

ZAKLÁDÁNÍ

časopis ZAKLÁDÁNÍ STAVEB, a. s.

1/2018

ročník XXX



- **PŘESTAVBA JEZU VRATISLAV I
A REKONSTRUKCE NÁBŘEŽNÍCH ZDÍ,
ČÁST II.**
- **VODNÍ DÍLO VELKÝ RYBNÍK – JÍMKA PRO
OBNOVU SPODNÍCH VÝPUSTÍ**
- **REKONSTRUKCE MOLA NA KAMENCOVÉM
JEZEŘE V CHOMUTOVĚ**
- **CHATEAU TROJA RESIDENCE V PRAZE**





OBSAH

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:

k článku na str. 20, foto Libor Štěrba

Překlady anotací:

RNDr. Ivan Beneš, autoři

Design & Layout:

Ing. Jan Bradovka a Jan Kadoun

Tisk:

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

Ročník XXX

1/2018

Vyšlo 15. 6. 2018

MK ČR 7986, ISSN 1212 – 1711

Vychází čtyřikrát za rok

Pro rok 2018 je cena časopisu 90 Kč.

Roční předplatné 360 Kč vč. DPH,

balného a poštovního.

Objednávky předplatného:

ALL PRODUCTION, s. r. o.

Areal VGP

Ve Žlíbku 1800/77 - Hala A7

193 00 Praha 9-Horní Počernice

tel.: 234 092 811,

E-mail: obchod@allpro.cz

http://allpro.cz/

http://predplatne.cz/

Podávání novinových zásilek

povolila PNS pod č.j. 6421/98

SERIÁL

Historie speciálního zakládání staveb – 19. část

2

Ing. Jindřich Řičica, ADSZS

TEORIE A PRAXE

Monitoring technologií speciálního zakládání V.

6

Ing. Ivan Bažant, Zakládání staveb, a. s.

Zatěžovací zkoušky mikropilot s vysokou únosností

8

Článek „High-Capacity Micropiles for Bulfinch Crossing“ kolektivu autorů z firmy Hub Foundation Co. z časopisu Deep Foundations III-IV/2018 přeložil a upravil RNDr. I. Beneš.

VODOHOSPODÁŘSKÉ STAVBY

Přestavba jezu Vratislav I a rekonstrukce nábrežních zdí v rámci modernizace Vratislavského vodního uzlu v Polsku, část II.

11

mgr. inž. Krzysztof Tomczuk, Zakládání staveb spółka akcyjna (a. s.), pobočka v Polsku

Vodní dílo Velký rybník – návrh stavební jímky pro obnovu spodních výpustí

16

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

Realizace stavební jímky

19

Michal Ručka, Zakládání staveb, a. s.

Rekonstrukce mola na Kamencovém jezeře v Chomutově

20

Michal Ručka a Ing. Michael Remeš, Zakládání staveb, a. s.

OBČANSKÉ STAVBY

Dostavba a obnova Barrandovských teras v Praze

Zajištění svahového odřezu podél nového objektu

24

Převzato a upraveno z portálu stavbaweb.cz, Business Media CZ, s. r. o.

Zajištění odřezu svahu mikrozáporovým pažením a opěrnou železobetonovou zdí

25

Ing. Michael Remeš, Zakládání staveb, a. s., (s využitím technické zprávy, Stavebně konstrukční řešení OS-6 Ing. Libor Helán, Ing. Petr Lamparter)

Chateau Troja Residence v Praze

28

Ing. Jaroslav Kazatel, Metrostav, a. s., vedoucí projektu Chateau Troja Residence

Projekt speciálního zakládání pro Chateau Troja Residence

30

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

HISTORIE SPECIÁLNÍHO ZAKLÁDÁNÍ STAVEB – 19. ČÁST

V této části seriálu se rozloučíme s rozsáhlou skupinou metod z oblasti zlepšování základových půd souvisejících technologicky s injektáží. Seznámíme se nyní s disciplínou, která je historicky velmi mladá a byla definována poměrně nedávno pod názvem „sloupové inkluze“. Dodatečně jsou však do této skupiny metod zahrnovány i různé starší a kombinované technologické systémy, z nichž některé ani injektáže nepoužívají. Zpětnou dějinnou odbočkou se poté nakonec vrátíme k metodě zmrazování. Je sice také odvozena svou technickou infrastrukturou od injektáží, ale používá podstatně odlišný technický princip zlepšení a zcela jiná média přenosu.

Sloupové inkluze (rigid inclusions)

Tento nový pojem vznikl původně v závěru minulého století pro název určité aplikace technologie injektáže, při níž bylo pro vznik souvislé **tuhé sloupové inkluze** využito nízkotlaké vtačování pojivového materiálu do svislého otvoru zhotoveného vřtem. Obecným záměrem bylo vytvoření nového **kompozitního bloku podzákladí vyztuženého inkluzemi**, který byl schopen zajistit v samostatně málo únosné základové půdě požadovanou únosnost a hlavně uniformní i poměrně nízké sedání.

Historickou inspirací pro tuto inovativní koncepci byl vlastně archaický způsob tradičního pilotového zakládání v jeho samých počátcích před několika tisíci lety, když byly pro jezerní obydlí zaraženy do nekonsolidovaných náplavů dřevěné kůly hustě vedle sebe. V minulosti pak byla občasné tato idea využívána ve zvláště obtížných podmínkách na různých místech světa, třeba v předhispánské době v Mexiku. Příkladem její masivní aplikace je výstavba Benátek v Benátském zálivu v Itálii od 5. století. Původní obyvatelstvo této části římské říše uprchlo před nájezdy barbarů ze severu pevniny do mořských bažin se stovkou ostrůvků, bezpečně vzdálených od pobřeží. Nouze je donutila vyvinout pro tak nehostinné prostředí vhodný způsob trvalého přežití a postupně zde vybudovali pozdější největší středověké město. Jeho stavby jsou vesměs založené na skupinách těsně blízko sebe zaražených krátkých dřevěných pilot, plovoucích v mocných, velmi různorodých náplavech (obr. 1).

Pro technický vývoj směrem k metodě kompozitních základů ale nebyly dlouho k dispozici výkonnější technické prostředky, natož návrhová teorie. V moderní době byl zase tento směr uvažování zastíněn vzhledem k efektům těžké mechanizace a k dosažení vysoké únosnosti jednotlivé piloty. Původní stará myšlenka se vynořila jako inovativní nápad až při zvažování, jak spojit získanou vysokou produktivitu strojů s požadavky na výrazně nižší materiálovou nákladovost založení stavby. Prakticky se začal projevovat již ve 20. letech minulého století u metody zřizování pískových a štěrkových pilířů využitím těchto snadno dostupných a levných



Obr. 1: Lehké ruční beranění relativně krátkých dřevěných pilot ve velmi těsných roztečích v základovém prostředí nekonsolidovaných mořských náplavů v Benátkách v 18. století (internet)



Obr. 2: Speciální roztlačovací vrták technologického systému původní metody CMC, použitý ve zvodnělých heterogenních násypech a měkkých organických jílech na stavbě rezidenčního komplexu v New Yorku (USA) v roce 2004 do hloubky 30 m (Soletanche Freyssinet/Ménard)

materiálů. Nejprve to bylo při aplikaci technologie ražení Franki a později i u průchozích ponorných vibrátorů (1. část seriálu). Tyto pilíře však ještě nejsou těmi pravými zástupci sloupových inkluzí, protože jejich tělesa jsou z dezintegrovaného materiálu a pro mobilizaci funkce proto vyžadují boční oporu základové půdy, zatímco inkluze nikoli. Mechanismus jejich interakce se základovou půdou je tedy odlišný a svěbytný.

Sloupové inkluze byly odvozeny z těchto starších souvislostí a z nových zkušeností s technologiemi injektáží až později. Jsou sice také nevyztužené, ale musí být ze soudržného pevnějšího materiálu, který vytvoří cementová suspenze nebo malta, aby na okolní velmi měkké zemině zcela nezávisely. Úvodní teorii chování takovýchto základových prvků vypracoval z prvních úvah a experimentů v roce 1988 francouzský inženýr **Olivier Combarieu**. Do praxe ji pak plně uvedla v roce 1994 francouzská firma Ménard Soil Treatment. Stalo se tak až poměrně dlouho po smrti jejího inovativně proslaveného zakladatele Louise Ménarda v roce 1978. Autoři pojmenovali svůj nový vynález „sloupy s řízeným modulem“ (Controlled Modulus Column – CMC). Jednalo se v podstatě o technologii zavrtávané výpažnice, ukončené speciálním roztlačovacím vrtákem (6. část seriálu). Vrtná kolona byla při vytahování kontrolovaně plněna tlakem cementové směsi tak, že v průběhu uvolňování pažení vrtu byly z ústí vrtáku více roztlačeny měkké vrstvy prostředí (obr. 2). Vytvářely se tím sloupy o proměnlivém průřezu 250 až 450 mm.

Tyto nové štíhlé základové prvky byly nevyztužené a instalované v poměrně malých roztečích cca 1 až 2 m. Byly výtečně využitelné v měkkých či kyprých stlačitelných základových půdách, obvykle pro plošné stavby s uniformním svislým zatížením. Tím, že byly integrovány svým pojivem i proměnlivým profilem do základové půdy a měly vyšší pevnost a tuhost než okolní zemina, došlo k výraznému zlepšení přenosu zatížení z konstrukce do půdy podzákladí. Výsledkem bylo snížení celkového sedání a vyrovnání jeho nerovnoměrnosti na ploše stavby. U počátků této nové metody byli tedy francouzští odborníci, a proto také zásadně

ovlivnili její pojmosloví. Jimi zavedené a dříve málo frekventované slovo „inkluze“ se rozmohlo i v jiných společenských oblastech, takže se udrželo i pro tuto novou disciplínu speciálního zakládání. Po úspěšném prosazení metody se totiž začalo experimentovat i s dalšími technologickými variantami provádění. Byly vyzkoušeny různorodé technologie instalace a prvky od malého průměru 15 cm až po 50 cm a více. Pro větší průměry jednotlivých prvků se výhodně uplatnily i dvě námi posledně sledované technologie zlepšování základových pód – trysková injektáž a soil-mixing. V tabulce na obr. 3 je uveden jejich přehled, shrnující hlavní typy těchto inkluzí i s odkazy na části našeho seriálu, které blíže pojednávají o technologických systémech využitých pro jejich vytváření.

Inkluze prováděné metodou CMC se v určitých podmínkách prosadily zejména svou technologickou jednoduchostí a mechanizační robustností (obr. 4).

Velmi se též rozšířilo využívání technologických systémů na principu ponorného průchozího vibrátoru (vibroflotu) se dvěma hlavními typy metod, nazývanými podle konzistence čerstvého betonu buď **mokrý**, anebo **suchý způsob**. Při mokrému způsobu se používá začerpávání tekuté směsi do otvoru vytvořeného vibroflotem při vytahování s omezenou vibrací, při suchém způsobu se plní vrt suchou směsí skipem a vibroflot ji při vytahování intenzivně roztlačuje (obr. 5).

Ačkoli se zakládání na inkluzích podobá konvenční skupině pilot, je třeba zdůraznit existující zásadní rozdíly. Především v šíři uplatnění, kde oproti téměř univerzálním pilotovým skupinám je zakládání na tuhých inkluzích specificky vhodné do podmínek měkkých základových pód a pro plošné svislé zatížení. Tam ovšem ekonomicky vyniká

Typ technologie – metoda	Technologie – v části seriálu
CMC – „sloupy s řízeným modulem“	6., 18.
Soil – mixing	18.
Trysková injektáž	17.
Zhutňovací injektáž	15.
CFA sloupy	6.
Ražená/vibrovaná dočasná výpažnice s botkou	1.
Ražené a betonované ponorným průchozím vibrátorem	1., 21.
Ražené speciální, dočasné pažící formové elementy	1.

Obr. 3: Přehled hlavních typů sloupových inkluzí ve speciálním zakládání staveb

v rychlosti provádění a ve výrazně nižších nákladech. Naprosto nejdůležitější rozdíl je ovšem v návrhovém posuzování mechanismu chování, protože tuhé inkluze nepřenesají zatížení z vrchní konstrukce do hlubších únosných vrstev jako piloty.

Doprovodná teoretická **koncepce zakládání na sloupových inkluzích** krystalizovala postupně a zpočátku byla dosti kontroverzní, proto je ji třeba náležitě osvětlit. Před nástupem této zvláštní koncepce se zjednodušeně uvažovalo, že založení může být obecně buď plošné, anebo na pilotách. Později se v závěru 20. století úvahy rozšířily i na spolupůsobení skupin pilot s plošným základovým roštem. Zcela nově se ale také začalo objevovat řešení komplexní interakce základové půdy spolupůsobící se zlepšením sloupovými inkluzemi. Součástí tohoto systému, nazývaného někdy **kompozitní založení**, byla mnohdy i vyztužená roznášecí vrstva zeminy na povrchu (obr. 6). Obě posledně uvedené odlišné koncepce hlubinného zakládání se ovšem někdy v okrajových podmínkách dotýkají či překrývají a sloupové inkluze se tak považují za jakousi hybridní alternativu ke skupinám plovoucích pilot.

Hlavní problém, který nastíněné inovativní uplatnění metod sloupových inkluzí v praxi přineslo, byl střet jejich poměrně vágních

a chabě vymezených realizačních pravidel s dosavadními klasickými koncepcemi speciálního zakládání, spoutanými zejména u pilot do přísných standardů a předpisů. Je to dalším příkladem, jak v posledních desetiletích prudký vývoj technologické praxe předbílá teoretické a návrhové přístupy. Některým prováděcím firmám, které se této nové, bouřlivě prosazované základací disciplíně bystře uchopily, například francouzské firmě Ménard nebo britské Keller, to přineslo znásobenou konkurenční výhodu. Je proto přirozené, že se tento segment oboru speciálního zakládání stal na počátku nového století tím nejdynamičtějším se rozvíjejícím. Teprve po deseti letech se objevily kroky potřebné pro institucionalizaci návrhových a prováděcích postupů sloupových inkluzí, nejprve ve Francii (ISRA 2012) a pak v Belgii a Nizozemsku, s návazností na aktuálně upravované **zásady Eurokódů**.

V tuzemsku tato disciplína našla vzhledem k převažující geologické situaci uplatnění jen v lokálně omezených a zvláště geotechnicky vhodných podmínkách. Jako první ji použila ve verzi betonových nevyztužených pilířů, zhotovených průchozím ponorným vibrátorem suchým způsobem, firma Keller v roce 2002 v Praze při výstavbě prodejního centra Černý Most (obr. 5).



Obr. 4: Typická technologická sestava robustního zařízení k provádění sloupových inkluzí CMC z čerpané betonové malty v roce 2010 (Vibro Menard)



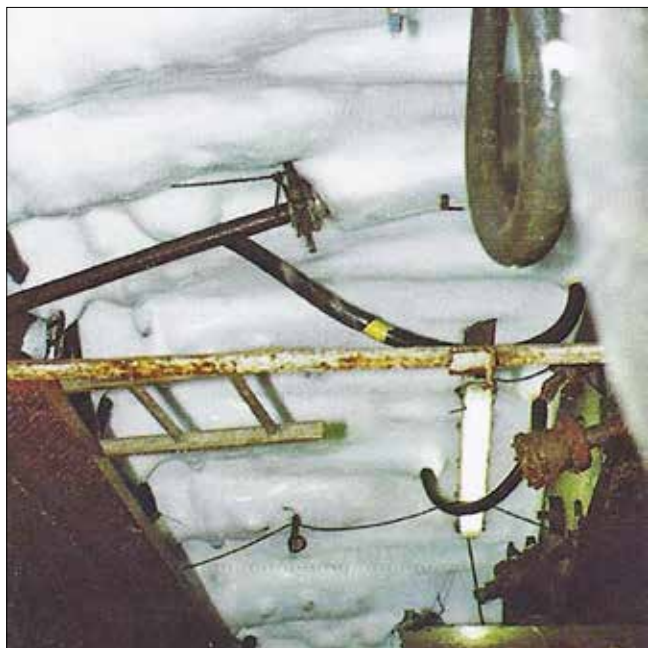
Obr. 5: Plnění skipu suchou betonovou směsí pro zhotovení betonových sloupových inkluzí technologií průchozího ponorného vibrátoru na pražské stavbě v roce 2002 (Keller)



Obr. 9: Pracoviště zmrazování tekutým dusíkem do hloubky 30m na stavbě vodního tunelového přivaděče Iver o průměru 2,54m v Buckinghamshire ve Spojeném království v roce 1985. Je patrné volné odvětrávání vrtů (Stent Foundations).

měsíců. Poté byla šachta zaplněna horkou vodou pro urychlené odlednění a umožnění následné kontroly případných průsaků. Za další čtyři měsíce bylo po vyčerpání vody 27. května 1986 vše na díle shledáno bez průsaků a práce pak mohly pokračovat podle původních plánů do hloubky 150 m.

Stejná metoda zmrazování se pak u nás využila u mnoha dalších důlních děl nejen na Mostecku, ale i v jiných revírech. Například v polovině 20. století i v porubech mělkých lignitových dolů na Hodonínsku. V roce 1962 byla ve Francii nově zavedena metoda **přímého přenosu** účinku mrazu do zeminy pomocí do vrtů začerpávaného **kapalného dusíku** o teplotě -186°C . Toto médium totiž postačí jen dovážet na stavbu do zásobníků a odpadá tím náročná místní výroba zmrazování. Také je však větším teplotním gradientem umožněno rychlejší zmrazování nejméně o 20 %, což je výhodné u krátkodobých



Obr. 11: Zmrazené okolí břitu štítu soupravy TBM s pomocí vějířů zmrazovacích vrtů se solankou pro výměnu řezných hlav stroje na stavbě podmořského tunelu Storebaelt v roce 1994 (Soletanche)



Obr. 10: Ochranná klenba zeminy zmrazené pomocí 12 vrtů vyplněných kapalným dusíkem pro ražbu tunelu linky U3 vídeňského metra v roce 1987 (Soletanche)

stavebních akcí. Určitou obecnou nevýhodou, která omezuje využití této metody v podzemí, je nutnost volného odvětrávání otevřených vrtů (obr. 9).

Tuto metodu použila v roce 1987 při výjimečně vhodné konfiguraci na stavbě úseku U3 vídeňského metra rakouská firma SWIBO, pobočka firmy Soletanche. Vytvořila v předstihu dočasnou ochrannou klenbu o délce 70 m ke zřízení tunelu procházejícího ve vzdálenosti 6 m pod stávajícími základy domů. Písčitá a šterkovitá zemina zde sice byla nad hladinou podzemní vody, ale její vlhkost cca 3 % byla přitom dostatečná pro vytvoření bezpečného ledového štítu (obr. 10).

Ukázkou rozsáhlého využití kombinace obou metod bylo v letech 1989 až 1995 zmrazování při stavbě 8 km dlouhého podmořského tunelu Storebaelt, spojujícího ostrovní části Dánska. Firma Soletanche s jejich pomocí zajistila pokračování výstavby ve velmi kritických místech. Technologie kapalného dusíku byla nasazena jen z otevřeného povrchu umělého ostrova pro krátkodobou riskantní operaci uvolnění čel zavalených razicích štítů. Dlouhodobě bylo zase nasazeno zmrazování pomocí solanky cirkulující ve vrtech zřízených zevnitř tunelů v obtížných partiích ražeb. Jednalo se o křížení tunelů a o komory pro výměnu řezných hlav razicích štítů (obr. 9).

V České republice dosud nebylo v průmyslu stavebnictví zmrazování použito.

Ing. Jindřich Říčka, ADSZS

The history of special foundation XIX

By this part of the sequel the large group of soil improvement methods related to grouting techniques is going to be left. The last connected discipline is historically very young one as it was defined quite recently under the name "rigid inclusions". This group however presently by additions comprises even various older and combined systems of technique with some of them not ever employing grouting now.

Afterwards we return back to ground-freezing method by history digression. Though the method is divided by its technical infrastructure from grouting it is however based on the fundamental different principle of improvement and on the quite different medium of transfer.

MONITORING TECHNOLOGIÍ SPECIÁLNÍHO ZAKLÁDÁNÍ V.

Páté pokračování seriálu o využití monitoringu v technologiích speciálního zakládání je zaměřeno na technologie injektáže zemin a skalních hornin. Ve všech variantách injektáže je zásadní kontrola injekčního tlaku a dodávaného množství injekční směsi. Monitoring injektáže vyhodnocuje dosažené výsledky na jednotlivých etážích (tlak a injektované množství) a na základě těchto výsledků se plánuje opakování injektáže v dalších fázích, dokud v celém zájmovém prostředí nedojde ke splnění zadaných kritérií.



Monitoringy injektáží firmy PARTNERmb: a) s čerpadly Obermann



b) velín s obsluhou



c) přenosná verze monitoringu

Technologie injektáže obecně

Injektáže zemin soudržných i nesoudržných jsou prováděny přes manžetovou trubku, která se osazuje do vrtu vyplněného zálivkou. Manžetová trubka z PVC nebo oceli je na každé etáži opatřena perforací, krytou gumovou manžetou. Injektáž se následně realizuje pomocí dvojitého obturátoru, který se postupně od počvy vrtu potahuje po jednotlivých etážích směrem k ústí vrtu.

Injektáž skalních hornin se provádí přímo přes vrt bez manžetové trubky. Vrt v hornině prochází přes plochy nespojitosti, které jsou vyplňovány injektáží. Obturátor se tudíž upíná přímo do stěn vrtu. Většinou se používá jednoduchý obturátor, který uzavírá etáž pouze proti horní části vrtu.

Rozdělení monitoringu

Monitoringy lze dělit podle stupně řízení injekčního čerpadla do těchto kategorií:

- Monitoring pouze zaznamenává průběh injektáže – obsluha řídí a vypíná čerpadlo ručně.
- Monitoring navíc umí po dosažení parametrů ukončit injektáž zastavením čerpadla.
- Monitoring navíc umí po protržení zálivky řídit rychlost čerpadla dle zadaných kritérií.
- Monitoring umí automaticky zainjektovat danou etáž, obsluha pouze spustí start injektáže.
- Monitoring díky nahranému pracovnímu příkazu určuje postup injektáže.
- Monitoring dokáže injektovat i dle speciálních metod intenzity injektáže, např. metodou GIN.

Injektáž

Zakládání staveb, a. s., používá monitoringy firmy PARTNERmb s. r. o., které dokážou ručně, poloautomaticky nebo plně automaticky zainjektovat dle pracovního příkazu příslušnou etáž. Jeden monitoring je schopen najednou řídit až čtyři injekční čerpadla a dle nastavení převzít kontrolu nad plněním zeminy nebo skalních puklin. Obsluha pouze vybere dle instrukcí od obsluhy vrtu přednastavenou práci na dané etáži a po rozběhu čerpadla hlídá „protržení“ zálivky okolo manžety, poté předá řízení automaticce a může se věnovat dalšímu vrtu.

Po provedení injektáže na pracovním poli technik stavby vyhodnotí dosažené výsledky a případně připraví pro další fázi injektáže pracovní příkaz na doinjektování pouze těch míst, kde nedošlo ke splnění zadaných parametrů. Pracovní příkazy a výsledky z injekčního pole se přenášejí mezi kanceláří a monitoringem injekční stanice pomocí datového záznamu, např. na USB disk.

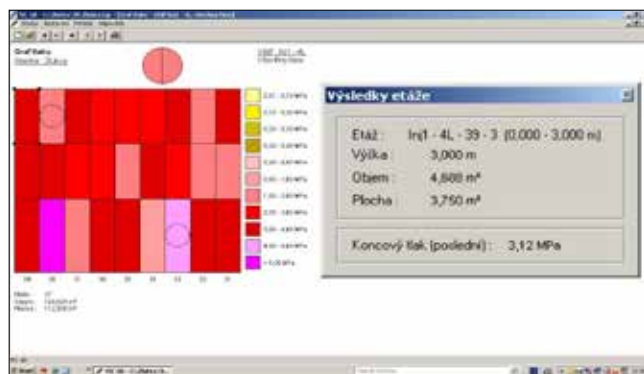
Vodní tlaková zkouška

Monitoring umožňuje i kontrolu nepropustnosti podloží tak, že před zahájením injekčních prací se do vrtu čerpá pod konstantním tlakem voda a průtokoměrem se měří její průtok.

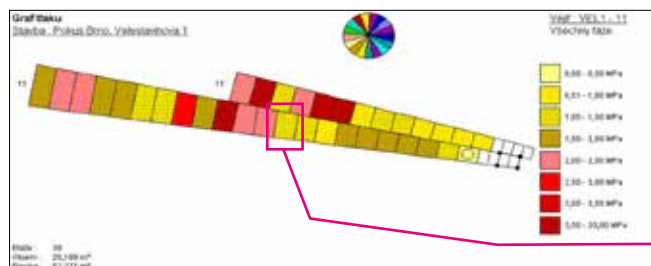
Po ukončení injektáže první řady se vyvrtají nové vrtory pro vodní tlakovou zkoušku a na základě nového měření se vyhodnotí nepropustnost podloží nebo se pokračuje doplňkovými vrtory s injektáží.

Vyhodnocovací program TEC GR

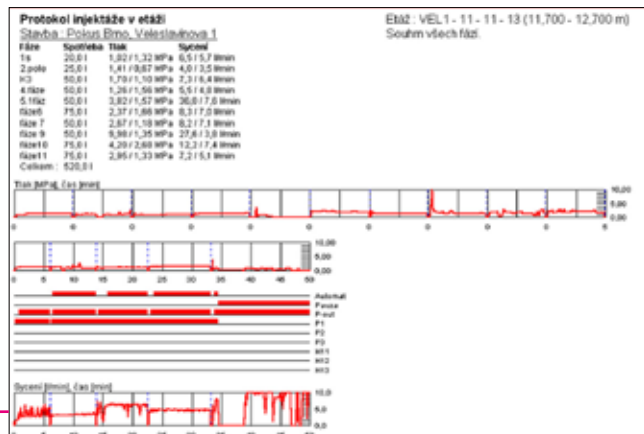
Pro zadávání pracovních příkazů a vyhodnocení práce je určen program TEC GR,



Grafické znázornění stavu injekčního pole programem TEC GR



Grafické znázornění dosaženého tlaku injektáže věžně programem TEC GR + podrobný protokol vyznačené etáže





Monitoring BAP100 na čerpadle Techniwell TWG3 a monitoring CINAUT 15 (JeanLutz, s. a.)

kterému je nutno před zahájením prací zadat trajektorie stavby, injekčního pole, vějířů, počet etází každého vrtu a parametry tlaku a koncového množství směsi v dané fázi. V režimu pro „VĚJÍŘE“ program vypočítá objem prostředí, který má každá z etází proinjektovat nebo v režimu „KOTVY“, kde se množství směsi zadává dle projektu.

Monitoringy zahraničních firem

Jean Lutz s. a. z Francie používá pro řízení injektáže více monitoringů. Pro jedno čerpadlo stačí LUTIN s integrovanou tiskárnou nebo BAP100, pro 2 čerpadla LT3nx nebo VOPI2 s integrovanou tiskárnou, pro 4



Propagační materiály firmy DAT instruments

čerpadla BAP160C nebo nejmodernější monitoring DIALOG a pro 12 čerpadel CINAUT 15. DAT instruments z Itálie pro injektáž jedním čerpadlem používá monitoring JET DSP 100/IR a pro čtyři čerpadla JET 4000 AME /I. Letos v červnovém Open Day představil DAT Instruments nový monitoring DAT WideLog.



Nový monitoring DAT WideLog, f. DAT Instrument

Závěr

Monitoring injektáží dává technikovi řídícímu postup injektáže informace o prováděné injektáži pro plánování dalších fází a v závěru mu umožňuje tisk protokolů o splnění předepsaných podmínek. Kontrolou pomocí vodních tlakových zkoušek je možné dokladovat účinnost provedené injektáže a nevyhovující místa neprodleně opravit.

Ing. Ivan Bažant, Zakládání staveb, a. s.

Monitoring of Special Set Up Technologies V.

The fifth continuation of the series on the use of monitoring in special foundation technologies is focused on the technology of a soil and rock grouting. In all grouting variants, it is essential to check the grouting pressure and the amount of grouting mixture delivered. Grouting monitoring evaluates the results achieved on individual levels (pressure and grouted quantity) and, based on these results, it is planned to repeat the grouting in the next phases until the specified criteria are met in the entire environment.

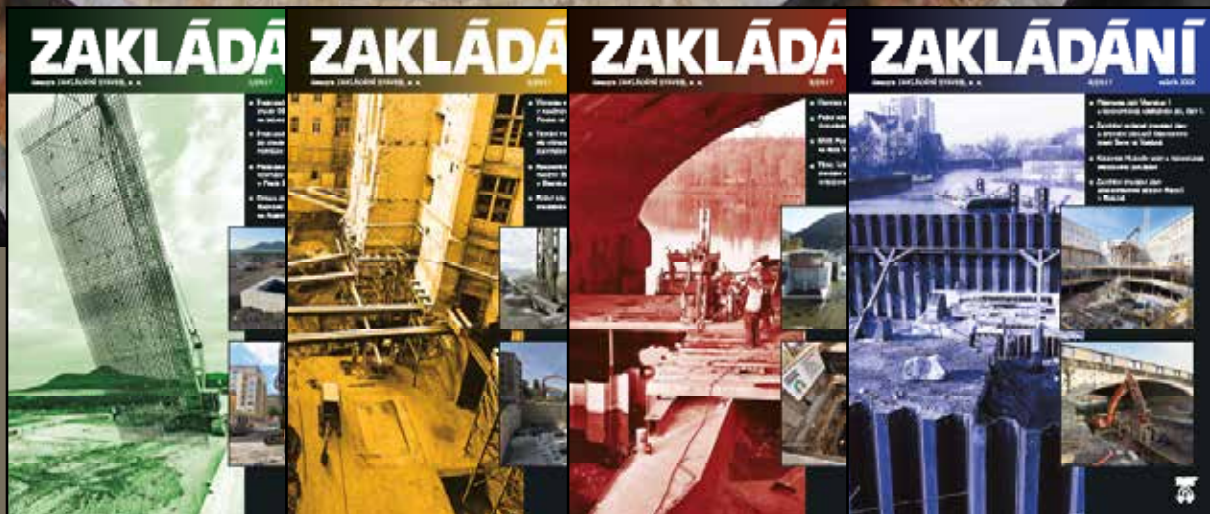
ZAKLÁDÁNÍ

Odborný časopis o všem podstatném a aktuálním v oboru speciálního zakládání staveb

HLUBOKÉ STAVEBNÍ JÁMY - LINIOVÉ STAVBY V MĚSTSKÉM PROSTŘEDÍ - STAVBY NA VODNÍCH TOCÍCH - PRESTIŽNÍ ZAHRANIČNÍ STAVBY - HISTORIE OBORU



Vydává:
ZAKLÁDÁNÍ STAVEB, A. S.,
K Jezu 1, Praha 4, 143 01
tel: 244 004 111,
www.zakladani.cz





Pohled na nově zrekonstruovanou zeď na ostrově Piasek v centru Vratislavi

PŘESTAVBA JEZU VRATISLAV I A REKONSTRUKCE NÁBŘEŽNÍCH ZDÍ V RÁMCI MODERNIZACE VRATISLAVSKÉHO VODNÍHO UZLU V POLSKU, ČÁST II.

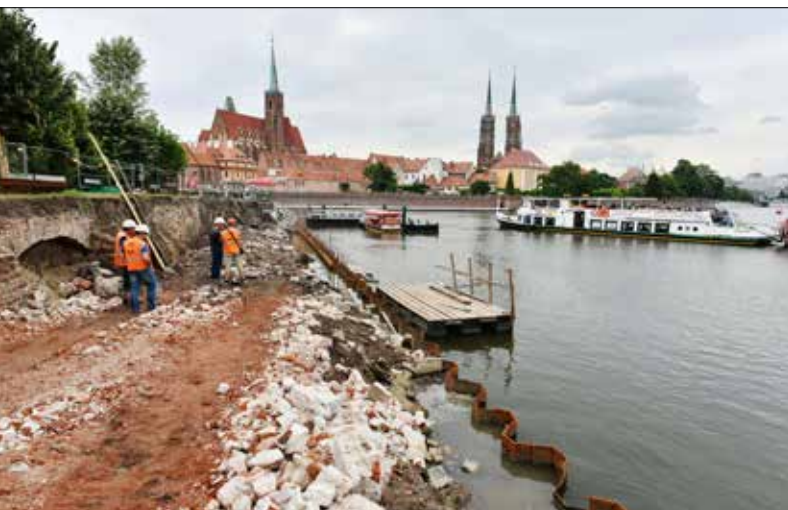
V minulém vydání jsme představili způsob a okolnosti komplexní přestavby jezu Vratislav I. V tomto pokračování se budeme věnovat opravám, které s přestavbou jezu přímo souvisely. Jednalo se o rekonstrukci několika nábrežních zdí, přičemž u dvou z nich se uplatnily technologie speciálního zakládání: u nábrežní zdi na ostrově Piasek (1) a opěrné nábrežní zdi na horní vodě nad jezem Vratislav I (2). Velkou, avšak jen povrchovou rekonstrukcí prošla i nábrežní zeď podél jezu mezi Pomořským a Sikorského mostem (3). Na projektu přestavby jezu Vratislav i rekonstrukci nábrežních zdí se podílela společnost Zakládání staveb, a. s., (PL) zpočátku jako partner v joint venture firm se společností Hydrobudowa Gdańsk S.A. a na konci prací jako jediný dodavatel.

Poměrně rozsáhlé a dosti nákladné stavební práce oprav nábrežních zdí nebyly zahrnuty v původním projektu a byly zadány dodatečně. K jejich rekonstrukci, a tedy zahrnutí do celého projektu, vedlo několik skutečností:

- kritický stav nábrežních zdí, kdy hrozilo, že zdi by při další povodni byly vodou „rozebrány“, což by mělo závažné následky pro celé historické město;
- předpokládané změněné hydraulické působení na nábrežní zdi vyvolané výstavbou nového jezu.



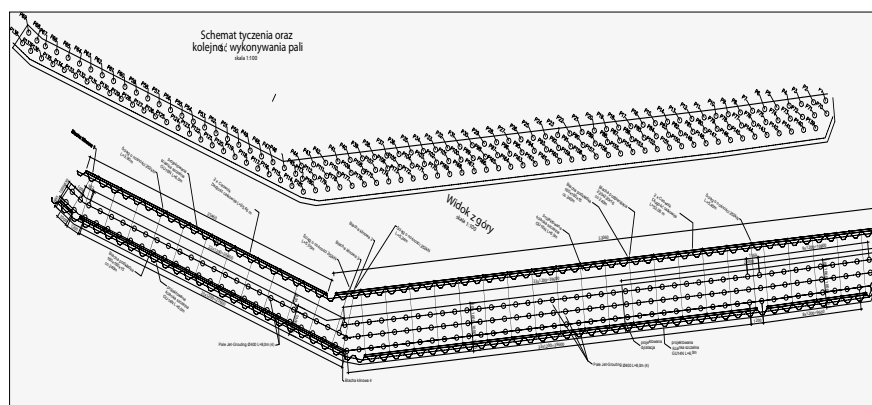
Situace s vyznačením polohy nového jezu Vratislav I s rybím přechodem a rekonstruovaných nábrežních zdí



Stav po demolici původní nábrežní zdi na ostrově Piasek s neúnosným podložím



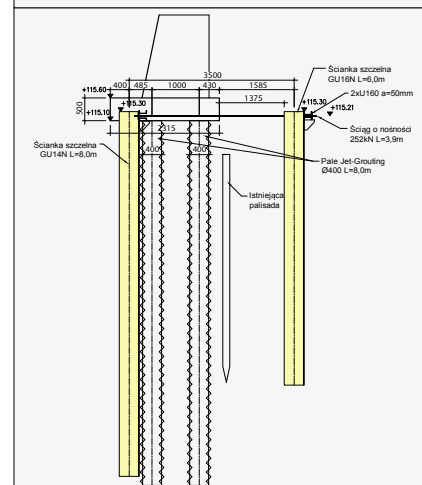
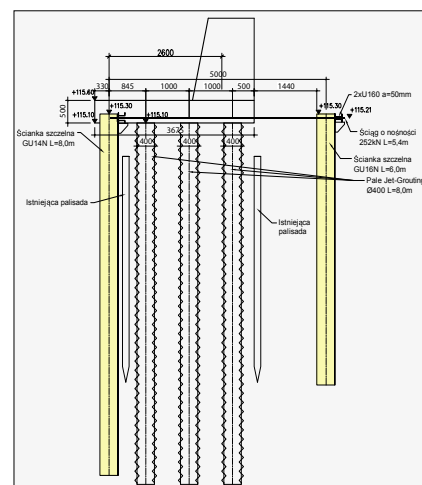
Beranění štětové jímky pro pažení stavební jámy pro výstavbu nové nábrežní zdi na ostrově Piasek



Půdorys založení nové nábrežní zdi na ostrově Piasek na řadách sloupů tryskové injektáže

Nábřežní opěrná zeď u ostrova Piasek

Tato zeď byla po povodni v roce 2010 vážně poškozena a bylo nutné provést její kompletní rekonstrukci a rozebrání. Jakákoliv pouze povrchová oprava by stabilitu zdi ze statického hlediska nezajistila. Před rekonstrukcí byl proveden doplňkový geologický průzkum v celé délce zdi. Zjištěná geologická skladba podloží však nesignalizovala nic dobrého – byly zde zastiženy dosti neúnosné vrstvy.



*Řez zachycující pažení stavební jámy beraněnými
štetovnicemi a založení nové nábrežní zdi na
sloupech tryskové injektáže na ostrově Piasek*



Pohled na část centra Vratislavi s ostrovem Piasek



Nová nábrežní zeď s kamenným a kabřincovým obkladem skvěle zapadá do historického prostředí starého města

Původní návrh, který předpokládal obnovení zdi na jejím původním základu, tím začal dostávat vážné trhliny a začalo se uvažovat o nějaké formě zpevnění podzákladí. Po demolici staré zdi se obavy naplno potvrdily. Předpoklad, že se pod zdí nachází dobře zachovaný základ, byl zcela mylný. Nacházel se tam neúnosný násyp s fragmenty cihel a zbytky starých dřevěných pilot. Byla proto provedena revize projektu. Ta spočívala především v návrhu dodatečného zpevnění podloží sloupy tryskové injektáže (TI). Navrženy zde byly sloupy průměru 400 mm v délce 8 m ve 2–3 řadách s roztečí 1200 mm. Vzdálenost mezi řadami byla 1000 mm. Celkem zde bylo realizováno cca 180 sloupů TI. Požadovaná pevnost TI byla projektem předepsána na 3 MPa. Revidován byl také projekt pažení výkopu pro demolici a výstavbu základů. Nově zde byly navrženy beraněné štětové jímky s délkou štětovnic cca 6 m.

Opěrná nábrežní zeď na pravém břehu na horní vodě u jezu Vratislav I

Kromě neutěšeného stavu původní zdi délky cca 61 m bylo dalším cílem rekonstrukce zlepšení hydraulických podmínek přítoku vody na nový jez. Rekonstrukce zdi probíhala podobným způsobem jako u zdi na ostrově Piasek. Demolice porušené staré zdi a výstavba zdi nové probíhaly i zde pod ochranou

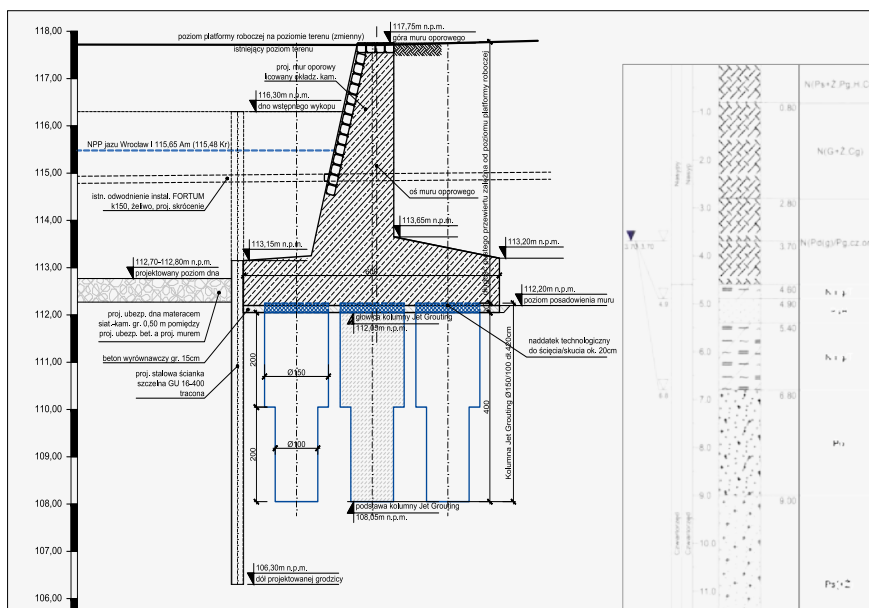
dočasně štětové jímky. Ocelové štětovnice byly zabírány do dna řeky a zavázány do břehové části.

Po rozebrání staré zdi zde byl rovněž zhotoven nový základový blok, podepřený třemi, resp. dvěma, řadami sloupů tryskové injektáže. Sloupy TI byly navrženy a realizovány o proměnném průměru po délce sloupu. V horní části ve středně ulehých soudržných zeminách měl sloup TI délku cca 2 m

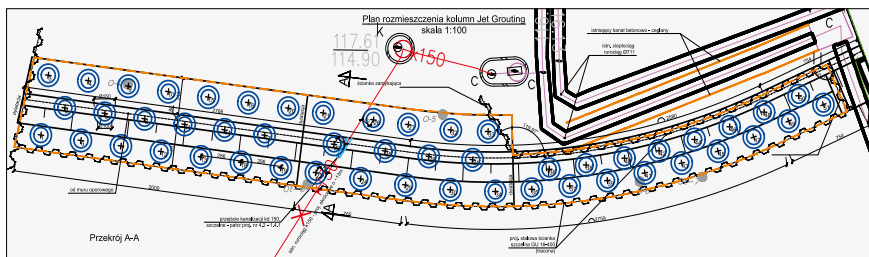
a průměr 1500 mm. Ve spodní části, kde se již nacházely zeminy nesoudržné, byl délky cca 2 m a průměru 1000 mm. Celková délka sloupů byla tedy 4 m. Sloupy měly vzájemnou rozteč 2,5–3 m. Vzdálenost mezi řadami sloupů byla navržena 1,5–2,5 m. Pracovní plošina pro vrtání sloupů TI byla v úrovni terénu, jednotlivé vrty byly prováděny v délce cca 9 m, z čehož 5 m bylo takzvané hluché vrtání. Celkem zde bylo zhotoveno 51 sloupů TI



Opěrná nábrežní zeď nad jezem Vratislav I při obkládání žulovým kamenem



Řez nábrežní zdí nad jezem Vratislav I založenou na třech řadách sloupů tryskové injektáže



Půdorys nábrežní zdi nad jezem Vratislav I založené na řadách sloupů tryskové injektáže

v celkové délce 214,5 m. Požadovaná pevnost TI byla opět 3 MPa.

Železobetonová konstrukce zdi byla následně ze strany řeky celá obložena pohledovým žulovým kamenem.

Část štetovnic pažení jámy byla po dokončení stavby ponechána na místě (po jejich zařízení) jako trvalá ochrana proti případnému vymývání materiálu z prostoru mezi sloupy tryskové injektáže pod základem zdi.

Jelikož obě nábřežní zdi stojí v přímém sousedství zástavby a turisticky atraktivního území, přístup k nim ze břehu byl omezený, a proto práce probíhaly nejen ze břehu, ale většinou i z vody za pomoci speciálních

postupů, které minimalizovaly požadavky na velikost záborů, nutného strojního vybavení a doby provádění jednotlivých etap výstavby. Na provádění beranicích prací bylo nasazeno vibrační beranidlo MOVAX nasazené na bagr pomocí hydraulické přípojky stroje a přitlaku ramenem stroje. Tento stroj, i přes svou poměrně malou hmotnost, snese svými technickými parametry a výkonem srovnání s mnohem většími stroji. Ve srovnání s jinými typy podobných zařízení (např. DAWSON) má navíc tu výhodu, že umožňuje boční úchyt profilů. To umožňuje strážení delších štetovic, než by zvládlo jen rameno bagru. Další výhodou byla možnost hydraulického řízení

sklonu beranu, což usnadnilo vedení profilu podle projektu a snadnější odebrání štětovic z místa skladování.

Opěrná nábrežní zeď mezi Pomorským a Sikorského mostem délky 460 m

Technický stav této zdi se výrazně zhoršil po povodni v roce 2010. Zvýšení průtoku vody v souvislosti s novým jezem Vratislav I by pak ještě mohlo zvýšit riziko její destrukce. Původní zeď měla v koruně rozdílnou výšku, což by mohlo vést k přelítí koruny a vylítí vody z koryta přímo v centru města. Rekonstrukce této téměř půl kilometru dlouhé zdi tak spočívala především v opravě poškozeného lícového zdiva a úpravě koruny zdi, která nově respektuje i záměr místního územního plánu, který předpokládá v přímém sousedství zdi v blízké budoucnosti vznik levé strany. Tomuto záměru byl přizpůsoben i návrh nového zábradlí osazeného v celé délce zdi.

Architektonické ztvárnění

Vzhledem k poloze jezu a ostatních popisovaných konstrukcí na území vratislavského starého města bylo při zpracování projektu třeba klást také velký důraz na odpovídající estetické působení stavby. Na jedné straně muselo být výrazné a moderní, na druhé však i splynout s okolní sousední historickou zástavbou. Proto byly všechny rekonstruované opěrné zdi provedeny s finálním obložením kabřincem, resp. kamenem, v celém rozsahu jejich pohledových ploch. Tím se značně přiblížily vzhledu původních konstrukcí. Také u objektu jezu byla snaha ve zvlášť exponovaných místech přiblížit vzhled jeho železobetonové konstrukce charakteru „zdí“, čehož se dosahovalo použitím speciálních tvarových forem bednění.

Závěr

Modernizace Vratislavského vodního uzlu je po všech stránkách nevšední stavební projekt, úzce navázaný na život rozsáhlé městské aglomerace. Základní problém při realizaci stavby představovala poloha jezu a opěrných



Opěrná nábrežní zeď dl. 460 m na pravém břehu u jezu Vratislav I; zde bylo kompletně vyměněno především lícové zdivo a upravena koruna zdi

zdí v samém centru starého města u historických konstrukcí. Ta si vyžádala omezení staveniště a skladových prostor na naprosté minimum a přípravu harmonogramu dodávek tak, aby byl materiál co nejrychleji vestavěn a nezabíral na staveništi místo. Velkou část materiálu potřebného ke stavbě bylo tak třeba transportovat po vodě, čehož nebylo vždy snadné dosáhnout vzhledem ke světlé výšce mostů nad hladinou Odry.



Detailní pohled na schodiště nově opravené nábřeží zdi dl. 460 m na pravém břehu u jezu Vratislav I

I přes tyto a další omezující podmínky vzniklo dílo, které snese ta nejpřísnější kritéria kvality, funkčnosti a estetického působení, které má ty nejlepší předpoklady sloužit bezproblémově obyvatelům Vratislavi po následující desetiletí.

mgr inž. Krzysztof Tomczuk, Zakładani staveb spółka akcyjna (a. s.), pobočka v Polsku
Foto: Libor Štěřba

Základní údaje o stavbě:

Název kontraktu: ORFPP B2-4.2/2011 – Ostatní objekty Vratislavského vodního uzlu
Investor: Regionální vodohospodářská správa ve Vratislavi

Inženýr kontaktu: JV Aecom infrastructure and Enviroment Limited (Leader), Halcrow Gropu Limited BRL inženýrie, Aecom Polska

Zhotovitel: JV Hydrobudowa Gdańsk – Zakládání staveb, a. s., později Zakládání staveb, a. s., samostatně

Financování:

72,77 % – Kohezní fond (operační program Infrastruktura a životní prostředí),
13 % – Mezinárodní banka pro obnovu a rozvoj,
10,84 % – Rozvojová banka Rady Evropy,
3,2 % – státní rozpočet,
0,19 % – Vojvodský fond ochrany životního prostředí.

Hodnota kontraktu v závěrečném vyúčtování:

49 341 828 PLN brutto

Termín realizace: 2012–2016

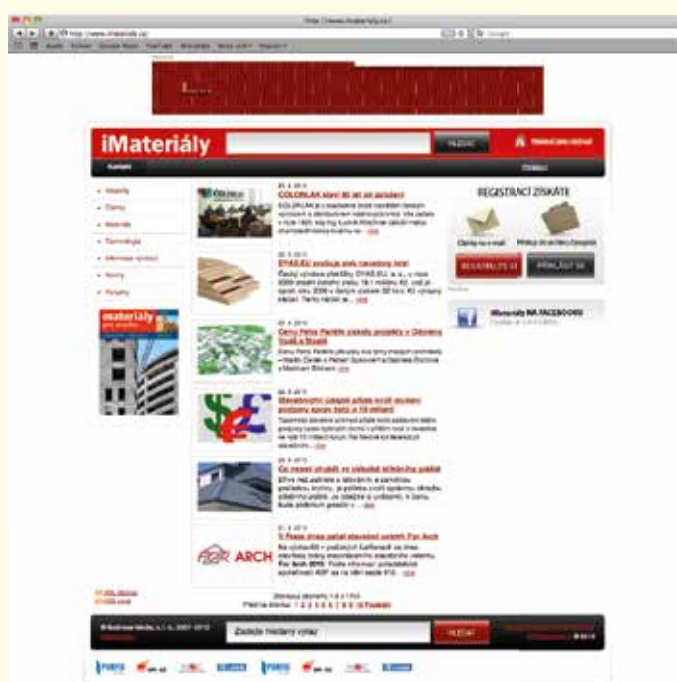
Reconstruction of the Vratislav I weir and reconstruction of the coastal walls in the framework of modernization of the Wroclaw water junction in Poland, part II.

In the last issue we presented the way and circumstances of the complex rebuilding of the Vratislav I weir. In this continuation we will devote the repairs that were directly related to the conversion of the weir. It was a reconstruction of several waterfront walls, with two of them using special foundation technology: near the coastal wall on the island of Piasek and a backwater wall on the upper water above the Vratislav I. It was a great, but only a surface reconstruction, a coastal wall along the weir between Pomeranian and Sikorski Bridge. The reconstruction of the Vratislav weir and the embankment walls was partly carried out by the company Zakládání staveb, a. s., (PL) initially as a joint venture partner with Hydrobudowa Gdańsk S.A. and at the end of the work as the sole contractor.

iMateriály

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

www.imaterialy.cz





VODNÍ DÍLO VELKÝ RYBNÍK – NÁVRH STAVEBNÍ JÍMKY PRO OBNOVU SPODNÍCH VÝPUSTÍ

Na nádrži Velký rybník u Kutné Hory na říčce Vrchlici provedla společnost Zakládání staveb, a. s., zajištění stavební jámy pro obnovu spodních výpustí nového odběrného objektu. Tento objekt doplňuje vodní dílo do požadovaných parametrů dle Vodního zákona a umožní manipulaci s vodou v nádrži. Navržena zde byla jímka ze štětovnic typu VL604 s utěsněním paty štětovnic tryskovou injektáží s vloženými mikropilotami pro zajištění pat štětovnic a také pro fixaci skalního odřezu v místě rozpěr. Pro zajištění stability pažicí konstrukce byl navržen rozpěrný systém ve čtyřech úrovních. Konstrukce jímky, byť nevelká rozsahem, byla poměrně náročná jak z projekčního, tak i realizačního hlediska

Vodní nádrž v dané lokalitě je historicky dokladovaná od roku 1850, kdy zde zřejmě byla uskutečněna větší úprava původního rybníku Velký královský. Další větší úprava byla provedena v r. 1923, kdy byl vybudován nový výpustní objekt. Po 2. světové válce nádrž přestala sloužit svému hlavnímu účelu – zásobování vodou – a byla zrušena trvalá obsluha. V následujících letech zde byly prováděny pouze opravy stávajících zařízení stavebních částí. Nádrž Velkého rybníku má rozlohu 7,3 hektaru, celkový objem 299 tis. m³ a retenční objem 48 tis. m³. Hráze je umístěna v úzkém údolí se zavázáním do skalních výchozů. Výška hráze je až 15 m a délka v koruně cca 90 m. Stavební jímka pro obnovu výpustí byla provedena na hrázi, resp. částí je vetknuta do hráze rybníka.

Základní charakteristika stavby spodních výpustí

Pro obnovu spodních výpustí byla využita původní štolu v levobřežní části hráze, která se celým svým profilem nachází ve skalním masivu a ve výústění navazuje na koryto Vrchlického potoka. Nový objekt spodních výpustí bude umístěn na návodní straně hráze, a navazuje tedy na původní štolu, která bude upravena pro požadovaný profil. V novém objektu spodních výpustí je soustředěno veškeré technologické zařízení a zařízení pro obsluhu objektu vodního díla. Součástí stavby je i zvýšení kapacity dvou bezpečnostních přelivů a úprava odpadního koryta od pravostanného přelivu včetně opravy dělicí zdi mezi tělesem hráze a odpadním korytem. Objekt spodních výpustí sestává z: – vtokového objektu a přívodní štol,

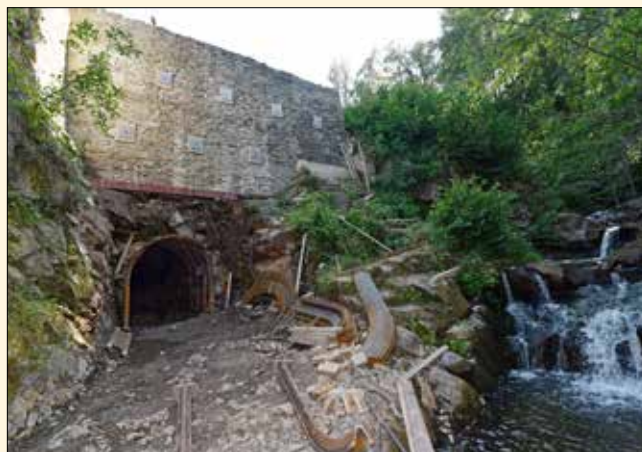
– obslužné věže, do které je napojena přívodní štolu a od ní je vedena odpadní štolu, – odpadní štolu, která navazuje na strojovnu a od výstupního portálu navazuje na otevřené koryto a ústí do potoka Vrchlice.

Při návrhu projektové dokumentace ve stupni DPS, vypracované firmou Aquatis v září 2015, bylo uvažováno v místě jímky s rovinným povrchem skalního podloží. Jako technické řešení zajištění stavební jámy byla navržena 3x rozpíraná jímka ze štětovnic VL604. Výkop v jímce dosahuje hloubky 10,1 m od hladiny rybníka.

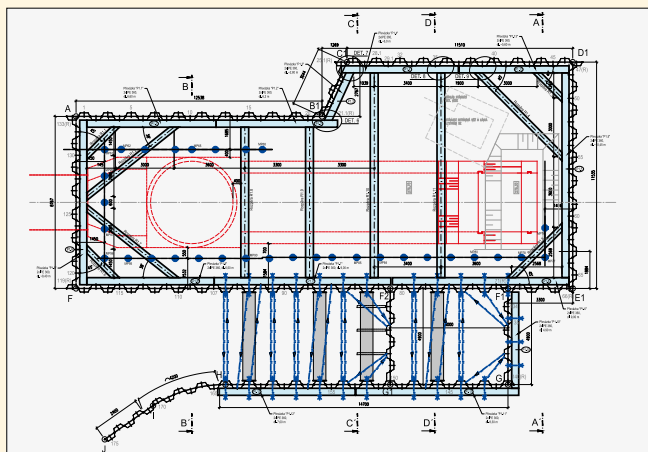
Před zahájením stavebních prací na instalaci jímky provedl dodavatel prací Zakládání staveb, a. s., několik penetračních sond z hladiny rybníka a sérii beranících pokusů po obvodu stavební jímky. Cílem bylo upřesnit hloubku



Pohled na vysokou hráz Velkého rybníka během stavebních prací



Nové vyústění štoly výpusti za tělesem hráze navazující na koryto Vrchlického potoka



Půdorys zajištění stavební jámy rozpíranou štětovnicovou jímkou

skalního podloží a ověřit beranitelnost podložních vrstev v ploše celé budoucí stavební jámy. Výsledky těchto průzkumných prací byly velmi znepokojivé: skalní podloží bylo zastiženo v hloubkách od 2,0 m po 12,5 m od hladiny rybníka. Povrch sedimentů byl zastižen v mocnostech od 0,5 m po 5,0 m. Skalní podloží bylo ověřeno v příkřím a nepravidelném spádu jak v podélném, tak příčném směru jámy. Původní projektová dokumentace proto nemohla být k realizaci použita. Na základě průzkumných prací byla projekční firmou FG Consult, s. r. o., vypracována výrobně-technická dokumentace zapažení jámy, která zohledňovala nově zjištěné skutečnosti.

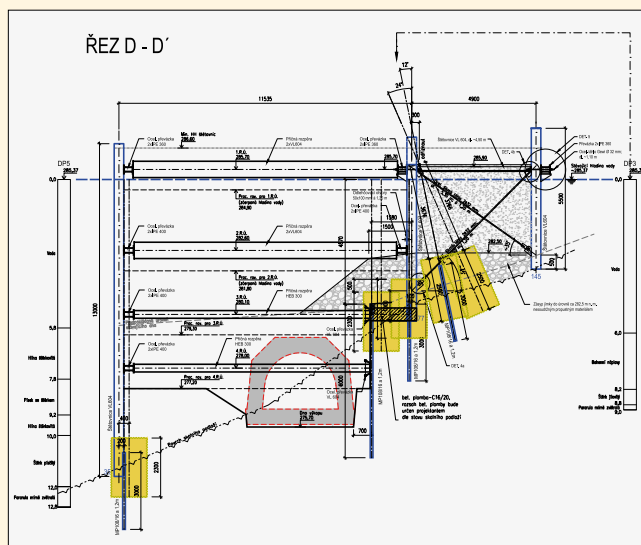
Geologické poměry (zjednodušené schéma)

– Skalní podloží, které vystupuje ve výchozech v údolních svazích, bylo ověřeno i průzkumnými vrti. Jedná se o metamorfované horniny kutnohorského krystalinika – ruly, svory a svorové ruly. Horniny jsou již na povrchu odolné, slabě navětralé.

– **Kvartérní zeminy** – byly ověřeny vrti v podloží hráze. Na povrchu rulových hornin jsou nesoudržné sedimenty – valouny šterku frakce hrubý až balvanitý s výplní jílu silně písčitého. Mocnost této vrstvy je 0,5–1,5 m. V jejím nadloží jsou povodňové jíly šedé barvy, konzistence tuhé, se zetlelými rostlinnými zbytky. Mocnost je 1–2 m – s nárůstem směrem k pravému břehu.

– Rybníční sediment

– jedná se o kašovité až tuhé jílové a prachovité sediment, uložený na dně rybníka. Jeho mocnost je podle vrtu J-1 (30 m od koruny hráze) 3 metry. – Pro zkrácený chemický rozbor byl odebrán jeden vzorek povrchové vody z rybníka a podzemní voda z vrtu J-6. Povrchová voda má oproti podzemní poloviční mineralizaci, nevykazuje agresivitu na stavební materiály. Podzemní voda obsahuje CO_2 ve formě agresivní na beton (23,8 mg/l) a železo (43,9 mg/l). Agresivita je hodnocena stupněm XA1. – Stavební stadia pažení byla navržena na hladinu vody 285,37 m n. m. – Definitivní stádium výkopu bylo navrženo na hladinu 286,60 m n. m.

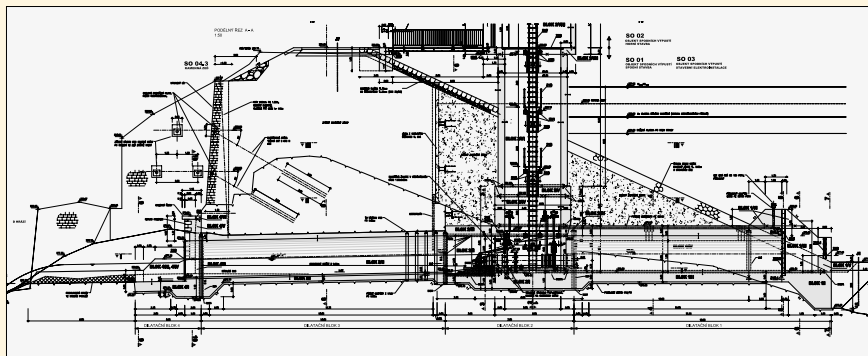


Svislý řez štětovnicovou jímkou pro obnovu spodních výpustí s vyznačením utěsnění pat štětovnic tryskovou injektáží

Technické řešení

Zásadní změny proti původní dokumentaci:

– Půdorys jámy byl rozšířen tak, aby bylo možné provést **širší lavice** v místě skalního odřezu – zde štětovnice nedosahovaly na úroveň základové spáry a byl třeba vytvořit dostatečný prostor pro těsnění jejich paty TI tak, aby při těžbě jámy nemohlo dojít k jejich odtěžení. – Na západní straně byla navržena **dvojitá jímka**, která tvoří stabilizační prvek jinak zcela nesymetrickým vodním tlakem namáhané jímky (vzhledem k rozdílným výškám dna). Prostor zdvojení byl vyplněn šterkopískem (fr. 8–64 mm). Před provedením zásypu byla



Podélný řez objektem spodních výpustí, konečné provedení



Beranění štětovnic stavební jímky

zdvojená část propojena výklopnými táhly 2x $\emptyset$ R32 a rozpěrami ze štětovnic.

K zapažení stavební jámy byla navržena jímka z beraněných štětovnic **VL 604** o délkách 4–15 m. Štětovnice o délce ≥ 12 m jsou z oceli S355 GP, štětovnice o délce < 12 m jsou z oceli S240 GP.

K utěsnění pat štětovnic a k vylepšení podzákladní byla po celém obvodu navržena **trysková injektáž** (TI). Požadovaný průměr TI byl 1,4 m, pevnost v tlaku 3 MPa. K zajištění statické vodorovné únosnosti pat štětovnic, které jsou nad úrovní výkopu, a k fixaci skalního odřezu byly navrženy mikropiloty $\emptyset$ 108/16 mm (ocel S235) o délkách 3,0–6,0 m. Mikropiloty byly osazeny do vrtů vyplněných cementovou záplavou c : v = 2,2 : 1. Pro zajištění statické stability pažicí konstrukce byl navržen rozpěrný systém ve **čtyřech** úrovních. Převázky první úrovně byly z profilů 2x IPE360, rozpěry ze štětovnic 2x VL604 a rohové rozpěry z profilů HEB300. Druhá rozpěrná úroveň byla navržena z profilů 2x IPE400, rozpěry ze štětovnic 2x VL604 a rohové rozpěry z profilů HEB300. Třetí a čtvrtá rozpěrná úroveň byla navržena z profilů 2x IPE400, rozpěry z profilů HEB300. Převázky na skalním odřezu byly ze štětovnic VL604.



Těžba jímky na čtvrté rozpěrné úrovni



Provádění tryskové injektáže pro utěsnění pat štětovnic jímky

Postup prací při zajištění stavební jímky

1. Zaberanění jímky a dvojité jímky ze štětovnic.
2. Provedení rozpěr a výklopných táhel u dvojité jímky.
3. Zásyp dvojité jímky v úseku na F-F2-G1-H-J na kótu ca 286,0 m n. m.
4. Zásyp a přísyp dvojité jímky v úseku na F2-F1-G-G1 na kótu ca 282,5 m n. m.
5. Provedení tryskové injektáže.
6. Provedení mikropiloty.
7. Zásyp dvojité jímky v úseku na F2-F1-G-G1 na kótu ca 286,0 m n. m.
8. Provedení kompletní 1. rozpěrné úrovně.
9. Zčerpání vody v jímce na kótu 281,8 m n. m. – rozdíl od venkovní hladiny max. 3,6 m! Provedení kompletní 2. rozpěrné úrovně.
10. Zčerpání vody v jímce a odtěžení na kótu 279,3 m n. m. – rozdíl od venkovní hladiny max. 6,1 m! Provedení kompletní 3. rozpěrné úrovně.
11. Zčerpání vody v jímce a odtěžení na kótu 277,2 m n. m. – rozdíl od venkovní hladiny max. 8,2 m! Provedení kompletní 4. rozpěrné úrovně.
12. Vytěžení na konečnou úroveň výkopu 275,70 m n. m.
13. Betonáž bloků 1/I-VI a 2/I-VI. Rozpěry a převázky (u dvojité jímky) 4. rozpěrné úrovně budou zabetonovány do stěn „tunelu“.
14. Provedení hutněného (cementová stabilizace) záspy v celé ploše jímky na kótu

277,2 m n. m. Demontáž převázek a rozpěr 4. rozpěrné úrovně.

15. Provedení hutněného (cementová stabilizace) záspy v celé ploše jímky na kótu 279,3 m n. m. Demontáž převázek a rozpěr 3. rozpěrné úrovně. Vyřezání rozpěr 4. úrovně uvnitř „tunelu“.
16. Provedení záspů a zaplavení jímky na kótu 281,8 m n. m. Demontáž převázek a rozpěr 2. rozpěrné úrovně.
17. Zaplavení jímky na kótu max. 285,4 m n. m. Demontáž převázek a rozpěr 1. rozpěrné úrovně.
18. Demontáž rozpěr dvojité jímky.
19. Vytažení všech štětovnic.

Závěrečná zhodnocení

V současné době (05/2018) jsou výpusti rybníka již dokončeny a jímka ze štětovnic je již demontována. Realizace dvojité jímky velmi usnadnila provádění všech prací ve stavební jímce. Fakt, že vytěžení a zčerpání jímky proběhlo „na první pokus“, považují za velký úspěch technického návrhu a kvalitního provedení díla.

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

Investor: Povodí Labe, s. p.

Generální dodavatel: Porr, a. s.

Projekt SZ: Aquatis, a. s., FG Consult, s. r. o.

Spec. zakládání: Zakládání staveb, a. s.



Jímka po dokončení těžby na úrovni základové spáry a položení základových betonů

REALIZACE STAVEBNÍ JÍMKY

Zdůvodu zcela nevhodných přístupových cest na hráz rybníka bylo nutné provádět všechny práce na beranění štětovnic a ocelových konstrukcích z vodní hladiny. Trysková injektáž a mikropiloty se provedly z pracovní plošiny, která byla tvořena z vodorovně položených štětovnic na 1. rozpěrné úrovni nad hladinou vody.

Pro snadnější přípravu plavidel – pontonů, naložení techniky a dovoz potřebného materiálu na místo provádění jímky – bylo nutné vybudovat přístavní hranu pro přístaviště. Tato byla tvaru „U“ a půdorysně byla umístěna v jižní části rybníka na konci jediné příjezdové cesty pro těžkou mechanizaci k nádrži. Přístaviště bylo vytvořeno ze štětovnic VL604 délky 5 m, kdy se v hlavě štětovnic osadila vodorovná převážka ze samostatné štětovnice spřažená táhly z ocelových prutů průměru 32 mm. Vzniklý prostor uvnitř jímky se zasypal kamenivem.

Práce speciálního zakládání, jak již bylo řečeno, musely probíhat z vodní hladiny. Proto bylo nutné jako nosič jeřábu a beranidla použít pracovní soulodí, zde o nosnosti 75 tun s opěrným zařízením. Soulodí se skládalo z 6 ks říčních dílů, 3 ks vložných pontonů a 2 ks hydraulických opěrných zařízení vystrojených 2 ks opěrných nohou o délkách 10 m. Celkový půdorysný rozměr pracovního soulodí byl 10,3x20,1 m. Soulodí bylo manipulováno tlačným remorkérem Veronika. Beranění štětovnic bylo prováděno za pomoci kolového jeřábu Liebherr 1030 a vibroberanidla ICE 1423. Trysková injektáž a mikropiloty byly realizovány vrtnou soupravou Jano HVS 482. Ostatní zařízení pro tryskovou injektáž (míchací centrum Techniwell, vysokotlaké čerpadlo TW600 a silo 25 m³ pro zásobu cementu) byla umístěna zcela mimo stavbu na cca 300 m vzdáleném místním parkovišti. Před zahájením prací na beranění štětovnic se přibližně v místě budoucí jímky provedly již v předchozím článku zmíněné penetrační sondy. Sondy byly realizovány z pontonového soulodí i z tělesa hráze penetrační soupravou Pagani jako dynamické, těžké (DPH). Na základě výsledků penetračních sond bylo rozhodnuto o doplnění průzkumu beranicími pokusy v místě os budoucí jímky pro potvrzení výsledků penetračních zkoušek. Výsledky těchto sond a pokusů vedly, jak bylo rovněž popsáno výše, k úpravě projektu. Díky proměnlivé hloubce skalního podloží, požadavku projektanta na opění (vetknutí) paty štětovnic do skalního podloží a zároveň dodržení protipovodňové ochrany v koruně jímky musel být při realizaci štětovnic kladen důraz nejen na pečlivé dodržování těchto požadavků, ale i na přesné zaznamenání skutečného provedení štětovnic. V některých

částech jímky totiž docházelo v průběhu beranění k výměně štětovnic v jiných délkách. Z důvodů lokálně obtížného beranění štětovnic bylo nutné rovněž někdy beranit štětovnice mimo jejich polohu danou projektem. To se v budoucnu ukázalo jako velmi prozíravé, protože po dotěžení u těchto míst se zjistilo, že by zde štětovnice dosedaly na původní nefunkční odtokový kanál a tato místa by tak nebylo možné dotěsnit.

Po beranění štětovnic se pokračovalo ve vytvoření pracovní plošiny, z níž probíhaly práce na tryskové injektáži a následně mikropilotách, resp. výztužných trubkách tryskové injektáže. Projekt požadoval vytvoření sloupů zpevněné horniny o průměru minimálně 1400 mm a minimální pevnosti v prostém tlaku 3 MPa po 28 dnech. Na základě těchto požadavků byla provedena trysková injektáž metody dvoufázové vzduchové M2. Sloupky tryskové injektáže musely být realizovány tak, aby byla v průběhu provádění zaručena jejich minimální vzájemná rozteč 2,0 m a každý sloup TI dle požadavku projektu měl být vetknut minimálně 0,50 m do skalního podloží. Dále se do jednotlivých dílčích sloupů tryskové injektáže po provedení převrtů vyplněných zálivkou z cementové suspenze osazovaly výztužné trubky $\varnothing$ 108/16 mm.

Při realizaci tryskové injektáže došlo u vrtu TI 12 v hloubce ca 8 m k propojení se starou výpustí rybníka. To vedlo ke snížení vodní hladiny uvnitř jímky, ve štětovnicích tak bylo třeba vyřezat otvory, aby se hladiny vyrovnaly a nedošlo k havárii jímky. Pro pokračování všech prací bylo ze statických i technologických důvodů nezbytné zamezit nekontrolovanému odtékání vody z jímky přes stávající relikt výpustí. Nejspolehlivějším řešením bylo utěsnit výpust' přímo z prostoru stávající štol, což učinila specializovaná potápěčská firma. Poté byly práce na injektáži jímky dokončeny.

Po dokončení prací na dotěsnění paty štětovnic došlo k demontáži pracovní plošiny a k instalaci rozpěrných rámu a těžbě stavební jímky. Na prvních dvou rozpěrných úrovních byly osazeny převážky na štětové stěny. Na následujících dvou rozpěrných úrovních byly kvůli proměnlivé úrovni dna v jímce převážky osazeny zčásti na štětovnicích a z části na mikropilotách. Práce na provádění rozpěrných rámu



Pohled do nově vyražené štol výpustí ze zapažené jímky

a především na těžbě v jímce byly časově velmi zdoluhavé díky malému manipulačnímu prostoru pro pojezd bagru mezi rozpěrnými konstrukcemi a podloží uvnitř jímky, které tvořily bahnité náplavy. Všechny ocelové konstrukce byly provedeny s pomocí kolového jeřábu LTM 30 tun, který byl umístěn na pontonovém soulodí.

Přestože se vzhledem k výše popsaným okolnostem termín dokončení štětové jímky oproti předpokladům posunul, byla jímka provedena v požadovaném rozsahu i požadované kvalitě. Objednatel si tak mohl převzít plně funkční, těsnou stavební jímku s výkopem –9,6 m pod hladinou vody v nádrži pro následnou výstavbu zařízení spodních výpustí.

Michal Ručka, Zakládání staveb, a. s.

Foto: Libor Štěrba, Michal Ručka
a archiv firmy Porr, a. s.

Hydraulic Structure Velký rybník – Design of a building pit for the recovery of the lower outlets

At the Velký rybník reservoir near Kutná Hora on the river Vrchlice, the Zakládání staveb company, a. s., secured a building pit for restoration of the lower outlets of a new supply facility. This object complements the waterworks to the required parameters according to the Water Act and allows the water to be handled in the reservoir. A VL604 sheet-pile pit was designed with a jet-grouting toe sealing with inserted micropiles to secure sheet-pile toes and also to fix the rock cut off at the struts points. To ensure the stability of the retaining construction, a four-level strut system was designed. The construction of the pit, albeit of small size, was relatively demanding both from the design and the implementation point of view.



REKONSTRUKCE MOLA NA KAMENCOVÉM JEZEŘE V CHOMUTOVĚ

Na Kamencovém jezeře v Chomutově bylo rekonstruováno staré pevné molo. Na jeho místě vzniklo nové plovoucí molo, jehož hlavní páteřní část je na břeh napojena pevnou částí o délce 27 m. Tvoří ji tři řady celkem 30 beraněných dubových pilot kruhového tvaru a průměru 220 mm. Beranění pilot v navrženém rastru prováděli pracovníci společnosti Zakládání staveb, a. s., z vodní hladiny z pontonového soulodí.

Kamencové jezero v Chomutově je unikátním útvarem a pravděpodobně jediné svého druhu na světě. Druhé známé kamencové jezero, které bylo v Kanadě, totiž vyschlo. Tato vodní nádrž má rozlohu 16,5 ha

a dosahuje průměrné hloubky 2 metry, maximálně 4 metry. Díky vysokému obsahu kamence ve vodě zde nedochází k růstu řas a sinic. Existence kamencové vody zřejmě souvisí s výskytem uhelné slaje s vysokým

obsahem pyritu severně od jezera. Zvětráváním pyritu se uvolňuje kyselina sírová, která rozpouští jíly za vzniku iontů (např. Na^+ a K^+). Z nich nezávisle vzniká síran hlinitý a síran draselný a teprve jejich smícháním vznikne kamencová voda. V závislosti na ročním období a intenzitě srážek tak voda obsahuje ve zvýšeném množství sírany (400 mg/l), chloridy (40 mg/l), železo (5 mg/l) a hliník (1 mg/l). Jakkoli to na první pohled vypadá jako nebezpečný chemický koktejl, má tato „kamencová“ voda skvělý vliv na lidskou pokožku. Kamenec se například používá při drobných poraněních při holení, pro zmírnění následků hmyzího štípnutí a mírní i pocení, je stoprocentně přírodním antiperspirantem. Koupání v „mrtvé“ vodě prospívá i lupenkářům. Ve vodě s pH kolem 3,5 není kromě několika druhů vodních mikroorganismů skutečně žádný život. Hydrologický režim v jezeře není zcela objasněn. Jezero nemá žádný přítok a největší rozdíl kolísání hladin byl zaznamenán 16 cm. Na srážky jezerní hladina reaguje



Molo na Kamencovém jezeře na vyobrazení pohlednici z roku 1939

někdy téměř okamžitě, jindy zůstává beze změny. Ani původ vzniku jezera není úplně jasný. Nejrozšířenější je teorie, že jde o takzvané antropogenní jezero, tedy jezero vzniklé činností člověka – na konci 18. století byl zatopen zdejší důl na kamencové břidlice, které se tu těžily minimálně od roku 1558 více než 200 let.

Nové molo

Nyní se Kamencové jezero v Chomutově kromě unikátního složení vody může pochlubit ještě další raritou – největším plovoucím molem v ČR, které nahradilo svého zchátralého předchůdce. Staré molo bylo založeno kompletně na dubových pilotách, ale způsob osazení nosné konstrukce na piloty vykazoval již delší dobu zásadní vady. Na několika místech piloty zcela ztratily svou funkci a konstrukce mola doslova „visela ve vzduchu“ a tvar držela pouze vlivem redistribuce sil a spolupůsobením okolních konstrukcí, což vedlo k jejich dalšímu neúměrnému namáhání. Naposledy bylo staré molo rekonstruováno v roce 1999. V prostoru pod starým molem se nacházelo značné množství dřevěného stavebního odpadu – pozůstatky po předchozích opravách. Tento materiál tvořil na dně mocnou vrstvu, která prakticky bránila provedení jakýchkoli prací v prostoru pod molem.

Architektonický návrh nového mola odkazuje na ducha starých plovár a je proveden v odpovídajícím retro stylu. Nově je zde navržena věž pro plavčíka, drobný objekt pro sportovní zázemí a skokanská věž. Návrh celého mola respektuje v maximální míře tvar původního půdorysu. Nové hlavní molo má délku téměř 100 m a šířku 7,2 m. Podstatnou změnou oproti minulosti je však jeho konstrukční řešení. Molo je nyní navrženo jako převážně plovoucí zařízení, tvořené prefabrikovanými betonovými plováky s výplní z extrudovaného polystyrenu. Vzhledem k tomu, že voda v jezeře má specifické chemické složení, které betonu neprospívá, jsou plováky natřeny speciální nepropustnou membránou.

K ose hlavního mola pak po obou stranách přiléhají jednotlivé funkční plochy – relaxační mola, bazény, křídla vymežující plavecký padesátimetrový prostor. Tyto postranní větve jsou pak na rozdíl od hlavního mola vynášeny ocelovými plováky s XPS výplní.



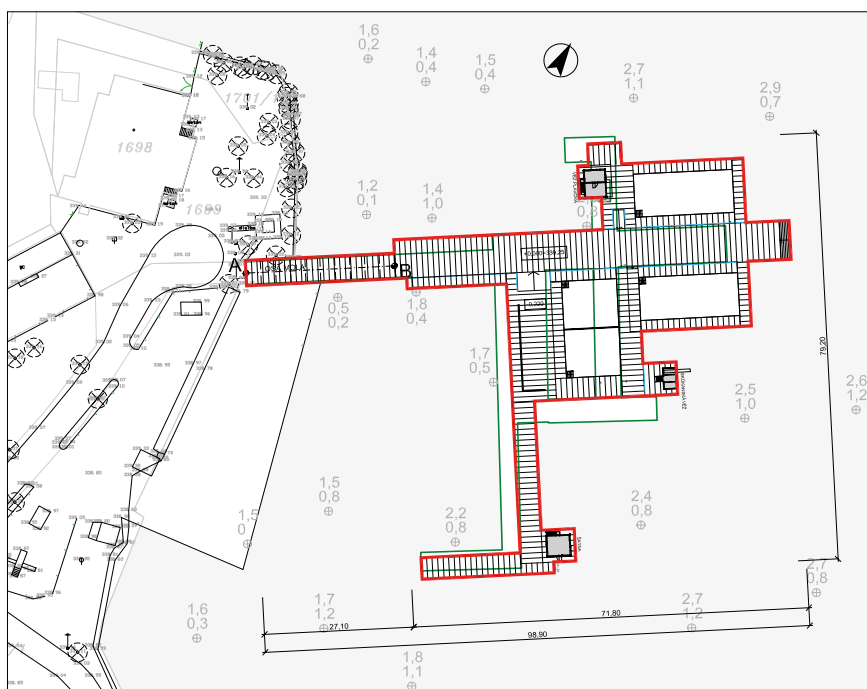
Beranění dubových pilot pevného mola z pontonového souloží

Práce speciálního zakládání

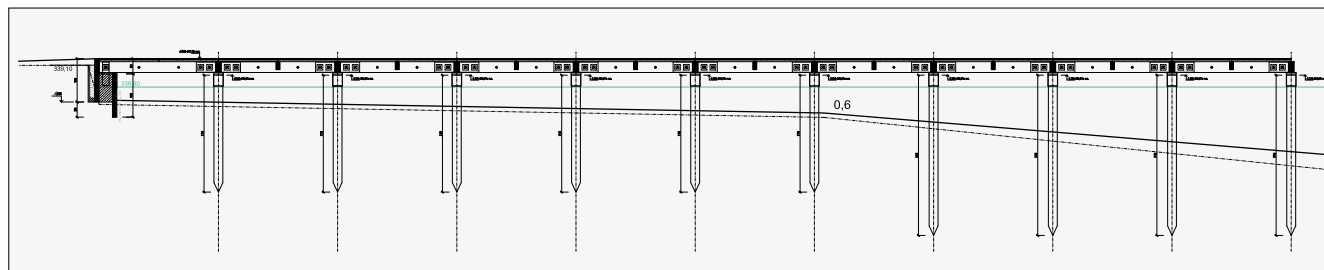
Pro napojení hlavního mola na břeh slouží jeho **pevná část** o délce 27 m. Tento samostatný stavební objekt je založen na dubových pilotách kruhového tvaru a průměru 220 mm. Půdorysně jsou piloty uspořádány ve třech rovnoběžných řadách s osovou vzdáleností 2,7 m. Celkem bylo pro hlavní molo zabraněno 30 ks pilot délky cca 6–8 m.

Kromě toho byly pro účely kotvení plovoucí části mola zabraněny 4 ks dubových pilot a celkem 12 ks štetovnic Larsen, z nichž 3 ks jdou až do výše hladiny a vymezují vertikální možnost pohybu mola a 9 ks, které jsou v blízkosti dna, slouží jako kotevní body celého plovoucího mola.

Před vlastním zahájením prací speciálního zakládání a beraněním pilot pevného mola bylo



Půdorys nového plovoucího mola s napojením na břeh pevnou částí



Podélný řez pevnou částí mola založenou na beraněných pilotách



Beranění dřevěných pilot s osazenou pomocnou konstrukcí

nutné demontovat celé původní pevné molo, odstranit zbytky starých dřevěných pilot včetně starých částí mola ze dna jezera a především ověřit geologické podmínky pro zarážení, resp. vibrování pilot. V místě pevného mola byly provedeny tři dynamické penetrační zkoušky. Ty zdokumentovaly pode dnem jezera prakticky stejnoměrné rozložení a mocnost zeminového

prostředí. Byla zde zastižena nejprve vrstva velmi měkkých bahnitých náplavů o mocnosti cca 2 m a pod nimi vrstva písčitého jílu opět o mocnosti cca 2 m. Penetrační odpor obou těchto vrstev byl prakticky nulový ($Q_d = 0-5$ MPa). Teprve pod těmito vrstvami byl zastižen šterkovitý jíl s penetračním odporem $Q_d = 10$ MPa a více. Na základě těchto výsledků byla



určena délka pilot tak, aby bylo dosaženo patou piloty únosného podloží a zároveň hlava piloty byla na projektem dané úrovni. Bohužel s objednávkou a dodávkou pilot nastaly zcela nečekané komplikace, neboť dodržení jednotného kritéria průměru a délky u všech pilot (požadavek na pilotu z jednoho kusu dřeva, tedy nespojovanou) se zdálo po jistý čas takřka nemožné. Všechny zúčastněné stálo nemalé úsilí tento materiál v požadované kvalitě a čase zajistit.

Práce speciálního zakládání musely probíhat z vodní hladiny. Z důvodu nevhodných přístupových cest k západnímu břehu jezera, kde se nachází molo, a rovněž kvůli umístění rekreační infrastruktury, by však realizace prací speciálního zakládání z této strany byla velmi obtížná. Proto byl přístup na stavbu organizován z východní části jezera. Zde se musely všechny mechanismy nalodit na pontony a ve vymezeném koridoru plavit přes celé jezero. Pro snadnější nalodění a přípravu všech plavidel a pontonů zde byla vybudována přístavní hrana ze štetovnic. Práce probíhaly v již rozbíhající se letní sezoně a posádka obsluhující plavidlo musela pracovat velmi opatrně, aby nedošlo ke kolizi s kajakáři, kteří pravidelně nerespektovali koridor vymezený pro stavbu.



Okované špičky dubových pilot



Na část zaberaněných pilot u břehu jsou již osazeny ocelové hlavice



Rámová konstrukce pro pokládku paluby mola

Jako nosič jeřábu a beranidla bylo použito pracovní soulodí o nosnosti 75 tun s opěrným zařízením. Soulodí se skládalo z 6 ks říčních dílů, 3 ks vložných pontonů a 2 ks hydraulických opěrných zařízení vystrojených 2 ks opěrných nohou o délkách 10 m. Celkový půdorysný rozměr pracovního soulodí byl 10,3x20,1 m. Se soulodím bylo manipulováno tlačným člunem (Veronika).

Beranění dubových pilot bylo prováděno kolovým jeřábem Liebherr 1030 a vibroberanidlem ICE 625. Pro dodržení požadované půdorysné přesnosti dubových pilot dle projektové dokumentace ± 5 cm bylo nutné před vlastním beraněním vytvořit nad hladinou vody pomocnou konstrukci vymezující každou jednotlivou pilotu. Ta byla tvořena ze štetovnic L604 jako svislých prvků vetknutých do dna jezera a vodorovných prvků z válcovaných profilů IPE. Vzhledem k velkému půdorysnému rozměru mola bylo pomocnou konstrukci nutné po částech opakovaně vytvářet a demontovat. Instalace pomocné konstrukce byla nejvíce časově náročnou částí prací souvisejících s realizací mola.

Na hlavu pilot bylo pro manipulaci a následné beranění nutné nasadit „čepce“ z ocelové trubky, v jejíž horní části byla navařena deska pro uchycení do svěr beranidla. Vlastní vibroberanění pilot muselo být provedeno hned na první pokus, protože zaberaněnou pilotu již nelze z důvodu přenosu vibrací (vibroberanidlo/dřevěný prvek) vytáhnout. Zaberaněné piloty byly nakonec výškově zarovnaný na projektovanou úroveň.

Všechny projekční požadavky na přesnost osazení pilot byly splněny a rovněž byl dodržěn požadovaný termín pro dokončení prací. Na zaberaněné piloty opatřené definitivní ocelovou hlavicí byl následně umístěn jednoduchý stavebnicový systém, tvořený rámovou nosnou konstrukcí z dubových hranolů v jednotném skladebném modulu 1,8x2,7 m a podlahových roštů z dubových fošen v jednotném skladebném formátu 1,8x1,35 m.

Michal Ručka a Ing. Michael Remeš,

Zakládání staveb, a. s.

Foto: Libor Štěrbá, M. Ručka, SMP, a. s.,
a archiv SM-Projekt, spol. s r. o.

Reconstruction of the Pier at the Kamencové Lake in Chomutov

An old fixed pier was reconstructed at Kamencové Lake. A new floating pier was built in its place, the main backbone part of which is connected to the shore by a fixed part of 27 m long. It consists of three rows of a total of 30 rammed round oak piles 220 mm in diameter. The pile ramming in the proposed raster was carried out by the workers of the Zakládání staveb Company, a. s., from the water level of the pontoon ships.



Nástupní pevná část nového mola



Nové plovoucí molo s vnitřními bazény



Investor: Staturární město Chomutov
Generální projektant: SM-Projekt, spol. s r. o

Generální dodavatel: SMP CZ, a. s.
Speciální zakládání: Zakládání staveb, a. s.