádrže a po posouzení zastížených geotechnických vlastností jílu byl zvětšen min. průměr sloupů TI z 0,8 m na 1,0 m.

Sloupy TI prům. 1,0 m byly tryskány ve čtvercové síti s roztečí 0,75 m v prostředí miocénních jílu s velmi vysokou plasticitou, tuhé až ojedinele pevné konzistence (tř. F8/CV). Vnitřní čtvercová síť sloupů byla doplněna jednou řadou sloupů TI v rozteči cca 0,75 m podél líce kruhové podzemní stěny v osové vzdálenosti 0,30 m od PS pro vytvoření souvislé styčné plochy po celém obvodu a vyrovnání případných odchylek v geometrii kruhové pažicí podzemní stěny.

Na základě zkušeností se zajištěním stability dna výkopu pro technologické centrum Královopolských tunelů (Zakládání 4/2008) a posouzení stability dna výkopu pro RN byla požadována charakteristická válcová pevnost sloupů TI v prostém tlaku 6,0 MPa; potvrzena byla při vyhodnocení zkoušek injekční směsi, vyplaveného materiálu a odvrtní vzorků ze sloupů TI.

Vrty pro sloupy TI byly hloubeny z pracovní roviny TI v úrovni 184,50 m n. m., tj.

13,60 m pod horní hranou pažení na rozhraní štěrkopískových náplavů Svatky a neogenních jílu. Pro pojezd vrtných souprav, možnost trvalého vytýčení návrhových bodů a jímání vyplaveného materiálu byl povrch pracovní roviny zpevněn betonovou monolitickou deskou (C 16/20) tloušťky min. 0,15 m vyztuženou ocelovou svařovanou sítí.

V prostředí neogenních jílu byl pro zvýšení účinnosti tryskové injektáže navržen plný předřez vodním paprskem. Trysková injektáž byla navržena i pro zajištění nejhlubší části výkopu pro nátokový žlab (současně byla využita i staticky pro rozepření paty části pažení podél hlubšího úseku NŽ) a dále pro

utěsnění a vyplnění ponechané kluzné spáry mezi lamelami L11 a L21.

Před zahájením hloubení rýhy pro kruhovou podzemní stěnu musela být ochráněna nová, již provozovaná kanalizační stoka DN 1600 mm před porušením vlivem kavernování jejího čerstvého nesoudržného zpětného zásypu do rýhy jeho odstíněním usměrněnou tryskovou injektáží (viz půdorys a řez).

Monitoring

Při hloubení rýhy pro podzemní stěnu mohly vzniknout odchylky od ideálního kruhového tvaru a tím také odchylky v rozložení zatížení a statickém působení pažic konstrukce. Proto bylo nutné zaměřením skutečného tvaru podzemní stěny RN po úpravě líce PS vždy po dokončení každé etapy výkopu v bodech pravidelně rozložených po obvodě stavební jámy do středu jednotlivých lamel, tj. u 15 bodů v každé úrovni. Při celkové hloubce výkopu stavební jámy pro retenční nádrž 20,83 m bylo zvoleno celkem šest základních geometricky měřených úrovní dle etap výkopu. Toto základní měření tvaru a dovolených odchylek kruhové podzemní stěny bylo doplněno inklinometrickým měřením čtyř lamel.

Na základě vyhodnocení měření pro jednotlivé etapy pak projektant pažení potvrzoval možnost dalšího prohloubení výkopu. Geodetickým a inklinometrickým měřením po jednotlivých etapách výkopu byly potvrzeny předpoklady návrhu kruhové podzemní stěny, tj. nebylo nutné zajišťovat stabilitu pažení dodatečným vložením rozpěrných prstenců nebo kotvení. Dle vyhodnocení výsledků geodetického měření po betonáži základové desky RN jsou průměrné a maximální radiální deformace v měřených úrovních od příslušného základního měření úrovně tyto:

- v úrovni $\pm 0,00$ m: -3,7 mm (max. -10,1 mm),
- v úrovni -4,00 m: -3,3 mm (max. -8,9 mm),
- v úrovni -7,20 m: -3,6 mm (max. -8,5 mm),
- v úrovni -10,40 m: -3,5 mm (max. -6,6 mm),
- v úrovni -13,60 m: -2,5 mm (max. -5,9 mm),
- v úrovni -17,10 m: -2,3 mm (max. -4,9 mm).

Průměrné radiální deformace kruhové podzemní stěny odpovídají statickým výpočtům. Maximální hodnoty lze přičíst odchylkám od kruhového tvaru pažení a jeho nerovnoměrnému zatížení. Při bližší interpretaci výsledků měření by bylo třeba zohlednit i vliv smršťování a dotvarování betonu lamel PS, kolísání hladiny podzemní vody a rozdíly teplot mezi jednotlivými etapami měření (E0 +27 °C, E9 +2 °C).

Podrobněji je o monitoringu stavby pojednáno v textech na str. 26–33.

Závěr

Návrh podzemních stěn a tryskové injektáže byl konzultován a projednán s gen. projektantem



Pracovní plocha pro tryskovou injektáž s průchodkami a jímacím žlabem

retenční nádrže (PÖYRY Environment, a. s., HIP – ing. Alexandra Hradská), statikem vestavěné konstrukce (ARCADIS Bohemiplan, s. r. o., ing. František Brotánek, CSc.), zpracovatelem posouzení stability dna výkopu stavební jámy pro retenční nádrž (Geostar, s. r. o., ing. Michal Doněk), projektantem monitoringu (ARCADIS Geotechnika, a. s., ing. Jaroslav Lossmann) a dodavatelem pažení a tryskové injektáže společností Zakládání staveb, a. s.

V současné době je již dokončena základová deska a jsou betonovány obvodové a vnitřní stěny retenční nádrže. Kruhová podzemní stěna je stabilní, bez známek poruch. Betonáž RN probíhá pomocí dvou plošně založených věžových jeřábů za rubem pažení. Pasportizace, měření a sledování sousedních objektů a inženýrských sítí prokázaly splnění požadavku zadání na minimalizaci vlivu výkopu na okolí. Získání této zakázky a její dosud úspěšná realizace jsou příkladem výhod úzkého spojení projektanta pažení (FG Consult, s. r. o.) s dodavatelem prací speciálního zakládání

(Zakládání staveb, a. s.) při využití dlouholetých zkušeností z předchozích staveb.

Ing. Pavel Průcha, FG Consult, s. r. o.
Foto: Libor Štěřba a ing. Marek Hořejš

Název stavby: Přestavba železničního uzlu Brno; Městská infrastruktura, IV. etapa, C.4
Pozemní objekty a sítě, SO 06-27-30.1
Zabezpečení veřejných zájmů, kanalizace – retenční nádrž Jeneweinova

Investor stavby: Statutární město Brno

Generální projektant:

PÖYRY Environment, a. s.

Projekt pažení retenční nádrže a nátokového žlabu: FG Consult, s. r. o.

Projekt vestavěné konstrukce:

ARCADIS Bohemiplan, s. r. o.

Generální dodavatel: IMOS Brno, a. s.

Pažení retenční nádrže a nátokového žlabu: Zakládání staveb, a. s.

Geotechnický monitoring:

ARCADIS Geotechnika a.s.



Pohled do stavební jámy v průběhu provádění tryskové injektáže

REALIZACE PAŽENÍ RETENČNÍ NÁDRŽE A NÁTOKOVÉHO ŽLABU

Realizace retenční nádrže je rozdělena do dvou etap. V I. etapě byly provedeny těsnící podzemní stěny kruhové jímky a nátokového žlabu. Dále byla provedena betonáž ohlubňového věnce, výkopové práce kruhové jímky, úprava líce podzemních stěn, montáž lezného oddělení a trysková injektáž pro zpevnění a utěsnění dna stavební jámy. Ve II. etapě bude těžben nátokový žlab a instalovány rozpěry. Tyto práce budou navazovat na dokončení svislých nosných konstrukcí vnitřní vestavby a zastropení retenční nádrže. Práce byly zahájeny hrubými terénními úpravami a realizací vodicích zídek hloubky 1,5 m. Pracovní plochy byly zpevněny betonovou deskou – jednalo se o celý vnitřní prostor kruhové jímky a zhruba polovinu vnějšího obvodu jímky na šířku 3 m a část přístupové komunikace. Současně byla zahájena výroba pažicí polymerové suspenze. Zařízení staveniště se skládalo ze 6 sil o celkovém objemu 330 m³ (zásoba namíchané pažicí suspenze), 2 nádrží o objemu 60 m³ (do nádrží se vracela použitá suspenze po betonáži, odkud se dále přečerpávala do sil). K rozmíchání pytlované polymerové složky byl použit rozplavovač o objemu 7 m³. Zařízení staveniště dále tvořily svařovací plošiny, sklad armatury a mezideponie pro výkopek z PS o objemu cca 700 m³. Práce na zajištění stavební jámy probíhaly od března 2011 do prosince 2011.

Podzemní stěny

Kruhová jímka

Nejprve se prováděly lamely na kruhové jímce, poté přišly na řadu lamely nátokového žlabu. Lamely L1–L15 tvořící kruhovou jímku byly hluboké 30 m, široké cca 7 m, tl. 1 m. Napojení jednotlivých lamel bylo řešeno systémem „koutových pažnic“. Pro tento účel byly použity velkoprofilové pažnice Leffer prům. 1080 mm. V místě zámku byl klasickou vrtnou soupravou vyhlouben vodicí vrt na celou hloubku budoucí PS. Po naplnění vrtu pažicí suspenzí byl vrt odpažen, lamela byla vytěžena drapákem, následovalo opětovné osazení pažnice 1080 mm na celou hloubku PS a po osazení armokoše byla provedena betonáž lamely. Po betonáži byla pažnice postupně vytažena a vrt byl použit opět jako vodicí při těžbě sousední lamely. Svislost pažnic byla měřena laserem, případně měřícím globusem. Těžba lamel byla prováděna lanovým drapákem Stein K 810 s kulatými čelistmi na nosiči LBH HS 855. Pro dodržení maximální svislosti vedení drapáku v rýze byly proto před těžbou lamel v krajích provedeny nejprve vodicí



vrtu a během těžby rýhy byl prováděn monitoring svislosti vedení drapáku systémem LUTZ.

K pažení rýhy pro podzemní stěny byla použita polymerová suspenze. Z polymerů byl vybrán Vinilmud P 30 a Argipol P. V přechodové oblasti štěrkových vrstev byl problém suspenzi udržet v úrovni vodicích zídek, a to zejména na prvních lamelách, kdy docházelo k saturování prostředí štěrkových vrstev a docházelo ke značným nadspotřebám. Laboratoř ZS následně upravovala parametry suspenze tak, aby směs vyhovovala místní geologii.

Armokoš jedné lamely sestával ze 6 samostatných dílů s třemi montážními spoji, které se spojovaly nad rýhou. Použit byl beton C 30/37 XA1 s konzistencí rozlité obráceného Abramsova kužele 550–650 mm. Průměrné objemy uloženého betonu na kruhové jímce se pohybovaly kolem 240 m³/lamelu. Betonovalo se současně na dvě betonážní kolony. Beton dodávala fy TBG Betonmix, a. s., a spolupráce s betonářnou probíhala velmi dobře. Pro zajištění vysoké rychlosti dodávek betonu byl beton dodáván ze dvou betonářen současně. Dařilo se ukládat hodinově až 70 m³ betonu. V průběhu betonáže prováděla akreditovaná laboratoř zkoušky rozlité a odběr vzorků betonu. Mimo tyto odběry si stavba sama odebírala zkušební vzorky, které sloužily pro časové určení náběhu tvrdnutí betonu. Tato zpětná vazba byla velmi důležitá pro správné načasování odpažování. Vzorky byly odebrány z každých 6 m výšky lamely. Vždy po dokončení betonáže bylo nutné v pravidelných intervalech pootočit s celou kolonou pažnic, aby v betonu nezatuhla. Odpažování probíhalo plynule. Vždy po dílčím

odpažení se změnila celková hloubka na dno vrtu v pažnici, aby se ověřilo, že do pažnice nevnikl beton.

Práce byly nastaveny na ranní dočištění lamely drapákem, která byla těžena předchozí den. Do cca 7 hod. zapustila kolonu pažnic do rýhy noční směna, která ji odpažila po betonáži na noční směně. Následně byly osazeny armokoše a sypákové roury a kolem 12. hodiny byla zahájena betonáž. Ta trvala do cca 17 hodin. Po zahájení tvrdnutí betonu se začalo s odpažováním. Kolona pažnic byla odpažena do 2 hodin v noci a do 7 hodin byla kolona osazena pro betonáž následující lamely. Přes počáteční problémy s rozběhem stavby se tento pracovní rytmus osvědčil.



Těžba rýhy pro PS pod ochranou polymerové suspenze



Provádění TI z pracovní úrovně 13,6 m pod horní hranou pažení

Noční práce spojené s odpažováním a pažením rušily obyvatele v okolí stavby natolik, že podali stížnost na hlučnost prací. Městský úřad stížnosti vyhověl a upravil povolení ke stavebním pracím pouze v čase od 6 hodin do 22 hodin. Tato změna stavebního režimu se bohužel projevila tím, že došlo k zatuhnutí pažnice v rýze, což způsobilo stavbě značné komplikace. S pomocí obvodových odlehčovací vrtů se podařilo pažnici uvolnit. Po této události byla vyjednána výjimka na provádění

nočních prací spojených s odpažováním, a to až do dokončení všech podzemních stěn.

Nátokový žlab

Nátokový žlab slouží k přívodu odpadních vod z jednotné kanalizace a je zaústěn do retenční kruhové jímky. Lamely L16–L21 podél nátokového žlabu byly prováděny až po uzavření kruhové jímky a na rozdíl od kruhové jímky byly nestejně hloubky od 13,5 do 30 m, šířky 4,5–7 m, tl. 1 m. Žlab je s kruhovou jímkou spojen

z levé strany jílocementovou lamelou L22, která byla orientována kolmo na jímku, a z pravé strany železobetonovou lamelou L21, která překrývá část otvoru pro nátokový žlab.

Jílocementová podzemní lamela L 22 plní po dobu prací na nátokovém žlabu funkci pažicí a těsnicí; jedná se o vytěžení zeminy ve vnitřním prostoru žlabu, realizaci rozpěr na lamelách žlabu a jímky a vyřezání propojujícího okna v kruhové podzemní stěně.

Lamela L22 je vyztužena pomocí třech ks válcovaných profilů IPE 360 mm, dl. 8,0 m. Po odkopu vnitřního prostoru nátokového žlabu bude na vzdušném líci opatřena torkretem, aby nedošlo k degradaci povrchu stěny.

Další práce

Po dokončení všech lamel podzemních stěn kruhové jímky a nátokového žlabu byla provedena betonáž ztužujících ohlubňových věnců a byla zahájena těžba stavební jámy. Ta se těžila do hloubky cca 5 m od terénu podkopovým bagrem CAT 320 s odvozem zeminy přes rampu. Od hloubky 5 m do 20,5 m probíhala svislá doprava výkopku pomocí skřepové vany, zavěšené na jeřábovém nosiči LBH HS 843. V průběhu těžby byl frézován líc podzemní stěny rotační frézou na podvozku CASE CX 225 a bylo instalováno lezné oddělení pro zajištění přístupu do jámy. Svislá těžba byla rozdělena na dva výškové úseky; nejprve se jímka vytěžila na hloubku



Stavební jáma je dotěžena na základovou spáru v úrovni 177,27 m n. m., tedy 20,83 m pod horní hranu pažení.



Dočištění dna retenční nádrže na horní úroveň sloupů T1 probíhalo s pomocí rotační frézy

13,6 m a z této úrovně se prováděly předvrty a následně trysková injektáž, která zajišťovala stabilitu dna.

Po jejím dokončení byla dotěžena zemina vnitřního prostoru kruhové jámy na dno v hloubce 20,83 m.

Stavební jáma pro retenční nádrž byla předána objednateli v prosinci 2011.

Použitá mechanizace:

Težní nosič LBH HS 855,
Drapák Stein K 810 s kulatými čelistmi,
Jeřábový nosič LBH HS 843,
Vrtná souprava Delmag 22,
Zapažovací zařízení Leffer 118 KLS,
Použitý pažnice Leffer Ø 1080 mm,
Pomocná mechanizace – traktorbagr JCB 4CX2,
Rotační fréza na podvozku CASE CX 225,
Použitý beton: C 30/37 XA1, teoretická spotřeba: 3953 m³,
Použitá ocel: BSt 500 S, celkové množství spotřebované oceli do PS: 271 t

Použitá pažicí suspenze:

Vinilud P 30 a Argipol P

Ing. Marek Žniva, Zakládání Group, a. s.
Foto: Libor Štěrba

ROZEPŘENÍ A ZPEVNĚNÍ DNA RETENČNÍ NÁDRŽE DESKOU ZE SLOUPŮ TRYSKOVÉ INJEKTÁŽE

Součástí výstavby retenční nádrže kanalizační sítě města Brna je rozepření kruhových obvodových podzemních stěn a zpevnění podloží pod úrovní základové spáry této nádrže deskou z tryskové injektáže o mocnosti 4 m. Rozpěrná a zpevňující deska je tvořena z jednotlivých, vzájemně se překrývajících sloupů tryskové injektáže o průměru minimálně 1000 mm a o pevnosti v tlaku proinjektované zeminy po 28 dnech 6,0 MPa. Jednotlivé sloupy této desky jsou v základní vzájemné rozteči 0,75 m. Před zahájením vrtných a injekčních prací bylo v srpnu 2011 nejprve z pracovní plošiny provedeno zkušební pole tryskové injektáže, jehož vyhodnocením byly upřesněny následně použité provozní parametry injektáže. Zkušební pole tvořilo 6 ks nesystémových sloupů, zhotovených jednofázovou metodou (M1). Pro dosažení požadovaného průměru sloupu T1 touto metodou v dané geologii (neogenní jíly) byly hloubeny vrty o průměru 300 mm šnekovým vrtným nástrojem; součástí každého zkušební sloupu byl plný předřez zemního prostředí vodním paprskem. Takto zvoleným systémem tryskové injektáže metodou M1 byla provedena asi jedna třetina systémových sloupů T1. Nevýhodou metody však bylo velké množství vyplaveného materiálu, a to především z vodního předřezu. Velice pracné a časově náročné bylo jeho jímání na pracovní plošině, jeho následná vertikální doprava na povrch, uložení do transportních

nákladních vozů a odvoz na skládku. Snaha o minimalizování množství vyplaveného materiálu vedla zhotovitele k realizaci dalšího zkušebního pole (č. 2), které bylo tvořeno 7 ks nesystémových sloupů zhotovených ve dvou etapách, tentokrát dvofázovou vzduchovou metodou tryskové injektáže (M2). U této metody je řezný účinek paprsku injekční směsi zvyšován vnější obálkou tlakového vzduchu. Vrty byly u této metody zvětšeny na průměr 325 mm a sloupy byly tryskány bez vodního předřezu. Po vyhodnocení tohoto zkušebního pole byly stanoveny provozní parametry metody M2, s nimiž byl dosažen požadovaný průměr a pevnost sloupů a množství vyplaveného materiálu bylo sníženo na minimum. Touto metodou tryskové injektáže pak byly dokončeny všechny zbývající vrty na celém injekčním poli. Vrtné a injekční práce byly koncem loňského roku realizovány z pracovní plošiny, která

byla v hloubce cca 14,0 m pod úrovní původního terénu a byla zpevněna podkladním betonem. Vrty pro dílčí sloupy byly cca 11,0 m hluboké a tryskalo se na výšku 4,0 m od paty vrtu. Pro vrtné a injekční práce byla použita maloprofilová vrtací souprava HBM 15; předvrty o průměru 325 mm byly hloubeny velkoprofilovou vrtnou soupravou Soilmec R-312/200 pomocí šnekového vrtáku a pro injektáž bylo použito vysokotlaké čerpadlo TW 600. Celkem bylo provedeno 18 155 m vrtů a 6515 m tryskové injektáže. Po vyhloubení šachty retenční nádrže na základovou spáru byla zastižena horní hrana rozpěrné a zpevňující desky v požadované kvalitě jak co do její celistvosti, tak i pevnosti.

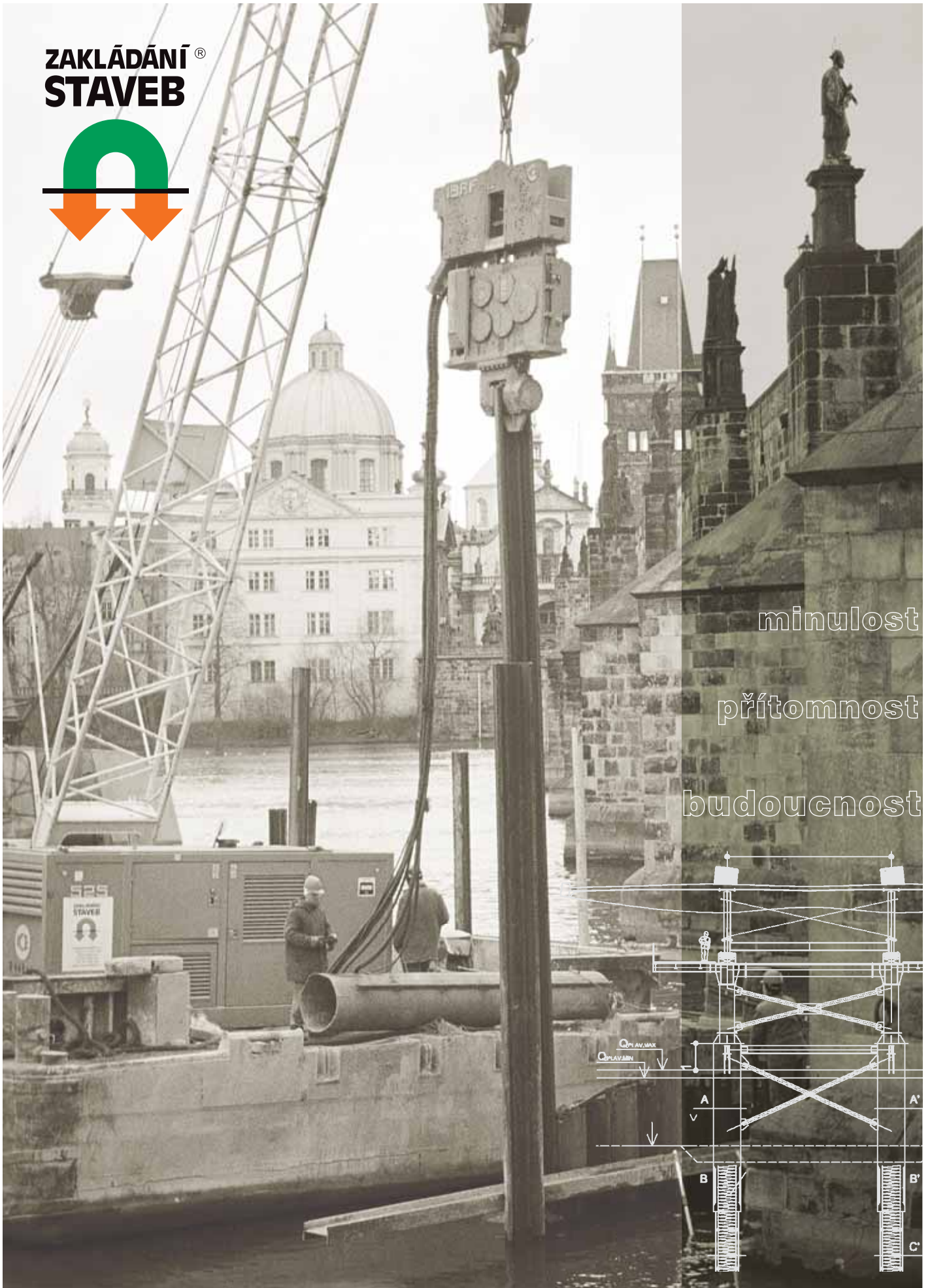
Ing. Martin Čejka, Zakládání staveb, a. s.

Design of support of retention basin Jenewiewova

The support of an excavation for retention basin with diameter of 32,8 m, 20,8 m deep was designed with monolithic diaphragm wall shaped to regular 45-hedron composed of 15 three-cut panels of diaphragm wall 30 m high. Diaphragm wall is statically functioned as a closed ring arch radially loaded by ground load.

Due to designed arch effect of a support a maximum accuracy of panels execution was necessary, because any larger deviation from optimal shape could jeopardize a static function of the structure. For stability securing of a basin bottom hardening of soil under the bottom by jet-grouting was designed. Securing of an excavation for inflow channel by diaphragm wall was a part of the design too.

**ZAKLÁDÁNÍ[®]
STAVEB**



minulost

přítomnost

budoucnost

