

ZAKLÁDÁNÍ

Časopis ZAKLÁDÁNÍ STAVEB, a. s.

1/2014

Ročník XXVI



- PPO NA OCHRANU HL. M. PRAHY, ETAPA 0006 ZBRASLAV–RADOTÍN, ČÁST 22 – VELKÁ CHUCHLE
- DOKONČENÍ 1. ETAPY REKONSTRUKCE A DOSTAVBY AREÁLU ÚOCHB AV ČR
- PRŮZKUMY A SANACE NA VODNÍCH DÍLECH VŘESNÍK A BŘEZOVÁ
- ZESÍLENÍ ZALOŽENÍ SPODNÍ STAVBY PŘI REKONSTRUKCI ŽELEZNIČNÍHO MOSTU PŘES LABE V DĚČINĚ





Časopis ZAKLÁDÁNÍ

vydává:

Zakládání staveb, a. s.

K Jezu 1, PS. 21

143 01 Praha 4 - Modřany

tel.: 244 004 111

fax: 241 773 713

E-mail: propagace@zakladani.cz

<http://www.zakladani.cz>

<http://www.zakladani.com>

Redakční rada:

vedoucí redakční rady:

Ing. Libor Štěrba

členové redakční rady:

RNDr. Ivan Beneš

Ing. Martin Čejka

Ing. Jan Masopust, CSc.

Ing. Jiří Mühl

Ing. Petr Nosek

Ing. Michael Remeš

Ing. Jan Šperger

Redakce:

Ing. Libor Štěrba

Jazyková korektura:

Mgr. Antonín Gottwald

Foto na titulní straně:

Libor Štěrba

Překlady anotací:

Mgr. Klára Koubská

Design & Layout:

Jan Kadoun

Tisk:

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

Ročník XXVI

1/2014

Vyšlo 13. 5. 2014 v nákladu 1000 ks

MK ČR 7986, ISSN 1212 – 1711

Vychází čtyřikrát za rok

Pro rok 2014 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

OBSAH

SERIÁL

Historie speciálního zakládání staveb, 3. část

Ing. Jindřich Řičica, ADSZS

2

ZE ZAHRANIČNÍCH ČASOPISŮ

Kingdom Tower, nová nejvyšší budova světa, už má základy

S použitím dostupných pramenů napsal RNDr. Ivan Beneš, Zakládání staveb, a. s.

6

AKTUALITY

Geotechnický software GEO5 slaví 25 let od svého vzniku

8

Novinky v programech GEO5, verze 18

Ing. Jiří Laurin, FINE, s. r. o.,

Ing. Jiří Vaněček, Fakulta stavební ČVUT v Praze, katedra geotechniky

9

ZAHRANIČNÍ STAVBY

Atypické kotvení vysokých opěr mostu Ličanka v Chorvatsku

Ing. Bohumil Kubín, Zakládání staveb, a. s.

10

VODOHOSPODÁŘSKÉ STAVBY

Technickobezpečnostní dohled nad vodními díly, průzkumy a sanace vodních děl, dokončení z čísla 4/2013

Ing. David Kapko, VODNÍ DÍLA – TBD, a. s.

12

Realizace injekčních prací při těsnění průsaků tělesem hráze vodního díla Vřesník

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

14

Průzkumné práce na přehradě VD Březová

Ing. David Richtr, VODNÍ DÍLA – TBD, a. s.

16

Protipovodňová opatření na ochranu hlavního města Prahy,

stavba č. 0012, etapa 0006 Zbraslav–Radotín, část 22 – Velká Chuchle

Ing. Tomáš Kiefer, Zakládání Group, a. s.

19

Rekonstrukce železničního mostu přes Labe v Děčíně, zesílení spodní stavby

Ing. Martin Vlasák, SUDOP PRAHA, a. s.

25

OBČANSKÉ STAVBY

Práce speciálního zakládání při rekonstrukci a dostavbě areálu Ústavu

organické chemie a biochemie Akademie věd České republiky (ÚOCHB AV ČR)

Ing. Zdeněk Boudík, CSc., FG Consult, s. r. o.

28

Realizace prací speciálního zakládání

Ing. Pavel Čapek, Zakládání staveb, a. s.

33

HISTORIE SPECIÁLNÍHO ZAKLÁDÁNÍ STAVEB, 3. ČÁST

Ve třetím pokračování seriálu se budeme dále věnovat přiblížení historie technologií maloprůměrového vrtání. V minulé kapitole jsme popsali přímo explozivní vývoj plnoprofilového rotačního vrtání v souvislosti s nově vznikajícím naftovým průmyslem. Na rozdíl od toho byl rozvoj dalších vrtných technologií pozvolnější. Snad také proto, že se odehrával v oblastech průmyslu stavebnictví, lomařství a důlní těžby, jejichž charakter je dlouhodobě spíše konzervativní. Přesto však i na těchto tradičních polích v uplynulých 150 letech můžeme zaznamenat poměrně prudké technologické změny, a to zejména v příklepném vrtání, kterým se budeme zabývat v této části.

MALOPRŮMĚROVÉ VRTÁNÍ II. Příklepné vrtání

Počátky **rotačně příklepného vrtání** jsou v hluboké historii spjata se zrodem kamenictví, kdy bylo pro odlamování kamenných bloků nutné vysekávat v kamenných blocích otvory pro osazení klínů. Prehistorický princip ručního přímočarého příklepu na dláto přetrvával po dlouhá tisíciletí prakticky nezměněn, i když byla lidská síla nahrazena v 19. století pneumatickou energií. Teprve na začátku 20. století byla zavedena automatická rotace dláta a pak již došlo prudkému vývoji skutečného vrtání, jak je známe dnes. Při pohledu do minulosti je nutno připome-

nout, že první zárodky vrtání v kameni jsou dokumentovány zhruba z doby před pěti tisíci lety ve starověkém Egyptě, kde kamenictví dosáhlo neobyčejného vrcholu při stavbě pyramid a dalších monumentů. Z našeho dnešního pohledu udivuje tato kultura nejen návrhy konstrukce pyramid, a s tím spojenou neuvěřitelně dokonalou organizací tisíců obyvatelstva, ale i po věky nepřekonanou řemeslnou úrovní opracování kamenných bloků. Kvalita opracování kamene, daná trpělivostí, umem a pečlivostí starověkých kameníků, byla vlastně předstížena teprve nedávno, a to vynálezy diamantových pil a řezných lanek. Vezmeme-li v úvahu tehdejší primitivní prostředky kamenných a bronzových nástrojů, je pro nás jejich cesta k dosaženým výsledkům stále zahalena tajemstvím. Vždyť ocel byla v té době v Egyptě pravděpodobně ještě nedostupná, jelikož první použití oceli je udáváno z doby jen několik století předcházejících výstavbu prvních pyramid, a to u Chetitů v daleké turecké Anatolii. Nicméně i v dobách následujících po egyptském rozkvětu, kdy se již ocel stala běžnou, byla kamenická práce po další nespočetná staletí odkázána právě jen na ocelový majzlík a palici.



Obr. 1: Vrtací vůz s prvními pneumatickými kladivy, zavedený na stavbě tunelu Fréjus v roce 1861

Jediným lomařským vylepšením bylo někdy před dvěma tisíci lety užití dláta s křížovým břitem k vysekávání otvorů pro trhací klíny. Ještě skoro před pouhým stoletím se v některých lomech stále řemeslně vrtalo pro odstřel tak, že se kladivem bušilo do kovového sochoru (obr. 2). Tři muži tak mohli za dobu cca 5–6 hodin vyhloubit vrt v žule o hloubce kolem 2 metrů.



Obr. 2: Rozrušování balvanů pomocí archaické techniky sochoru a palice na stavbě Masarykova zdymadla pod Střekovem v roce 1923 (Z. Bauer, Stavební stroje firmy Lanna, str. 88)

V 19. století narůstala potřeba rychlého zhotovování vrtů obzvláště pro trhací práce k rozpojování skalních hornin v dolech, lomech, tunelech i při zakládání staveb. Tomu vyhovoval **plnoprofilový příklepný způsob vrtání** na rozdíl od velmi pomalého vrtání jádrového, které se vyvíjelo souběžně, ale bylo vhodné spíše pro průzkumné vrty. (Tomuto způsobu vrtání se budeme věnovat později.) Zmíněným požadavkům na vrtání dokázalo dát odpověď až náležité průmyslové mechanizační zázemí. Teprve po dosažení potřebné technologické úrovně mohl nastat významnější vývoj a vylepšování příklepného vrtání. Jelikož se v rozho-

dávající historické době nahromadila největší aktivita těchto prací ve Spojených státech, je přirozené, že zde se zrodilo celkově nejvíce vynálezů a inovací. Jen v rozmezí let 1850 až 1875 bylo v USA podáno 110 patentů, což je výrazně více než v Evropě. Jak lze z tohoto počtu patentů usuzovat, byl historický rozvoj této technologie mimořádně složitý a květnatý, takže ho zde lze zachytit jen v základních rysech.

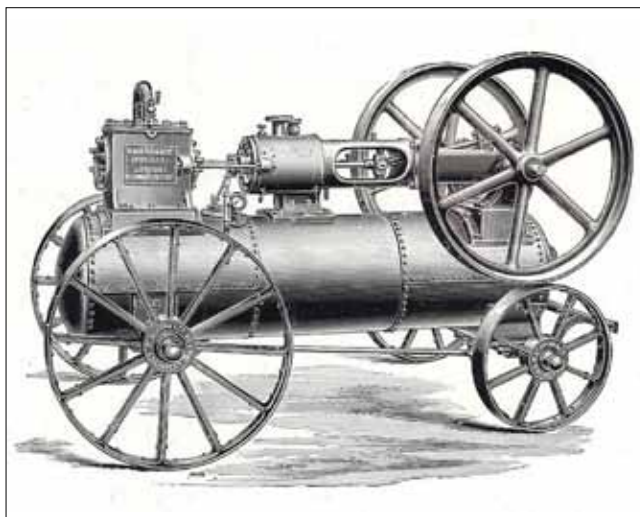
První příklepné rozvolňovací kladivo pro plnoprofilové vrtání, ještě poháněné parou, bylo vynalezeno v roce 1848 a patentováno Jonathanem J. Couchem ve Filadelfii v USA. Jako i u mnoha následujících systémů, pohyboval zde píst celou tyčí dláta, s níž byl pevně spojený. Proto první příklepné systémy dostávaly jen pro zhotovení kratších vrtů. V roce 1850 vyvinul asistent původního vynálezce Joseph W. Fowle modifikaci používající podstatně stabilnější pohonné médium stlačeného vzduchu. První pneumatická příklepová kladiva se však dlouho používala převážně pro dovrchní vrtání tak, aby mohla vrtaná drť sama vypadávat z vrtu gravitací. Výplach vrtu ještě nebyl vyřešen a prováděl se všelijak improvizovaně pomocnou trubkou. Ostatně

dokud byl jako trhavina používán jen nevykonný střelný prach, byly vrty stejně pouze asi $\frac{3}{4}$ metru hluboké. Pro zajímavost uvedme, že první použití černého střelného prachu jako důlní trhaviny je udáváno v roce 1627, a to v tehdejší uherské Banské Štiavnici.

Evropský vynález pneumatického kladiva byl představen v roce 1854 Thomasem Bartletttem v Anglii. A právě v Evropě došlo k průlomů v jeho průmyslovém uplatnění. Po několika vylepšeních dalšími inženýry byl provozně použit v roce 1857 při největším stavebním projektu té doby – při ražbě prvního z velkých alpských tunelů jménem

Fréjus pod horou Mt. Cenis mezi Itálií a Francií, délky 12,5 km. Odhadovalo se, že stavba ve vápenatých a místy prokřemenělých břidlicích by při dosavadním ručním vrtání trvala 30 let, neboť postup v ražbě by byl pouze 23 cm za den. Šéf projektu inženýr Germain Sommier ale zavedl novou pneumatickou technologii a dokonce vymyslel vrtací vůz s několika vrtacími kladivy pracujícími současně (obr. 1), přičemž každé vážilo 280 kg. Pomocí přiklepového vrtání bylo dosaženo zvýšení výkonů z počátečních 0,46 metru za den v roce 1861 až na konečných 2,27 m za den v roce 1870. I tak ale připadalo na 9 funkčních vrtacích kladiv dalších 54 kusů, které byly v opravě. A muselo jich být nasazeno celkem 200 kusů. To předznamenávalo, jak mimořádně citlivá je přiklepová technologie na kvalitu používaných ocelí.

Na této stavbě byl také postaven první, již skutečně **výkonný kompresor**. Princip stlačeného vzduchu byl znám již 3000 let před naším letopočtem a byl využíván pro provoz tavicích pecí na bronz, tehdy s pomocí měchových dmychadel. Ale až v novověku byla sestrojena první pístová nízkotlaká dmyhadla, na jejichž návrzích se podílel například i Leonardo da Vinci. Větší impuls pro vývoj kompresorů pro vyšší tlaky však přinesly teprve požadavky hutnického průmyslu při nástupu průmyslové revoluce na počátku 18. století. První prototyp dvoustupňového kompresoru, využívající ovšem starého vynálezu vzduchové pumpy z roku 1650 německého inženýra Otto von Göricka, a také jen o něco mladší návrh mechanického kompresoru Angličana Johna Wilkinsona z roku 1776, byl patentován teprve v roce 1829. Vynalezl ho Francouz Adrien-Jean-Pierre Thilorier, který též proslul jako vynálezce suchého ledu ze stlačeného CO_2 . K dalšímu podstatnému vylepšení principu kompresoru pak došlo až po vynálezu axiálního kompresoru Angličana A. A. Griffitha v roce 1926. Je to ukázka dějinných



Obr. 3: Pojízdný parní kompresor firmy Schramm z Pensylvánie v USA na konci 19. století

myšlenkových přeskoků mezi osobnostmi z různých zemí. Velkého ocenění i vylepšení došla pneumatická technika právě v dolech a na podzemních stavbách, protože umožňovala rozvádět potrubím relativně stabilní energii na dlouhé vzdálenosti k vrtačkám na čelbách tunelů a zajistit i důležité odvětrávání. Na stavbě tunelu Fréjus byly velké stacionární kompresory se vzduchovými válci poháněny tlakem vody přiváděné z vysoko položených bystřin. Tato tlaková voda se také přiváděla na čelbu k výplachu vrtů. Zde se poprvé podařilo rozvádět stlačený vzduch až do velké vzdálenosti 7 km. V následujících desetiletích se již používaly i mobilní parní kompresory. Typický zástupce takového stroje je na obr. 3. V roce 1851 se začalo v americkém Massachusetts s ražbou jiného historicky důležitého tunelu – Hoosac o délce 8,2 km, při níž došlo k dalším inovacím pneumatického vrtání. A v závěru také k prvnímu průmyslovému užití výkonnější trhaviny nitroglycerinu, což umožnilo prodloužit vrty v ruce a žilném křemenu přes jeden metr. Zpočátku se práce na ražbě komplikovaly a nesmírně prodražovaly, takže nakonec rozhodla v roce 1862 vládní komise převzít zkušenosti z evropského tunelu Fréjus. Americký vynálezce Charles Burleigh potom podstatně zlepšil dosavadní přiklepové kladivo a tunel byl úspěšně dokončen v roce 1875. Pracovalo zde již 40 vrtaček o ještě poměrně velké váze 120 kg. Problémem ovšem byla stále jejich značná poruchovost. Důležitý vývojový okamžik přišel v roce 1871 s patentem inženýra Simona Ingersolla, který byl nejen vynálezcem, ale i skvělým průmyslovým organizátorem, jenž se dovedl obklopit správnými lidmi. Jím navržená přiklepná vrtačka na stabilní trojnožce (obr. 4) byla výrazně lehčí a zároveň umožňovala vrtat prakticky pod jakýmkoli úhlem. To zahájilo přechod k hlubším vrtům. Úspěch jeho vynálezů postupně vedl ke vzniku slavné firmy Ingersoll-Rand, která v pneumatickém vrtání později zarážila například na stavbě Panamského kanálu

v roce 1904 jako jeho klíčový subdodavatel. S. Ingersoll si totiž mohl dovolit skupovat další firmy s důležitými vynálezy a zavádět je do široké praxe. Takový velký vynález představovalo v roce 1880 vrtací kladivo inženýra C. H. Shawa z Denveru, který v něm již oddělil píst od tyče dláta, což vedlo k možnosti vyšší frekvence úderů a ke zvýšeným výkonům. Bylo také možno prodloužit tyč dláta či začít experimenty se sestavou soutyčů. A nejdůležitější koupí byla pro S. Ingersolla v roce 1912 firma talentovaného inženýra George Leynera. Jeho vynález z roku 1896 totiž vyřešil průběžný **vzduchový výplach vrtu přiklepovým soutyčím** – bylo

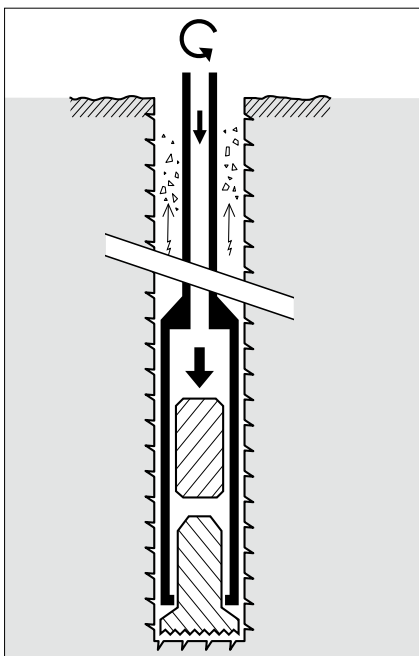
tak možno průběžně vyplachovat i dolů směrující vrty. To otevřelo cestu k provádění hlubokých vrtů s nastavovaným vrtným soutyčím. Ovšem nejdříve s těmito vrtačkami nechtěl nikdo pracovat kvůli množství vyfoukaného prachu, a tak Leyner musel prvních 75 vrtaček odkoupit zpět. Teprve pomocné skrápění vodou vše vyřešilo. Zpočátku také rozvoj brzdlá chronická poruchovost dutých vrtných tyčí. Toto řešení vzduchového výplachu se efektivně uplatnilo teprve po vynálezu vysokopevnostní oceli (Angličan Harry Brearley v roce 1912 v Sheffieldu) a po tamním zahájení výroby speciálních válcovaných dutých tyčí. Leyner také v roce 1897 navrhl své definitivní řešení vzduchového vrtacího kladiva s částečnou rotací. Do doby, než Leynerův patent na tento vynález v roce 1914 vypršel, soutěžilo na trhu pět systémů pneumatického vrtání a většina měla jen ruční pootáčení dosud přímočarého přiklepu. **Automatickou rotaci** pak měl jen Leynerův v roce 1913 nově patentovaný **Jackhammer**.



Obr. 4: Lehká pneumatická vrtačka podle patentu S. Ingersolla z roku 1871



Obr. 5: Příklad velmi úspěšné lehké mobilní pneumatické soupravy typu Wagondrill pro vrtání s rotačním vrchním příklepem zejména v lomech, výrobek americké firmy Gardner-Denver z roku 1939



Obr. 6: Schematické znázornění principu funkce ponorného kladiva: píst naráží přímo na vrtnou korunku na dně vrtu, rotace je přenášena na celé soustředěné vrtnou hlavou soupravy, přepouštěcí ani výfukové kanálky, které zprostředkují výplach vrtu, nejsou znázorněny.



Obr. 8: Různé druhy ponorných kladiv a různých vrtných korunek na začátku 21. století

Proto potom všichni ostatní výrobci přešli na tento princip, který byl výrazně lehčí a méně poruchový a bylo s ním možno dosahovat více než dvojnásobné produktivity na pracovníka. Pro pneumatické vrtání to mělo obrovský význam. Dochází v něm totiž údajně k vůbec největšímu namáhání materiálu, když se během jedné minuty odehraje ve vrtacím kladivu v průměru dva tisíce nárazů.

V roce 1938 firma Ingersoll-Rand opět nasměrovala trh, když zavedla do výroby lehkou pneumatickou mobilní vrtačku se saňovou lafetou pod názvem **Wagondrill**, jež se stala všeobecně napodobovaným typem, oblíbeným až do druhé poloviny minulého století (obr. 5). Později se z nich vyvinuly samohybné střední pásové soupravy do lomu, jejichž vzorovým typem byl **Tracdriil ROC 600** firmy Atlas-Copco, u nás oblíbený ve verzi od firmy Böhler. Dlouhodobou počáteční bolestí příklepového vrtání bylo utopování břitů dláta, následné zpomalení vrtného postupu, zdržení s výměnou celé tyče dláta a jeho pracné ostření. Výrazné zlepšení produktivity vrtání proto přinesl v roce 1918 vynález **výměnných vrtných korunek**, který zavedl A. L. Hawkesworth, mistr v měděných dolech Anakonda v americké Montaně. A poslední velkou změnou v oblasti vrtných korunek bylo zavedení břitů ze slinitých karbidů, které byly sice vynalezeny již v roce 1926 v Německu, ale průmyslově se uplatnily až po dlouhém zkoušení a zlepšování po roce 1945. Tyto



Obr. 7: Vrtná souprava firmy Stenuick, typu Record HS Universelle, na jejímž prototypu André Stenuick zkoušel nový způsob vrtání ponorným kladivem, rok 1950

břity zvýšily výkonnost vrtání zejména v tvrdých horninách. Jejich největším dodavatelem se stala švédská firma Sandvik, založená již v roce 1862, tehdy se zaměřením na speciální legované oceli. V roce 1942 se však orientovala na výrobu slinitých karbidů, což předznamenalo její obrovský obchodní úspěch a rychlé rozšíření jejích výrobků do celého světa. Na začátku 21. století již měla zastoupení ve 130 zemích, v roce 2012 měla celkem 50 000 zaměstnanců při obratu 1,43 mld. USD.

Ponorné kladivo

Po téměř jedno století si musela příklepová vrtná technologie vystačit s horním příklepem na vrtné soustředě tak, jak bylo popsáno výše. Procházela sice tučty vylepšení a modifikací, ale všechna byla v podstatě jen malá, takže efektivní byla tato technologie spíše u lehkých



Obr. 9: Vrtání původním Ingersollovým kladivem na trojnožce s improvizovaným parním pohonem z lokomotivky při rozrušování opuk ve dně výkopu pro plavební komoru v Nymburce v roce 1919 (Z. Bauer, Stavební stroje firmy Lanna, str. 54)

mobilních souprav. Zásadní problémy byly se ztrátou účinnosti přiklepu u hlubších vrtů a s velkými odchylkami vrtů v důsledku zakřivení soutyčí. Někdy se dokonce stávalo, že zahnutý vrt prorazil na povrch poblíž vrtné soupravy. Od Nobelova vynálezu dynamitu v roce 1867, který výrazně usnadnil trhací práce pod hladinou vody, se naléhavost těchto problémů po dlouhá desetiletí stále stupňovala. (Předtím se při zakládání pod vodní hladinou musela skála rozbít těžkými dlaty, jejichž váha dosahovala například v roce 1860 na stavbě Suezského průplavu až 19 tun.) Problémy při vrtání s horním přiklepem však mohly být odstraněny jedině nějakou zásadní změnou – tu přineslo teprve přemístění energie přiklepu přímo na vrtnou korunku na dně vrtu (obr. 6). Vynález tak zvaného **ponorného vrtačích kladiva vnesl do technologie vrtání revoluční obrat**. Stalo se to teoreticky již ve třicátých letech minulého století, kdy tato koncepce byla vyvinuta souběžně v USA a v Belgii. Avšak protože první typy ponorných kladiv používaly nízký tlak 4 bar, vedly

ztráty v tlakovém systému k jejich velmi nízké výkonnosti. V té době také stále ještě nebyly k dispozici dostatečně kvalitní ocelové materiály pro nejvíce namáhané choulolistivé součásti, které by účinky vyšších tlaků dlouhodobě vydržely. Proto nedošlo ani po další desetiletí k praktickému využití tohoto kroku. První úspěšný typ ponorného kladiva vyvinul až na konci čtyřicátých let belgický inženýr André Stenuick, a to po usilovných pokusech s vyšším tlakem 7 bar, které prováděl ve vápencovém lomu hned vedle své továrničky. Založil firmu Stenuick Freres, která se pokoušela s vynálezem vhodným pro prakticky jakoukoli vrtnou soupravu prorazit na trhu (obr. 7). Zpočátku se mu ale příliš nedařilo, a tak opravdový zvrat nastal až v roce 1951, když se spojil se silnější, britskou firmou Halco, která k vývoji napomohla i svými břity ze slinutých karbidů. Nyní tak bylo možné vrtat přesněji, s vysokými výkony a průměry vrtu až 100 mm. Později se za přispění nových výkonnějších kompresorů přešlo na vyšší tlak 12 bar a postupně i na 24 bar až 30 bar. Kompresory také poskytly dostatečnou kapacitu dodávky stlačeného vzduchu pro výplach vrtů o větších průměrech. Ve vývoji ponorných kladiv nastal prudký, téměř hyperbolický rozvoj a staly se rychle nejpoužívanějším a nenahraditelným vrtačím nástrojem pro vrtání v tvrdých horninách nebo ve zdivu. Trh byl brzy zaplaven různými modely kladiv a vrtačích korunek (obr. 8). Nejúspěšněji převzala tento



Obr. 10: První vrtání ponorným kladivem většího průměru v ČR v roce 1978 na stavbě Barrandovského mostu. Pro vrtý mikropilot o průměru 360 mm a délek 10 až 14 m bylo v tvrdých vápencích podzákladí použito kladivo Stenuick a kompresor Hollman (Závod SZS, Vodní stavby, o. p.).

trend americká firma Ingersoll-Rand a prodávala již od roku 1955 kladiva pro vrtý až o průměru 165 mm. V Evropě zase nabízel v šedesátých letech nejlepší ponorná kladiva a kompresory pro tlaky 10–11 bar britská firma Holman Brothers Ltd. Nejprve sice okopírovala na lomech v Derbyshire ponorná kladiva Stenuick/Halco, ale pak získala licenci, vylepšila je a stala se vzorem pro mnohé další výrobce. Naproti tomu v SSSR pokusy s vývojem kladiv pro vyšší tlaky úplně vzdal v roce 1955 z důvodu nedostatku vysoce kvalitních ocelí.

Během let se stala v této oblasti vůdčí firmou společnost Atlas-Copco, která v roce 2004 převzala vrtnou divizi Ingersoll-Rand a obdobně také řadu dalších firem oboru. Firma Ingersoll-Rand tak po letech dominance stavební oblast zcela opustila.

K další výrazné inovaci došlo v oblasti ponorných kladiv až v roce 1988, když švédská firma LKAB Wassara přišla s náhradou média stlačeného vzduchu za vysokotlakou vodu o tlacích 180 bar i více. Protože voda je nestlačitelná, jsou v této technologické verzi nižší ztráty výkonu a vrtání je efektivnější ve srovnání se systémy stlačeného vzduchu. Výhodou je nejen kvalitnější, čistší vrt, ale také výrazně čistší pracovní prostředí, což je zejména významné pro použití v podzemí a v městském prostředí.

V průmyslově rozvinutém Československu bylo přiklepové vrtání hojně využíváno již v době

Rakouska-Uherska (obr. 9). Za první republiky byly s touto technologií zhotoveny údajně první vrtné piloty na našem území. Dnes bychom je ovšem vzhledem k průměru 33 cm označili za minipiloty. Stalo se tak v roce 1922 v Jihlavě při sanaci věže kostela sv. Jakuba. Práce prováděla domácí firma Českomoravská stavební, a. s., s pomocí vrtaček a kompresoru Ingersoll-Rand. V pozdější ČSSR bylo na tuto tradici bohužel naroubováno sovětské mechanizační zázemí. První ponorná kladiva typu PT 35 byla dodávána ze sovětského podniku Komunist přednostně pro uranový průmysl, ale postupně se rozšířila i do ostatních resortů. Ještě na konci šedesátých let se používala sovětská kladiva MP 3 o průměru 105 mm i pro speciální zakládání. Byla sice poruchová, ale zato fungovala i pod hladinou podzemní vody. Také korunky se rychle opotřebovávaly, proto se dodavatelé prací snažili o dovoz kvalitnějších švédských korunek Sandvik. V roce 1968 byla zahájena v n. p. Permon Křivoklátský výroba vlastního

typu ponorného kladiva HK 85 a o rok později typu HK 105. Byly konstruovány podle vzoru kladiva Holman pro tlaky do 6 bar, ale nebyly uzpůsobeny pro práci pod hladinou podzemní vody. Protože problémy s životností těchto dostupných kladiv byly neúnosné, usilovaly všechny prováděcí podniky o získání zahraničních výrobků firem, jako byly Stenuick, Mission nebo později nejrozšířenější Atlas-Copco (obr. 10).

Ing. Jindřich Řičica, ADSZS

History of special foundation engineering, part 3

In the third sequel of the series we pay closer attention to the history of small diameter drilling techniques. In the last chapter we described outright explosive evolution of full-head rotary drilling in connection with the introduction of oil industry. The evolution of other drilling techniques was, unlike this, more gradual. It might be caused by the fact that it took place in the different areas of building industry, quarrying and mining, which are long-time characterized as rather conservative. We can, however, notice relatively swift technological changes during the last 150 years even in these traditional fields, especially in percussion drilling, which we deal with in this part.

KINGDOM TOWER, NOVÁ NEJVYŠŠÍ BUDOVA SVĚTA, UŽ MÁ ZÁKLADY

Časopis ZAKLÁDÁNÍ se čas od času věnuje neobvyklým stavbám ve světě, ke kterým bezesporu patří i výškové budovy. Po informacích o stavbě současné nejvyšší budovy světa Burdž Chalífa (dříve Burdž Dubaj) v Dubaji a nejvyšších budovách na území Británie The Pinnacle a The Shard v Londýně přinášíme základní informace o nové nejvyšší stavbě světa, která vzniká v Saudské Arábii ve městě Džida na pobřeží Rudého moře a která jako první přesáhne magickou výškovou úroveň jednoho tisíce metrů.

O projektu

Ani po nedávném dokončení aktuálně nejvyššího mrakodrapu Burdž Chalífa, který byl otevřen v lednu 2010 v Dubaji a s výškou 828 metrů pokořil další pomyslné limity ve stavebnictví, neustává boj o nejvyšší stavbu světa. Jen málokdo věřil, že mrakodrapy budou ještě růst. Omyl – po zrušení plánu na výstavbu mrakodrapu Nakheel Tower v Dubaji začala výstavba mrakodrapu Kingdom Tower, který má být s minimální výškou 1000 metrů novou nejvyšší budovou světa. Kingdom Tower (dříve zvaný také Mile-High Tower) bude stát v saúdskoarabském městě Džidda (anglicky Jeddah) na pobřeží Rudého moře. Budova se stane součástí nového městského komplexu Kingdom City, který bude vzdálen pouhých 70 kilometrů od Mekky, nejposvátnějšího místa islámu.

První informace o projektu byly zveřejněny v roce 2008. Původní návrh počítal s výškou jedné míle, tedy více než 1600 metrů. V roce 2010 bylo oznámeno, že výška budovy bude nejméně 1000 metrů. Dne 2. srpna 2011 podepsala investiční firma Kingdom Holding Co. (KHC) dohodu s firmou Saudi Binlادن Group o výstavbě budovy za 4,6 miliardy rialů (cca 20,8 mld. korun). Hlavním architektem stavby je Adrian Smith, který navrhl současný nejvyšší mrakodrap světa Burdž Chalífa, developerem je dubajská společnost Emaar Properties. Multifunkční mrakodrap s kancelářemi, hotelem Four Season, luxusními byty, pronajímatelnými apartmány, obchody v přízemí a nejvýše položenou vyhlídkovou terasou má mít minimálně 200 pater a 530 000 metrů čtverečních užité plochy. Projektantem je světoznámé studio Adrian Smith + Gordon Gill Architecture. Jako u většiny o rekordní zápis usilujících staveb není finální výška budovy ještě známá, neboť je před konkurencí přísně utajovaná. Nynější nejvyšší budovu světa

Burdž Chalífa však Královská věž překoná ještě nejméně o 50 pater. Budovu bude obsluhovat 59 výtahů a 12 eskalátorů. Výtahy, které povedou k vyhlídkové terase do výšky 610 m, pojedou rychlostí 10 metrů za sekundu neboli 36 kilometrů v hodině, a to v obou směrech.

Architektura stavby

Design samotné věže příliš nepřekvapí. Jde o chladně působící jehlu z oceli a skla stojící

v přístavu u Rudého moře. Její tvar je navržen tak, aby co nejlépe odolávala zatížení větrem, které je při výšce stavby velmi podstatné. Zajímavým prvkem je již výše zmíněná vyhlídková terasa, jež má vyčnívat z mrakodrapu ve výšce 610 metrů. Je tak možné, že za dobré viditelnosti návštěvníci uvidí přes moře až do Egypta. Původně ovšem měla terasa sloužit jako přistávací plocha pro helikoptéry. Design mrakodrapu Kingdom Tower kombinuje vysoce technické

a organické prvky. Štíhlá a lehce asymetrická konstrukce má evokovat otvírající se svazek listů rostoucích od země směrem k nebi. Symbolika růstu je více než jasná, Královská věž má být chápána jako základ a příslib rozvoje okolního města. Vzhled budovy by měl také zapadat do kulturního prostředí Saudské Arábie a zároveň znázorňovat kultivování arabské společnosti.

Stavební práce

Staveniště Kingdom City, ležící na severním okraji města, zaujímá celých pět čtverečních kilometrů. Stavební firma Binlادن Group zahájila výstavbu Kingdom Tower v prosinci 2011 přípravými a terénními pracemi. Přesný termín dokončení věže není znám, podle dostupných údajů se předpokládá v letech 2017–18.

Známo však je to, že v únoru 2013 byly zahájeny a v prosinci téhož roku již byly dokončeny základy této mimořádné stavby. Před definitivním návrhem základů proběhly počátkem roku 2012 zatěžovací zkoušky na zkušebních pilotách o průměru 1500 mm a délce 78 m. Zatěžovací zkoušky byly provedeny systémem O-Cell® a piloty se zkoušely na zatížení 7500 t. Budova spočívá celkem na 270 pilotách průměru 1500 a 1800 mm hloubek od 49 do 110 m. Zhotovitel základů firma Bauer použila na stavbě tři pilotovací soupravy BG 40 s prodlouženou Kelly tyčí a dvě soupravy BG 28.



Kingdom Tower, budoucí nejvyšší budova na světě



Vizualizace ve večerním osvětlení



Pohled od moře



Vizualizace zachycující husté pole základových pilot



Pilotovací práce na staveništi, délka pilot dosahovala až 110 m

Z uvedených 270 pilot dosahovalo 72 pilot průměru 1500 mm do hloubky 110 m. Další 154 pilot průměru 1500 mm dosahovalo hloubek mezi 49 a 89 m a 44 pilot o průměru 1800 mm dosahovalo hloubky 50 m.

O geologické stavbě území nebyly zveřejněny větší podrobnosti, zhotovitel je charakterizuje jako „složitá“. Podloží tvoří s největší pravděpodobností mocný komplex zpevněných sedimentárních hornin. Největším problémem, se kterým se projektanti museli vypořádat, byla

protikorozní ochrana základových pilot proti slané vodě z blízkého Rudého moře. Stavební práce na vlastní budově měly podle plánu začít 27. dubna 2014.

S použitím dostupných pramenů napsal **RNDr. Ivan Beneš**, *Zakládání staveb*, a. s.

Vizualizace:
Adrian Smith + Gordon Gill Architecture
Foto: volné zdroje na internetu

Kingdom Tower – the new world's tallest building – already got its foundations

Once in a while the *Zakládání Magazine* introduces unusual structures around the world including high-rising buildings. We have already presented details on construction of the current tallest building in the world – Burj Khalifa (former Burj Dubai) as well as the highest structures in Britain – The Pinnacle and The Shard in London. This issue introduces the world's oncoming tallest skyscraper now being built in Džida, Saudi Arabia, that is to overcome the magic level of 1000 metres.

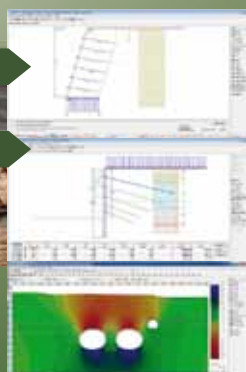


geotechnical software suite **GEO5**

Geotechnika a zakládání staveb

Stabilita svahů a násypů, opěrné konstrukce

Pažicové konstrukce, zakládání, sedání



MKP, tunel, proudění

Novinky ve verzi 18

- Dimenzování ocelových a ŽB průřezů u pažicových a záporových stěn
- Založení zdí a mostních opěr
- Posouzení excentricity zatížení u plošných základů
- Vodorovná únosnost pilot podle Bromse
- Inženýrské manuály 3 - Numerické modelování

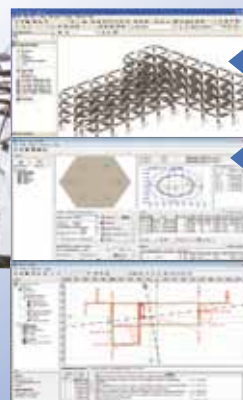
www.fine.cz

Statika a dimenzace konstrukcí

structural engineering **FIN EC**

Beton, Ocel, Dřevo, Zdivo

Podpora Eurokódů



- Statické výpočty a posouzení betonových, ocelových, dřevěných a zděných konstrukcí
- Podpora Eurokódů včetně národních příloh pro Českou republiku, Slovensko a Polsko
- Cenově dostupné programy
- Jednoduché ovládání
- Pravidelné roční aktualizace



Vrtné a injekční práce probíhaly za plného provozu vodního díla – voda přetéká přes bezpečnostní přeliv

TECHNICKOBEZPEČNOSTNÍ DOHLED NAD VODNÍMI DÍLY, PRŮZKUMY A SANACE VODNÍCH DĚL, DOKONČENÍ Z ČÍSLA 4/2013

V minulém čísle ZAKLÁDÁNÍ jsme se podrobně zabývali problematikou technickobezpečnostního dohledu nad vodními díly v ČR, systémem provádění průzkumných prací na vodních dílech a návrhy jejich oprav, sanací a rekonstrukcí. Pozornost jsme zaměřili především na nápravná opatření, spočívající v dodatečném těsnění podloží zděných tížných přehrad pomocí injekční clony. Podrobně bylo popsáno provedení injekční clony v podloží naší nejvyšší zděné hráze vodního díla Janov, na jejímž zhotovení se podílela společnost Zakládání staveb, a. s. V tomto vydání ZAKLÁDÁNÍ problematiku věnovanou technickobezpečnostnímu dohledu nad vodními díly a navazujícím průzkumům a opravám vodních děl uzavřeme, a to uvedením dalších dvou konkrétních případů staveb, na nichž se technologiemi speciálního zakládání významně podílela společnost Zakládání staveb, a. s. Prvním příkladem je sanace degradovaného zdiva zděné hráze VD Vřesník, kde byla pro zamezení průsaků použita těsnicí injektáž. Druhým je provádění vztlakoměrných vrtů a s tím souvisejících průzkumných prací na přehradě Březová u Karlových Varů.

Těsnění průsaků tělesem hráze vodního díla Vřesník

Vodní dílo Vřesník je tvořeno zděnou hrází, která svým vzdutím vytváří malou vyrovnávací nádrž pod přehradou Sedlice na řece Želivce. Vzhledem ke zhoršujícímu se stavu těsnosti tělesa hráze byly nejprve provedeny průzkumné práce: odběr jádrových vrtů a jejich zkoušení, na základě výsledků byla pak zpracována projektová dokumentace sanace tělesa hráze následovaná realizací stavebních prací – dotěsněním průsaků pomocí injektáže.

Stručný popis VD Vřesník

Vodní dílo Vřesník leží na řece Želivce nad obcí Želiv. Soustava Sedlice–Vřesník byla budována v letech 1921–1928; vlastní hráz VD Vřesník byla dokončena v roce 1928. Hlavním účelem tohoto vodního díla je vyrovnávání průtoků pod vodní elektrárnou Sedlice, přičemž současně plní funkci představné nádrže a s dalšími vodními díly (Sedlice, Trnávka a Němčice) je součástí vodohospodářského komplexu, který zachycuje říční splaveniny a zabraňuje jejich transportu do vodárenské nádrže Želivka-Švihov. V neposlední řadě je

VD Vřesník využíváno k rekreaci, vodním sportům a sportovnímu rybolovu. Správcem vodního díla a investorem jeho opravy je Povodí Vltavy, státní podnik.

Základní technické údaje:

- kóta koruny hráze (mostovky) ... 410,25 m n. m.,
- výška hráze nad základovou spárou ... 11,65 m,
- šířka hráze v koruně ... 1,2 m,
- délka hráze v koruně ... 78,7 m,
- celkový objem nádrže ... 370 000 m³.



Průsaky v levém přelivném poli před injektáží, pohled na vzdušný líc



Výrazné zlepšení levého přelivného pole v dílčí etapě prací

typu je nejslabším prvkem konstrukce zdící malta. Rovněž pevnost v tahu na styku kámen – beton byla velmi nízká, a naopak nasákavost betonu byla vysoká a téměř dvojnásobně převyšovala limitní hodnotu 6,5 %. Z toho vyplývalo, že takto nasávkavý beton bude velmi málo odolný proti působení mrazu. Výsledky provedeného průzkumu potvrdily sníženou kvalitu zdiva tělesa hráze a nutnost realizace sanačních opatření.

Po vypracování návrhu a zpracování projektové dokumentace sanace tělesa hráze byla zahájena oprava, rozdělená do několika částí. Její hlavní částí byla především vlastní injektáž tělesa hráze, dále přikotvení horní řady přelivných kamenů a rovněž i oprava spárování zdiva vzdušního líce.

Sanace průsaků tělesem hráze

Sanace průsaků tělesem hráze spočívala v injektáži jejího zdiva pomocí systému svislých, respektive mírně ukloněných, vrtů z oblasti koruny bezpečnostního přelivu.

Injektáž byla prováděna jako klasická horninová pomocí základní dvojice vrtů a vrtů tzv. druhého pořadí, které tuto základní dvojici zahušovaly (půlily). Injektáž byla provedena na max. hloubku od přelivné hrany 6,0 m pomocí dvou injekčních hmot – v první fázi

stabilní cementovou injekční směsí pro dotěsnění hrubých průnikových cest, ve druhé fázi kompaktní polyuretanovou pryskyřicí, dotěsňující nejjemnější průnikové cesty.

Vrtné a injektážní práce probíhaly v oblasti šesti přelivných polí z plouvajícího pontonu. Vrtly byly umístěny na návodní straně před přelivnou hranou tak, aby se vrtalo mimo přelivné kameny.

V průběhu vrtných prací měly být prováděny vodní tlakové zkoušky (VTZ) pro definování propustnosti prostředí před injektáží. Zdivo však bylo v tak špatném stavu a natolik propustné, že u většiny vrtů nebylo možné dosáhnout ani zkušební tlaku 0,1 MPa.

Dodavatelem stavebních prací byla společnost Zakládání staveb, a. s., projektantem společnost FG Consult, s. r. o., a investorem Povodí Vltavy, státní podnik. Podrobný popis vrtných a především injektážních prací přinášíme v následujícím článku Ing. M. Čejky ze Zakládání staveb, a. s.

Kontrolní vrtly a zhodnocení provedených prací

Pro kontrolu těsnicí funkce byly provedeny vodní tlakové zkoušky na 3 kontrolních vrtech, které byly navrženy do hloubky 3 m pod základovou spáru (téměř dvojnásobná

délka vrtů v porovnání s injektážními vrtly).

Tak bylo možno porovnat nejen sanované části hráze, ale rovněž i část nesanovanou a podloží pod hrází. V oblasti sanace byly u dvou vrtů výsledky výborné (spotřeba při VTZ do 0,5 l.s⁻¹/1 m' při tlaku 0,1 MPa) a u třetího vrtu byly výsledky pouze dobré. V části tělesa, které nebylo sanováno, byly zjištěny spotřeby 2krát až 4krát vyšší v porovnání se sanovanou částí. V podloží hráze byly zjištěny spotřeby 4krát až 6krát vyšší než v opravované části hráze.

Dodatečná injektáž tělesa hráze a další doplňující činnosti proběhly v souladu se stanovenými předpoklady projektové dokumentace a technologických postupů. Oprava probíhala v rámci běžného provozu vodního díla i dalších funkčních zařízení (VE, MVE atd.). Již v průběhu opravy bylo patrné výrazné zlepšení stavu, když postupně mizely jednotlivé průsaky na vzdušním líci hráze.

Po ročním provozu, který můžeme považovat za zkušební, se stav nezměnil a nové průsaky nebyly v sanované části vzdušního líce zjištěny. Efekt těsnících prací hodnotíme jako významný a pozitivní s ohledem na dlouhodobou spolehlivost a bezpečnost vodního díla.

Ing. David Kapko, VODNÍ DÍLA – TBD, a. s.

REALIZACE INJEKČNÍCH PRACÍ PŘI TĚSNĚNÍ PRŮSAKŮ TĚLESEM HRÁZE VODNÍHO DÍLA VŘESNÍK

Oprava tělesa tížné hráze se soustředila na průsaky, které se nejvíce projevily v několika prvních řadách pod přelivnou hranou. Injektáž zdiva byla navržena jako klasická horninová pomocí základní dvojice vrtů a vrtů tzv. druhého pořadí, které tuto základní dvojici dělily. Pro injektáž byly použity dva typy injekčních směsí – v první fázi stabilní cementová injekční směs pro dotěsnění hrubých průnikových cest, ve druhé fázi kompaktní polyuretanová pryskyřice dotěsňující nejjemnější průnikové cesty.

Vrtné a injekční práce byly realizovány z nádrže jen s mírně sníženou vodní hladinou za

pomocí dvou pracovních plošin, které byly vytvořeny z ženiných pontonů. Tato skutečnost představovala určité riziko především u první fáze injektáže, neboť hrozilo rozplavení cementové injekční směsí vodou mírně proudící tělesem hráze. Proto musel být při návrhu složení této injekční směsí brán velký zřetel na její stabilitu a viskozitu.

Injekční vrtly

Těsnicí injektáž horní části zdiva tělesa hráze byla navržena pomocí základní dvojice mírně ukloněných vrtů (vrtly řady A a B). Ústí vrtů se nacházelo na horní hraně přelivných ploch

jednotlivých jezových polí (celkem šesti); základní hloubka vrtů od návrtného bodu byla 6,0 m. Vzájemná rozteč vrtů byla 1 m. Návrtné body byly voleny tak, aby v žádném případě nenarušily mohutné kamenné bloky, které tvoří korunu přelivů. Vrtly řady A kopírují zhruba tvar návodního líce přehradního tělesa, vrtly řady B líce vzdušního. Tato dvojice injekčních vrtů byla v celé délce 6,0 m injektována v první fázi cementovou injekční směsí, pro druhou fázi injektáže byly vrtly převrtány na hloubku 2 m, kde byla provedena chemická injektáž. Po dokončení obou fází injektáže základní dvojice vrtů řady A a B byly odvrtny vrtly

tzv. druhého pořadí, které osově půlily vzájemnou rozteč vrtů základních. Jejich hloubka od přelivné hrany byla 2 m a návrtné body byly umístěny opět tak, aby se vyhnuly kamenným blokům tvořícím korunu přelivů. Tyto dodatečné vrty směrově kopírovaly návodní líc přehradního tělesa a prostorově přetínaly osy vrtů základních. V těchto injekčních vrtech byla provedena pouze injektáž chemickou injekční směsí v celé jejich délce.

Hloubení injekčních vrtů a jejich následné vystrojení

Injekční vrty základní dvojice (vrty řady A a B) byly hloubeny plnočelbovým rotačně-přiklepným způsobem na vzduchový výplach o průměru vrtu 76 mm v celé jejich základní hloubce 6 m. Převrty pro druhou fázi injektáže v délce 2 m od přelivné hrany byly hloubeny plnočelbovým rotačním způsobem na vodní výplach opět o průměru vrtu 76 mm v celé jejich hloubce. Vrty druhého pořadí byly po dokončení obou fází injektáže vrtů základních (vrty řady A a B) hloubeny jádrovým způsobem na vodní výplach o průměru vrtu 56 mm v celé jejich hloubce 2,0 m.

Pro hloubení vrtů byla použita malá vrtná souprava s gumovým pásovým podvozkem MSV 741/20 o hmotnosti 3 t, umístěná na ženíjním pontonu, který tvořil pracovní plošinu. Vrtná souprava na ponton jednoduše najařela a opět sjela z břehu vodní nádrže v místě rybářského kotviště a na vodní plošině se ponton pohyboval pomocí tažných lan a mechanických navijáků. V pracovní pozici na jednotlivých jezových polích byl ponton s vrtnou soupravou pevně ukotven ke konstrukci přehrady pomocí kotevních lan.



Hloubení injekčních vrtů do koruny hráze

Vrty měly být injektovány v celé jejich délce a objemu tzv. klasickou skalní injektáží pomocí osazeného obturátoru těsně pod ústím vrtů. Ale už během hloubení vrtů bylo jasné, že tento způsob injektáže nebude možný, protože se vrty po dokončení začaly vlivem proudění vody zavalovat degradovanou maltovou hmotou a dodatečné osazení obturátoru bylo fakticky nemožné. Proto se do vrtů okamžitě po jejich dokončení pro první fázi injektáže osadily do cementové zálivky manžetové injekční trubky 32/3,7 mm (vzájemná vzdálenost injekčních manžet byla 0,5 m). Následně převrty a zahušťující vrty pro

druhou fázi injektáže pak už byly stabilní (pozitivní vliv první fáze injektáže) a injektáž této druhé fáze mohla být provedena požadovaným, tzv. skalním způsobem (bez osazené manžetové trubky). Místo injekčního obturátoru u těchto vrtů byly osazeny krátké hladké injekční trubky \varnothing 32/3,7 mm s vnějším závitem na hloubku cca 10 cm pod ústí vrtu. Tato trubka byla utemována do stěn vrtu mechanickou ucpávkou z konopného provazce syčeného rychle tuhnoucí chemickou pryskyřicí. Následná injektáž byla realizována pomocí této trubky našroubováním injekčního adaptéru na její vnější závit.

První fáze injektáže cementovou injekční směsí

Injektáž přehradního zdiva při této fázi injektáže byla provedena jako vzestupná (ve směru od počvy vrtu k jeho ústí) po jednotlivých etážích délky 1 m pomocí osazené manžetové trubky. Každá injekční etáž byla omezena osazením dvojitého necirkulačního obturátoru délky 1 m. Vzestupná injektáž se řídila dosažením kritéria nulové spotřeby injekční směsi při stanoveném maximálním injekčním tlaku drženém po

dobu minimálně 10 minut. Po dosažení tohoto kritéria injektáž pokračovala povytažením obturátoru na nejbližší (vyšší) další etáž daného vrtu.

Pro injektáž byl použit maximální injekční tlak v rozmezí 0,4 až 0,6 MPa a byla použita stabilní cementová injekční směs o objemové hmotnosti $\gamma = 1,61 \text{ kg/dm}^3$ a $\gamma = 1,51 \text{ kg/dm}^3$. Injekční vrty této fáze injektáže byly realizovány systémem čerstvý čerstvý čerstvý ..., tedy následný vrt byl vždy injektován ihned po předchozím. Vrty byly injektovány po jednotlivých vodorovných řadách v následujícím pořadí: 1 – vrty řady A, 2 – vrty řady B. Pro injektáž bylo použito injekční čerpadlo Haponic 10/80 ze samostatné plovoucí pracovní plošiny, která byla opět zhotovena pomocí ženíjního pontonu. Injekční čerpadlo včetně příslušenství bylo umístěno na břehu v rámci zařízení staveniště, přičemž plovoucí pracovní plošina umožňovala obsluhu jednotlivých injekčních vrtů.

Druhá fáze injektáže chemickou injekční směsí

Injektáž při této fázi byla provedena jako klasická skalní injektáž pomocí osazené krátké hladké trubky v ústí každého injekčního vrtu. Injektáž se řídila dosažením kritéria nulové spotřeby injekční směsi při stanoveném maximálním injekčním tlaku drženém po dobu minimálně 10 minut. Po dosažení tohoto kritéria



Vrtná souprava MSV 741/20 na plovoucí pracovní plošině



Osazování manžetové injekční trubky z plovoucí pracovní plošiny

injektáž pokračovala po demontáži injekční hadice na dalším vrtu.

Injektáž byla prováděna s maximálním injekčním tlakem v rozmezí 1,0 až 1,5 MPa kompaktní polyuretanovou injekční pryskyřicí Webac 1403 (výrobek německé společnosti WE-BACK – Chemie GmbH).

Celé injekční pole bylo realizováno systémem čerstvý čerstvý..., tedy následný injekční vrt v injekčním poli byl injektován ihned po předchozím. Vrtly byly injektovány v libovolném pořadí dle dispozic pracoviště při dodržení zásady volného úniku injektáží vytlačované vody z injektované oblasti. Pro tuto fázi injektáže bylo použito injekční čerpadlo Webac IP 2K 320/30/30 na samostatné plovoucí pracovní plošině jako u první fáze injektáže.

Ukotvení přelivových kamenů pomocí nerezových závitových tyčí

Po dokončení injekčních prací následovalo ukotvení nestabilních přelivových kamenů pomocí nerezových závitových tyčí průměru 20 mm s roznášecí podložkou a maticí. Pro kotevní trny byly ruční přiklepovou vrtačkou odvrtny vrtly průměru 32 mm na hloubku 2 m s rozšířením vrtu v hlavě kamene pro osazení roznášecí podložky a matice na průměr 60 mm v délce 5 cm. Trny byly ve vrtu ukotveny vysokopevnostní cementovou maltou s kompenzovaným smršťováním. Touto maltou byla po aktivaci kotevního prvku vyplněna i jeho hlava. Pouze jeden přelivový kámen, který byl napříč prasklý, nebyl tímto způsobem ukotven.

Spárování kamenného zdiva vzdušního líce přehradního tělesa

V samém závěru výše popsaných těsnicích a sanačních prací bylo hloubkově přespárováno cca 20 % spár zdiva návodního líce přehrady, a to v místech jejich poškození, a míst vykazujících před zahájením těsnicích injektáží významné průsaky. Práce probíhaly horolezeckým způsobem, externí pracovníci slaňovali do míst oprav pomocí horolezeckého lana a speciální horolezecké sedačky. Poškozená původní výplň spár byla nejdříve mechanicky odstraněna, takto ošetřené místo bylo očištěno tlakovou vodou a následovně byla spára vytmelena novou speciální cementovou maltou.

Výměry vrtných a injekčních prací:

- vrtly pro těsnicí injektáže – 102 ks, 636 m;
- vodní tlakové zkoušky – 6 ks, pouze jedna vyhodnocena;
- ověřovací vrtly – 3 ks, 36 m;
- vodní tlakové zkoušky u ověřovacích vrtů – 12 ks.

Po dokončení všech těsnicích a sanačních prací na této hrázi byly provedeny vodní tlakové zkoušky (VTZ) na 3 ks ověřovacích vrtů, jejichž vyhodnocení potvrdilo správnost návrhu a kvalitní provedení vlastní těsnicí injektáže hráze výrobním provozem Zakládání staveb, a. s., pod vedením stavbyvedoucího Tomáše Průši a výrobního mistra Františka Musílků. Podrobnější vyhodnocení VTZ je uvedeno v předchozím textu ing. Kapka. Práce na realizaci těsnicí injektáže hráze vodního díla Vřesník byly dokončeny v říjnu roku 2012, zhruba tři měsíce po jejich zahájení.

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

PRŮZKUMNÉ PRÁCE NA PŘEHRADĚ VD BŘEZOVÁ

Jak již bylo uvedeno v úvodním příspěvku o pracích souvisejících s bezpečností vodních děl, je jedním z nejvýznamnějších zatížení, která ovlivňují stabilitu hrází (zejména tížných zděných a betonových), zatížení vztlakem, tj. vodou prosakující podložím, případně tělesem hrází. Právě tyto údaje bývají na přehradách největší „neznámou“. Na velikost vztlakových sil můžeme usuzovat obvykle jen z několika údajů ze vztlakoměrných vrtů. Tyto zásadní informace o vodních dílech je třeba v běžném provozu v rámci TBD upřesňovat a doplňovat. To bylo i důvodem pro provedení prací na přehradě Březová u Karlových Varů. Společnost Zakládání staveb, a. s., zde realizovala pro správce tohoto vodního díla, kterým je Povodí Ohře, s. p., podle projektu společnosti VODNÍ DÍLA – TBD, a. s., v roce 2012 nové vztlakoměrné vrtly. Vlastní realizace vrtů byla spojena i s průzkumnými pracemi.



Pohled na hráz VD Březová

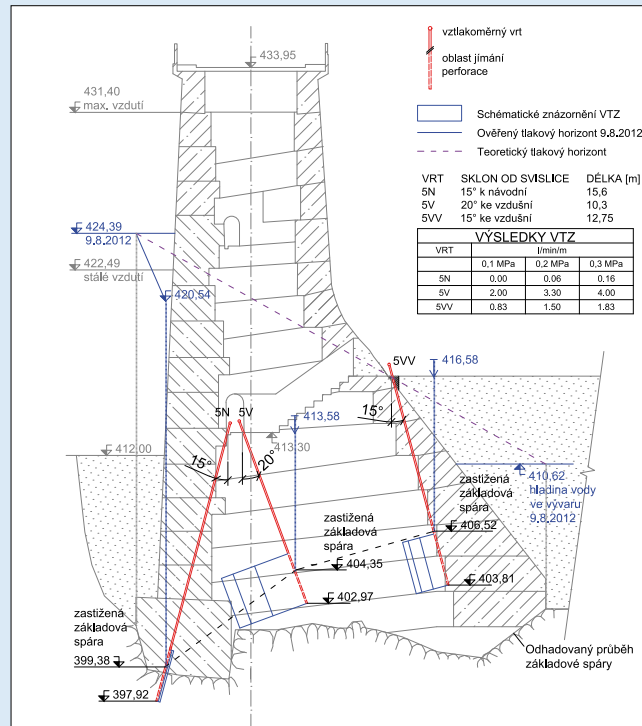
Základní údaje o vodním díle

Vodní dílo Březová leží na toku Teplé v říčním km 8,21 v Karlovarském kraji nedaleko města Karlovy Vary. Jedná se o první vodní dílo s betonovou gravitační hrází na území ČR, budované v letech 1931–1934. Hráz byla betonována na technologii dusaného betonu po pracovních lamelách (bločcích). Rozdělena je dilatačními spárami na 16 tížných bloků (včetně zavazujících křídel), jejichž šířka se pohybuje od 8 do 17 m. Hlavním účelem VD Březová je ochrana města Karlovy Vary před povodněmi, zajištění minimálního průtoku v profilu pod VD a možnost periodických proplachů koryta pod hrází. Vodní dílo dále slouží k výrobě elektrické energie v přílehlé MVE na levém břehu. Vylepšované průtoky pod profilem hráze jsou využívány pro pořádání kanostických závodů.

Základní technické údaje:

- kóta koruny hráze ... 433,95 m n. m.,
- výška koruny hráze nad základovou spárou ... 24,50 m,
- délka hráze v koruně se zavazujícími křídly ... 228,75 m,
- délka hráze v koruně bez zavazujících křídel ... 214,20 m,
- šířka hráze v koruně ... 8,40 m.

Na VD Březová jsou pro běžné manipulace s vodou i převádění povodňových průtoků tři spodní výpusti. Dvě jsou tvořeny potrubím průměru 1500 mm, jedna průměru 2100 mm. Všechny výpusti mají návodní uzávěr tvořený šoupětem, jako vzdušní uzávěry slouží segmenty. Pro převádění významnějších povodní slouží nehrazený koronový bezpečnostní přeliv. Ten se skládá z pěti samostatných polí, oddělených pilíři, které nesou mostovku vozovky. Šířka jednoho pole je 13,2 m, tzn. celková šířka přelivu je 66 m. V hrázi jsou dvě podélné revizní chodby (horní a dolní).



Příčný řez blokem č. 5 – schéma rozmístění vztlakoměrných vrtnů, výsledky průzkumných prací

Nové vztlakoměrné vrty

Na VD Březová nebyly doposud vztlakové poměry měřeny pomocí klasických vrtnů; částečnou představu o tlaku bylo možné zjišťovat jen odvozením z výsledků měření na svislých drénech vyústěných v revizní chodbě. Tyto drény však většinou ani nezasahují do podloží, ale jen do betonu. Nebylo ani možné získat obraz o rozložení vztlakového obrazce sil při základové spáře v celém příčném profilu hráze.

Pro získání reálných podkladů k zahrnutí vztlaku do stabilitních výpočtů i k získání informací o základových poměrech bylo navrženo pět klasických vztlakoměrných vrtnů, které byly rozděleny do dvou profilů. Profil v bloku č. 5 je tvořen trojicí vztlakoměrných vrtnů. V bloku č. 11 je profil tvořen dvojicí vztlakoměrných vrtnů. Všechny vrty dosahují 2 m pod úroveň základové spáry, oblast jímání je dlouhá 3 m, tj. 1 m nad a 2 m pod základovou spárou. Čtyři vrty byly hloubeny z velmi stísněných prostor dolní revizní chodby, pátý vrtn byl umístěn vlevo od pravobřežního vstupu

u paty hráze. Situování vrtnů v podélném a příčném profilu hráze je patrné z obrázků, kde jsou uvedeny i souhrnné výsledky vodních tlakových zkoušek (VTZ) a další podstatné skutečnosti. Vrty průměru 75 mm a délky 10,3–16,5 m byly hloubeny jádrovým vrtním ve sklonu 15° až 20° od svislice.

Při zřizování vztlakoměrných vrtnů bylo přizvanými zástupci odborných subjektů provedeno velké množství průzkumných a dokumentačních prací, které pak byly v rámci činnosti TBD komplexně zhodnoceny a shrnuty.

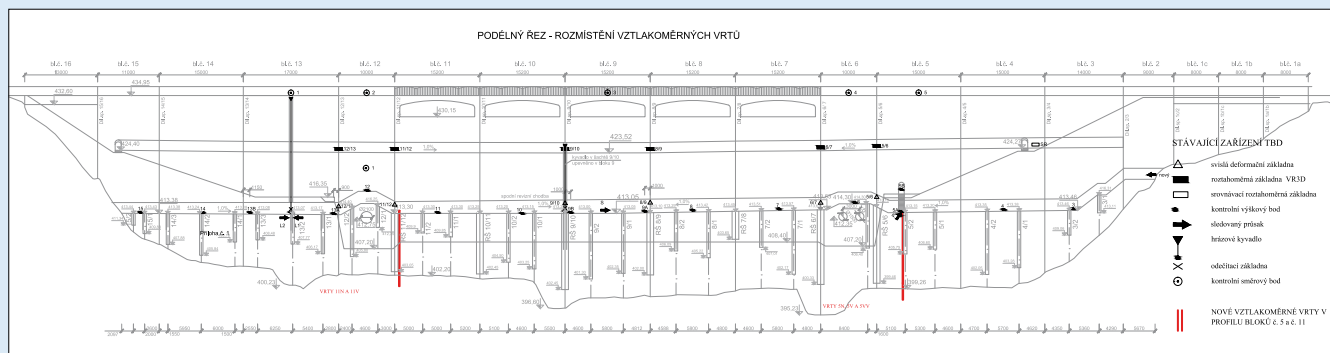
Jednalo se o tyto činnosti:

- Veškeré vzorky vývrtů byly geotechnicky dokumentovány a uloženy do jádrovnic, zdokumentovány popisem a fotograficky, podložní hornina byla geotechnicky zaříděna, u vzorků bylo stanoveno RQD.
- Na všech hotových vrtech byly provedeny vodní tlakové zkoušky (VTZ) v poslední třímetrové etáži vrtnů.

- Při provádění vrtnů byly sledovány úrovně vody v sousedních drénech,
- Byly vybrány vzorky vrtných jader pro orientační pevnostní zkoušky a stanovení chemického složení betonu hráze. Vlastní výběr charakteristických vzorků a zajištění laboratorních zkoušek byl proveden ve spolupráci s pracovníky VODNÍ DÍLA – TBD, a. s.
- Všechny vrty byly polohově a výškově zaměřeny. Při instalaci vztlakoměrných vrtnů byla pořizována technická dokumentace skutečného provedení vrtnů, která obsahuje technické parametry vrtnů, průměr, odklon od svislice, délku vrtnu, přechod přes základovou spáru, délku jímání (perforace).

Vystrojení vrtnů

Vztlakoměrné vrty byly vystrojeny klasickým způsobem. Zhlaví vrtnů v revizní chodbě je opatřeno manometrem s kulovým uzávěrem s přípojkou na hadici a s kulovým uzávěrem s odvzdušněním. Zhlaví jsou uzpůsobena také pro měření tlakového horizontu hladino-



Podélný řez hrází – schéma rozmístění vztlakoměrných vrtnů



Charakteristická puklinatost žuly, vrt 11 N, 12–12,3 m

měrem spouštěným do trubky vrtu a poskytují také možnost napojení čidel automatického monitoringu.

U vrtu před vstupem do hráze nebylo žádné speciální zhlaví osazeno, byla ponechána volná PP trubka, která je pouze opatřena ocelovou chráničkou s krytem. Veškeré prvky zhlaví vztlakoměrných vrtů jsou v provedení nerez, a splňují tak požadavky na dlouhodobou životnost v podmínkách vodního díla.

Celkové zhodnocení

Vybudováním čtyř vrtů v dolní revizní chodbě a jednoho vrtu u vzdušní paty hráze jsme získali velmi cenné zařízení TBD, s jehož využitím bude možno sledovat vztlakové poměry v oblasti základové spáry. Při realizaci vrtů jsme získali formou orientačního geologického průzkumu, VTZ a dalšími zkouškami velmi cenná doplnění znalostí o geologických a hydrogeologických poměrech v oblasti základové spáry a podloží hráze.

Ve všech vrtech byl zastížen povětšinou kompaktní beton jen s drobnými dutinkami do velikosti 2 cm. V podloží byla zastížena



Detail kontaktu beton–žula, vrt 5V, 8,4 m

zdravá žula s puklinami ve většině vzorků, část puklin byla s limonitovými povlaky. Výsledky vrtných prací, VTZ i měření na nově vzniklých vrtech v dolní revizní chodbě a u paty hráze zatím poukazují na dobře fungující injekční clonu. Výsledné spotřeby při VZT jsou poměrně malé, od 0,06 do 1,83 l/min/m při tlaku 0,3 MPa. Pro posouzení propustnosti podloží lze použít jedno z kritérií přípustné propustnosti (podle Jadeho 0,1 až 0,5 l/min/m/0,3 MPa nebo podle Verfela 4,0 l/min/m/0,3 MPa u hrází výšky 30–50 m). Toto srovnání je však velice orientační, protože neposuzujeme horninové prostředí před injektáží nebo prostředí injekční clony po injektáži, ale prostředí před a za injekční clonou. Vyšší propustnost za injekční clonou je pak i přínosem, protože prostředí může lépe drénovat.

Vzhledem k tomu, že vztlak na základové spáře je ve většině případů nižší než teoretický, jsou vztlakové poměry v oblasti základové spáry hodnoceny jako vyhovující.

Výsledky pevnostních zkoušek prokázaly vyhovující vlastnosti betonu hráze. Vyhovující byly i pevnosti vlastní podložní horniny. Bylo



Pohled na uložení jádrové vrtu

ověřeno, že hráz je založená na poměrně kvalitním a únosném skalním podloží. V dobrém stavu je i vlastní přechod betonu a horniny v oblasti základové spáry hráze. I když se nepodařilo odebrat celistvý vzorek napojení betonu a horniny v jádrovém vývrtu (vzorek se na styku většinou poruší při přenášení třecích sil od vrtání), je důležité, že na základové spáře nebyly zjištěny žádné výrazné degradované betony nebo navětralá hornina.

Ing. David Richtř, VODNÍ DÍLA – TBD, a. s.
Foto u všech článků tématu:
autoři a Libor Štěrba



Zhlaví nového vztlakoměrného vrtu

Technical and safety supervision of water works; surveys and remediation of water works – continued from issue no. 4/2013

The last issue of the *Zakládání Magazine* dealt in detail with the topic of technical and safety supervision of water works, the system of carrying out their repairs, remediation and reconstruction. The largest attention was paid to remediation measures consisting in additional sealing of subsoil in the masonry dams using a grouting curtain.

A detailed description was provided of carrying out a grouting curtain in the bedrock of our largest masonry dam on the Janov water work.

The *Zakládání staveb Co.* took part in these reconstruction works.

This issue of the *Zakládání Magazine* closes the topic of technical and safety supervision of water works as well as their follow-up surveys and remediation works. The article presents two new examples of constructions with the participation of the *Zakládání staveb Co.*, as a major provider of special foundation technologies. The first example reconstruction involved remediation of degraded masonry in the dam of the Vřesník Water Work using sealing grouting to prevent seepage. The second one consists in carrying out buoyancy-measuring boreholes and subsequent surveys on the Březová Dam near Karlovy Vary.

MTZ SERVIS

O C E L O V É T R U B K Y

MTZ – SERVIS, s. r. o., Dlouhá 683/19, 373 71 Rudolfov
tel.: +420387 221 612; +420 387 228 670; +420 387 221 529
fax: +420387228700

<http://www.mtz-servis.cz> E-mail: obchod@mtz-servis.cz

DODAVATEL OCELOVÝCH TRUBEK:

- skladem ocelové trubky v průměrech 21,3–1220 mm (podélně, spirálově svařované a bezešvé)
- více než 1 500 tun ocelových trubek ihned k dodání
- pronájem použitých trubek od Ø DN 800
- nové s atestem, II. A jakost, použité v pěkném stavu
- použití: inženýrské, stavební a vodohospodářské práce
- řezání trubek na požadované délky
- doprava na místo určení

ŠTĚTOVNICE:

- typy dle požadavku zákazníka



Hloubení podzemní těsnicí stěny ve středním pásu Strakonické ulice, OP 203

PROTIPOVODŇOVÁ OPATŘENÍ NA OCHRANU HLAVNÍHO MĚSTA PRAHY, STAVBA Č. 0012, ETAPA 0006 ZBRASLAV–RADOTÍN, ČÁST 22 – VELKÁ CHUCHLE

Protipovodňová opatření (PPO) v části 22 Velká Chuchle se skládají ze tří stavebních objektů, které řeší ochranu před povrchovými rozlivy Vltavy a částečně i Berounky na území Velké a Malé Chuchle v Praze. Tyto stavební objekty tvoří jednotlivá stavební opatření, realizovaná pomocí mnoha typů nejrůznějších stavebních konstrukcí a s pomocí technologií speciálního zakládání, jako jsou podzemní stěny, trysková injektáž aj. Součástí komplexního řešení PPO jsou i opatření na kanalizační síti, která zabraňují zpětnému vzduť za povodňové situace přes kanalizační síť do chráněného prostoru a současně umožňují po opadnutí povodňové situace uvést kanalizační síť do provozu.

Stavební objekt SO 10

Při povodňové situaci se velké vody Berounky zpravidla předbíhají před Vltavou z důvodu nemožnosti regulace řeky Berounky. Účelem objektu SO 10 je zajistit částečně ochranu přilehlé zástavby v prostoru severního okraje Chuchelského závoďiště na úroveň hladiny Q_{20} Berounky bez převýšení. Tento stavební objekt je tvořen zemní hrází, železobetonovou zdí a v místech přejezdů a vjezdů pak ochranou pomocí tandemových pytlů s pískem. Celková délka stavebního objektu SO 10 je 182,55 m.

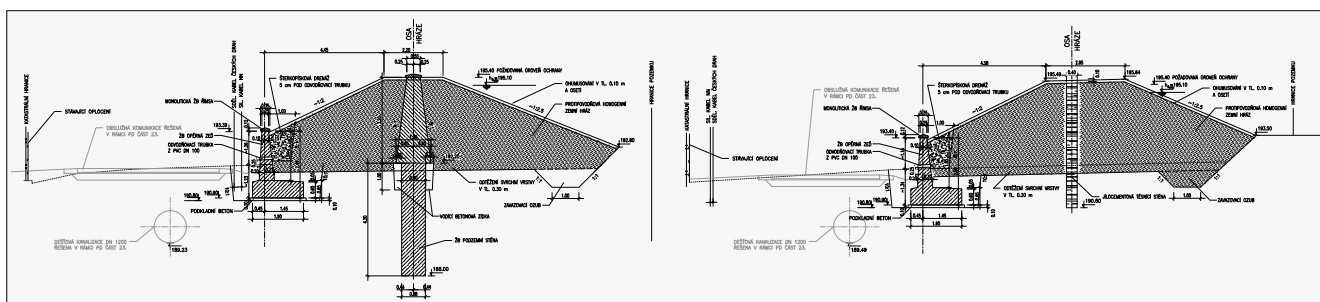
Stavební objekt SO 20

Objekt SO 20 tvoří celkem osm opatření a navržená úroveň ochrany je zde na povodňovou

hladinu při průtoku $Q_{2002} + 0,3$ m bezpečnostní rezerva. První část tohoto objektu (linie opatření 201–207) je umístěna převážně na území Velké Chuchle, druhá část (linie opatření 208a–208c) pak již na území Malé Chuchle.

První část začíná opatřením OP 201 v horní části Dostihové ulice a jde středem komunikace až k ústí silnice Strakonické. V podzemní části je opatření tvořeno převážně železobetonovou podzemní stěnou, v případě prostupů inženýrských sítí pak tryskovou injektáží. Železobetonový blok nad tryskovou injektáží je staticky jištěn mikropilotami. Od koruny podzemní stěny po úroveň komunikace je vybudován železobetonový trám se zabudovanými kotevními deskami pro slupice mobilního

hrazení a nerezovým dosedacím prahem. Nadzemní část opatření tvoří ocelové slupice a hliníková hradidla. Délka opatření je 176,38 m, hrazená výška je 0–1,98 m. Stavba dále pokračuje opatřením OP 202 přes křižovatku ulic Dostihová – Strakonická, dva jízdní pruhy Strakonické až do jejího středního dělicího pásu. Technologie je shodná s opatřením OP 201, tj. železobetonová podzemní stěna, kotevní trám a prvky mobilního hrazení. Délka opatření je 41,95 m, hrazená výška 1,32–1,98 m. Ve středním dělicím pásu Strakonické od křižovatky s Dostihovou až na konec zástavby Velké Chuchle směrem do centra je v délce 456,76 m vybudováno opatření OP 203. To je tvořeno v podzemní části jílocementovou



Příčný řez zavázání žlb. protipovodňové stěny (OP 204b) do zemní hráze a příčný řez vlastní zemní hráží s opěrnou stěnou (OP 205)



Železobetonová PPO stěna ve výstavbě (OP 204b) a po dokončení se zemní hráží v pozadí (OP 205 a 206)

hráz. Podzemní část zde tvoří železobetonová podzemní stěna a nadzemní část na ni navazuje jako železobetonová protipovodňová zeď. Výška hrazení je 0,99–4,22 m. Následná opatření **OP 205** a **OP 206** tvoří homogenní zemní hráze v ose dotěšené jílocementovou podzemní stěnou. V prostoru opatření **OP 205** je hrana svahu na vzdušné straně hráz ukončena z prostorových důvodů úhlovou železobetonovou zdí. Celková délka opatření OP 205 a OP 206 je 235,7 m, výška hrází je 0,22–3,17 m. Závěr první linie PPO tvoří opatření **OP 207**. To je tvořeno v podzemní části železobetonovou podzemní stěnou, případně sloupy tryskové injektáže v křížení sítí, a nadzemní část tvoří dva rozdílné prvky. V místech zavázání

do zemní hráze v rámci **OP 206** a na konci opatření, kde se zavazuje do násypu železničního tělesa, jsou zhotoveny železobetonové protipovodňové zdi. Mezi nimi, v místě přechodu komunikace Mezichuchelská, je opatření tvořeno dosedacím prahem v úrovni komunikace a prvky mobilního hrazení. Délka opatření je 20,80 m při výšce hrazení 1,65–1,82 m. Druhá část linie v rámci SO 20 začíná na území Malé Chuchle. První opatření je označeno **OP 208a** a vychází z násypového kužele západní opěry mimoúrovňového křížení ulice Strakonické. Tvoří homogenní zemní hráz se středním těsnícím prvkem – jílocementovou podzemní stěnou. Délka opatření je 72,8 m, výška hrázé pak 0,36–1,64 m.

Dále pokračuje opatření **OP 208b**, které vychází z hrázé, pokračuje přes výjezd z ČS PHM dále přes dva jízdni pruhy Strakonické ve směru z centra až do jejího středního dělicího pásu. V podzemní části je tvořeno sloupy tryskové injektáže a jílocementovou podzemní stěnou, která je ukončena železobetonovým dosedacím prahem, na povrchu obloženým žulovými kostkami. Nadzemní část zde tvoří opatření ze tří řad pytlů s pískem. Délka opatření je 24,66 m. Poslední opatření linie PPO navazující na předchozí má označení **OP 208c** a běží středním dělicím pásem Strakonické od výjezdu z ČS PHM směrem do centra v celkové délce 298,71 m. Zde je již násyp Strakonické vyšší než projektem stanovená požadovaná úroveň ochrany. Opatření je tvořeno v podzemní části jílocementovou podzemní stěnou, případně sloupy tryskové injektáže v místě křížení tras inženýrských sítí. Na ní navazuje železobetonový dosedací práh, na který se v případě povodně osazují na výšku dvě řady pytlů s pískem. Součástí železobetonového trámu jsou i kotvicí místa pro nově přeložené sloupy veřejného osvětlení. V celé trase byly obnoveny žulové a betonové obruby a osazena lanová svodidla. Stávající přejezd zahrazený prefabrikovanými svodidly New Jersey byl rozšířen a v daném úseku byl obnoven jeho povrch.



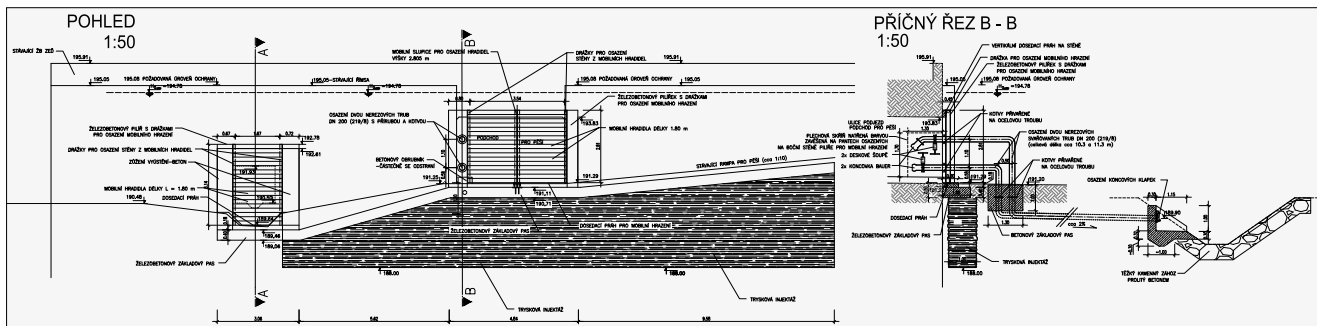
Základ pro mobilní hrazení na podzemní stěně – přechod komunikace Strakonická z křižovatky s Dostihovou (OP 202)



Druhý přechod Strakonické dokončeným základem pro mobilní hrazení (OP 204a) na navazující žlb. stěny (OP 204b)

Stavební objekt SO 30

Další opatření spadající pod stavební objekt **SO 30** řeší zahrazení podchodů, propustků a dalších otvorů v násypu Strakonické ulice v katastru Malé i Velké Chuchle. Opatření



Projekt řešení zahrazení Lážeňského potoka a přilehlého podchodu pod Strakonickou v Malé Chuchli (OP 303)

OP 301 představuje trvalé zahrazení propustku pod Strakonickou zhruba na úrovni ulice Zbraslavské. Zahrazení je tvořeno železobetonovou stěnou kotvenou do ostění. Součástí stěny jsou v podzemní části sloupy tryskové injektáže pro prodloužení průsakových drah. Součástí opatření je i systém uzavření a přečerpávání stávající kanalizace po dobu záplavy. Opatření **OP 303** řeší zahrazení Lážeňského potoka a sousedního podchodu na návodní straně násypu Strakonické pomocí prvků mobilního hrazení. Prvky mobilního hrazení jsou kotveny do podpůrných železobetonových konstrukcí. Součástí opatření je i systém přečerpávání průtoku Lážeňského potoka při povodni, a to z nově vybudované jímky na vzdušné straně PPO mobilními čerpadly napojenými na hasičské mobilní hadice DN 200 a dále zabudovaným nerezovým potrubím v podchodu přes zpětné klapky do zátočky Vltavy. Výška hrazení potoka činí 3,3 m, v případě hrazení podchodu pak 2,81 m. Úroveň dosedacího prahu mobilního hrazení propustku Lážeňského potoka dosahuje Vltava při průtoku $Q_3 = 1470 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ a úroveň dosedacího prahu podchodu pak při $Q_{20} = 2630 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. U dalších dvou propustků v této části PPO byly upraveny jejich výtokové objekty a provedena konstrukce pro jejich zahrazení pomocí nerezových desek kotvených šrouby do ostění. Opatření **OP 304** spočívá v zahrazení propustku pod Strakonickou ulicí v areálu Dostihového závoďiště, a to na návodní straně pomocí hradítka VAG EROX ukotveného k novému ostění propustku.

Realizace

Po téměř devítiletém úsilí se podařilo investorovi dosáhnout pravomocného stavebního povolení, a tak mohla být v listopadu 2011 zahájena výstavba. Termín předání staveniště nebyl do poslední chvíle znám, čekalo se na rozhodnutí příslušných institucí o podaných odvoláních. Tato časově nejistá situace komplikovala plánování zejména uzavírek komunikací, kde bylo nutné v předstihu žádat o konkrétní termíny. Výstavba protipovodňových opatření v Chuchli byla realizována z větší části na komunikacích. Stavbou dotčená byla zejména Strakonická ulice, kde se realizovalo celkem pět opatření, dále ulice Dostihová a Mezichuchelská. Omezení dopravy na jedné z těchto komunikací vyvolalo zvýšený provoz na ostatních, které tak fungovaly do jisté míry jako objízdné trasy. Z předchozího jednání s Odborem dopravy Magistrátu hl. m. Prahy a TSK jasně vyplynulo, že jakákoliv omezení dopravy a případné uzavírky mohou probíhat vždy postupně, v žádném případě nelze omezit dopravu na více místech najednou. Zejména omezení dopravy na velmi vytižené Strakonické představovalo značné omezení plynulosti dopravy. I proto jsme v tomto museli splnit podmínku, že po dobu výstavby zůstanou v obou směrech na Strakonické průjezdné vždy oba jízdní pruhy. Po vyhodnocení výše uvedených skutečností bylo zřejmé, že klíčový faktor celé realizace výstavby představují právě ta opatření, která vyžadují omezení dopravy nebo uzavírku některé z dotčených komunikací. Byl proto

v předstihu zpracován velmi podrobný harmonogram prací, ze kterého vyplynuly termíny jednotlivých uzavírek, které na sebe bezprostředně navazovaly. Na základě naší předložené termíny byla Odborem dopravy Magistrátu vydána příslušná rozhodnutí a jednotlivé dílčí termíny se tak staly závaznými a nebylo možné je měnit. Práce byly zahájeny ještě před koncem roku 2011 na opatřeních, která nevyžadovala zvláštní užívání komunikací. V předstihu byly prováděny podzemní stěny na různých částech staveniště tak, aby bylo maximálně využito techniky pro jednotlivé technologie bez zbytečné opakované mobilizace. Naštěstí bylo možné tuto metodu úspěšně aplikovat, protože rozsáhlé staveniště umožnilo po předchozí přípravě provádět současně jednotlivé technologie na více opatřeních najednou. Do konce roku 2011 se podařilo vyřídit potřebnou administrativu nutnou pro zahájení prací na komunikacích. Další administrativní proces představovalo udělení výjimky pro práce na komunikacích v zimním období.

Opatření OP 203 – protipovodňová stěna vedená středem ulice Strakonické

V lednu 2012 bylo zahájeno budování opatření OP 203, které vede středním dělicím pásem Strakonické. Vzhledem k nutnosti zachovat v obou směrech dva jízdní pruhy, byl prostor pro provádění zejména podzemních stěn velmi omezen. Samotná těžba kladla vysoké nároky na přípravu a organizaci práce, ale zejména na bezpečnost při provádění.



Zahrazení Lážeňského potoka a podchodu při povodni v roce 2013 a stav mimo ohrožení povodni



Hloubení podzemní těsnicí stěny ve středním pásu Strakonické ulice, OP 203



Křížení lanových a prefabrikovaných svodidel tvořící náběh na protipovodňovou stěnu (OP 203)

Díky vysoké disciplíně techniků a dělníků a dobře fungujícímu dozoru proběhla realizace podzemní stěny dlouhé 456 m čas a bez vážnějších komplikací. I přes limitující podmínky bylo dosahováno slušných denních výkonů. Snad jen polohy inženýrských sítí a jejich skutečné hloubky se nedají naplánovat. V souběhu s prováděním podzemní stěny byly zahájeny práce na vlastní úhlové zdi. Vzhledem k tomu, že stěna staticky spolupůsobí se spodní částí vodicích zídek, musely být zídky provedeny tak, aby spolehlivě plnily svoji funkci pro těžbu a zároveň je poté bylo možné v 1/2 výšky oddělit, a to včetně zachování spodního trnování. Vrchní část zídek byla od spodní separována, stejně jako každá jednotlivá trnovací armatura. Vlastní vytahování horních částí zídek probíhalo po jednotlivých dilatacích. Vyhnuli jsme se tedy pracnému a drahému bourání a dodatečnému vlepování trnovací výztuže.

Aby úhlová protipovodňová stěna mohla zároveň plnit funkci dopravního zádržného systému, vyvinuli jsme ve spolupráci se správcem komunikace a projektantem atypické prefabrikované náběhy, které byly přisazeny z obou stran stěny na úrovni nivelety komunikace. Stěna tak z dopravního hlediska plní stejnou funkci jako prefabrikovaná svodidla typu New Jersey. Na každém konci opatření bylo nutné zajistit přechod atypické stěny na typická prefabrikovaná svodidla, což bylo provedeno pomocí žlb. monolitických polí s plynule proměnným průřezem. Napojení na stávající lanová svodidla bylo na obou koncích provedeno typovým vykřížením obou druhů svodidel. Práce probíhaly podle plánu tak, že od 1. 4. 2012 bylo možné plynule zahájit práce na obnově a doplnění jednotlivých vrstev komunikace,

což byla i jedna z podmínek správce. Na začátku května 2012 byly práce ve středním dělicím pásu dokončeny, bylo osazeno veřejné osvětlení, a provoz mohl být k velké radosti řidičů v plném rozsahu obnoven. Bezprostředně poté ale bylo nutné překonat linii oba jízdní pruhy Strakonické směrem z centra, což znamenalo vždy jeden z jízdních pruhů přesunout do protisměru, kde jsme museli naskládat jízdní pruhy tři. Postupně jsme se tak po etapách a za neustálého přemísťování dopravního značení a techniky dostali na obou koncích záboru přes oba jízdní pruhy a křižovatku mimo průjezdný profil Strakonické. Termín

dokončení 31. 5. 2012, který jsme si na začátku stanovili, byl dodržen a mohli jsme pokračovat pracemi v Dostihové ulici.

Opatření OP 201 – zemní hráze a opatření v Malé Chuchli

Tato ulice, kde bylo realizováno opatření OP 201, mohla být v dotčené části úplně uzavřena, což nám pro práci poskytl nezvyklý komfort. O co větší pracovní prostor byl k dispozici, o to větší péči bylo nutné věnovat tomu, aby pohybem těžké techniky nebyl poškozen povrch ulice. Ale nakonec vše dobře dopadlo a v polovině srpna 2012 bylo opatření OP



Dokončené opatření OP 203 před odstraněním dopravního omezení

201 dokončeno a komunikace mohla být v předstihu otevřena. Středem Dostihové ulice tak prochází podzemní železobetonová těsnicí stěna, v její koruně roznášecí trám a v niveletě komunikace jsou zabudované kotvy a dosedací práh pro mobilní hrzení, stejně jako u obou přechodů jízdních pruhů Strakonické.

V jarních a letních měsících roku 2012 byly v souběhu prováděny železobetonové povodňové stěny, opěrné stěny a zemní hráze v prostoru mezi Strakonickou a Mezichuchelskou silnicí. Zároveň byla provedena opatření pro zahrazení Lázeňského potoka a přilehlého podchodu v Malé Chuchli. Zahrazení potoka bylo odzkoušeno i na zatížení tlakem přitékající vody z chráněné strany jakožto simulace stavu, kdy opadne povodeň a z druhé strany je hrzení stále vystaveno tlaku vody z přítoku potoka.

Jako součást ochrany Malé Chuchle bylo provedeno i zahrazení dvou propustků v náspu Strakonické v úrovni křížení s železničním mostem, a to pomocí mobilních vodotěsných poklopů.



Realizace podzemní těsnicí stěny v Malé Chuchlí, opatření 208c



Stejně opatření před dokončením povrchu vozovky a osazením lanových svodidel

Opatření OP 207

Díky předstihu v dokončení opatření v Dostihové bylo operativně rozhodnuto, že do konce období, kdy je možné provádět práce na komunikacích, provedeme ještě opatření OP 207, které kříží Mezichuchleskou silnici. Hráže a zavazovací křídlo z jedné strany bylo již dokončeno, takže jsme mohli vytýčit prvky mobilního hrzení přes komunikaci, provést podzemní i nadzemní část v komunikaci a dokončit druhé zavazovací křídlo v náspu železničního tělesa. Práce v ochranném pásmu ČD probíhaly za předchozího souhlasu a pod dozorem Českých drah a dokončeny byly předáním správci komunikace těsně před koncem vymezeného období.

Opatření OP 101, 102, 103

Realizace opatření v rámci stavebního objektu SO10 v bezprostředním sousedství Chuchelského závoďiště byla původně plánována na letní měsíce. Vyhověli jsme ale požadavku ředitele závoďiště a termín provádění jsme posunuli po skončení dostihové sezóny, a to ještě do předem vymezených hodin, mimo termíny tréninků dostihových koní. Nebylo totiž jisté, jak budou koně reagovat na stavební techniku a hluk v bezprostřední blízkosti závodní a tréninkové dráhy. Splnění tohoto požadavku nám nečinilo vážnější problémy.

Opatření OP 208a, 208b a OP 208c – ulice Strakonická v Malé Chuchlí

Před koncem roku 2012 začaly přípravné práce na realizaci opatření OP 208b a OP 208c, tedy opět na opatřeních probíhajících Strakonickou ulicí, ale tentokrát již na území Malé Chuchle. V těchto místech je Strakonická ještě o něco užší, takže abychom zachovali při práci ve středním dělicím pásmu na obou stranách dva jízdní pruhy, museli jsme dočasně vybourat část ostrůvku při odbočení na mimoúrovňové křížení, v místě vytvořit provizorní komunikaci a části připojovacího pruhu použít jako jízdní pruh. Další rozšíření

vozovky již nebylo hospodárně proveditelné, protože bezprostředně za hranou vozovky se nachází příkrý sráz. Museli jsme tedy pracovní prostor lokálně ještě více zúžit. Zemní hráz v rámci opatření OP 208a a trysková injektáž ve výjezdu z čerpací stanice PHM (OP 208b) byly již připravené z léta, ale překonání dvou jízdních pruhů do středového pásu Strakonické a vlastní práce ve středovém pásmu spadaly časově opět do zimy. Po předchozím projednání výjimky se správcem komunikace a při závazku dodržení stanovených podmínek jsme mohli v pracích na posledním opatření pokračovat.

Přechod pravého jízdního pruhu železobetonovou podzemní stěnou a dláždění žulovými kostkami v úrovni vozovky byly provedeny ještě v prosinci roku 2012 za podmínky, že nebude nutné doplňovat ani obnovovat povrch komunikace.

V lednu 2013 byly zahájeny práce na opatření OP 208c ve středním dělicím pásmu Strakonické. Po skončení pátrání po inženýrských sítích a jejich následné ochraně pomocí sloupů tryskové injektáže byla v rámci spodní stavby provedena jílocementová těsnicí podzemní stěna v celkové délce 298 m. V koruně stěny byl vybetonován železobetonový trám, na něj budou v případě povodní vystavěny pytle s pískem. V dubnu proběhlo osazení žulových obrub a doplnění vrstev komunikace včetně obnovení předjížděcího pásu na úrovni křížení Strakonické se Zbraslavskou. Ten byl dle požadavku správce komunikace ještě v maximální možné míře rozšířen a byla doplněna prefabrikovaná svodidla. Na konci dubna 2013 byl provoz na komunikaci v plném rozsahu obnoven vyjma dočasných záborů, které byly nutné pro obnovení zrušeného ostrůvku a opravy krajnice, kam byl dočasně sveden provoz. V rámci tohoto opatření proběhlo rovněž zahrazení propustky pod Strakonickou železobetonovou stěnou, jejíž betonáž probíhala z vrchu ze středního dělicího pásu otvorem vyvrtaným v klenbě propustky.

Tím byly práce na protipovodňových opatřeních v zásadě dokončeny a počátkem května 2013 probíhaly pouze dokončovací práce a sadové úpravy a v řádném termínu mohlo být zahájeno přejímací řízení.

Tlaková zkouška

Mobilní hrzení bylo v březnu za účasti náměstka primátora hl. m. Prahy slavnostně vyzkoušeno. Na konci května 2013 přišlo deštivé a nevlídné počasí. Stavba byla dokončena, probíhalo odstraňování posledních drobných vad a nedodělků, kompletovala se dokladová část. Po několika dny trvajících deštích a při stoupající hladině Vltavy jsme v neděli 2. 6. 2013 ráno za hustého deště s kolegy vystěhovali a odvezli veškerou techniku a zařízení staveniště, které jsme měli u Vltavy. Před polednem nás kontaktoval starosta spolu s hasiči a členy krizového řízení. Ve tři hodiny odpoledne jsme zahájili hrzení Lázeňského potoka, kde se již začala vystavovat hladina, dorazila mobilní čerpadla a do sedmé byl zahrazen i podchod. Kolem osmé jsme ještě zahradili zbývající dva propustky ve Strakonické, kde zbývalo sotva půl metru do zaplavení. Ještě v průběhu večera a noci bylo postaveno mobilní hrzení v Dostihové a Strakonické, byla zavřena hradítka na kanalizaci a zavřeny i zbývající propustky. Opatření u závoďiště odolávalo do úrovně dvacetileté Berounky a poskytl obyvatelům přilehlých domů čas na potřebnou evakuaci. Protipovodňová opatření v Chuchlí, ačkoliv ještě nezkolaudovaná a nepředaná městu, splnila svou funkci, což konstatovali i představitelé vedení města při jedné ze svých operativních kontrol během povodně. Nikdo si ale nepřál, aby byla v tomto rozsahu vyzkoušena doslova pár dní po dokončení.

Závěr

Stavba byla dokončena včas a řádně díky příkladné spolupráci investora, technického dozoru, projektanta a zhotovitelů podílejících se na realizaci.



Zkušební postavení mobilního hrazení na křižení Dostihové a Strakonické



Stejné místo v ostrém nasazení při povodni v červnu 2013

Základní údaje stavby:

Investor: Hlavní město Praha

Výkon inženýrské činnosti a technický dozor investora: VRV, a. s.

Generální dodavatel: PRAGIS, a. s.

Hlavní subdodavatel: Zakládání Group, a. s.

Zhotovitel vybraných technologií speciálního

zakládání: Zakládání staveb, a. s.

Generální projektant: PÖYRY Environment, a. s.

Ing. Tomáš Kiefer, Zakládání Group, a. s.

Foto: autor, Libor Štěrba a archiv VRV, a. s.

Anti-flood protection measures for the City of Prague – construction no.0012, phase 0006 Zbraslav – Radotín, part 22 – Velká Chuchle

Part 22 of the anti-flood protection measures in Velká Chuchle includes three building structures providing protection against surface overflows from the Vltava River and partly also from the Berounka River on the territory of Velká and Malá Chuchle in Prague. These building structures form individual construction measures realised with the use of numerous types of constructional techniques, including the special foundation technologies: i.e. diaphragm walls, jet grouting, etc. The complex solution of anti-flood measures involves measures carried out on the sewer network preventing back-flow through the sewerage system into the protected area during floods. They also allow smooth re-activation of the sewerage system after the flood situation stabilises.

REKONSTRUKCE ŽELEZNIČNÍHO MOSTU PŘES LABE V DĚČÍNĚ, ZESÍLENÍ SPODNÍ STAVBY

Na konci listopadu 2013 byl uveden do provozu zrekonstruovaný železniční most přes řeku Labe. Předmětem stavby byla výměna stávající jednokolejné provizorní konstrukce ŽM16 za novou ocelovou příhradovou konstrukci. Jedním z klíčových detailů, který byl podmínkou navržené rekonstrukce, bylo zesílení založení původní kamenné spodní stavby ve výluce železničního provozu. Oblast základové spáry a podloží pilířů byla posílena sloupy tryskové injektáže, dřívky pilířů byly po celé výšce vyztuženy ocelovými pruty a zainjektovány.

Původní stav před rekonstrukcí

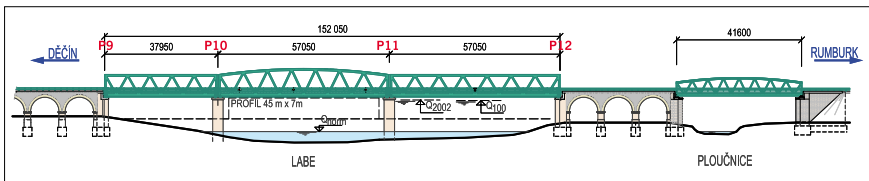
Jednokolejný železniční most o celkové délce 358 m se nachází v údolní nivě Labe na soutoku s Ploučnicí v blízkosti historického centra Děčína pod zámekem. Prvních devět mostních otvorů přes inundační území je tvořeno kamennou klenbovou konstrukcí (pole 1 až 9). V dalších třech otvorech přes řeku Labe (pole 10, 11 a 12) byla osazena v roce 1976 provizorní ocelová konstrukce. Dále navazují tři kamenné klenbové otvory přes ostroh (pole 13, 14 a 15). V posledním, šestnáctém poli přes řeku Ploučnici byla v roce 2005 osazena ocelová konstrukce s průběžným kolejovým ložem. Ve středním poli 11 přes řeku Labe je plavební profil šířky 45 m. Ždivo spodní stavby a klenbových kamenných částí mostu je z pískovcových kvádrů. Sanace dřívků pilířů a kleneb, tzn. injektáž a hloubkové přespárování, byly provedeny v roce 1976 a 2003. Základová spára spodní stavby nebyla sanována.



Vrtná souprava na pilíři P10



Výsuv nové nosné konstrukce v hlavním poli, původní mostní konstrukce je využita jako výsuvný nosník



Architektonické řešení přemostění Labe a Ploučnice

Historie mostu

V lednu tohoto roku uplynulo 145 let od zahájení provozu na železniční trati Děčín–Jedlová. Spodní stavba mostu a kamenné klenbové části mostu zůstaly od roku 1869 do dnešní doby beze změn. Nosná ocelová konstrukce byla měněna již třikrát. První výměna proběhla z důvodu rychle se rozvíjející železniční dopravy již v roce 1895, tzn. 26 let po uvedení do provozu. Druhá výměna proběhla z důvodu nedostatečné únosnosti v roce 1976, kdy byla osazena provizorní železniční konstrukce typu ŽM16. Původní záměr umístění provizorií byl na 15 let. Postupem času se však výměna provizorií stále oddalovala. Nosná konstrukce přes řeku Ploučnici byla vyměněna až v roce 2005, tedy po 29 letech, a přes řeku Labe v roce 2013, tedy po 37 letech od osazení provizorií.

Celková koncepce rekonstrukce mostu

Návrh nosné konstrukce v části přemostění Labe navazuje na mostní konstrukci přes Ploučnici. Sjednocujícím prvkem obou mostních konstrukcí je

zakřivený horní pás hlavního nosníku a svislé kovové portály, které dotváří přechod k půlkruhovým kamenným klenbám navazujících mostních otvorů. Křivost horních pásů mostních konstrukcí zvýrazňuje soutok dvou toků Labe a Ploučnice a zároveň změkčuje dálkové pohledy ze silničním Tyršovým mostem v pozadí. Zakřivený horní pás v hlavním poli přes řeku Labe také předurčuje hlavní plavební otvor. Tvarově byl návrh odvozen z původní konstrukce z roku 1895 přes Ploučnici s horním parabolicky zakřiveným pásem. Svislicovou soustavu se zkříženými diagonálami nahradila v dnešní době uživanější bezsvislicová kosoúhlá soustava, která má větší plochy volného průhledu, a celá konstrukce tak působí lehčím dojmem. Volba statického působení mostní konstrukce byla přímo ovlivněna železničním svrškem s bezстыkovou kolejí (BK). Pro převedení BK bez nutnosti vložení kolejnicového dilatačního zařízení byl vybrán řetězec prostých polí, který rozděluje vodorovné účinky od bezстыkové koleje a železničního provozu na tři podpěry.

Předmět rekonstrukce mostu

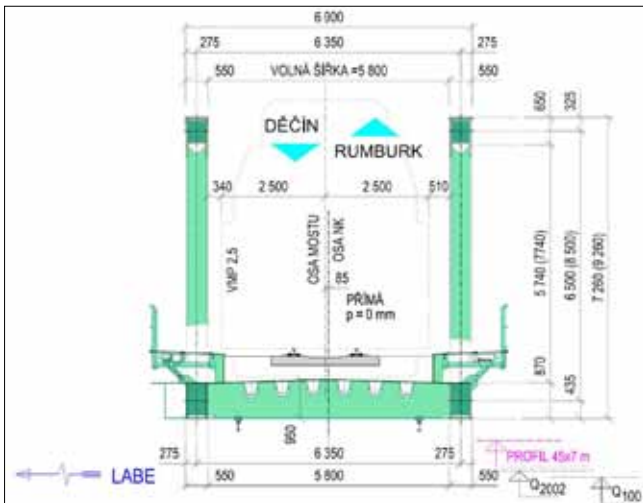
Předmětem rekonstrukce byla zejména výměna nosné konstrukce v poli 10 až 12. Na navazující klenbové kamenné konstrukci v poli 13 až 15 byla zřízena nová přechodová žlb. deska. Na původní kamenné klenbové části v poli 1 až 9 byla obnovena izolace s tvrdou ochrannou litým asfaltem na nové žlb. podkladní desce. Součástí rekonstrukce bylo dále zesílení založení pilířů v toku řeky Labe.

Popis nosné konstrukce

Nosné konstrukce v jednotlivých polích jsou shodného konstrukčního uspořádání, tzn. ocelová celosvařovaná příhradová konstrukce s dolní ortotropní mostovkou. Rozpětí nosných konstrukcí je 36,9 + 56,0 + 56,0 m. Výška přírpopásových nosníků je 7,260 m (~1/7,7.L) a u středního zakřiveného pole se postupně zvyšuje na 9,26 m (~1/6,1.L) ve středu rozpětí. Osová vzdálenost nosníků 6,35 m je dána požadovaným volným mostním průřezem VMP 2,5 v oblouku pro novou polohu směrového vedení na mostě. Hlavní nosníky a mostovka jsou navrhovány v plném rozsahu z oceli S355. Chodníkové konzoly jsou navrženy z oceli S235. Celková hmotnost ocelové konstrukce včetně vybavení mostu je 785 + 28 = 813 t. Na základě požadavku města Děčína byla nosná konstrukce přizpůsobena na levé povodní straně dodatečnému umístění lávky pro chodce a cyklisty o světlé šířce 2,0 m.

Úprava zesílení založení spodní stavby

Na základě statického posouzení bylo zjištěno, že stávající založení spodní stavby nevyhoví na zvýšení zatížení od nové nosné konstrukce s průběžným kolejovým ložem a od působení vodorovných sil bezстыkové koleje. U pilířů P9 až P12 byla proto v úvodním projektu navržena aktivace základové spáry plošného založení pilířů pomocí injektáže štěrkových vrstev pod základy do hloubky cca 2,50 m až 3,0 m pod stávající základovou spáru. U středních pilířů P10 a P11 v toku Labe bylo dále navrženo zesílení založení pomocí mikropilotového roštu. Mikropiloty



Vzorový příčný řez mostem



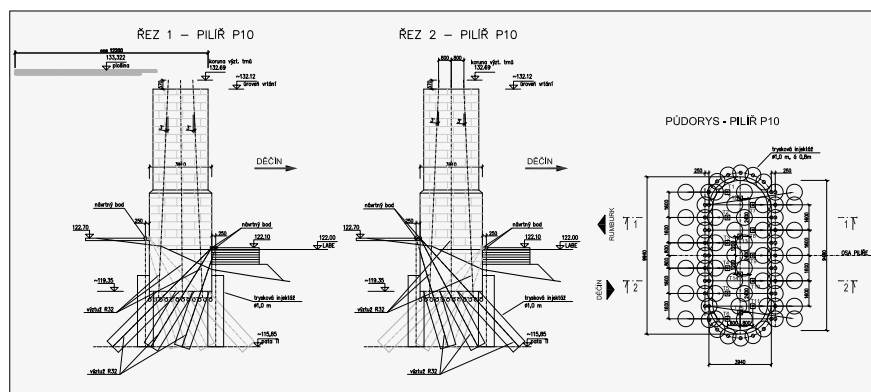
Průhled horním ztužením nosné konstrukce v poli 11



Hloubení vrtů pro osazení svislých prutů výztuže v pilíři P10



Trysková injektáž podloží pilíře P10



Podchycení pilíře P10 tryskovou injektáží a zesílení dřívku pilíře pruty tuhé výztuže

byly navrženy skrz původní dřívky pilířů s ukončením ve vrstvách ulehčích labských šterků cca 6,0 m pod základovou spárou.

V rámci realizace stavby byl původní návrh posílení založení ve spolupráci se zhotovitelem modifikován s tím, že princip sanace daný Projektem stavby (RDS) byl zachován. Důvodem k úpravám technického řešení byly zejména podrobnější informace o skutečné geologické skladbě podloží zjištěné při provádění sanace podloží pilířů P9 a P12. Úprava řešení dále reagovala na skutečnost, že pod pilíři P9 a P12 byl při sanaci zastížen původní dřevěný rošt, který by mohl zapříčinit technologické komplikace prací prováděných v časově velmi omezené výluce železničního provozu při sanaci pilířů P10 a P11. Nové konstrukční úpravy založení pilíře P10 a P11 byly také navrhovány s cílem zajistit vyšší odolnost proti četnějším povodňovým stavům, které v dané lokalitě mostu za posledních 10 let dvakrát dosahovaly stavů „extrémního ohrožení“. Po geotechnickém vyhodnocení podloží bylo konstatováno, že pro sanaci podloží pilířů v toku řeky je oproti původnímu záměru vhodnější použití tryskové injektáže (vysokotlaké) s použitím aktivované injektážní směsi s rychlým nástupem pevnosti. Sloupy TI byly navrženy po celém obvodu hrany základu, tzn., že je kryta spára mezi základem a podložím. Zvýšení únosnosti podloží je řešeno pomocí sloupů tryskové injektáže, které vytvoří v podzákladí pilířů blok zpevněné zeminy. Šikmé sloupy jsou se stávajícím základem propojeny výztužnými pruty.

Zesílení dřívku pilířů bylo pak navrženo z prutů z tuhé výztuže, které byly osazeny do vrtů v dřívku pilíře a zainjektovány.



Pohled na zrekonstruované přemostění Labe a Ploučnice

Sanace založení tedy zajišťuje jak zesílení původního kamenného dřívku, tak sanaci podzákladí pilířů.

Ing. Martin Vlasák, SUDOP PRAHA, a. s.
Foto: autor, Ing. Martin Čejka a Libor Štěrba

Účastníci výstavby:

Investor stavby:

Správa železniční dopravní cesty, s. o.,
Stavební správa západ

Projektant: SUDOP PRAHA, a. s.

Zhotovitel mostu: Metrostav, a. s., divize 4
Výroba ocelové konstrukce: Metrostav, a. s.,
divize 3 (vč. staveništní předmontáže)

Montáž ocelové konstrukce: Metrostav, a. s.,
divize 4 (vč. demontáže provizorií)

Speciální zakládání: Zakládání staveb, a. s.

Reconstruction of a railway bridge over the Labe River in Dečín

A newly reconstructed railway bridge over the Labe River was re-opened at the end of November 2013. The reconstruction involved exchanging the existing single-track temporary structure ŽM16 for a new steel lattice structure. One of the key details required for the designed reconstruction consisted in strengthening the foundations of the original stone substructure during a railway lockout. The bottom surface area and bedrock pillars were strengthened with jet grouted columns; pillar shafts were reinforced in its entire length with steel rods and grouted.

www.zakladani.cz
www.zakladani.com



ZAKLÁDÁNÍ
STAVEB



ZAKLÁDÁNÍ STAVEB, a. s.

K jezu 1, P. S. 21

143 01 Praha 4

tel.: 244 004 111

fax: 241 773 713

e-mail: info@zakladani.cz

www.zakladani.cz

www.zakladani.com

