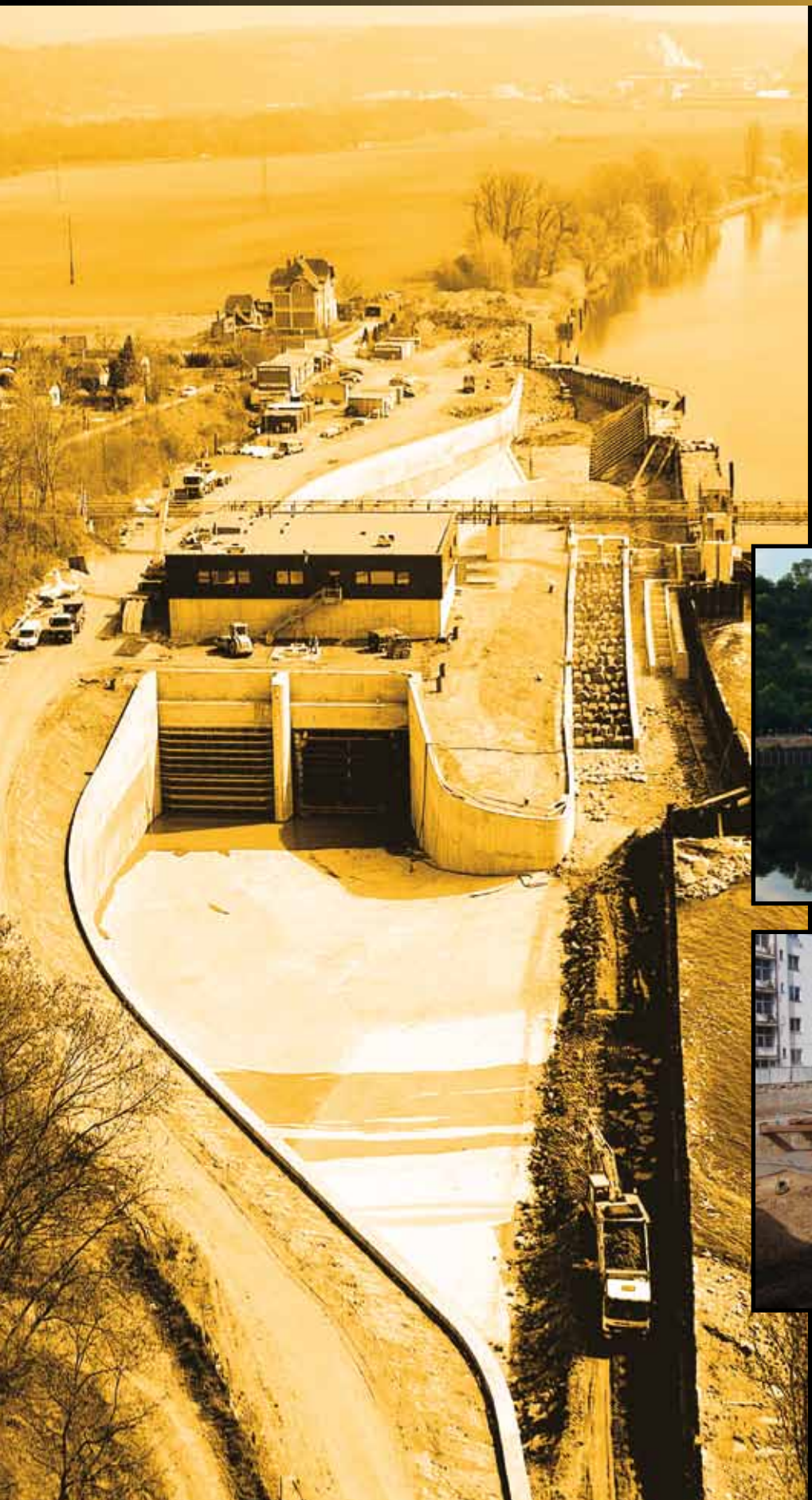
ZAKLÁDÁNÍ

Časopis ZAKLÁDÁNÍ STAVEB, a. s. 2/2014 Ročník XXVI



- Odstranění havárie hráze kanálu Vraňany–Hořín
- Malá vodní elektrárna Štětí – zajištění stavební jámy a výstavba objektu elektrárny
- Protipovodňová ochrana v Děčíně
- Zajištění stavebních jam novostaveb na pražském Smíchově a Pankráci

ZAKLÁDÁNÍ® STAVEB

Časopis ZAKLÁDÁNÍ
vydává:
Zakládání staveb, a. s.
K Jezu 1, P.S. 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:
Energeia, o. p. s.
Překlady anotací:
Mgr. Klára Koubská

Design & Layout:
Jan Kadoun
Tisk:
H.R.G. spol. s r.o.

Ročník XXVI
2/2014
Vyšlo 15. 8. 2014
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 poštovného.

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, 4. část 2
Ing. Jindřich Řičica, ADSZS

Teorie a praxe

Bauer In-House Exhibition 2014 6
Ing. Jan Šperger, Zakládání staveb, a. s.

Vodohospodářské stavby

Odstranění havárie hráze kanálu Vraňany–Hořín 8
Ing. Tomáš Ředina, FG Consult, s. r. o.,
Ing. Aleš Havránek, Zakládání staveb, a. s.

Malá vodní elektrárna Štětí – zajištění stavební jámy a výstavba objektu elektrárny 12
Marek Černocký
Historie VD Štětí a projekt výstavby MVE Štětí 14
Ing. Milan Kubeš, Pöyry Environment, a. s.
Návrh zajištění stavební jámy MVE Štětí 16
Ing. Miroslav Dušek, FG Consult, s. r. o.
Realizace prací speciálního zakládání na MVE Štětí 20
Ing. Vojtěch Kopáč, Zakládání staveb, a. s.,
Otto Sedláček, Zakládání Group, a. s.
Stavební a technologická část výstavby MVE Štětí 21
Ing. Jiří Škranc, Metrostav, a. s.

Protipovodňová ochrana v Děčíně 23
Ing. Michal Dvořák, HG Partner, s. r. o.,
s přispěním Ing. Martina Davida, AZ Consult, spol. s r. o.
Realizace spodní stavby protipovodňových opatření v Děčíně 25
Ing. Radek Obst, Zakládání staveb, a. s.

Občanské stavby

Nový bytový dům v ulici Staropramenné na pražském Smíchově 28
Ing. Tomáš Ředina, FG Consult, s. r. o.
Realizace prací speciálního zakládání 30
František Šedivý, Zakládání Group, a. s.

Administrativní budova Budějovická
– zajištění stavební jámy a realizace monolitického skeletu 31
Ing. Marek Žniva, Zakládání Group, a, s.
Realizace železobetonové nosné konstrukce 32
Ivan Božek, Terracon, a. s.

Historie speciálního zakládání staveb, 4. část

V našem seriálu článků zachycujeme postupně dějiny oboru, které jsme rozdělili podle podobných technologických činností. V této části se již potřetí budeme věnovat historii technologie maloprůměrového vrtání. V minulých kapitolách jsme se zabývali nejprve vývojem vrtání plnoprofilového rotačního, potom příklepného a nyní budeme sledovat vrtání jádrové, pažnicové i nástup rozvoje vrtných souprav. Ukážeme také, jak šly dějiny v oblasti vrtání v ČR.

Jádrové vrtání

Jádrové rotační vrtání má v pestré paletě maloprofilového vrtání významné místo. Historicky patrně první, technicky nazývané abrazivní vrtání, je dokumentováno z kamenolomů starého Egypta před asi 5000 lety. Nejprve se používala dutá dřevěná tyč, která byla na spodním konci vytvrzena opálením. Později byla nahrazena kovovou trubkou. Její otáčení se provádělo volně rukama nebo tětivou luku. Vrtaný povrch byl posypáván zrny tvrdých minerálů, jako například krystaly rubínů nebo safírů, a ta byla vrtnou trubkou unášena, přičemž ve vrtaném materiálu způsobovala vrypy. Také již byl používán pro tuto technologii typický vodní výplach. Byly tak vrtány obvykle vrty o hloubce 15 cm v žulách a v měkkých horninách pak až do 6 m. Často bylo takové vrtání využíváno pro výrobu ceněných kamenných nádob z velmi tvrdých hornin. Tento postup v zásadě odpovídal o několik tisíc let pozdější technologii tak zvaného vrtání na šrot, které bylo při potřebě hlubších vrtů ve velmi tvrdých horninách po dlouhou historickou dobu jedinou účinnou technologií. Každopádně právě experimenty s jádrovým vrtáním představovaly prvopočátek pro stanovení obecných principů rotačního vrtání. Jeden z těchto zjištěných principů představovala skutečnost, že pro efektivní postup jádrového vrtání je třeba uplatnit vyšší vrtné otáčky. Z tohoto podstatného požadavku vyplývá i odlišný vývoj konstrukce potřebných vrtných mechanismů. Vodní výplach se přivádí středem soutyčí přímo k břitu vrtné korunky kolem odvrtávaného jádra. Odvrtaná měl je vyplachována mezerou mezi vnějším pláštěm jádrovnice a stěnou vrtu. Vlastní břit korunky má proto poněkud větší průměr než plášť jádrovnice. Odvrtané horninové jádro je odlamováno a vynášeno různými způsoby, obvykle se snahou o jeho minimální porušení, aby bylo možno následně posoudit odvrtanou horninu.

Vrtání s břitem osazeným diamanty bylo vynalezeno v roce 1863 francouzským inženýrem Rodolphem Leschotem při experimentování s vrty pro odstřel v již zmiňovaném tunelu Fréjus. Leschot také v roce 1863 patentoval svůj vynález v USA (obr. 1). Ačkoli údajně probíhaly zkoušky s tímto způsobem vrtání na naftových vrtech v Pensylvánii již v roce 1865, není pravděpodobné, že zde existovala souvislost. Leschot přivezl svou vrtnou soupravu do USA až v roce 1869 pro lomařské práce ve Vermontu a v dalších státech. Největšího rozšíření ovšem dosáhlo jádrové vrtání v USA při průzkumu v rudných dolech (obr. 2).

Velkou osobností, která posunula vývoj této technologie kupředu, byl důlní inženýr Edmund J. Longyear. V roce 1891 odvrtal na ložisku železné rudy Mesabi Range v Minnesotě svůj první jádrový vrt s diamantovou korunkou. Během následujících dvou desetiletí se pak jeho firma stala nejznámějším dodavatelem jádrových vrtů, a to i mimo USA. V roce 1912 již nabízela 19 typů vrtných souprav s hloubkovým dosahem až 1500 m. Reagovala též na požadavek po soupravách uzpůsobených pro vrtání ve stísněných rozměrech štol a mezi prvními zavedla i pohon spalovacími a elektrickými motory.

V roce 1929 dosáhl prodej jejich speciálních kompaktních souprav jiným vrtařům tehdy ohromujícího objemu 1,5 mil. USD. Tyto soupravy se staly na dlouhou dobu vzorem pro všechny ostatní výrobce, přičemž byly neustále vylepšovány (obr. 3). Typickým rysem těchto jádrových vrtaček zůstala průchozí vrtná hlava se svěrami na dutém unášecím vřetenu vrtného soutyčí. Původní ruční pákový přítlak byl nahrazen hydraulickými válci.

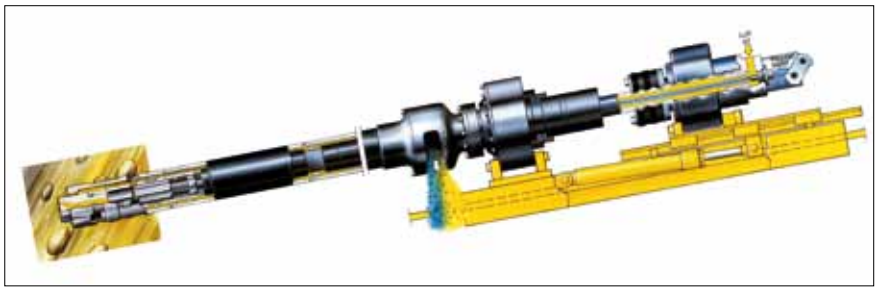
V roce 1930 zavedla firma jako první mechanickou výrobu korunek osazovaných levnými jihoafrickými diamanty, označovanými **Boart**, a přešla rychle i na jejich průmyslovou výrobu. Postupným vývojem byly také nahrazovány drahé diamanty na vrtném břitu v závislosti na druhu horniny roubíky ze slinutých karbidů. Další inovací byl například v roce 1958 vynález tak zvaného **Wireline systému** na vytěžení jádra bez nutnosti vytěžit celé vrtné soutyčí a v roce 1974 pak zavedení syntetických diamantů a jimi impregnovaných břitů. Firma se v té době přejmenovala na Boart Longyear, provedla pod tímto názvem velkou řadu různorodých akvizic a stala se hlavním výrobcem zařízení pro jádrové vrtání, jímž je až dodnes.

V Evropě je zavedení obdobných vrtacích souprav spojeno se jménem švédského inženýra Per Antona Craeliuse, který po zkušenostech z USA navrhnul svou první kompaktní vrtací soupravu do štol v roce 1886 a v roce 1895 začal používat diamantové korunky. Následníkem jeho úspěchů se později stala švédská firma Atlas Copco, která je dnes v této oblasti největší mezinárodní firmou. Ve speciálním zakládání se jádrové vrtání od svých počátků uplatňovalo pro průzkumné vrty a především pro injektáže

Obr. 1: Jedna z prvních jádrových vrtacích souprav v USA na parní pohon, postavená podle patentu R. Leschota v roce 1869 newyorskou firmou Severance & Hol. Zřetelný je princip mechanického převodu otáček vřetenem, šroubové svěry i vodní výplach do soutyčí.

Obr. 2: Parou poháněná jádrová vrtačka, nasazená na průzkumné vrty v dole na olověnou rudu v Missouri v roce 1900, propagovaná později firmou Ellison.

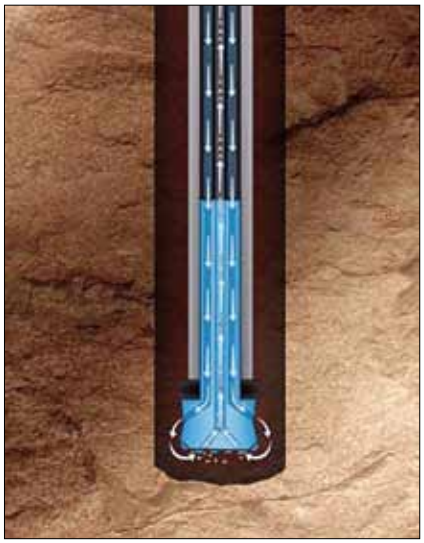
Obr. 3: Souprava Longyear 34 Coredrill – typický a populární zástupce jádrovacích vrtných souprav v druhé polovině 20. století. Přítlak i svěry vřetene jsou hydraulické.



Obr. 4: Schéma vrtného systému Duplex, tentokrát s použitím ponorného kladiva, z prospektu firmy KLEMM v roce 1991. Ta tento svůj systém označovala jako Super Dual Impact. Pažnici pohání průchozí hlava a horní nasazená hlava pohání vnitřní soutyčí.

Obr. 5: Excentrická korunka ponorného kladiva systému ODEX firmy Atlas-Copco pro zavlékání pažnice v rozšířeném vrtu

Obr. 6: Pažnicová korunka 114,3 mm a vrtná korunka ponorného kladiva systému zavlékané pažnice Symmetrix z roku 2000 (dokument firmy Atlas Copco)



Obr. 7: Princip ponorného kladiva s reverzní cirkulací v dvouplášťové pažnici, znázorněný švédskou firmou Driconeq, konec 20. století.

skalních hornin při stavbě přehrad, o čemž bude pojednáno v závěru seriálu.

V poválečné ČSSR byly ke starším západním vrtačkám zmíněných renomovaných výrobců převážně doplňovány méně kvalitní sovětské soupravy typu ZIF či UKB a obdobně i sovětské korunky Vokar. Místním výrobcem obstojných korunek se stal n. p. Pramet Šumperk. Zájem však byl pochopitelně především o kvalitnější, ale méně dostupné importované výrobky světových značek.

Pažnicové vrtání

Tato dnes moderní technologie se vyvinula ze shromážděných specifických zkušeností se zavrtáváním výpažnic, zpočátku hlavně při vrtání studní pro vodu. Postupně jak se shromažďovaly a slučovaly znalosti i z jiných oblastí vrtání, především však z vrtání jádrového, se později došlo k pažnicovým systémům vrtání. Hlavní impuls k tomu ovšem přišel až v poměrně mladší době, po druhé světové válce v Itálii, kde se při rekonstrukci zničených budov intenzivně zkoušelo vrtání s pažnicí přes jejich základy. V principu jde o jádrové vrtání se současným rozrušováním a odvrtáváním jádra na čelbě vrtu. Z prvotních problémů s častým zakliňováním nástrojů v kusovitě rozrušeném tvrdém materiálu se postupně vyvinuly vysoce účinné systémy vrtných souprav, odlišující se vybavením dvěma vrtnými hlavami, pro něž se vžil název **Duplex** (obr. 4) . Principem je, že pažnice rotuje protiběžně vůči vnitřnímu vrtnému soutyčí, čímž je účinně bráněno zakliňování. Prvenství v metodě Duplex si nárokuje firma Atlas Copco z konce padesátých let na stavbě průplavu Lindö v jižním Švédsku. K tomuto zcela logickému vývoji však došlo přibližně ve stejné době počátku šedesátých let na různých místech a byl k dispozici v modifikacích od mnoha firem, jako například Boart Longyear, Krupp. Nejznámější se stala koncem osmdesátých let vrtná souprava typu KR 806 D (obr. 4) německé firmy Klemm, s modifikací pro možnost použití horního nebo dolního příklepu.

Další velmi výkonné pažnicové systémy pak vznikly z kombinace ponorného kladiva, vlekoucího za sebou průběžnou, ale nerotující pažnici. Příkladem je **systém Odex** s excentrickou rozšiřovací korunkou, vyvinutý společně firmami Atlas Copco a Sandvik v roce 1972 (obr. 5). Anebo novější, již centrický **systém Symmetrix** (obr. 6), vyvinutý finskou firmou Rotex pro společnost Atlas Copco v devadesátých letech minulého století. Jako vždy existuje i řada dalších systémů od jiných výrobců, napodobujících tyto vzory a snažících se je vylepšit. Jde o vysoce efektivní technologie do tvrdých, ale nedostatečně stabilních poměrů.

Důležitou inovací ve vývoji pažnicového vrtání se stalo v polovině devadesátých let zavedení **reverzní cirkulace vzduchového výplachu u ponorného kladiva**. Došlo k tomu principiálním využitím pažnic se zdvojenou stěnou. V mezeře mezi stěnami pažnice probíhá přívod vzduchu na kladivo, což umožňuje kontrolovaný odvod výplachu s odvrtanou horninou vnitřkem pažnice (obr. 7). Původním účelem bylo dosažení dokonalé čistoty odebíraných vzorků vrtné drti pro ložiskový doprůzkum. Přínosem je ale i čistota stěn vrtu, což je výhodné pro využití k injektáži. Bylo tím také možno zvýšit s použitím speciálních kompresorů provozní tlaky vzduchového média až na 100 bar a tak dále zvýšit rychlost vrtání.

V roce 2010 byla při dramatické záchraně 33 zavalených chilských horníků právě tato výkonná vrtná technologie klíčem k rychlému zřízení komunikačních vrtů. Po týdnu marných pokusů vstoupit do havarovaného dolu bylo rázně povoláno 9 různých vrtných souprav k provedení kontaktních vrtů o průměru 136 mm do místa, kde se v hloubce asi 700 m odhadovala poloha této skupiny (obr. 8). Nepříznivou okolnost celé dramatické situace představovala skutečnost, že tvrdost místního granitu je o 20 % větší, než je obvyklé. Irská firma Mincon proto dodala speciální typ kladiva MX 5053 s pažnicemi pro reverzní cirkulaci. Při naprosto divokém nepřetržitém vrtání, kdy několik vrtů

Obr. 8: Vrtání komunikačních vrtů pro záchranu zavalených horníků v Chile v roce 2010. Pro vrtání v granitu do hloubky 700 m byly nasazeny všechny dostupné vrtné soupravy a ponorná kladiva s reverzní cirkulací.

Obr. 9: Moderní souprava pro vrtání metodou Sonic-drilling s obzvláště robustní lafetou a s vrtnou hlavou pro vysokofrekvenční vibraci v roce 2010

Obr. 10: První samohybné vrtací lomařské soupravy Quarrymaster firmy Ingersoll-Rand z roku 1948 v USA

havarovalo, se podařilo celkově patnáctým vrtem horníky 17. den od havárie nalézt. Tento vrt byl prováděn americkou soupravou Schramm T685 chilské firmy Terraservice. Byl rozhodující pro navázání spojení a nasměrování dalších vrtů, kterými byli horníci zásobováni až do zachránění. Dá se odhadnout, že průměrný výkon vrtání na jednu soupravu byl v těchto mimořádně kritických poměrech zhruba 200 m za den. Z toho vyplývá, že dočasné špičkové výkony rychlosti vrtání musely být násobné.

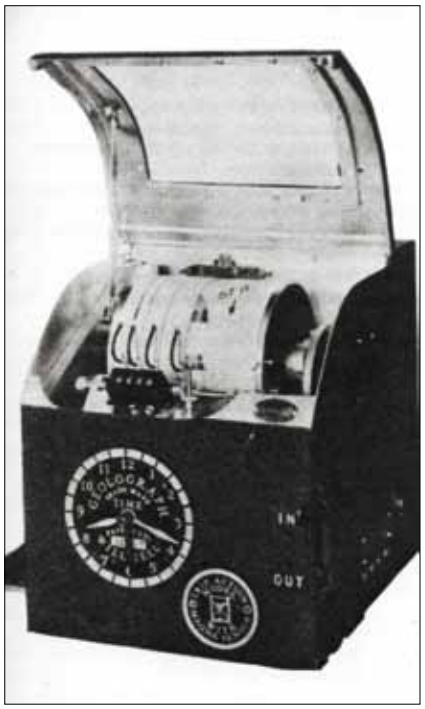
Pažnicové vrtání se stalo v prvním desetiletí jednadvacátého století skutečným technologickým vrcholem maloprofilového vrtání. Rychle prostoupilo téměř všechny metody speciálního zakládání, protože také umožňuje zcela spolehlivou instalaci základového prvku do pažnice ve vrtu. Velmi posílilo například relativně nedávnou technologii **usměrněného horizontálního vrtání**, jež byla předtím omezena jen na zeminy dostatečně stabilní pro rotační vrtání pod hustým výplachem. V posledním desetiletí se také prosazuje nová, zcela specifická varianta pažnicového vrtání s jádrováním. Je to systém zvaný **Sonic-drilling**, o jehož složitém vývoji jsme se zmínili v první části seriálu. Jedná se o vrtání s pomocí vysokofrekvenční vibrace. Jeho průmyslové využitelnosti bylo dosaženo teprve nedávno, s pokrokem výroby zcela mimořádně kvalitních materiálů a elektronické regulace vrtného procesu. Nesrovnatelně vysoká výkonnost této technologie vedla k jejímu zapojení i pro metody speciálního zakládání (obr. 9).

Vrtací soupravy

V závěru čtyřicátých let, když došlo k ocenění stlačeného vzduchu jako výplachového média i pro rotační vrtání, se začaly různé způsoby vrtání kombinovat. Ve vhodných geologických podmínkách bylo možno nahradit dosavadní užívání vody výhodněji vzduchem, někdy však bylo potřebné tyto způsoby střídat. Tato zkušenost, která vedla ke koncepci univerzální vrtné soupravy, se prosadila nejdříve v USA. Takže není divu, že právě zde vyvinula v roce 1948 firma Ingersoll-Rand první lomařskou moderní **samohybnou vrtací soupravu Quarrymaster**. Měla již typické znaky moderních souprav. Vysokou věž s nahoře nasazenou rotační hlavou posuvnou na saních lafety, takže bylo možno vyvodit přítlak na vrtný nástroj. Pásový povozek pro stabilitu i pohyb v těžkém terénu a vestavěný kompresor se projevily na celkové hmotnosti soupravy 20 t, což přispělo ke kapacitě přítlaku. Souprava tak byla schopna vrtat příklepem nebo rotačně, valivými dláty až o průměru 20 cm (obr. 10). V roce 1953 pak následovala již první plně hydraulická souprava Drillmaster, která se stala vzorem i pro všechny ostatní univerzální soupravy ve světě. Například i pro první stroje tehdejší západoněmecké firmy Hausherr. Tato známá firma je také typickým příkladem historických proměn, ke kterým v oboru často docházelo. Vznikla v roce 1917 jako továrna na mechanismy pro povrchové doly. V roce 1959 vyvinula svou první těžší univerzální vrtnou soupravu E9 na pásovém podvozku s lafetou (obr. 11). V roce 1988 expandovala a převzala vrtnou divizi firmy Demag, k čemuž v roce 1992 připojila akvizici vrtné divize firmy Salzgitter. Avšak jí samotnou v roce 2009 převzala firma Bauer. Stovkami podobně různě se křížících firem bylo na celém světě v průběhu jednoho století rozvoje technologií maloprofilového vrtání vyvinuto a vyrobeno na tisíce různých vrtných souprav. Mnohé soupravy jsou uzpůsobeny pro užití každého z obou systémů pohonu vrtání, nebo i k jejich kombinaci. Tedy jak pohonu z průchozí hlavy, původně typické pro jádrové vrtání, tak i z nahoře nasazené vrtné hlavy, původně typické pro příklepné vrtání.

Důležitou podmínkou pro zlepšování vrtných technologií byla možnost sledovat, měřit i vyhodnocovat parametry vrtných procesů v jejich průběhu. Nejprve mechanická, pak elektrická a nakonec **elektronická instrumentace** umožnila přesně sledovat hloubku vrtu, otáčky, přítlak, průtok výplachu a dokonce je zaznamenávat. Od nepříliš nedávné doby je lze i počítačově okamžitě vyhodnocovat. Tento trend, zahájený v naftovém průmyslu (obr. 12), zachytily hned od jeho počátku i některé firmy speciálního zakládání.

Obr. 11: První univerzální vrtná souprava E9 firmy Hausherr z roku 1959 s horní nasazenou hlavou



Obr. 12: Mechanické zařízení Geolograph pro záznam vrtného postupu na naftovém vrtu používané v sedmdesátých letech v USA

Například již na začátku osmdesátých let zavedla firma Soletanche svůj komplexní systém Enpasol pro automatické vyhodnocování geotechnických podmínek prostředí z výsledků **monitoringu vrtání**. V reakci na tuto poptávku se vyrojila spousta specializovaných dodavatelů této techniky. Jedním z největších se stala například francouzská firma Jean Lutz, založená v roce 1975. Příkladem, že lze i proti takové etablované firmě uspět, avšak jen při mimořádné technické kompetenci a pracovitosti, je česká firma Partner, založená v devadesátých letech inženýrem Michalem Březinou.

Mikrotechnika a komputerizace postupně našly na vrtném poli své široké uplatnění. V posledních desetiletích začala dokonce **počítačová kontrola procesu** nahrazovat zkušenost starých vrtmistrů. Dřívější upřené pozorování kolotajícího výplachu v ústí vrtu je tak nyní vytlačováno občasným pohledem na grafy sdruženého displeje (obr. 13).

Obr. 13: Počítačová kontrola procesu vrtání zařízením firmy PARTNER na stavbě speciálního zakládání při vrtání kotev v roce 2013

Historie v ČR

Již za první republiky existovaly v naší zemi podniky, které čerpaly z prvopočátků vědomostí v oborech užívajících vrtání. Příklady jsme uvedli v předchozích částech. Historický rámec poválečného období je asi potřeba pro mladší čtenáře poněkud osvětlit a pro starší čtenáře stručně osvěžit. Po roce 1948 byly v ustaveném komunistickém režimu naprosto všechny firmy tak zvaně znárodněny, ovšem bez jakékoli náhrady původním vlastníkům, a šmahem sjednoceny. Probíhalo i neustálé reorganizování a měnění názvů podniků. V tehdejší ČSSR měl pak například v průzkumu geologie monopol n. p. Geoindustria. Shodou okolností se v tomto období stala naše země takřka světovou velmocí v množství geologických odborníků, avšak hlavně na ložiskový průzkum nerostných zdrojů. Ve stavebnictví byl nejprve uplatněn podobný postup sjednocení všech firem do gigantického podniku Československé stavební závody (ČSSZ). Ale přeci jen si šíře problematiky a nutná specializace později vynutily vznik povícera velkých závodů s odlišným výrobním zaměřením. Tak například dopravním stavbám dominoval n. p. Stavby silnic a železnic, vojenským n. p. Vojenské stavby, vodním stavbám dominoval v Čechách n. p. Vodní stavby a na Moravě n. p. Ingstav, podobně průmyslovým stavbám n. p. Armabeton a pozemním n. p. Pozemní stavby atp. Připomeňme, že například n. p. Vodní stavby vznikl ke dni 29. října 1951 sloučením znárodněných firem Lanna, Kress, Niklas a Baťa Sezimovo Ústí. Konkurence sice tehdy prakticky neexistovala, protože zakázky byly přidělovány byrokraticky z plánovacího centra, ale stejně se vyvinula jakási rivalita na úrovni řídicích skupin jednotlivých podniků. Šlo v ní zejména o boj o privilegia v získávání nedostatkových zdrojů pro podnik, především mechanismů ze západu. V tom mohl pozdější o. p. Vodní stavby uplatnit určitou výhodu, neboť po dlouhá léta držel post ministra stavebnictví některý z jeho bývalých generálních ředitelů. Projevilo se to také v oboru speciálního zakládání.

V oboru maloprofilového vrtání u nás dlouho dominoval n. p. Vodní zdroje z resortu zemědělství, který měl nejširší základnu ve vrtání studní. Za ním následoval již zmíněný n. p. Geoindustria z resortu hornictví, který byl pověřen důležitými průzkumy i v politicky spřízněném zahraničí. Na Moravě vznikl v roce 1958 sloučením tamních průzkumných podniků z resortu hornictví n. p. Geologický průzkum Ostrava. Hlavním dodavatelem stavebních průzkumů byl n. p. Stavební geologie, vzniklý původně znárodněním firmy Záruba-Pfefferman. Neměl ale příliš velikou kapacitu a prováděl většinou jen rutinní vrtání v převážně malých hloubkách. Navíc měly své průzkumné útvary i různé projekční ústavy. Hlavním rivalem celé této skupiny byl podnik ze specifické oblasti těžby uranu, původně nazývaný v roce 1958 Geologický průzkum – Jáchymovské doly, n. p. Po několika reorganizacích se stal jádrem Uranových dolů Hamr, k. p. Tam se od objevu ložiska ve Stráži pod Ralskem v roce 1963 uskutečnilo obrovské množství různých vrtů. Pro tak zvanou hydrochemickou těžbu uranu zde bylo během dvaceti let provedeno přes 8000 vrtů hloubek průměrně 200 m s pomocí vysoce toxických chemikálií. A také přes 200 hlubokých studen pro čerpací bariéru, bránící šíření toxického znečištění k vzácným zásobám podzemní vody celoevropského významu. Pro studny byly na Západě nakoupeny moderní vrtací soupravy Salzgitter, ale všechny ostatní vrty byly povětšinou prováděny sovětskou technikou. Přes různé místní a dobové problémy byly nicméně práce „na uranu“ pro všechny domácí odborníky významným příspěvkem ke všeobecně sdíleným zkušenostem s vrtáním.

V roce 1967 došlo v širší zájmové oblasti vrtání k nástupu nového hráče z resortu stavebnictví. O. p. Vodní stavby, pověřený výstavbou pražského Metra, získal pro tuto zakázku již zmíněnou převratnou licenční smlouvu o nákupu technologií

Obr. 14: Vrtání velkou zásobníkovou soupravou Hausherr HBM 150 s dlouhým průběžným šnekovým vrtákem o průměru 140 mm do hloubky 120 m v jílech hnědouhelného revíru pro sanaci dolu na přeložce trati ČSD Ústí nad Labem–Teplice v roce 1979 (o. z. SZS Vodní stavby o. p.)

Obr. 15: Vrtání plně hydraulickou vysokootáčivou jádrovací soupravou Diamec 250 pro sanaci nadloží před ražbou traťového tunelu metra I. A pod Vltavou v roce 1973 (o. z. SZS Vodní stavby o. p.)

pro speciální zakládání se západoevropskou firmou Sol-Expert International. Byly dovezeny moderní soupravy pro plnoprofilové vrtání typu Hausherr a Wirth i pro jádrové vrtání typu Diamec. O něco později se **o. z. Speciální zakládání staveb, o. p. Vodní stavby**, vzniklý v roce 1968, rychle dostal v metodách souvisejících s maloprůměrovým vrtáním na špičku speciálního zakládání v naší republice. Bylo to nejen v důsledku získaného rozsáhlého parku moderních strojů, ale také díky jeho vlastní projekci a vývoji. A ovšem i díky úsilí množství jeho zaměstnanců, dosahujícího v roce 1989 počtu 1648 lidí. Mezi nimi byl i význačný odborník na technologie speciálního zakládání **Ing. Jaroslav Verfel, CSc.**, který u nás shromáždil nejvíce znalostí o maloprůměrovém vrtání a rozšířil je ve svých publikacích. Podnik opanoval scénu speciálního zakládání na dlouhá desetiletí a preferenční systém zadávání zakázek ho v té době mnohdy dovedl k technicky velmi zajímavým projektům. Takovým spektakulárním příkladem je rekordně hluboké vrtání průběžným šnekovým soutyčím do 120 m při sanaci starých důlních prostorů v Severočeském hnědouhelném revíru v roce 1979 (obr. 14) nebo široké využití jádrovacích souprav moderní koncepce Diamec pro zajištění ražby tunelů metra pod Vltavou v roce 1973–1974 (obr. 15). Po roce 1989 sice došlo u mnoha podniků k dezintegraci a fragmentaci, ale od roku 1995 si nově pojmenované firmy Zakládání staveb, a. s., a Zakládání Group, a. s., v jednom holdingu, jako hlavní dědici o. z. Speciální zakládání staveb, o. p. Vodní stavby, své mimořádné pozice na trhu udržely dodnes.

***Ing. Jindřich Řičica**, ADSZS*

History of special foundation engineering – Part 4

Our series of articles have been covering the history of this field, divided into sequels according to similarities between the technological processes. This part will cover the history of small diameter drilling for the third time. As the previous chapters were devoted to fullhead rotary mud drilling and percussion drilling respectively, we will now follow with core drilling, casing drilling as well as the advent of drilling rigs development. The specifics of drilling history in the Czech Republic will also be presented.

Bauer In-House Exhibition 2014

Již tradičně se v polovině května 2014 v bavorském Schrobenhausenu konal den otevřených dveří společnosti BAUER Maschinen GmbH. Na výstavu předního světového výrobce strojů speciálního zakládání se přijelo podívat ve čtyřech dnech na 1700 návštěvníků ze 70 zemí celého světa. V centrále společnosti bylo představeno široké spektrum strojních zařízení. Vedle vrtných souprav BG a pásového jeřábu MC od BAUER Maschinen byly vystaveny i stroje dceřiných společností RTG Rammtechnik, KLEMM Bohrtechnik, MAT Mischanlagentechnik, PRAKLA Bohrtechnik, PILECO, FAMBO, HAUSHERR System Bohrtechnik, ABS Trenchless, EURODRILL.

Základní produktovou řadu sortimentu společnosti Bauer Maschinen tvoří velkoprůměrové vrtné soupravy značené zkratkou „BG“. Celá škála vrtných souprav je poskládána dle velikosti a výkonu od nejmenší BG 11 až po největší BG 50. Dle možnosti využití se vrtné soupravy dělí do dvou skupin: „ValueLine“ a „PremiumLine“. Soupravy označené „ValueLine“ jsou vybaveny pouze pro jednu technologii vrtání (primárně kelly vrtání), zatímco multifunkční soupravy „PremiumLine“ nabízejí více možností využití od klasického kelly vrtání až po technologie CFA, CCFA, FDP, CSM nebo se dají využít například jako nosič vibrátoru či hydrofrézy.

Široká nabídka využití vrtných souprav PremiumLine byla prezentována na čtyřech strojích. První souprava **BG 46 PremiumLine**, která je na vrcholu řady předurčena pro pilotovací práce v těžkých geotechnických podmínkách s průměry pilot až do 3,0 m a hloubkou vrtání až do 100 m, byla na výstavě nastrojena **hydrofrézou BC 35** pro výrobu podzemních stěn do hloubky až 100 m. Stroj disponuje motorem o výkonu 563 kW a hlavním vrátkem s nosností 450 kN. Druhá souprava v pořadí – **BG 39 PremiumLine** – byla nastrojena klasicky na kelly vrtání se **zapažovacím zařízením BV 1500-7C** pro těžkou řadu pažnic o průměru 1500 mm.

Jako zástupce menších vrtných souprav byla představena **BG 18 H PremiumLine**, která byla prezentována ve verzi se sníženou výškou 12,5 m nastrojená pro kelly vrtání. Zajímavostí byl namontovaný **čistič spirálu**, který využívá systému dvou ramen nesoucích čisticí břity. Výhodou tohoto dvouramenného systému je udržení spirálu v centrální pozici, redukce hlučnosti při čištění spirálu od plastických zemin a možnost nasazení pro různé profily vrtání. Čtvrtou soupravou byla **BG 30 H PremiumLine** nastrojená systémem **CCFA** (paženým průběžným šnekem) a prezentovaná při živých ukázkách vrtání v nedalekém areálu v Aresingu.

Celkový pohled na hlavní expozici

Hydrofréza BC 35 nastrojená na BG 46 PremiumLine (vpravo)

Atrakce pro děti ze Schrobenhausenu – prolézačka BG 11 H ValueLine

Hybridní řezná kola hydrofrézy

V produktové řadě ValueLine byla představena nejmenší vrtná souprava **BG 11 H ValueLine** namontovaná na nosič **CAT 320 E** a nejvíce prodávaná **BG 26 ValueLine**, obě nastrojené na klasické kelly vrtání. Hlavním cílovým trhem pro menší soupravu je překvapivě ropný těžební průmysl v USA, kde je oblíbená pro svoji výbornou ovladatelnost, schopnost nést různé druhy vrtného nářadí a v neposlední řadě pro nízkou přepravní hmotnost 34 tun. BG 26 ValueLine byla vystavena se **zapažovacím zařízením BV 1180**, které je napojeno na hydraulický systém vrtné soupravy, a ovládá ho operátor přímo z kabiny.
Jako zástupce pásových jeřábů s mnohostranným využitím ve speciálním zakládání byl vystaven **jeřáb MC 96**, v pořadí stý vyrobený MC jeřáb od Bauer Maschinen. Nastrojen byl těžkou řadou **pažnic Leffer VRM 3000** o průměru 3,0 m se zapažovacím zařízením a kulatým drapákem. Celková váha této sestavy je cca 200 tun. U zákazníků v destinacích, jako je například Hong Kong, je toto strojní zařízení ceněno zvláště pro vysoký stupeň stability, velký výkon a dostatečně rychlé vrátky.
Na prezentovaném vrtném nářadí byla patrná snaha výrobce o rozšíření možností nasazení do odlišných geologických podmínek. Příkladem této multifunkčnosti vrtného nářadí jsou **nová hybridní řezná kola pro hydrofrézy**. Kola jsou osazena kromě roubíkových zubů i plochými zuby. Kombinací výhod obou systémů vznikl pak ideální stroj pro těžbu jak v soudržných zeminách, tak v tvrdých horninách.
Ukázky nových technologií „in situ“ se jako obvykle konaly v areálu výrobních hal Aresing poblíž Schrobenhausenu a i přes nepřízeň počasí se těšily velké pozornosti. Na programu byla ukázka technologie průběžného šneku s pažením **„partly-cased CFA system“**, kdy se současně s pažnicí zavrtává protiběžně i průběžný šnek. Vývrtek projde pažnicemi a padá otvorem pod vrtnou hlavou přes vertikální shoz, ovládaný operátorem z kabiny. Vzhledem k nastavení kelly tyče průběžného šneku je možné se dovrtat až 6 m pod úroveň pažení. Výhodou této technologie je vysoká produktivita bez mezičasů s nastavováním pažnic, dosažení dokonalé svislosti vrtu, zajištění kvalitní betonáže bez nadspotřeb.
Druhou živou ukázkou byla technologie **SCM-DH (single column mixing – double head)** patřící do kategorie zlepšování vlastností zemin – soil mixing. Pilíře o průměru 2,40 m vyrábí zařízení s dvojitou míchací hlavou s protisměrným otáčením lopatek. Tím je dosaženo vyšší kvality a efektivity promíchání zeminy se samotvrdnoucí suspenzí.
Třetí a poslední ukázkou bylo předvedení bezpečného pohybu obsluhy po příhradovém výložníku jeřábu ve sklopené poloze. Obsluha je jištěna proti pádu bezpečnostním popruhem na závěsném laně, které je napnuto cca 2,0 m nad výložníkem.

Společnost BAUER opět prokázala, že je lídrem světového trhu v oblasti strojního zařízení pro speciální zakládání. Ve všech odvětvích oboru speciálního zakládání má snahu o rozšiřování nabídky strojního zařízení pro nové technologie a další technický vývoj a zdokonalování těch stávajících.

***Ing. Jan Šperger**, Zakládání staveb, a. s.*
Foto: autor

Bauer In-House Exhibition 2014

In the middle of May 2014 the Bavarian town of Schrobenhausen hosted the annual Open Day presenting the BAUER Maschinen GmbH Company. In four days more than 1700 visitors from 70 countries around the world came to see the exhibition organised by one of the major world producers of special foundation machinery. The headquarters premises presented a wide range of machinery. Apart from the BG drilling sets and the MC Crawler Crane by the BAUER Maschinen the visitors could also see the machinery produced by its daughter companies - RTG Rammtechnik, KLEMM Bohrtechnik, MAT Mischanlagentechnik, PRAKLA Bohrtechnik, PILECO, FAMBO, HAUSHERR System Bohrtechnik, ABS Trenchless and EURODRILL.

Vrtný šnek se sešikmeným spirálem pro jednodušší vyhazování vývrtku

Aresing – ukázky nových technologií „in-situ“

Letecký pohled na elektrárnu před prvním zaplavením, duben 2014

Malá vodní elektrárna Štětí – zajištění stavební jámy a výstavba objektu elektrárny

Na pravém břehu Labe u jezu Štětí-Račice bude brzy dokončena výstavba MVE Štětí. Jelikož bylo toto místo posledním vhodným pro výstavbu MVE, uzavírá se tak i seriál staveb MVE z poslední doby, které byly na dolním Labi vybudovány, a na nichž se vždy podílela společnost Zakládání staveb, a. s. Připomeňme, že se jednalo o MVE Lovosice (2010), MVE Litoměřice (2012), MVE Liběchov (2013), MVE Roudnice nad Labem (2013). Projekt malé vodní elektrárny Štětí je do značné míry podobný MVE Litoměřice – i zde byly pro zapažení hluboké stavební jámy délky 360 m použity podzemní a pilotové stěny a štětové jímky. Výjimečnost tohoto projektu, jehož nositelem je obecně prospěšná společnost Energeia, však spočívá ve způsobu financování a následném využití výnosů z prodeje elektrické energie na charitativní účely.

Energeia – spolupůsobení energie vody a sociálního podnikání

Investorem Malé vodní elektrárny Štětí je obecně prospěšná společnost Energeia, přičemž stavba je součástí širšího stejnojmenného projektového záměru s názvem „Energeia – spolupůsobení energie vody a sociálního podnikání“. Celá myšlenka projektu je založena na předpokladu, že neziskové a podnikatelské aktivity mohou velmi výhodně a účinně koexistovat i v rámci jediné společnosti – že zde mohou fungovat ve vzájemné synergii. Podobný záměr nemá v evropském, a zřejmě ani světovém měřítku obdoby.

Zakladatelé obecně prospěšné společnosti Energeia manželé Marek a Jana Černočtí přišli v roce 2001 s myšlenkou vybudovat na stávajícím jezu u Štětí (jez Štětí-Račice, v ř. km 818,938), vybudovaném v roce 1974, vodní elektrárnu, která by z výnosů prodeje elektrické energie financovala charitativní aktivity. Tento nezvyklý projekt není založen na principu rychlé návratnosti investovaných prostředků (návratnost vodní elektrárny se dnes pohybuje zhruba v horizontu patnácti let), ale jeho podstatou je inovativní způsob financování, ona synergie zdánlivě nesourodých aktivit v praxi. Podpora neziskových aktivit mívá tradičně podobu jednorázových darů, směřujících přímo k jednotlivým projektům. V případě o. p. s. Energeia je situace jiná: dárci a sponzoři totiž prostředky určené na podporu konkrétních neziskových aktivit nejprve investují do stavby vodní elektrárny. Jakmile se elektrárna rozběhne, bude Energeia z tržeb za prodanou elektřinu každoročně uvolňovat 10 % z objemu takto získaných darů (s navýšením o zjištěnou inflaci) na financování příslušných projektů, a to po celou dobu životnosti elektrárny. Přísun finančních prostředků k neziskovým projektům tedy bude pomalejší, ale zato dlouhodobý a stabilní. A vzhledem k tomu, že životnost elektrárny se odhaduje na 30–50 let, dojde postupem času k tomu, že se každý dar několikanásobně zhodnotí: stane se obnovitelným finančním zdrojem a základem ekonomické stability jednotlivých aktivit. Od roku 2004 do poloviny roku 2014 se tímto způsobem podařilo od dárců a sponzorů získat více než 70 mil. Kč! V České republice tak vzniká zcela

Příjezd lodi s hosty při příležitosti požehnání základního kamene stavby MVE Štětí 12. 6. 2012

nový ekonomický model fungování neziskové organizace[1)].

Lokalita pro realizaci záměru stavby vodní elektrárny

Volba místa pro stavbu vodní elektrárny nebyla v roce 2001 tak úplně v naší moci, neboť jez Štětí-Račice byl na dolním toku Labe poslední dosud neobsazenou lokalitou vhodnou pro podobný záměr. Jak se však poměrně záhy ukázalo, i tento jez už byl v hledáčku jiných zájemců a bylo velmi těžké v silné konkurenci uspět. Možnost využít hydroenergetického potenciálu jezu Štětí-Račice pro stavbu vodní elektrárny se samozřejmě nabízela již dříve (jez zde stojí od roku 1909), ale pro nízký spád jezu to dlouho nebyla investice rentabilní. O energetickém využití této lokality bylo možné začít uvažovat teprve s nárůstem cen energií a po uvedení nových dotačních programů – investičních i provozních (zelené bonusy).

V daném místě na dolním toku Labe sice v průměru protéká velké množství vody (90denní průtoky jsou cca 300 m^3/s), ale energeticky využitelný spád je pouze cca 2,5 m. Jako investoři jsme původně zamýšleli realizovat projekt, který by využíval menší množství vody a měl rychlejší finanční návratnost – to nám ovšem správce vodního toku nepovolil, neboť musí ze zákona dohlížet na to, aby byl energetický potenciál každé lokality využit v maximální míře. Dnes instalovaný výkon elektrárny je 6,46 MW, roční výroba by měla v průměru dosáhnout hodnoty 30 GWh.

Způsob financování projektu

V případě investora Energeia, o. p. s., je celá investice financována primárně z darů, dále prostřednictvím dodavatelského úvěru od zhotovitele a rovněž prostřednictvím investiční dotace z OPPI a OPŽP ve výši 254 mil. Kč. Dodavatelský úvěr se bude po dokončení stavby, tedy po její kolaudaci, refinancovat dlouhodobým úvěrem (18–20 let) u vybrané banky. Refinancování elektrárny pro Energeiu, o. p. s., zajišťuje poradenská společnost KPMG s týmem doc. Zdeňka Tůmy (bývalý guvernér ČNB), která se současně stala oficiálním veřejným partnerem projektu Energeia. Náklady na pořízení investice nepřesáhnou 950 mil. Kč bez DPH.

Získání investiční dotace z OPPI

Dotaci se Energeia pokoušela získat již od roku 2005: nejprve v rámci Fondu soudržnosti (FS), později z Operačního programu životní prostředí (OPŽP) při MŽP a později také z Operačního programu podnikání a inovace OPPI) při MPO. Teprve v roce 2011 se však otevřela možnost, aby se Energeia, o. p. s., jako nezisková organizace mohla stát příjemcem investiční podpory: konkrétně z OPPI. Tento program umožňoval poskytnutí dotace až do výše 250 mil. Kč

Požehnání a poklepání základní kamene MVE Štětí arcibiskupem Dominikem Dukou za přítomnosti hlavních účastníků výstavby a dalších osobností

(cca 27 % z celkového objemu investičních nákladů). Pro velký zájem žadatelů byla ještě v roce 2011 maximální výše podpory snížena na 100 mil. Kč, ale o rok později se opět vrátila na původní výši – ukázalo se totiž, že alokované prostředky nakonec postačují.

Na realizaci dílčí části projektu – rybích přechodů – se ještě podařilo získat samostatnou dotaci ve výši 4,3 mil. Kč.

Obě dotace bude možné čerpat až po uvedení elektrárny do trvalého provozu a po jejím zaplacení zhotoviteli prostřednictvím dlouhodobého úvěru.

Alternativní financování výstavby – veřejná soutěž na výběr zhotovitele

Fakt, že investorem projektu je obecně prospěšná společnost, tedy nezisková organizace, se během přípravné fáze ukázal jako určitá komplikace: ani po několikaletém úsilí se totiž nepodařilo přesvědčit banky, aby MVE financovaly po dobu její výstavby. Právní forma investora se totiž z pohledu bank vymykala standardním modelům projektového financování. Obecně prospěšná společnost nedisponuje obchodními podíly, jež by se mohly stát předmětem zástavy, a podle zákona také nemůže zakládat obchodní společnosti – nemůže vytvořit projektové SPV.

Energeia se tedy rozhodla, že nebude spoléhat na bankovní sektor a že se prostřednictvím výběrového řízení pokusí najít takového dodavatele, který bude schopen a ochoten stavbu financovat až do jejího uvedení do trvalého provozu, tedy do kolaudace.

Tímto způsobem byl v roce 2011 v soutěži vybrán zhotovitel – konsorcium firem Metrostav, a. s., a Zakládání staveb, a. s.; cena stavby byla v soutěži stanovena na 870 mil. Kč.

V této souvislosti je třeba konstatovat, že dodavatelské financování nakonec vychází levněji, než kdyby realizaci projektu financovala banka: jak Zakládání staveb, tak Metrostav totiž jsou ekonomicky velmi silné a prosperující stavební firmy. Dne 28. 7. 2011 byla podepsána smlouva o dílo. Následovala příprava podrobné struktury dodavatelského financování, definované ve smlouvě – proces byl úspěšně zakončen právní Due Diligence projektu a investora v únoru 2012. Stavba byla zahájena 19. 3. 2012.

Hlavními subdodavateli zhotovitele se staly firmy Voith Hydro – dodavatel turbín, Siemens – dodavatel převodovek a části elektro a P&S – dodavatel čisticího stroje.

Před zahájením stavby Energeia do projektu investovala již bezmála 50 mil. Kč; zejména na pořízení projektů, územního rozhodnutí, stavebního povolení, na odkup pozemků od státu (zastoupeného společností Povodí Labe), realizaci stavby Připojení MVE Štětí (kabelové vedení VN 3,5 km), projekt pro výběr zhotovitele atd. Vlastní projektové práce a další související náklady budou investora do zprovoznění elektrárny stát celkem přibližně dalších 20 mil. Kč.

V červnu 2012 na stavbě proběhla slavnost požehnání základního kamene kardinálem Dominikem Dukou za účasti zástupců zhotovitele a mnoha osobností, sponzorů a partnerů, kteří projekt podporují.

Projektový tým investora

Společnosti Energeia se pro realizaci elektrárny podařilo vytvořit velmi kvalitní projektový tým, jejž tvoří hlavní inženýr projektu Ing. Petr Kubant, šestičlenná skupina technického dozoru investora pod vedením Ing. Milana Sochůrka, právnička Mgr. Jana Malá z Chrudimi a daňový poradce Ing. Zdeněk Nejezchleb z Pardubic. Na tento tým jsou navázáni další poradci, poradenská společnost a dodavatelé. Po dokončení a zprovoznění elektrárny bychom chtěli projektový tým využít pro další podnikatelskou činnost, jež by měla pomoci vytvářet nové zdroje financování pro neziskové projekty – tým bude svou odbornou kapacitu v oblasti přípravy a řízení projektů nabízet jiným investorům.

Zajištění prodeje elektrické energie
Na začátku července 2014 Energeia, o. p. s., podepsala dlouhodobou kupní smlouvu na výkup veškeré vyrobené elektřiny se společností E.ON Energie, a. s., v délce trvání 20 let. E.ON současně projevil zájem stát se veřejným partnerem energetického projektu, který bude sloužit financování sociálních a vzdělávacích aktivit. V rámci podepsané obchodní smlouvy společnosti Energeia nabídl exkluzívní podmínky a příslib další sponzorské spolupráce na konkrétních neziskových projektech.

Partneři projektu Energeia
V období od roku 2005 do roku 2007 se prvními sponzory projektu stali drobní akcionáři ČEZ zastoupení investičním zprostředkovatelem Ing. Radkem Valou. V roce 2010 se s Energeiou spojil brněnský podnikatel Ing. Miroslav Lekeš. Od roku 2013 získala Energeia nejen další sponzory a spolupracovníky, ale i veřejnou záštitu významných osobností a institucí. Mezi hlavní partnery společnosti Energeia patří už od jejího založení (2003) Nadační fond Klíček – společně s ním realizujeme projekt Dětské hospicové péče.
Dalšími významnými partnery jsou firmy Zakládání staveb, a. s., Metrostav, a. s., město Štětí a město Hoštka, na jejichž katastrálních územích je stavba realizována, dále ČVUT Praha, Univerzita Karlova, společnosti Cyrrus Advisory, již uvedená společnost E.ON Česká republika, Pom Nomos, s. r. o., Adomis, s. r. o., KPMG Česká republika a Energo Pro, a. s.
Mediálním partnerem projektu je Český rozhlas.

Dětská hospicová péče
Hlavním projektem, který bude prostřednictvím MVE Štětí financován, je projekt dětského hospice a praktické podpory rodinám vážně nemocných dětí. Projekt už od roku 2006 realizujeme v partnerství s Nadačním fondem Klíček; má celorepublikovou působnost a jeho základnou je respitní hospicový dům v Malejovicích u Uhlířských Janovic.

Marek Černocký

[1)] Podrobnější informace o investorovi a jeho záměrech lze nalézt např. ve výroční zprávě za rok 2013 na http://www.energeia.cz/files/vyrocni-zpravy/2013.pdf.

Historie VD Štětí a projekt výstavby MVE Štětí

V posledních letech rostou vodní elektrárny na dosud energeticky nevyužívaných stupních řeky Labe jako houby po dešti.
V roce 2010 postavila vodní elektrárnu Píšťany u Litoměřic s výkonem 2,9 MW firma RenoEnergie, v roce 2013 dokončily Dolnolabské elektrárny, a. s., stavbu MVE České Kopisty u Litoměřic s instalovaným výkonem 5,5 MW, v témže roce byla uvedena do provozu I. etapa MVE Liběchov u Mělníka o výkonu 4,6 MW, kterou realizuje firma Mercator Energy, a v letošním roce finišují elektrárny Roudnice nad Labem s výkonem 4,2 MW již zmiňované firmy RenoEnergie a elektrárna Štětí s instalovaným výkonem 5,2 MW obecně prospěšné společnosti Energeia.
Posledně jmenovaná – malá vodní elektrárna Štětí – je mladším dvojčetem MVE České Kopisty u Litoměřic. Příprava obou projektů probíhala téměř souběžně a podílely se na ní identické realizační týmy. Projekční část realizoval tým firmy PÖYRY Environment pod vedením Ing. Oldřicha Neumayera, CSc., ve spolupráci s firmou FG Consult, s. r. o., řešící problematiku zakládání a zajištění stavební jámy, vlastní stavbu pak realizoval tým divize 6 společnosti Metrostav pod vedením Ing. Jiřího Škrance v konsorciu se Zakládáním staveb, a. s. Hybnou silou celého projektu je osoba investora, Marka Černockého, který se myšlenkou realizace obnovitelného zdroje energie jako obnovitelného zdroje prostředků pro financování neziskové organizace zabývá již od roku 2001.
Malá vodní elektrárna Štětí je budována jako součást vodního díla Štětí, sestávajícího z jezu a plavebních komor.

Vodní dílo Štětí a jeho historie
Původní hradlový jez s vorovou propustí a plavebními komorami (Zdymadlo Štětí) byl v levotočivém oblouku řeky Labe za městem Štětí postaven, stejně jako jez České Kopisty, zhruba před sto lety v rámci splavnění Vltavy a Labe. Výstavbu jezu zajišťovala „Komise pro kanalizování řek Vltavy a Labe v Čechách“ a stavbu provádělo Pražské podnikatelství staveb A. Lanna. Slavnostní uvedení plavebního stupně do provozu se uskutečnilo v září 1909. Jezový profil měl tři pole světlé šířky 54,0 m, osazené vždy 17 slupicemi s osovou vzdáleností 3,0 m. Průměrný spád jezu byl 2,8 m. Hrazení tvořila svislá dřevěná hradla. Dle dostupných pramenů to bylo 1180 okovaných voraček a 245 bokovnic. Regulace průtoku byla prováděna ručně postupným vytahováním hradel. V zimním období nebo za povodní byla po vytažení hradel sejmuta přístupová lávka a slupice, spojené řetězem a kloubově připevněné ke kamenné spodní stavbě, byly sklopeny na dno toku.
Při pravém břehu byla umístěna vorová propust šířky 12 m se stupňovitým dnem a Bazikovými zdrhly. Mezi jezem a vorovou propustí byl v dutém pilíři „rybovod" pro proplutí ryb.
V roce 1970 byl původní hradlový jez nahrazen jezem se zdvižnými segmenty, situovaný cca 95 m od starého jezu. Výška původního hradlového jezu byla dána osovou vzdáleností slupic, které spolu pod vodou po sklopení nesměly kolidovat. Segmentový jez již taková omezení neměl, a tak došlo ke zvýšení hladiny horní vody o 0,5 m z původních 152,60 m n. m. (Jadran) na 152,70 m n. m. Balt p. v.
Odsunutí nového jezu dále po toku umožnilo zachovat původního jezovou konstrukci tvořenou pilíři, spodní stavbou a slupicemi, které zůstaly sklopené na dně řeky. Tento jez pak byl zařazen do projektu „Culture 2000“, který má v rámci Evropy zajistit zachování historických vodních cest.
Nový segmentový jez měl 7 polí. Krajní pole šířky 12 m byla pevná, ostatní pole šířky 25 m jsou hrazena zdvižnými segmenty

Stavební jáma v místě jezového pilíře zajištěná kotvenou převrtávanou pilotovou stěnou, hloubka výkopu pro jámu dosahovala až 18 m od původního terénu.

dosedajícími na Jamborovy prahy. Krajní segmenty jsou výšky 4,4 m a střední tři pole hradí segmenty výšky 3,1 m doplněné regulační klapkou výšky 0,9 m. Vysoké jezové pilíře se strojovnami segmentů jsou přístupné z obou břehů po ocelové příhradové lávce šířky 2,2 m za všech vodních stavů. Při levém břehu jsou umístěny plavební komory s horním a dolním plavebním kanálem a rejdami o celkové délce cca 960 m. Malá plavební komora měla původně vnitřní rozměr 73x11 m, velká pak 143,4x22 m. Obě komory byly postaveny společně s hradlovým jezem a měly minimální hloubku nad záporníkem horních vrat 2,5 m a šířku vrat 11 m, proti čemuž již v roce 1911 Pražská paroplavební společnost protestovala.
První rekonstrukce komory proběhla v roce 1970, kdy spolu s výstavbou nového jezu musela být zvýšena vrata a zdi obou plavebních komor. Při této příležitosti byla malá plavební komora prodloužena na délku 86 m. Celková rekonstrukce velké plavební komory, při které došlo i k rozšíření obou ohlaví na šířku 22 m a prodloužení užitné délky na 155 m, byla provedena v letech 2001–2003, celková rekonstrukce a modernizace malé plavební komory pak proběhla v letech 2003–2004.

Historie výstavby malé vodní elektrárny Štětí
Když se v roce 1958 chystala výstavba nového jezu, nepovažoval prof. Broža zdejší podmínky pro realizaci vodní elektrárny za nijak oslnivé. V roce 1981 však bylo vydáno usnesení vlády č. 201, kde již byl stupeň Štětí zahrnut do plánu na výstavbu MVE. Předpokládala se tehdy instalace 5 strojů s průměry oběžných kol 3,5 m o celkovém výkonu 4,6 MW s roční výrobou 22 GWh elektrické energie. K realizaci však za minulého režimu nedošlo.
V roce 1992 byla po dohodě s Povodím Labe a ČEZ zahájena příprava výstavby MVE Štětí a České Kopisty. V roce 1994 byla zpracována tendrová dokumentace počítající s instalací 2 Kaplanových turbín PIT o průměru oběžného kola 5,0 m a celkové hltnosti 300 $m^3.s^{-1}$. Elektrárna však nebyla realizována ani v 90. letech.
V roce 2004 měl státní podnik Povodí Labe k posouzení projekty hned čtyř zájemců o výstavbu vodní elektrárny v profilu Štětí, z nichž byl jako nejvhodnější vybrán projekt společnosti TRIALITY, spojené právě s osobou pana Černockého. V roce 2005 je vydáno územní rozhodnutí a pokračuje příprava dokumentace pro stavební povolení. Největším technickým problémem se ukazuje nutnost zachování pilíře původního hradlového jezu, který je technickou památkou zahrnutou do programu „Culture 2000".
Proto byl v roce 2006 v laboratoři Ústavu vodních staveb VUT v Brně postaven fyzikální hydraulický modelu koryta Labe v měřítku

Letecký pohled na výtokovou část elektrárny před prvním zatopením, duben 2014

1 : 50 s pilíři původního hradlového jezu, novým segmentovým jezem a projektovanou MVE tak, aby bylo možno sledovat proudové poměry v nátokové části ovlivněné jezovým pilířem a optimalizovat je úpravou nátoku vložením svislých usměrňovacích křídel. Výsledek byl ještě srovnáván s matematickým 2D modelem. V témže roce je také připraven projekt pro výběr zhotovitele.
Projektant se v průběhu času snažil optimalizovat stavební náklady i s využitím zkušeností z projektu MVE Litoměřice. Na základě znalosti skutečného hydraulického obvodu turbíny bylo možno budovu elektrárny včetně vtoku a výtoku zúžit o 1 m. Vyřešením problematiky trvalého kotvení podzemních stěn i pod hladinou vody dochází k nahrazení těžkých gravitačních nábřežních stěn stěnami lehkými kotvenými a ve snaze o snížení rozsahu zemních prací bylo přistoupeno ke snížení návrhové úrovně terénu v okolí MVE o 1 m, to jest cca 0,5 m pod úroveň hladiny při průtoku Q_5.
V březnu roku 2013 začíná vlastní stavba předáním staveniště. Současně je dokončována MVE Litoměřice a investor přichází s přáním, aby obě elektrárny, byť technologicky téměř identické, byly pohledově nezaměnitelné. Ve spolupráci s projektantem se mění vertikální členění pláště budovy na horizontální, ve strojovně je odhaleno více technologie a betonových ploch a dochází i k úpravám šířky a nivelety korun nábřežních zdí. Některé z úprav jsou jen estetické, ale například změna nivelety nábřežní zdi na výtoku, byť s sebou nesla mírné zvýšení nákladů a komplikace při úpravách na již realizovaných částech stavby, znamenala reálné zlepšení proudění vody za povodně a tím i zvýšení bezpečnosti celého díla.

Stavba MVE
MVE byla vybudována na pravém břehu Labe v prostoru 7. jezového pole vedle bývalé vorové propusti. Spodní stavba MVE je provedena z vodostavebného železobetonu. Šířka objektu činí 30,2 m, délka 55 m a základová spára se v nejnižším místě nachází 18 m pod upraveným povrchem. Horní stavba MVE má rozměr 30,2x22,0 m a výšku 8 m. Vstupy do MVE jsou dva. Jeden montážní, opatřený vodotěsnými tlakovými dveřmi, se nachází na úrovni upraveného terénu a druhý, hlavní, se nachází nad úrovní hladiny povodně r. 2002 a je přístupný po ocelovém schodišti.
Vtokový objekt má včetně nábřežní zdi délku 160 m, zde se také nachází stroboskopický a akustický plašič ryb. Součástí vtokového objektu jsou i dvě usměrňovací křídla délky 13 a 16 m a výšky 5–8 m. Dno vtokového objektu klesá až do hloubky 14 m pod provozní hladinou. Výtokový objekt má délku 135 m a dno u MVE se nachází v hloubce 9,6 m pod hydrostatickou hladinou jezu Roudice.
Podmínkou výstavby MVE bylo i vybudování rybího přechodu, tvořeného 6 m širokou a 70 m dlouhou balvanitou rampou se 130 balvany uspořádanými v 21 řadách. Součástí stavby byla též úprava stávající jezové lávky a vybudování nového pilíře lávky, neboť původní pilíř lávky se nacházel v místě plánovaného vtoku a musel být zrušen.

Technologie MVE
Počet turbín: 2
Průměr oběžného kola: 5100 mm
Návrhový spád: 2,60 m
Rozsah spádů: 1,20–3,05 m
Maximální hltnost 1 turbíny: 170 $m^3.s^{-1}$
Rozsah průtoku: 50–170 $m^3.s^{-1}$
Celková hltnost MVE: 340 $m^3.s^{-1}$
Maximální výkon 1 turbíny: 3,46 MW
Celkový dosažitelný výkon MVE: 5,2 MW
Čisticí stroj: pojízdný, lanový š. 4,1 m

***Ing. Milan Kubeš**, Pöyry Environment, a. s.*

Pohled na stavbu jímky v podjezí se souběhem několika technologií: v pozadí těžba podzemních stěn drapákem Stein a hydrofrézou Bauer BC 32, vlevo provádění předvrtů soupravou Bauer BG 18 pro osazení štětové stěny z lodě JTC 1000 t Jantar, v popředí beranění jednoduché štětové stěny jímky.

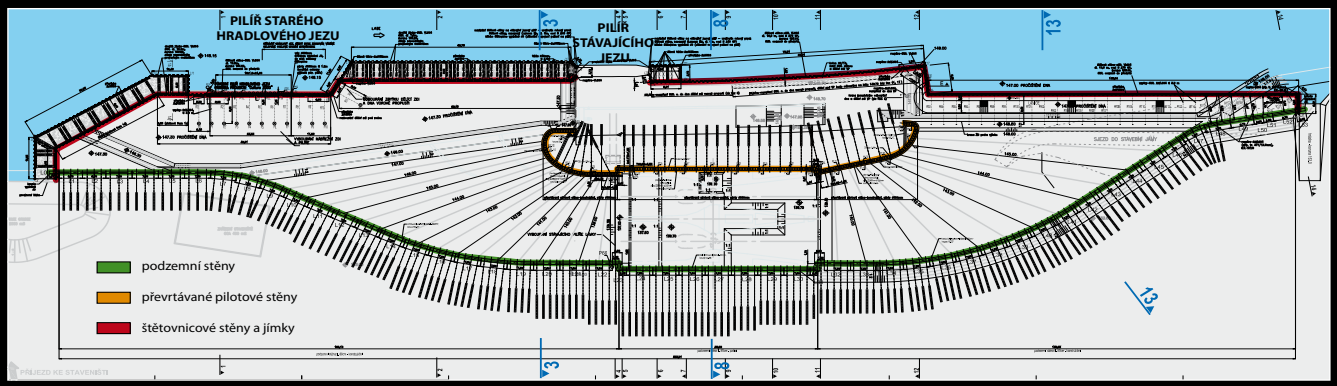
Návrh zajištění stavební jámy MVE Štětí

Úkolem projekčních prací bylo navrhnout vodotěsnou stavební jámu pro celý objekt malé vodní elektrárny Štětí (MVE). Dočasné zapažení říční strany díla v délce cca 360 m bylo navrženo ze štětovnicových stěn a jímek. Vtokový a výtokový objekt byl zajištěn pomocí trvalých kotvených podzemních a pilotových stěn. Vlastní objekt MVE je zapažen podzemní a pilotovou stěnou s dočasným kotvením. Výkop dosahuje hloubky až 18 m od původního terénu, což je asi 17 m pod provozní hladinou Labe.

Geologické a hydrologické poměry

Křídové sedimenty zastoupené slínovci byly v prostoru staveniště ověřeny v hloubkové úrovni 3,8–6,9 m pod terénem, tj. na kótě 146,08–148,81 m n. m. V jejich nadloží jsou uloženy fluviální sedimenty tvořené od báze slabě zahliněnými až skoro čistými štěrky. Nejsvrchnější polohu kvartérního souvrství budují recentní antropogenní sedimenty související s předchozí stavební činností. Petrograficky se jedná o ulehlé hrubé až balvanité štěrky s hlinitopísčitou výplní mezer. Podzemní voda má souvislou hladinu a je vázána na velmi dobře průlinově propustné říční sedimenty. Její úroveň je závislá na momentálních vodních stavech v řece Labi. Z chemických rozborů podzemních vod je patrné, že část vzorků odebraných hloubce 7 m vykazuje slabou síranovou agresivitu (XA1). Hladina v nadjezí (provozní) je na kótě 152,70 m n. m., hladina v podjezí (min. provozní hladina) je na kótě 149,60 m n. m.

Návrhová hladina vody pro pažení byla stanovena na těchto úrovních: horní voda: 153,50 m n. m., dolní voda: 153,00 m n. m. Mimo kvartérní zvodeň je podzemní voda v území vázána na propustnější polohy křídových slínovců-pískovců, ve kterých je akumulována, a následně se pod mírným artéským přetlakem vsakuje systémem puklin do souvrství štěrků. Po zkušenostech s výstavbou MVE Litoměřice, kde artéská voda způsobila vážné komplikace při realizaci díla, byl v průběhu projekčních prací proveden nový hydrologický průzkum (Aquatest 04/2012) s těmito závěry:



Půdorys stavební jámy s vyznačením použitých technologií pažení

- Na základě měření nebyly zjištěny žádné významné tektonické linie. Byla však zjištěna značná rozpukanost horninového masívu a poměrně intenzivní proudění podzemní vody tímto systémem puklin. V jednotlivých vrtech bylo zjištěno proudění o intenzitě v řádu 1000 až 10 000 l/den.
- Do hloubek cca 23 až 25 m se mezi vrstvami prachovitých a jílovitých slínovců vyskytují vrstvy slínovců s vyšším podílem vápnité příměsi (případně i příměsi SiO2), a tudíž relativně křehčích, naopak od hloubky 23 až 25 m dolů převažují jílovité slínovce. To je jednou z příčin obecně vyšší propustnosti puklin vyskytujících se v hloubce 23 až 25 m.
- Bylo potvrzeno propojení mezi vrty. S vysokou mírou pravděpodobnosti lze předpokládat, že vrty jsou propojeny systémem mírně ukloněných otevřených puklin. Přetnutí těchto významnějších propustných puklin do hloubky cca 25 m by mělo za následek značné omezení přítoků vody dnem do stavební jámy.
- Byla potvrzena poloha zvodně v poloze křídových slínovců-pískovců pod mírným artéským přetlakem.

Technické řešení

Z hlediska použitých technologií je možné pažicí konstrukce rozdělit do tří skupin:

- **Štětovnicové stěny a jímky** tvoří dočasné pažení v řečišti Labe na celou délku stavební jámy (cca 360 m).
- **Podzemní stěny (PS)** tvoří pažení v celé délce břehové části vtoku, elektrárny a výtoku (cca 375 m).
- **Převrtané pilotové stěny** tvoří pažení v úseku návodní strany vtoku, elektrárny a výtoku (cca 130 m).

Štětovnicové stěny

Pro říční část stavební jámy v nadjezí (horní voda) bylo navrženo zajištění pomocí dvojité

Doberanění jednoduché štětové stěny v podjezí rázovým beranidlem Berminghammer

Současné provádění podzemních stěn, pilot a beranění s výrobnou pažicí směsí

štětové jímky ze štětovnic VL 604. Zásyp jímky byl navržen z dobře propustného štěrkovitého materiálu. Dle předpokládaného geologického profilu zasahuje pata stěny do navětralých slínovců třídy R5. Ze statických důvodů je jímka sepnuta pomocí vodorovných rámů a šikmých táhel. Konstrukce těchto prvků umožňuje jejich demontáž a vícenásobné použití. Štětová jímka byla realizována z hladiny Labe pomocí lodí a pontonů. Napojení pažení na stávající jezový pilíř bylo pomocí rohové štětovnice, přikotvené trny k pilíři a vyplněné vakem s jílocementem. Koruna štětové jímky sloužila po celou dobu výstavby jako provizorní lávka na jezový pilíř. V místě ponechaného starého hradlového jezu, který musí zůstat zachován včetně sklopené ocelové hradicí konstrukce, byla navržena jednoduchá štětová stěna, vedená podél starého pilíře ve dně bývalé vorové propusti. Z důvodu odstranění překážek v beranění musela být vorová propust zasypána a v ose stěny byly provedeny předvrty o Ø 880 mm s jílocementovou výplní. Ze statických důvodů je stěna rozepřena

Zásyp dvojité nasazené štětové jímky v nadjezí

přes převázky z profilů 2xIPE360 a šikmé rozpěry z dvojic štětovnic VL604 do kotevních pilot Ø 880 mm. Štětovnice podél starého jezu budou na závěr seříznuty v úrovni dna nátoku za pomoci potápěčů a budou sloužit jako trvalá ochrana proti podemletí základů starého jezu. Říční část zajištění jámy v podjezí (dolní voda) byla navržena jako jednoduchá stěna ze štětovnic VL 604, beraněná do předvrtů Ø 880 mm, prováděných z lodi a vyplněných jílocementem. K zajištění plné únosnosti štětové stěny byl prostor mezi stěnou a rybím přechodem vyplněn hubeným betonem C 8/10. V posledním úseku byla statická stabilita štětové stěny zajištěna ponechanou přitěžovací zeminovou lavicí.
V těsné blízkosti pilíře jezu (cca 4 m), kde je vyloučeno předvrtání štětovnic, byla zhotovena nasazená dvojitá jímka ze štětovnic Larssen VL 604. Napojení pažení na stávající jezový pilíř bylo pomocí rohové štětovnice, přikotvené trny k pilíři a vyplněné vakem s jílocementem. Zásyp jímky byl ze štěrkovitého materiálu.
Pomocí konstrukcí ze štětových stěn bylo zřízeno i přístaviště pro odvoz výkopku. Po dokončení stavby se počítá s odstraněním všech stěn a jímek včetně všech pomocných konstrukcí.

Podzemní stěny

V celé délce břehové části elektrárny je stavební jáma zajištěna podzemní stěnou tl. 80 cm (PS80), kotvenou v 1–3 úrovních pramencovými kotvami. Hloubky lamel jsou 9–20 m. Podzemní stěna byla těžena převážně po dvouzáběrových lamelách šířky 7,5 m. Krátce po zahájení prací bylo zjištěno, že klasickým drapákem je hornina prakticky netěžitelná, a proto byla nasazena hydrofréza BC32. Svislé spáry v lamelách jsou těsněny profilem z měkčeného PVC. V souladu s ČSN EN 206-1 a 1538 byl navržen beton C 30/37 XA1, XF3 konzistence S4. Výztuž PS je ze svařovaných armokošů z oceli B500B. V místě kotev byly do armokošů osazeny ocelové průchodky s kruhovou

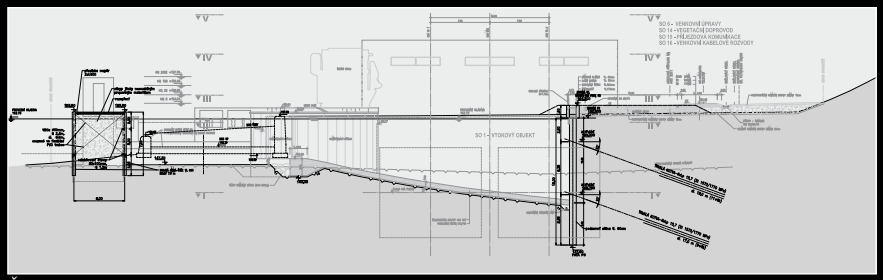
Odkopaná horní část převrtávané pilotové stěny na 1. úroveň kotvení

Těžba stavební jámy v podjezí

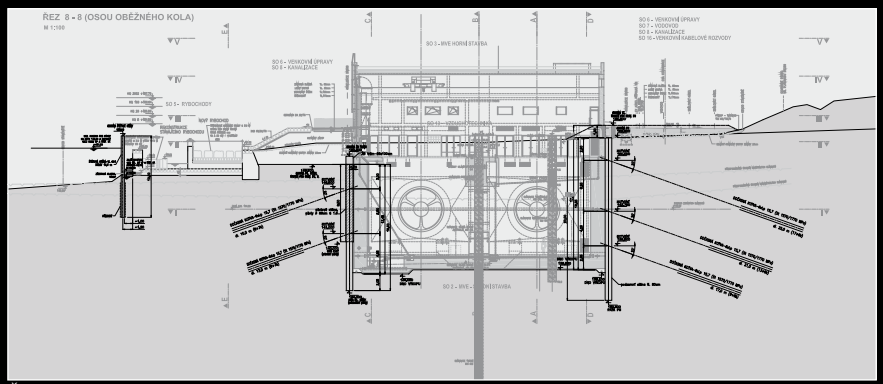
deskou Ø 360 mm. Bednění pro hlavu kotvy na líci PS je vytvořeno novou bednicí formou z tvrzeného polystyrenu. Povrch podzemních stěn byl upraven frézováním.
Podzemní stěny jsou zakotveny 1–3 úrovních pomocí pramencových kotev 4–6x Lp Ø 15,7 mm z oceli 1570/1770 MPa. Obecně platí, že v místě nátoku a výtoku byly navrženy kotvy **trvalé** a v místě vlastního objektu elektrárny jsou použity kotvy **dočasné**. Hlavy trvalých kotev jsou konstrukčně řešeny tak, že nepřesahují líc pažení.
Ve finální úpravě je podzemní stěna v místě nátoku a výtoku doplněna hlavovým monolitickým trámem 950x1200 mm včetně ostění tl. 230 mm v úrovni kolísání hladiny. Trám je rozdělen na dilatační celky o šířce 7,5 m. Použit byl beton C 30/37 XC4, XF3.

Pilotové stěny

K zajištění stability výkopu pro říční část vtokového a výtokového objektu a mezilehlého vlastního objektu elektrárny je navržena pilotová stěna z pilot Ø 880/780 mm (pažený/nepažený úsek). Piloty jsou převrtané v osové vzdálenosti cca 750 mm, aby byla zajištěna vodotěsnost v místech zvodněné štěrkové terasy. Délky pilot jsou 8–15 m. Vzhledem k zastižené geologii byly vrty paženy výhradně pomocí ocelových dvouplášťových pažnic. V souladu s ČSN EN 206-1 a 1536 byl navržen beton u primárních (nevyztužených) pilot C 16/20, konzistence S4 (redukce nárůstu pevnosti 24–48 hod.) a u sekundárních (vyztužených) pilot beton C 25/30 XA1, konzistence S4. Pro výztuž pilot byly použity svařované armokoše z oceli B500B.
Pilotové stěny jsou zakotveny v 1–3 úrovních pomocí pramencových kotev 4–6x Lp Ø 15,7 mm z oceli 1570/1770 MPa. Podobně jako u konstrukcí podzemních stěn na břehové straně stavební jámy i zde platí, že v místě nátoku a výtoku byly navrženy kotvy **trvalé** a v místě vlastního objektu elektrárny kotvy **dočasné**.



Řez 2-2 stavební jámou v nadjezí, pažení dvojitou štětovou nasazenou jímkou a kotvenou podzemní stěnou, viz půdorys



Řez 8-8 stavební jámou přes vývar jezu a elektrárnu v místě oběžného kola; pažení štětovou, pilotovou a podzemní stěnou, viz půdorys

Pilotová stěna je v celém úseku opatřena hlavovým monolitickým trámem 1000x1000 mm, rozděleným na dilatační celky o šířce 6–12 m, které jsou vzájemně propojeny kluznými trny. Použit zde byl beton C 30/37 XC4, XF3.
Povrch pilotové stěny je v úseku nátoku a výtoku opatřen monolitickým ostěním tl. 350 mm a opěrnou zdí tl. 500 mm v koruně pažení. Ostění je rozděleno na svislé dilatační celky a vodorovné pracovní spáry. Kvalita použitého bebetu stejná jako u monolitického trámu.

Zajištění podzemní části objektu

Samostatnou část projektové dokumentace tvořilo zajištění podzemní části elektrárny. Jednalo se o soubor technologií k omezení přítoku artéské vody do stavební jámy v místech s nejhlubším výkopem včetně přikotvení základové desky objektu. Společně s pažením jámy tvoří tato opatření konzistentní koncepci zajištění výkopu podzemní části objektu.

Těsnicí obvodová injektáž

Hlavním úkolem obvodové injektáže bylo omezení přítoku vody do stavební jámy. Injektáž v místě **podzemních stěn** (PS80) byla provedena pomocí manžetových trubek osazených do vrtů Ø 95 mm délky cca 26 m od původního terénu. Vrty byly hloubeny přes průchodky Ø 114/3,6 osazené do armokošů lamel podzemních stěn. Injektáž cementovou zálivkou (ρ = 1,61 kg.m^3) proběhla ve 3 fázích. Injektáž v místě **pilotové stěny** byla provedena pomocí manžetových trubek osazených do vrtů Ø 95 mm délky cca 22 m od hlav pilot. Vrty byly vedeny přes ocelové průchodky Ø 114/3,6 dl. 2,0 m vložené do primárních pilot. Injektáž cementovou zálivkou (ρ = 1,61 kg/m^3) byla provedena ve 3 fázích. Injektáž v místě **příčných stěn ohrádky** byla prováděna z pracovní plošiny na kótě 149,5 m n. m. Předvrty o délce 7,0 m byly vystrojeny ocelovou průchodkou Ø 114/3,6 dl. 7,0 m v cementové zálivce. Vrty Ø 95 mm přes průchodky byly ukončeny na kótě

Kotvení hlavového trámu podzemní stěny v podjezí vrtnou soupravou Klemm KR806

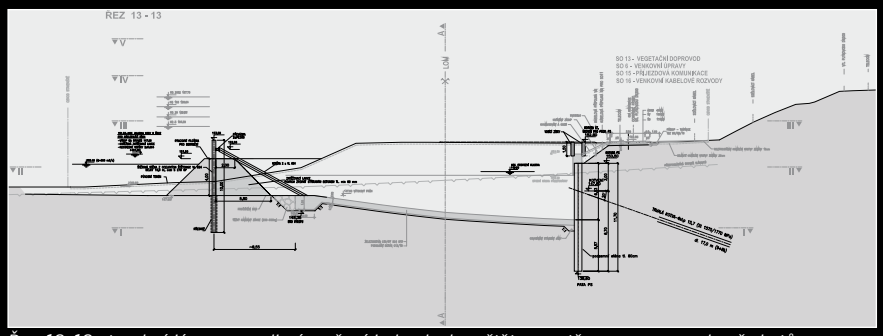
Podzemní stěna s osazenými manžetovými trubkami pro provedení obvodové těsnicí injektáže

127,8 m n. m. Injektáž cementovou zálivkou (ρ = 1,61 kg/m³) zde byla rovněž provedena ve 3 fázích.

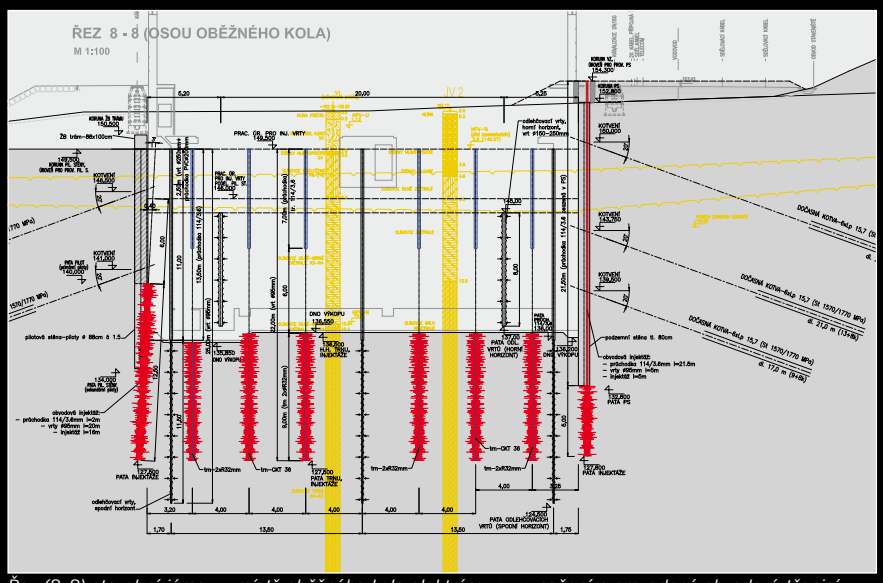
Injekční vrty s výztužnými prvky

Hlavním smyslem navrženého opatření je omezení přítoku vody dnem jámy a vytvoření „kvazihomogenní vyztužené horninové desky" pod dnem stavební jámy. Vrty byly prováděny z pracovní plošiny na kótě 149,5 m n. m. Předvrty o délce 7,0 m byly vystrojeny ocelovou průchodkou Ø 114/3,6 dl. 7,0 m v cementové zálivce. Vrty Ø 95 mm přes průchodky jsou ukončeny na kótě 127,5 m n. m.

Injektáž cementovou zálivkou (ρ = 1,61 kg/m³) byla prováděna ve 3 fázích. Po poslední fázi injektáže byly vrty vystrojeny:
výztužnými trny 2x Ø R32 délky 9,0 m – vrch trnů je 150–200 mm pod kótou výkopu,
tyčovými kotvami CKT Ø 36 (St 950/1050) délky 9,0 m, vrch kotev je 150–200 mm pod kótou výkopu a je opatřen signalizačním PVC návlekem.
Po dotěžení výkopu byly kotvy nastaveny pomocí typové spojky a opatřeny kotevní tahovou hlavou. Osazené kotvy stabilizují ve stadiu výstavby ŽB základovou desku vlastního objektu elektrárny.



Řez 13-13 stavební jámou v podjezí, pažení jednoduchou štětovou stěnou osazenou do předvrtů a kotvenou podzemní stěnou, viz půdorys



Řez (8-8) stavební jámou v místě oběžného kola elektrárny s vyznačením provedené obvodové těsnicí injektáže pod pažicími konstrukcemi a těsnicí injektáže s vyztužením pod budoucím dnem elektrárny

Odvodňovací vrty – horní horizont

Odvodňovací vrty byly provedeny z pracovní úrovně 145,0 m n. m. jako poslední opatření ke snížení potenciálu křídové zvodně v úrovni **nad** základovou spárou objektu. Jedná se o nepažené vrty Ø 250 mm o délce 8,0 m.

Odvodňovací vrty – dolní horizont

Byly navrženy z důvodu snížení tlaku křídové zvodně **pod** úrovní základové spáry a eliminace možného prolomení dna stavební jámy. Svou konstrukcí umožňují prostup základovou deskou a spolehlivé zaslepení vrtů. Z pracovní úrovně 149,5 m n. m. byly provedeny předvrty dl. 4,0 m a vystrojeny chráničkou z PVC Ø cca 200 mm do cementové zálivky. Následovalo převrtání profilem 120 mm do úrovně 0,5–0,7 m pod základovou spáru objektu a vystrojení průchodkou Ø 114/3,6 v cementové zálivce. Po zatvrdnutí zálivky byla průchodka převrtána profilem 95 mm na kótu 124,5 m n. m. Při postupu těžby stavební jámy byly průchodky Ø 114/3,6 postupně kráceny a využívány k řízenému odvodu vody. Po zřízení základové desky a dostatečně hmotné části objektu byly vrty se souhlasem projektanta zaslepeny.

Závěr

Všechny výše uvedené stavební práce byly dokončeny v říjnu 2013. V současné době (červen 2014) je odstraňována poslední část štětové jímky na horní vodě a je reálný předpoklad, že celé dílo bude uvedeno do provozu a zkolaudováno v únoru 2015 podle původního harmonogramu.
Jako autor prováděcí dokumentace se domnívám, že pažicí konstrukce byly navrženy efektivním a zároveň po statické stránce dostatečně spolehlivým způsobem. To bylo prokázáno monitoringem konstrukcí během výstavby a mimo jiné i při dvou neplánovaných zatopeních stavební jámy (červen 2013 a leden 2014).

***Ing. Miroslav Dušek**, FG Consult, s. r. o.*

Realizace prací speciálního zakládání na MVE Štětí

Výstavbou MVE Litoměřice bylo pověřeno sdružení firem Metrostav, a. s., a Zakládání staveb, a. s. Jednalo se o kompletní dodávku stavby „na klíč“, včetně technologie. Podstatnou část celého díla však tvořilo zajištění stavební jámy a vlastní založení stavby, a to ve složitých geologických podmínkách v blízkosti provozovaného vodního díla na dolním Labi.

Stavba probíhala v geologicky prozkoumaném terénu v náplavech štěrkopísku a sedimentech České křídové tabule, přičemž se očekávala mírně napjatá hladina spodní vody. Při výstavbě byly uplatněny téměř všechny technologie speciálního zakládání (beranění štětových stěn, podzemní stěny, piloty a kotvy). Práce byly zahájeny v dubnu 2012 zřízením příjezdové komunikace podél zahrádkářské kolonie v délce 700 metrů k hlavní silnici Štětí–Litoměřice. Dále pokračovaly přípravné práce – vykácení dřevin v místě staveniště a hrubé terénní úpravy na pracovní úroveň předepsanou projektem. Z této úrovně terénu byla zahájena výstavba vodicích zídek pro provádění podzemních stěn a převrtávaných pilot. Pro podzemní stěny to byly vodicí zídky v délce 380 m, pro stěnu z převrtávaných pilot zídky v délce 130 m. Současně s těmito pracemi probíhala výstavba výrobny směsi – zařízení pro výrobu a čištění bentonitové směsi potřebné k provádění podzemních stěn.

Podzemní stěny byly navrženy tak, aby tvořily břehovou část pažení stavební jámy a současně vytvořily trvalé konstrukce vtoku a výtoku z MVE. Byly prováděny tak, že každá lamela podzemní stěny byla pod ochranou pažicí bentonitové směsi vytěžena drapákem až na úroveň pevných slínovců a potom dotěžena hydrofrézou Bauer BC32 na hloubku předepsanou projektem. Po dotěžení lamely byla bentonitová směs vyčištěna, poté následovalo osazení armokoše a vlastní betonáž lamely. Výkopek z podzemních stěn byl rovnou odvážen na přistavenou loď. Tímto způsobem bylo zhotoveno všech 53 lamel podzemních stěn. Lamely byly prováděny v převážné většině jako dvouzáběrové o šířce 7,50 m a tloušťce 0,80 m, v hloubkách od 10 do 21 m.

Souběžně s prováděním podzemních stěn probíhala výstavba pažení stavební jámy ze strany od vody **beraněním štětových stěn** z lodních mechanismů. Práce byly zahájeny zřízením provizorního přístaviště nákladních lodí. Po jeho dokončení se začalo s beraněním štětových stěn, a to první částí dvojité nasazené jímky v nadjezí směrem od břehu k pilíři původního hradlového jezu (stavební památka) v délce cca 54 m. Před pilířem hradlového jezu byla jímka ukončena kolmým čelem a v prostoru pilíře jezu byla provedena jednoduchá štětová stěna, která propojila první i druhou část dvojité nasazené jímky. Druhá část nasazené jímky v délce cca 63,0 m byla zřízena od pilíře hradlového jezu až po pilíř stávajícího jezu, ke kterému byla jímka utěsněna. Po provedení spřahující a rozpěrné konstrukce uvnitř dvojitých nasazených jímek byly tyto jímky v nadjezí zasypány.

V místě původního hradlového jezu byla provedena trvalá **převrtávaná pilotová stěna** jako ochrana základu pilíře. Následně byla zhotovena jednoduchá propojovací štětová stěna jímky v délce 40 m ze štětovnic délky 10 m, osazených do předvrtů prům. 90 cm, která byla vzepřena do 13 pilot se zabetonovanými svařenci z I-profilů. Tyto práce probíhaly s hluchým vrtáním cca 5 m z pracovní plošiny nasypané do řeky.

Po dokončení dvojitých nasazených jímek v nadjezí byly zahájeny práce na zhotovení převrtávané pilotové stěny z pilot prům. 880 mm v prostoru stávajícího jezu. Část převrtávané pilotové stěny tvořilo dočasné pažení stavební jámy v prostoru strojovny MVE, část stěny je součástí trvalých konstrukcí vtoku a výtoku z elektrárny.

Stavební jáma v podjezí byla zajištěna jednoduchou štětovou stěnou, která byla zčásti provedena z pracovní plošiny vzniklé zasypáním původní vorové propusti a zčásti byla beraněna z lodě Jantar 1000 t, přičemž podél hrany výtoku z MVE byla štětová stěna osazena do předvrtů vyplněných jílocementovou směsí. Celková délka jednoduché štětové stěny v podjezí byla 202 m. Štětové stěny v nadjezí i podjezí byly dotěsněny k pravobřežnímu pilíři stávajícího jezu pod vodou za pomoci specializované potapěčské firmy.

Po dokončení převrtávané pilotové stěny, podzemních a štětových stěn v nadjezí i podjezí byl zahájen výkop stavební jámy na první kotevní úroveň pro **provádění zemních pramencových kotev** na podzemní a pilotové stěně. Obě železobetonové stěny, jak podzemní, tak

Betonáž základové desky strojovny MVE v nejhlubším místě stavební jámy

i pilotová, byly opatřeny třemi kotevními úrovněmi. Postup výkopu stavební jámy byl stanoven tak, aby bylo možno souběžně provádět kotvy a zároveň postupně provádět výkop jámy a nedocházelo ke zbytečným prostojům techniky jak pro zemní práce, tak pro provádění kotev. Po přikotvení stěn byly dokončeny železobetonové hlavové věnce na podzemní stěně.

Jedním z technických problémů, který bylo třeba v průběhu výstavby MVE řešit, bylo intenzivní proudění spodní vody zjištěné v nejhlubší části stavební jámy v místě pod budoucí základovou deskou strojovny MVE. Tyto přítoky spodní vody byly způsobeny značnou rozpukaností horniny cca 5–8 m pod základovou spárou. Tato skutečnost byla zjištěna v rámci dodatečného hydrogeologického průzkumu, který byl realizován na jaře roku 2012.
Následně vyprojektované technické řešení mělo omezit přítoky puklinové vody do stavební jámy, a tím i snížit namáhání základové desky elektrárny vztlakem spodní vody. Proto byly provedeny odlehčovací vrty z důvodu snížení vztlaku spodní vody na spodní úroveň horninové desky. Dále byla provedena **obvodová těsnicí injektáž** prostoru pro výstavbu vlastní elektrárny a **těsnicí injektáž** rozpukané horniny pod budoucí základovou deskou strojovny MVE. Dále byly v rámci tohoto řešení provedeny vrty pro vyztužení horninové desky ve dně stavební jámy. Část těchto vrtů byla vyztužena tyčovými kotvami v délce 9 m a tyto byly propojeny se základovou deskou elektrárny. Tímto způsobem byla základová deska MVE přikotvena k horninovému masivu na dně stavební jámy.

Práce na zajištění stavební jámy MVE Štětí představovaly komplexní zakázku, vyžadující pečlivou přípravu celé akce a následně pak i maximální nasazení všech účastníků stavby. Přestože byl průběh výstavby komplikován zvýšenými vodními stavy a došlo i k nucenému zaplavení stavební jámy při povodni v červnu 2013, probíhalo zajištění jámy tak, aby mohly pokračovat navazující stavební práce a dílo mohlo být dokončeno v plánovaném termínu, tedy ještě v roce 2014. Hodnota stavebních prací na zajištění stavební jámy a založení objektu MVE dosáhla hodnoty cca 220 mil. Kč

Hlavní objemy prací speciálního zakládání
Beranění štětových stěn: 4469 m^2
Předvrty pro osazení štětovnic: 2444 m
Zásyp dvojité nasazené jímky: 4340 m^3
Převrtávané piloty: 2325 m
Výztuž pilot: 85 t
Zemní pramencové kotvy: 343 ks, 6193 m
Vodicí zídky pro podzemní stěny: 380 m
Vodicí zídky pro pilotovou stěnu: 130 m
Podzemní stěny tl. 80 cm: 5258 m^2
Výztuž podzemních stěn: 310 t
Vrty pro těsnicí horninovou injektáž: 7797 m
Odlehčovací vrty: 544 m
Kotevní trny: 124 ks, 868 m
Cement pro výrobu injekční směsi: 1783 t

***Ing. Vojtěch Kopáč**, Zakládání staveb, a. s.*
***Otto Sedláček**, Zakládání Group, a. s.*

Stavební a technologická část výstavby MVE Štětí

Metrostav, a. s., divize 6 je na trhu vodohospodářských staveb zavedená firma s mnoha zkušenostmi s výstavbou malých vodních elektráren, dosud však byla vždy dodavatelem pouze stavební části. Při výstavbě MVE Štětí je ve sdružení se Zakládáním staveb, a. s., poprvé dodavatelem stavby „na klíč“ včetně dodávky technologie, tj. s kompletním strojním i elektrickým vybavením až do kolaudace a uvedení MVE do provozu. Jistou výhodou při realizaci tak rozsáhlého projektu bylo, že se jednalo o projekt v mnoha ohledech podobný s MVE Litoměřice, který stejné firmy společně realizovaly a dokončily v roce 2012. Koncepce stavby i technologie byla zpracována stejnou projekční kanceláří Pöyry Environment, a. s., dodavatelský systém byl zvolen obdobný, což dalo příslib hladkého průběhu montáží a zkoušek.

Zemní práce
Těžbou cca 110 000 m^3 zeminy ze stavební jámy a jejím odvozem a likvidací byla pověřena divize 4 Metrostavu. Obtížnost jsme očekávali v rychlosti těžby a v koordinaci s pracemi na zajištění stavební jámy. A dále pak s odvozem po řece, protože odvoz auty nepřicházel v úvahu, neboť jediná přístupová cesta procházela chatovou oblastí s úzkou komunikací. Ve spolupráci s flotilou Českých přístavů se ekologicky příznivější doprava vodní cestou zdařila. Neočekávané komplikace nastaly tím, že oproti provedeným geologickým průzkumům ze zadávací dokumentace byla asi v ¼ objemu jámy nalezena hornina třídy 6, která již nešla těžit obvyklými prostředky, a musel být nasazen těžký mechanismus s ripperem, který horninu nejdříve rozpojoval a teprve pak bylo možno ji těžit a vyvážet ven z jámy. Díky těžko rozpojitelné hornině byla i složitější úprava základové spáry, protože rozpojování nebylo možno zvládnout v předepsané rovinnosti. Docházelo k velkým nadvýlomům a posléze k nadspotřebě podkladních betonů.

Železobetonové konstrukce
Před střediskem železobetonových konstrukcí divize 6 společnosti Metrostav stál úkol za 12 měsíců uložit cca 16 000 m^3 železobetonu do velmi složitých konstrukcí budoucí elektrárny. Především savky a vtoky do MVE byly z hlediska bednění velice problematické. Navíc právě během provádění těchto problémových konstrukcí byla stavba v červnu 2013 zaplavena povodní a kritická cesta výstavby tak byla přerušena na celkem 50 dní. Nakonec za cenu tříměsíčního nepřetržitého provozu a samozřejmě za cenu zvýšených nákladů byl tento časový skluz dohnán a na začátku listopadu byla hrubá stavba předána technologům firmy Voith k zahájení montáží turbosoustrojí.

Stavební část
V rámci stavební části je hrubá ŽB stavba vystrojena především výkonnou vzduchotechnikou, dále pak stavební elektroinstalací (silno- i slaboproudou) a zdravotnětechnickou instalací. Objekt je do úrovně povodňové vody z roku 2012 + 40 cm chráněn proti vniknutí vody dovnitř. Nad touto úrovní je opláštěn alucobondovou fasádou. Uvnitř jsou

Betonáž dna nátoku a pokračující stavba strojovny

Letecký pohled na stavbu elektrárny v květnu 2013 a o měsíc později při červnové povodni, kdy byla stavební jáma řízeně zaplavena

povrchy konstrukcí v maximální míře ponechány bez povrchových úprav, pouze betonové. Podlahy jsou dlážděné, po dlouhých diskusích se ukázalo, že z hlediska kombinace požadavků na zatížení, údržbu, cenu i vzhled jde o nejlepší volbu. Celá MVE je dosti složitá z hlediska protipožární ochrany.

Vedlejší technologické strojní dodávky

Kromě vlastních turbosoustrojí patří k technologickým dodávkám provizorní hrazení a česle, dále vnitřní portálový jeřáb a čisticí stroj. Ve všech případech jsme se vyhnuli experimentům a dodávky objednali u prověřených firem. Vodicí drážky pro provizorní hradidla mají například extrémní požadavek na přesnost osazení, což při výšce 16 m není samozřejmost. Stejně tak česle na podobnou výšku musí být správně nadimenzovány a velmi přesně osazeny. Firma MVS Mělník je na tyto konstrukce specializovaná a již dnes je zřejmé, že provizorní hrazení funguje bez větších průsaků. Zvláštností montáže portálového jeřábu (Ferro OK) bylo jeho osazení do nedokončené ŽB konstrukce na čerstvě vytvrdlé konzoly, a to ještě před bedněním stropu, později by už jeho montáž nebyla proveditelná. Čisticí stroj firmy P+S, a. s., funguje na většině českých nových MVE a je neustále vylepšován, největší problémem je sladění jeho vzhledu s celkovou architektonickou koncepcí MVE.

Strojní technologie turbosoustrojí

Stejně jako pro litoměřickou MVE byla i pro elektrárnu ve Štětí vybrána technologie z nabídky rakouské firmy Voith Hydro. V předstihu byly na stavbu dodány 2 PITy, tedy ocelové, 12 m vysoké tubusy, které se zabudovaly do ŽB konstrukce vtoku. Začátkem listopadu 2013 pak začala montáž vlastního turbosoustrojí, tedy oběžného kola s průměrem 520 cm, rozváděcího kola, převodovek a generátorů. Novinkou pro nás byly kontroly a přejímky všech částí soustrojí v továrnách po celé Evropě. Jelikož na odbornou kontrolu celého technologického zařízení, od fáze schválení projektu až po vedení zkoušek nemá společnost Metrostav specialisty, bylo nutné najmout mandatáře – firmu Elpak Praha, s. r. o. –, který má dlouholeté zkušenosti a schopnosti ve všech dílčích oborech.

V dnešní době jsou turbosoustrojí kompletována a na období prázdnin se plánují zkoušky, od září pak zkušební provoz.

Technologie elektro

Součástí MVE je samozřejmě i zařízení na zpracování vyrobené elektřiny a její transformace pro vyvedení výkonu do sítě, včetně řídicího systému. Tuto část dodává Siemens, s. r. o. Zvláštností je to, že celá MVE je v rámci Vodního díla Štětí-Račice podřízena manipulacím Povodí Labe, s. p., které je zodpovědné správu vodního toku. Proto jsou řídicí systémy jezu a MVE propojeny a MVE funguje z hlediska manipulace de facto jako další jezové pole.

Závěr

Přes mnoho menších či větších komplikací postupuje stavba MVE podle platného HMG, a pokud i zkoušky technologie proběhnou ve 3. a 4. čtvrtletí úspěšně, bude předpoklad, že zakázku na „klíč“ předáme objednateli ve smluvním termínu i v odpovídající kvalitě.

Hlavní účastníci výstavby:
Investor: Energeia, o. p. s.
Dodavatelské financování: Metrostav, a. s., a Zakládání staveb, a. s.
Dotace: Operační program životní prostředí při MŽP a Operační program podnikání a inovace při MPO
Generální projektant:
Pöyry Environment, a. s.
Projekt založení spodní stavby:
FG Consult, s. r. o.
Dodavatel stavební části: Metrostav, a. s.,
Dodavatel spodní stavby: Zakládání staveb, a. s.
Dodavatelé technologické části:
Voith Hydro (turbíny), Siemens (převodovky a část elektro), Podzimek a synové (čisticí stroj) a další

***Ing. Jiří Škranc**, Metrostav, a. s.*
Foto: Libor Štěrba a Energeia, o. p. s.

Dokončená MVE Štětí během zkušebního provozu

Small hydro power plant in Štětí – securing the power plant foundation pit and construction design

Before long a new small hydro power plant will be finished on the right bank of the Labe River near the Štětí - Račice weir. The plant is located on the very last land suitable for a small hydro power plant construction. Therefore, our series of articles on small hydro power plant constructions on the lower course of the Labe River with the participation of the Zakládání staveb Co. is to be closed too. The above mentioned constructions included the small hydro power plants in Lovosice (2010), Litoměřice (2012), Liběchov (2013) and Roudnice nad Labem (2013). The design of the hydro power plant in Štětí is similar to that one in Litoměřice, including the casing of a 360 m wide and rather deep foundation pit with diaphragm and pile walls as well as sheet pile pits. The uniqueness of this project realised by Energeia, a public benefit company, lies in the method of financing and subsequent allocation of profits gained from the sales of electricity to the charity.

Protipovodňová ochrana v Děčíně

V loňském roce byla v Děčíně dokončena protipovodňová linie ochrany města. Nachází se na obou březích Labe a v budoucnosti bude před velkou vodou chránit chránit níže položené oblasti s hustou zástavbou a dopravní sítí. Navržená protipovodňová opatření se skládají ze spodní stavby, nadzemní části a mobilního hrazení. Spodní stavba je navržena jako trvalá konstrukce s těsnicí a statickou funkcí. Společnost Zakládání staveb, a. s., byla dodavatelem spodní stavby PPO linie na obou březích Labe. Práce probíhaly v rozmanitém terénu podél komunikací, vodotečí apod. a vyžadovaly využití mnoha metod speciálního zakládání, jako jsou piloty, mikropiloty, kotvy a především trysková injektáž.

Projekční řešení

Podnětem k nutnosti řešení protipovodňových opatření na obou březích Labe byla především povodeň ze srpna roku 2002, kdy byl výrazně překročen 100letý průtok. Došlo tehdy k navýšením hladiny místy až o 12 m a zaplavení velké části města. Další významnou povodní, která zasáhla Děčín a celý dolní tok Labe, byla povodeň z dubna 2006, kdy průtok v Labi dosáhl hodnoty cca Q_{20}.

Na základě těchto skutečností byl spuštěn státní program 129 120 „Podpora prevence před povodněmi II. na období 2007–2012“, kdy ve spolupráci se strategickými experty připravují příslušní investoři v Ústeckém kraji projekty ochrany významných lokalit protipovodňovými hrázemi v rámci dolního toku Labe v Ústeckém kraji. Finanční prostředky Ministerstva zemědělství ČR, které jsou v rámci uvedeného dotačního programu investovány státním podnikem, umožnily přípravu a realizaci staveb sloužících protipovodňové ochraně v tomto regionu. Jeden z projektů tohoto programu představuje právě stavba „Labe, Děčín, zvýšení ochrany městské zástavby hrázemi“.

Vlastní projektová příprava probíhala mezi lety 2006 a 2010, kdy byly postupně zpracovány projekty pro umístění stavby, vydána stavební povolení a realizační dokumentace stavby. V rámci projektové přípravy byl proveden podrobný hydrogeologický a inženýrskogeologický průzkum lokality a sestaven model proudění podzemních vod – zásadní podklady pro vlastní návrh konstrukcí.

Vzhledem k charakteru dotčené lokality a prostorovým podmínkám byla ochrana města Děčína rozdělena na dva základní stavební objekty. Konkrétně **PPO Děčín levý břeh Labe** a **PPO Děčín pravý břeh Labe**.

Obecně se v obou případech jedná o hustě zastavěné území s rozvinutou infrastrukturou. Navržená protipovodňová opatření se skládají ze spodní stavby, nadzemní části a mobilního hrazení. Spodní stavba je navržena jako trvalá konstrukce s těsnicí a statickou funkcí. Hloubka založení vychází z modelu proudění podzemní vody. Cílem analýzy bylo zjištění nezbytné hloubky sanace podloží pomocí podzemních těsnicích prvků s ohledem na:

- sufozi (filtrační stabilitu) v oblasti základové spáry,
- ztekucení (piping) v oblasti bezprostředně za linií PPO,
- hydraulické prolomení bezprostředně za linií PPO,
- odhad průsaku do chráněného území,
- posouzení navrženého systému PPO, resp. jeho podzemní části, na režim podzemních vod v chráněném území.

Dalším účelem podzemní části PPO je její statická funkce, spočívající v přenesení vodorovných sil a momentů od zatížení nadzemní části konstrukce PPO vodním tlakem do podloží. Návrh konstrukce spodní stavby vycházel také z prostorových možností v dané lokalitě, dopravního omezení, rychlosti výstavby, ekonomických parametrů a dalších aspektů.

Spodní stavba je navržena ve třech variantách:

- sloupy tryskové injektáže doplněné o kotevní mikropiloty,
- podzemní betonové stěny a pasy,
- převrtávané pilotové stěny.

Nadzemní část je ve většině případů navržena pomocí monolitické ŽB zdi, případně mobilního hrazení, nebo kombinací obou. V několika případech je nadzemní část tvořena zemní hrázkou.

Součástí stavby bylo řešení přeložek inženýrských sítí, prostupy inženýrských sítí podzemní částí, opatření na kanalizační síti a řešení dalších objektů. Návrh ochranných opatření je v celém území navržen tak, aby byla v minimální možné míře dotčena existující zástavba, stromy a vegetace. Celá oblast zastavěného území města Děčína se nachází ve IV. zóně CHKO České středohoří.

Znázornění PP linie na levém břehu Labe v Děčíně na úroveň Q_{20}+ 30 cm. Za linií je orientačně znázorněno území, které by bylo zaplaveno při 100leté vodě.

Celkové výměry PPO linie na obou březích Labe

Levý břeh Labe: celková délka linie 922,5 m, z toho trvalé zdi 734 m, mobilní hrazení 140,5 m, mobilní bariéry 48 m.

Pravý břeh Labe: celková délka linie 1887 m, z toho trvalé zdi 1344 m, mobilní hrazení 203 m, kombinace zeď + mobilní hrazení 85 m, zemní hráze 255 m.

PPO na levém břehu Labe

Dotčená část území města, tj. Děčín-Podmokly, je důležitým komunikačním městským uzlem, a to především s ohledem na výskyt železniční trati, důležitých křižovatek komunikací s velkým významem jak pro dopravní obslužnost města, tak pro tranzitní dopravu. Všechny tyto důležité komunikační uzly jsou v záplavovém území. Dále se zde na levém břehu Jílovského potoka nachází areál sportoviště. Území je zaplavováno od průtoku odpovídajícího cca $\mathbf{Q_2}$ až $\mathbf{Q_{10}}$. Zkušenosti z předchozích povodní ukázaly, že při průchodu velkých vod na Labi je povodni na levém břehu vystavena obytná zástavba pod pastýřskou stěnou, sportoviště mezi Jílovským potokem a železniční tratí a část zástavby čtvrti Děčín-Podmokly za železniční tratí. Dále při stoupání povodňové hladiny dochází k nebezpečí zaplavení křižovatek, důležitých pro zachování dopravní obslužnosti města a propojení obou břehů Labe. V neposlední řadě je dále ohrožen i objekt restaurace „U přístavu“ v ulici Labské nábřeží.

Vzhledem k charakteru a rozsahu protipovodňových opatření bylo chráněné území rozděleno do tří lokalit. **První lokalitou je „Podjezd u Pětimostí“**. Konkrétně se jedná o oblast podél koryta Jílovského potoka v blízkosti drážního tělesa, která zahrnuje prostor křižovatky ulic Čsl. mládeže a Ústecká-Podmokelská, dále pak samotný podjezd pod drážním tělesem a částečně prostor ulice Ústecká u supermarketu Lidl. Dotčená lokalita se nachází v těsné blízkosti drážního tělesa v jeho ochranném pásmu. Konkrétně se jedná o trať Praha–Děčín (žel. km 539,500–540,280).

Druhou lokalitou je „areál sportovišť na levém břehu Jílovského potoka“, jejíž hranice je tvořena levým břehem Jílovského potoka a dále pak komunikací vedoucí podél levého břehu Labe (ulice Předmostí). Ze západu je areál ohraničen drážním tělesem, resp. ulicí Práce.

Poslední, třetí částí je oblast „Podjezd u Mototechny“, zahrnující kruhový objezd u podjezdu u Mototechny a dále pak ulici Labské nábřeží směrem k Tyršovu mostu. V této části je řešena i ochrana výše uvedené restaurace „U přístavu“.

Ve smyslu zadání byla řešena ochrana výše specifikovaného území proti povodni z Labe, a to konkrétně pro oblast podjezdu Pětimostí a podjezdu u Mototechny na úroveň 130,00 m n. m. Této hodnotě odpovídá průtok mezi $\mathbf{Q_{10}}$ a $\mathbf{Q_{20}}$. Ochrana sportovních areálu na levém břehu Jílovského potoka je uvažována na $\mathbf{Q_{20}}$ (plus bezpečnostní navýšení 0,30 m), tedy na úroveň 130,80 m n. m. Samostatně je v rámci PPO řešeno zajištění sklepení restaurace „U přístavu“, kde je navržena ochrana vjezdu do sklepení restaurace na úroveň 128,30 m n. m.

PPO na pravém břehu Labe

Jedná se převážně o ploché území na obou březích Ploučnice, situované od soutoku Labe s Ploučnicí po vzdouvací objekt na Ploučnici a o území podél pravého břehu Labe. Přibližně již od průtoku $\mathbf{Q_5}$ začíná docházet k vybřežování z koryta Labe ve vyústění Ploučnice vlivem zpětného vzdutí z Labe. Při průtoku vyšším než $\mathbf{Q_{10}}$ je zatápěna řada obytných budov. Protipovodňová opatření jsou navržena jako trvalá nová stavba.

Dle zadání řeší navržená opatření ochranu území pouze před povodněmi v Labi, a nikoliv v Ploučnici. Protipovodňová opatření jsou navržena na úroveň návrhové povodňové hladiny $\mathbf{Q_N}$ v Labi (ovlivněné výstavbou protipovodňových opatření na dolním Labi) s převýšením 30 cm, tzn. levý břeh Ploučnice na hladinu $\mathbf{Q_{100}}$ + 30 cm, pravý břeh podél Ploučnice, okolí polikliniky a Zámeckého rybníka na hladinu $\mathbf{Q_{50}}$ + 30 cm.

Území města Děčína na pravém břehu Labe lze z hlediska protipovodňové ochrany rozdělit na dva samostatné celky ve vztahu k pravostrannému přítoku Labe – řece Ploučnici. Vlastní stavba je členěna na osm stavebních objektů a příslušné provozní soubory.

1. Na pravém břehu Ploučnice tvoří jeden chráněný celek zastavěné území mezi Ploučnicí a náspem trati ČD od jezu na Ploučnici po Starý most, kde je situován objekt Centra záchranných služeb, areál RWE distribuční služby, nákupní centrum, občanská zástavba, autosalon a drobné provozovny. Na druhé straně náspu ČD se nacházejí objekty polikliniky, občanská zástavba a drobné provozovny.

2. Na levém břehu Ploučnice, v zastavěném území od jezu na Ploučnici k severozápadní straně proskleného oplocení plaveckého areálu (které bylo v předstihu vybudováno v linii protipovodňových opatření a má protipovodňovou funkci), se v chráněném území nachází plavecký areál, nákupní centrum, zimní stadion, bytová zástavba a sportoviště.

V rámci linie jsou pro ochranu území využity severní a jižní nájezdy na Nový most přes Labe.

***Ing. Michal Dvořák**, HG Partner, s. r. o., s příspěním Ing. Martina Davida, AZ Consult, spol. s r. o.*

Znázornění PP linie na pravém břehu Labe v Děčíně na úroveň Q_{100}+30 cm a Q_{50}+30 cm (více v textu). Za linií je orientačně znázorněno území, které by bylo zaplaveno při 50leté vodě.

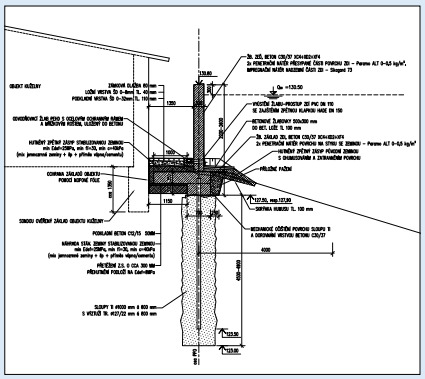
Realizace spodní stavby protipovodňových opatření v Děčíně

Kompletní realizaci speciálního zakládání spodní stavby protipovodňové ochrany města Děčína zhotovila firma Zakládání staveb, a. s. Stavba probíhala s drobnými přestávkami od dubna 2012 do března 2013. V dodávce prací byly obsaženy technologie tryskové injektáže, mikropilot, zemních trvalých kotev, vysokotlakých injektáží a velkoprůměrových pilot. Celá stavba se dělila na dva základní objekty. Levý břeh Labe a pravý břeh Labe, které se dále dělily na menší úseky. Při pohledu na celkovou situaci stavby a rozložení jednotlivých objektů bylo při přebírání staveniště hned jasné, že před námi stojí nelehký úkol. Linie PPO vedla přes místní komunikace, kruhové objezdy, těžko přístupné břehy Jílovského potoka a Ploučnice, městský park a dokonce křižovala funkční náhon vodní elektrárny pod děčínským zámkem.

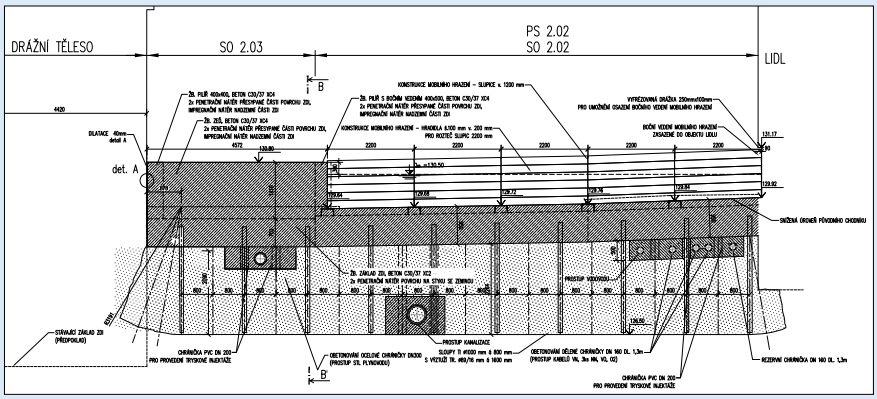
Práce na levém břehu Labe

Práce začaly na levém břehu Labe v dubnu roku 2012. Koncept těsnicí clony byl na celém tomto objektu jednotný, a sice tvořený sloupy tryskové injektáže (TI) délky 5–9 m, průměru 1000 mm s roztečí vrtů 800 mm. Do sloupů TI byly následně osazovány mikropiloty (MP) v rozteči 800 mm, respektive 1600 mm (v závislosti na výšce nadzemní části). Profily MP byly TR 89/16, TR 108/16 a TR 127/22. Na každou MP byla navařena roznášecí hlava. Typ hlavy MP se měnil v závislosti na nadzemní části PPO.

Vrtné práce začaly na úseku v okolí sportovního areálu. Vrty TI se prováděly systémem primární – sekundární a byly hloubeny na vodní výplach. Při hloubení prvních vrtů se ukázalo, že geologické podmínky nejsou pro těsnicí clonu z TI zvlášť příznivé. Mocnost navážek dosahovala mnohdy až čtyř metrů. Skládaly se z prachu, písku, stavební suti, skleněného



Levý břeh Labe – příčný řez, těsnění sloupy TI, areál na břehu Jílovského potoka



Levý břeh Labe – podélný řez stěnou ze sloupů TI, napojení PPO na drážní těleso a objekt Lidl

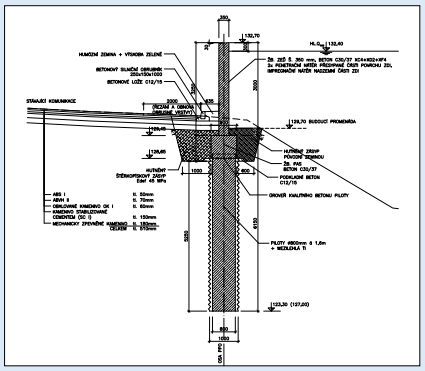
Zhotovení spodní stavby PPO pomocí TI, ulice Předmostí

Trvalé kotvy ze strany stadionu v opěrné stěně, která je součástí PPO

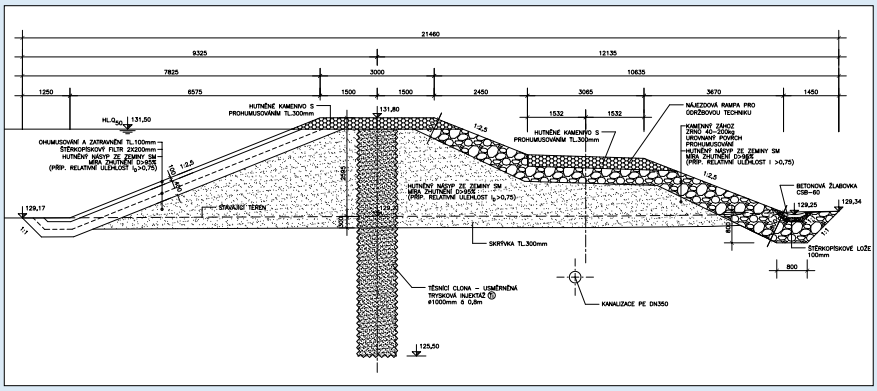
Hlava MP, ulice Předmostí

Těžko dostupný terén mezi stadionem a Jílovským potokem

Odkop TI, břeh Jílovského potoka



Pravý břeh Labe – příčný řez komunikací a pilotovou stěnou okolo OD Kaufland



Pravý břeh Labe – příčný řez, hrázka u nájezdu na silniční most těsněná sloupy TI

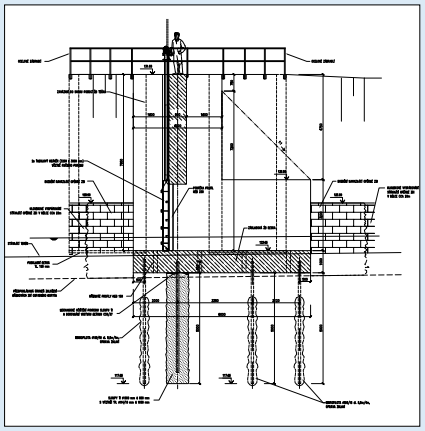
odpadu a balvanů průměru až 40 cm. Navážky byly kupeny v okolí stadionu historicky jako provizorní ochrana proti povodním. Pod těmito navážkami se nacházel jíl mocnosti 1,0–2,0 m. Trysková injektáž byla ukončena ve štěrkopíscích s obsahem velkého množství balvanů (čedičových čoček) uspořádaných v jedné vrstvě a bez jemné frakce. Mocnost kamenné prolohy byla cca 0,75 m. Rychlost postupu hloubení vrtů pro TI byla relativně rychlá, problémy nastaly až při vrtání skrz vrstvu balvanů, kde docházelo ke ztrátám výplachu. V těchto místech musela být upravena časová prodleva při tryskání tak, aby byly dokonale utěsněny prostory bez jemné frakce. S časovým odstupem dvou dnů se sloupy TI převrtaly na vodní výplach a do cementové zálivky byly osazeny mikropiloty.

Kontrola provedených prací se prováděla jednoduchým, ale průkazným způsobem. Po celé linii PPO byly stavebním dozorem náhodně určeny body, kde se musela těsnicí clona odkopat z obou stran a byla měřena její tloušťka, kompaktnost a požadovaná pevnost. Sloupy se odkopávaly do hloubky až 3,0 m. Celou linii na levé straně Labe se podařilo zhotovit ze dvou zařízení staveništ pro TI. První stanoviště bylo na rozhraní Jílovského potoka a ulice Předmostí, druhé pak v blízkosti kruhového objezdu U Mototechny. Tlakové hadice byly taženy až do vzdálenosti 500 m na obě strany, čímž vznikl operační prostor 2 km. Délka těsnicí clony z TI na levém břehu byla necelých 800 m.

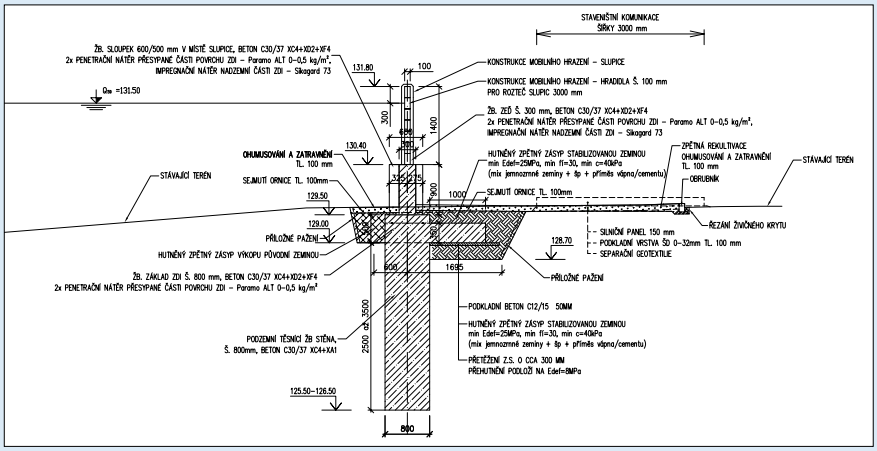
Práce na pravém břehu Labe

Koncept těsnicí clony PPO pravého břehu Labe byl mnohem pestřejší nežli na levém břehu. Práce začaly na levém břehu Ploučnice u zimního stadionu zhotovením **TI v kombinaci s MP**. Linie pokračovala kolem obchodního domu Kaufland, kde byla clona zhotovena z velkoprofilových ŽB pilot průměru 880 mm v rozteči 1,8 m, respektive 2,4 m. Na piloty byl zhotoven ŽB trám, do kterého byly osazeny průchodky. Skrz trám se pak provedlo dotěsnění pomocí usměrněné TI. Linie navazovala na areál aquaparku a byla ukončena v zemním svahu v ulici Ploučnická. Pravý břeh Ploučnice byl ochráněn od obchodního centra směrem k hasičské zbrojnici přes městský park u polikliniky až k děčínskému zámku. U obchodního centra byla PPO tvořena **„podzemními stěnami“**. Nebyly to však podzemní stěny hloubené drapákem a pažené bentonitovou suspenzí, jak je to obvyklé, ale byly hloubeny podkopem za současného zatahování pažicích boxů. Poté byl do boxů osazen armokoš a došlo k zabetonování lamely. Tuto technologii prováděla firma OHL ŽS. Časem se ukázalo, že zhotovování těchto typů „podzemních stěn“ je v místní geologii na mnoha úsecích nereálné. Navazující objekt u Plynárny, v těsné blízkosti Ploučnice, musel být po mnoha marných pokusech dokopat se tímto způsobem na požadovanou hloubku (pod úroveň hladiny řeky) přeprojektován na **převrtávanou pilotovou stěnu** průměru 1200 mm. Vrty byly hloubeny v břehu návodní strany Ploučnice. Na celém úseku bylo zastiženo kamenné pole mocnosti až 2 m v hloubce korespondující s průměrnou hladinou řeky. Jednalo se o čedičové balvany různých velikostí, pocházející s největší pravděpodobností ze starých kamenných záhozů opevnění břehu. Vrtatelnost byla mnohdy nulová. Nakonec byl nasazen stromečkový vrták, kterým se dařilo kameny rozvrtat a dovrtat se na hloubku danou projektem. V kamenném záhozu, který nebyl vyplněn jemnou frakcí, docházelo k nadspotřebám betonu, obdobně jako u jílocementové směsi při tryskání.

Dotěsnění pilot usměrněnou TI



Pravý břeh Labe – příčný řez dnem náhonu pod zámkem, těsnicí clona ze sloupů TI a MP pažení



Pravý břeh Labe – příčný řez podzemní stěnou zhotovenou podkopem

Provádění TI, přechod nájezdu na silniční most

Uzavírka náhonu těsně před dokončením

Navazující objekty byly **sypané zemní hráze** u hasičského záchranného sboru, benzinové pumpy OMV a nájezdu na most. Dotěsnění hrází bylo zhotoveno lamelami usměrněné TI, provedené z koruny hráze. Jednotlivé hráze vždy křižovaly komunikace a nájezdy na děčínský most.

V okolí polikliniky byla PPO tvořena opět **„podzemními stěnami“**. Znovu se ukázalo, že tato technologie je na mnoha místech nevhodná a objekty se musely dodatečně přeprojektovat na odlišnou metodu. Největší problémy měl zhotovitel podzemních stěn při křížení inženýrských sítí (IS). Místo nebylo možno podkopat, a tak se dotěsnění zhotovilo vždy pomocí TI v kombinaci s MP. Linie PPO byla zakončena v parku pod zámkem překročením náhonu vodní elektrárny a dotěsněním do skalního masivu pod zámkem. Jednalo se o nejsložitější úsek na celé PPO. V původním projektu byla navržena štětová jímka přes náhon, do které měla být udělaná vestavba PPO včetně dotěsnění dna. Vzhledem ke geologickým podmínkám však bylo předem zřejmé, že je toto řešení nereálné. Proto si firma Zakládání staveb, a. s., udělala na vlastní náklady dodatečný IGP, ze kterého vyplynulo, že podmínky pro beranění štětovnic jsou nevyhovující. V opevnění náhonu se nacházely balvany průměru až 1,0 m. Úsek se musel celý přeprojektovat na variantu bez pažicí konstrukce. Nejprve se zhotovily hrubé terénní práce tak, že terén byl 0,5 m nad čistou hlavou TI. Poté se provedla **těsnicí clona z TI**, a to postupně od strany parku směrem pod zámek. Do TI byly následně opět navrtány MP. Z obou břehů se zhotovilo **mikrozáporové pažení**, které kopírovalo tvar budoucí nadzemní části ŽB konstrukce hradítka. Mikrozápory sloužily také jako základový prvek nadzemní části. Poté byl průtok v náhonu snížen na minimum, na dně náhonu se zhotovilo přehrazení pytli s pískem a přebytečná voda se musela přečerpávat. Do náhonu byla spuštěna vrtná souprava a zhotovilo se dotěsnění mezi oběma břehy náhonu pomocí TI opět v kombinaci s MP. Podmínky pro vrtání nebyly příznivé. Prakticky všechny vrty procházely skrz obří balvany. Vrty pro TI byly nejprve předvrtány na vzduchový výplach kladivem, poté mohl být vrt vytryskán. Často docházelo k opětovnému zapadání vrtu a vrty musely být převrtány nadvakrát. Nakonec byla zvolena technologie postupného tryskání. Nejprve se vytryskal vrt do maximální hloubky až tam, kam to bylo možné. Poté se tentýž vrt převrtal kladivem a znovu vytryskal. Takto se postup opakoval, dokud nebyl vrt dovrtán na hloubku požadovanou projektem nebo vetknut do skalního podloží tvořeného jílovcem. V korytě náhonu se tento postup opakoval třikrát. Díky ztíženým podmínkám nabrala stavba PPO v náhonu velké zpoždění.

Jediný objekt oddělený od linie PPO představovalo dotěsnění dvou propustků pod cyklostezkou u kavárny Paroloď. To bylo provedeno z úrovně cyklostezky opět pomocí TI. Dno propustku bylo dotěsněno již zmiňovanými „podzemními stěnami“.

Povodeň v roce 2013

Kompletní stavba PPO Děčín prošla velkou zatěžkávací zkouškou v červnu roku 2013, kdy Českou republiku postihly mimořádně silné povodně. Během nich se ukázalo, že konstrukce zhotovené firmou Zakládání staveb, a. s., byly provedeny i v obtížných geologických podmínkách okolí Labe v nadstandardní kvalitě. Během povodní nebyly na linii PPO zaznamenány žádné průsaky.

Dílčí problém se však vyskytl na utěsnění PPO linie na pravém břehu Labe. Zde na levém břehu náhonu ze strany parku začala voda podtékat mezi spojem koruny TI a ŽB nadzemní části. Operativně se průsak zastavil zasypáním místa. Po povodni došlo k odkopu. Následně se zjistilo, že vinu na průsaku měla firma, která v místě průsaku omylem překopala korunu TI. Ta nebyla následně dobetonována, ale pouze přehrnuta zeminou a na zeminu byla pak vybetonována nadzemní část. Během povodně pak došlo k částečnému vymletí pod ŽB konstrukcí a následnému průsaku vody do areálu vodní elektrárny. Ihned po zjištění problému se provedla oprava formou proinjektování místa vysokotlakou injektáží. Ochrana Jílovského potoka, tedy levého břehu Labe, při povodni tři dny odolávala a neobjevily se žádné průsaky do sportovního areálu. Ale bohužel povodeň byla natolik silná, že všechny vybudované ochrany přetekly a nově „ochráněné“ území bylo opět zaplaveno. Pravý břeh vydržel po celou dobu povodní nezaplaven.

***Ing. Radek Obst**, Zakládání staveb, a. s.*

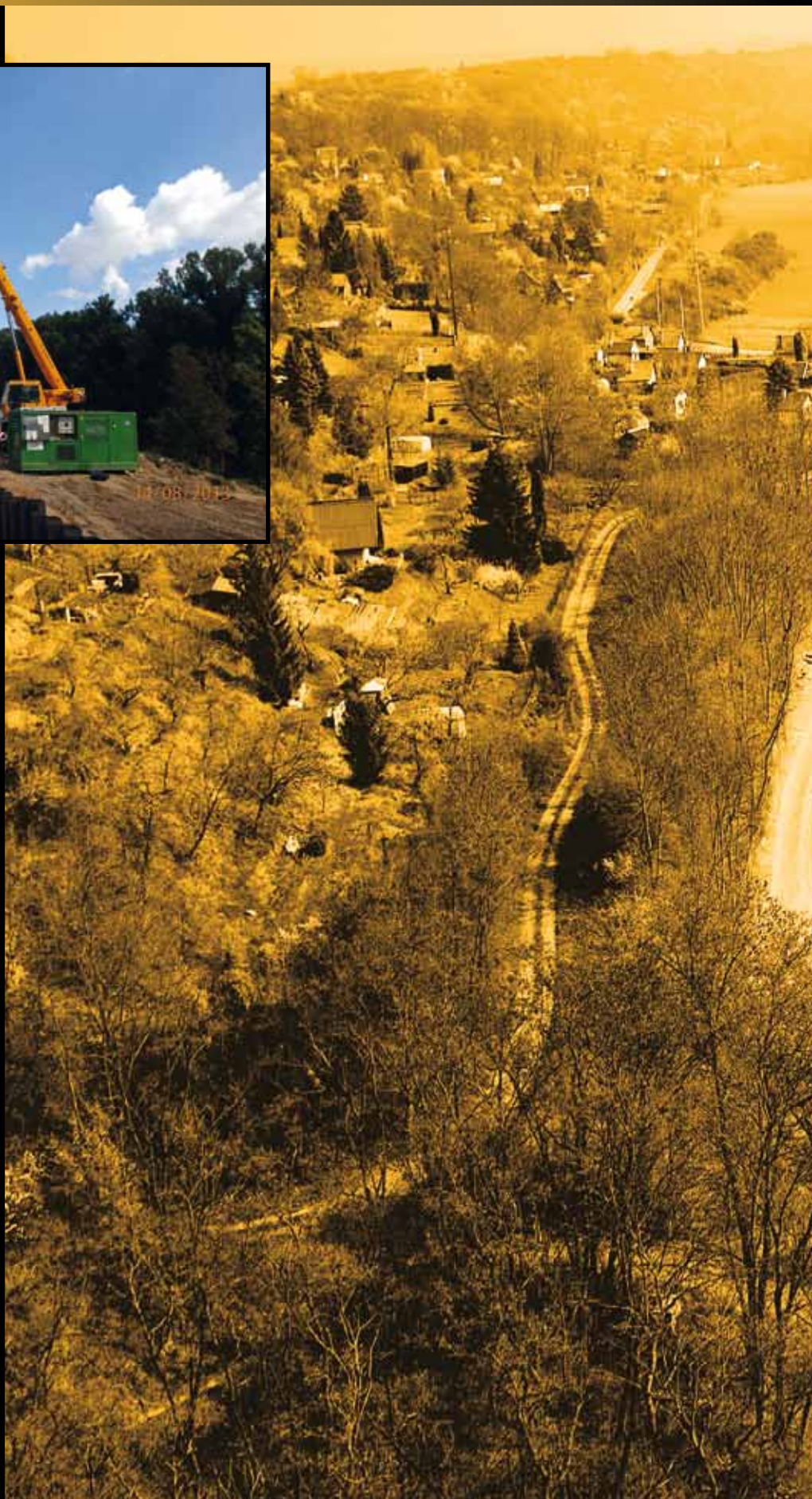
Foto u článků na str. 22–27: Ing. Radek Obst
Vizualizace: Ing. Ján Bradovka z map Google Earth

Účastníci stavby:
Investor: Povodí Labe, s. p.
Generální dodavatel: OHL ŽS, a. s., a Hochtief, a. s.
Projekt levý a pravý břeh: Sdružení firem: Sweco Hydroprojekt, a. s., AZ Consult, spol. s r. o., subdodavatel sdružení: HG Partner, s. r. o.
Realizace spodní stavby PPO: Zakládání staveb, a. s.
Subdodavatel některých prací spodní stavby: AZ Sanace, a. s.

Anti-flood protection measures in Děčín

Last year a new anti-flood protection line was completed in the town of Děčín. The protection walls are situated on both banks of the Labe River and they were designed to secure the lower parts of the town with dense urban development and transport network against future floods. The designed anti-flood protection consists in lower structure, an aboveground part and mobile barriers. The lower structure was designed as a permanent structure with both sealing and static functions. The Zakládání staveb Co. realised the supply of the lower structure for the anti-flood protection line on both sides of the river. The works were carried out in variable conditions along the roads, watercourses, etc. They required use of numerous methods of special foundation engineering, e.g. piles, micropiles, anchors and especially jet grouting.

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