

## Obsah

## Časopis ZAKLÁDÁNÍ

vydává:

Zakládání staveb, a. s.

K Jezu 1, P. O. Box 21

143 01 Praha 4 - Modřany

tel.: 244 004 111

fax: 241 773 713

E-mail: [propagace@zakladani.cz](mailto: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. Alois Kouba

Ing. Jiří Mühl

Ing. Michael Remeš

Redakce:

Ing. Libor Štěrba

Design &amp; Layout:

Studio 66, s. r. o.

Jazyková korektura:

Mgr. Antonín Gottwald

Sazba, lito:

Studio 66, s. r. o.

Tisk:

Tiskárna BKK

Foto na titulní straně:

K článkům na str. 18 a 26

Foto: Ing. Libor Štěrba

Překlady anotací:

Mgr. Klára Ouředníková

Ročník XVI

4/2004

Vyšlo 11. 2. 2005

v nákladu 1000 ks

MK ČR 7986

ISSN 1212 – 1711

Vychází čtyřikrát za rok

Pro rok 2005 je cena časopisu 72 Kč.

Roční předplatné 296 Kč vč. DPH,

balného a poštovného.

Objednávky předplatného na tel.:

234 035 200, fax: 234 035 207 nebo na

[myris@myris.cz](mailto:myris@myris.cz), [www.myris.cz](http://www.myris.cz)

Myris Trade, s. r. o.

P. O. Box 2, V Štíhlách 1311/3

142 01 Praha 4

Podávání novinových zásilek

povolila PNS pod č.j. 6421/98

## Aktuality

Karlův most – definitivní ochrana základů pilířů č. 8 a 9 <i>Ing. Michael Remeš, Zakládání staveb, a. s.</i>	2
METRO IV.C/2 – 2. etapa Ládví–Letňany Fotoreportáž <i>Ing. Marcel Kušta, Zakládání staveb, a. s.</i>	5
Kolektory Centrum I. A – trasa Vodičkova Aktuální fotoreportáž <i>Ing. Martin Čejka, Zakládání staveb, a. s.</i>	6
Nová univerzální maloprofilová vrtačka HUCA 01 <i>Petr Brandejs, Zakládání staveb, a. s.</i>	8
2. konference – Speciální betony, vlastnosti, technologie, aplikace <i>Ing. Milan Jeřábek, Zakládání staveb, a. s.</i>	9
Geotechnika – 2004 – Geotechnics – 9. ročník mezinárodní konference <i>RNDr. Ivan Beneš, Zakládání staveb, a. s.</i>	10

## Ze zahraničních časopisů

Zásadní stavební závady urychlily zveřejnění zprávy o zřícení tunelu v Singapuru <i>Podle článků v Ground Engineering a European Foundations sestavil RNDr. Ivan Beneš, Zakládání staveb, a. s.</i>	12
Dynamické zatěžovací zkoušky pilot <i>Podle článku v Ground Engineering upravil RNDr. Ivan Beneš, Zakládání staveb, a. s.</i>	14

## Občanské stavby

LUXEMBOURG PLAZA – zajištění stavební jámy <i>Ing. Marcel Kušta, Zakládání staveb, a. s.</i>	15
---	----

## Vodohospodářské stavby

Protipovodňová opatření na ochranu hl. m. Prahy Posuvný uzávěr Čertovky <i>Ing. Marta Havlíková, Ing. Jiří Suchý, Hydroprojekt CZ; a. s. Vladimír Malý, Zakládání staveb, a. s.; Josef Vaverka, P &amp; S, a. s.</i>	18
Protipovodňová opatření na Malé Straně a Kampě Přeložky inženýrských sítí <i>Josef Šenkeřík, fa. Vokůrka a Šenkeřík, s. r. o.</i>	24
Sanace havárie druhého jezového pole na vodním díle Střekov <i>Ing. Jiří Mühl, Zakládání staveb, a. s.</i>	26
Základová jáma pro malou vodní elektrárnu Vraňany <i>Ing. Milan Král, ml., Zakládání staveb, a. s.</i>	31

# Karlův most – definitivní ochrana základů pilířů č. 8 a 9

**Na konci roku 2004 zahájila společnost Zakládání staveb, a. s., realizaci definitivní ochrany základů pilířů č. 8 a 9 Karlova mostu, tj. pilířů bezprostředně u malostranského břehu. Oba mají pravděpodobně ještě původní základy pocházející z doby výstavby Karlova mostu (1357–1391) a nejsou tudíž dostatečně chráněny proti podemletí v době zvýšených průtoků v řece. Definitivní ochrana spočívá ve vytvoření hluboko založené a dostatečně odolné obálky kolem základů obou pilířů z ocelových profilů v kombinaci s těsněním sloupy tryskové injektáže. Po dokončení těchto prací by měla následovat celková postupná oprava této unikátní památky.**

## Založení pilířů Karlova mostu

Karlův most, jehož výstavba probíhala v letech 1357–1391, přechází přes vltavskou údolní nivu, tvořenou skalním podložím překrytým terasovými šterkopiscitými a šterkovými náplavy. Tato terasa má mocnost 5–10 m a část šterku tvoří velmi hrubá, místy až balvanitá frakce. Výjimkou nejsou ani kameny o průměru až půl metru. Skalní podloží tvoří ordovická břidlice a křemence.

V hlavním řečišti se dnes nachází 9 pilířů a 8 oblouků. Pilíře chrání proti plovoucím předmětům dřevěné ledolamy, doložené i na nejstarší ikonografii. V případě lokálního ucpání řeky mezi jednotlivými pilíři vždy hrozilo a stále zákonitě hrozí vymílání dna zvýšeným prouděním vody. Pilíře Karlova mostu byly původně založeny na 3–4 metry mocné vrstvě ulehlých šterků, tedy s omezenou schopností vzdorovat účinkům katastrofálních povodní. Byly patrně zakládány na skříních ve tvaru lodě, které měly dno postavené jako dřevěný rošt. Skříně svázané na břehu byly přivlečeny po vodě na místo založení, které bylo předtím urovňováno, a pak byly vyzdíváním pilíře ve skříně potápěny do vody a takto přímo uloženy na základovou spáru. Při zakládání se pravděpodobně čekalo na nízký vodní stav. Hlavní rameno řeky v minulosti sahlo až k dnešní Čertovce a ostrov Kampa tehdy nedosahoval až k profilu Karlova mostu, takže lze mít za to, že takto byly původně založeny všechny pilíře od č. 1 do č. 13 (dle současné používaného číslování).

Základy dvou pilířů v řečišti (č. 5 a č. 6) byly při opravách škod z roku 1890 prohloubeny pomocí kesonování až do skalního podloží. Původní základy tří pilířů č. 3, 4 a 7 byly obemknuty kesonovým věncem, také vetknutým až do povrchu skalního podloží, a tudíž by měly být proti erozivní činnosti vody již dostatečně odolné. Pilíře č. 2, resp. č. 10, již dnes nejsou uprostřed řečiště, a tedy v přímém ohrožení. Zbývající pilí-

ře v řečišti č. 8 a 9 však stále nejsou v současné době dostatečně chráněny proti riziku podemletí. Mají velmi pravděpodobně původní základy, pocházející z doby výstavby, tj. z let 1357–1391. Neexistuje jediný důvod k domněnce o změně základů těchto pilířů. Navíc průzkumný vrt J62 realizovaný v roce 1968 v rámci IG průzkumu pro Malostranský automobilový tunel, a to přímo v dřívku pilíře, popisuje úroveň základové spáry pilíře v hloubce 15,2 m od kóty 197,80, tedy ve stejné hloubce, v níž se nachází podlaha z fošen, zjištěná potápěčským průzkumem. Při velkých povodních byly postupně poškozeny téměř všechny části mostu. Jediná původní dochovaná klenba je mezi pilíři 7 a 8. Pro statiku celého mostu má tedy zásadní význam jeho založení a stabilita podloží. Většina vážných poruch souvisela v minulosti vždy s velkými povodněmi, a tedy s mimořádným průtokem vody. Rekonstrukce mostu proto musí začít od základů.

## Oprava Karlova mostu a jeho základů

Po dlouhotrvajících diskusích o způsobu a roz-

*Lodní park Zakládání staveb, a. s., pod Karlovým mostem*



sahu opravy celého Karlova mostu v minulých letech konečně v druhé polovině roku 2004 Magistrát hlavního města Prahy přistoupil k vypsání soutěže nejprve na projekt a následně pak i na realizaci oprav základů pilíře č. 8 a 9 u malostranského břehu. Toto rozhodnutí jistě uspišila i povodeň v srpnu 2002 a alarmující výsledky potápěčského průzkumu, probíhajícího v rámci stavebních zakázek „Záhozy mostů na území hl. m. Prahy“ a „Karlův most – oprava ledolamů“, které společnost Zakládání staveb, a. s., realizovala pro TSK na přelomu let 2003 a 2004. Následovat by měla celková postupná obnova celé této unikátní památky. Oprava potrvá nejméně dva roky a podle předběžných odhadů bude stát 200 až 250 milionů korun. Na práce půjde i více než 8 milionů korun, které se vybraly při veřejné sbírce na Karlův most. Zvolený postup opravy má umožnit i to, že most bude, byť s omezeními, po většinu doby stále přístupný veřejnosti.

Vratme se však k samotné sanaci základů pilířů č. 8 a 9. Víme, že pilíř č. 9 byl dle dochovaných zpráv částečně narušen již při povodni v roce 1432 a základ pilíře č. 8 byl zase vážněji narušen při povodni v roce 1784. Částečně se zřítíl a byl na protivodní „špici“ znovu založen na krátkých pilotách. Základy obou pilířů jsou však stále na původní mělké úrovni a patří k nejvíce ohroženým v případě povodní. Pro jejich ochranu je proto bezpodmínečně nutné vytvořit ochrannou obálku kolem jejich stávajících základů až do úrovně skalního podloží, která bude schopna dále odolávat ničivému tlaku proudící vody, a to v horizontu několika set let.

## Koncepce ochrany pilířů č. 8 a 9

Požadovaná definitivní ochrana základů pilířů



Odstraňování zbytků záhozu v místě budoucí ochranné obálky z pontonového soulodí strojem Sennebogen

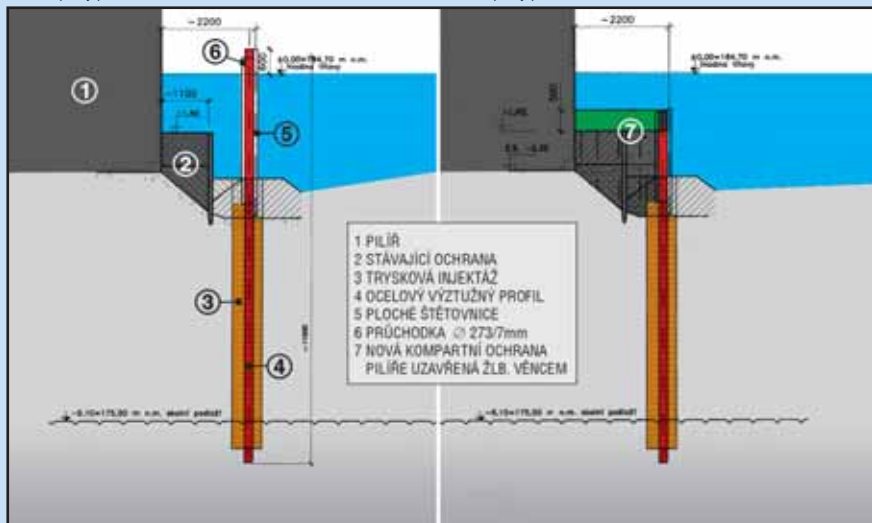


Zavrtané ocelové průchodky prům. 273/7 mm s osazenými panely z plochých štětovnic AS 500

Stražení ocelového profilu bezrezonančním vibrátorem z pontonového soulodí

Fáze 1 opravy pilíře č. 8:

Fáze 2 opravy pilíře č. 8



č. 8 a 9 Karlova mostu, prováděná na základě objednávky od investora OMI MHMP, respektuje následující základní podmínky:

- dostatečná odolnost proti možným výmolům v okolí pilířů;
- statická odolnost na možné budoucí odkrytí ve volné výšce 2,0–2,5 m vně základů těchto pilířů v případě extrémních průtoků, jež by ovlivnily tvar dna v řece;
- zabránění vyplavování i jemných částic zeminy z podzákladí;
- nezasahování do stávajícího plavebního profilu v řece, (mezi pilíři č. 7–8 a i mezi pilíři č. 8–9 je dnes regulérní plavební dráha, která musí být i nadále zachována);
- ve stadiu výstavby možnost vyčerpání a prohlídky základů pilířů v suchu – rozsah bude upřesněn v průběhu prací po dohodě s památkáři.

Ve veřejné soutěži na vypracování technického řešení sanace včetně zpracování projektové dokumentace pro stavební povolení (DSP) a pro zadání stavby (DZS) na základě vypsání zvláštních technicko-kvalitativních podmínek (ZTKP) zvítězila projekční firma FG Consult, s. r. o. V následné veřejné soutěži na realizaci stavebních prací dle vítězného technického návrhu pak byla zakázka svěřena společnosti Zakládání staveb, a. s.

Předmětem probíhajících stavebních prací je vytvoření definitivní ochrany základu, kterou bude vytvářet hluboko založená a dostatečně odolná obálka okolo tohoto základu. Práce na zajištění probíhají vesměs z vodní hladiny (z pontonů). V okolí pilíře, resp. jeho ochranné obálky, se dle průzkumu nacházejí balvany a ostatní překážky, jež neumožňují beranění klasické štětové stěny, ta je navíc v části půdorysu zcela nerealizovatelná z hlediska malé pracovní výšky pod mostními oblouky. Navržena je proto obálka vytvořená z ocelových trub v kombinaci s těsněním pomocí sloupů tryskové injektáže, zatažená až do skalního podloží. Nicméně je možné, že podél protivodní, resp. povodní, „špiče“ dřívku pilířů bude vyskyt těchto neberanitelných překážek menší a umožní částečné provedení obálky ze stražených štětovnic. Při alternativním beranění takovychto štětových stěn na „špiče“ pilířů č. 8, resp. č. 9, budou provedeny předvrty přes hrubozrný, obtížně beranitelný materiál. Práce na předvrtech, jejich vyplnění jílocementovou směsí i zavibrování štětovnic budou prováděny také z vodní hladiny.

Rozsah a možnost realizace této alternativní metody pro vytvoření ochranné obálky určí až samotná realizace, podle konkrétně zastížených podmínek.

Postup prací při vytvoření definitivní ochrany pilířů

- vytyčení nového obvodu obálky těsně za stávající ochranou základů ve vzdálenosti cca 2,2 m od pilíře,
- osazení ocelových trubek prof. 273/7 mm (průchodek),
- výroba panelů z plochých štětovnic (AS 500 –12,0) v šířce cca 2 m /4 ks a délce 4 m a jejich





Připravená vodící šablona na povodní „špičce“ pilíře č. 9 pro strážení štětovnic. Viditelné jsou rovněž injekční trubky osazené do průzkumných vrtů pro injektáže případných kaveren v podzákladí mostu.

osazení vně vyčnívajících ocelových průchodek a následné krátké zavibrování do upraveného dna,

- přivaření horní části štětovnic k hlavám průchodek,
- realizace těsnění pomocí sloupů tryskové injektáže pr. 700 mm zasahujících až do skalního podloží v rozteči 500 mm,
- zavrtání ocelových trub prof. 194/10 mm systémem tubex až do skalního podloží v rozteči 500 mm,
- částečné vyčerpání takto vzniklé jímky

podél obvodu pilíře, odstranění zbytků záhozu a případné vybourání a odstranění stávajícího betonového krytu po částech,

- vytažení původních dřevěných štětovnic,
- určení místa pro zřízení utěsněné jímky pro průzkum stávajících základů obou pilířů (ve spolupráci se Státním památkovým ústavem) a realizace vnitřní řady souvislých sloupů tryskové injektáže podél rozšířeného základu a 3 m hlubokého těsnění tryskové injektáže pode dnem řeky, napojeného vně i uvnitř na obálku ze sloupů tryskové injektáže,
- odstranění nánosů bahna z prostoru mezi palisádovou stěnou a dřívkem pilíře,
- doplnění chybějících záhozů a podkladního betonu,
- realizace vyztuženého železobetonového věnce tl. 400–600 mm, do něhož budou vetknuty ocelové roury a jehož obvod bude uzavřen štětovnicemi – vytvoření tuhého rámu,
- prohlídka dřívku pilíře a provedení oprav zdiva,
- odříznutí vyčnívajících ocelových rour a štětovnic nad povrchem obálky potápěči.

Stavba je v současné době již v plném proudu a pod přísným dohledem jak samotného investora, tak i všech médií a široké veřejnosti. Vzhledem k výše uvedeným skutečnostem – jedná se přece o jednu z našich nejvýznamnějších kulturních památek – jsme se rozhodli věnovat podrobnějšímu popisu realizovaných prací a celé širší problematice týkající se Kar-

lova mostu větší prostor v některém z blízkých vydání našeho časopisu po dokončení stavby. Plánujeme uveřejnit v jednom celku pohledy z různých stran – od investora, památkového dohledu, projektantů a v neposlední řadě se podrobně zabývat technickými parametry a průběhem výstavby.

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

Foto: Libor Štěrba

### Charles Bridge – permanent protection of piles no. 8 and 9 foundations

At the end of 2004 the Zakládání staveb Co. initiated the realisation of permanent protection of piers no. 8 and 9 foundations of the Charles Bridge. These piers are located directly at the Lesser Town side and the original foundations of both date back most probably to the times of the bridge construction (1357–1391) and thus are not appropriately protected against underwashing in the periods of increased flow rates in the river. The permanent protection lies in building of a deeply founded and sufficiently resistant envelope around the piers foundations made of steel profiles in combination with sealing by jetgrouted columns. Termination of these works should be followed by complex gradual reconstruction of this unique historical monument.

## pozvánka na seminář

# EVROPSKÉ NORMY V GEOTECHNICKÉ PRAXI

## Výklad evropských norem v geotechnice

Pořádá:



Stavební geologie - GEOTECHNIKA, a.s.

a

Česká silniční společnost

odborná sekce č. 12 pro zemní práce, odvodnění a spodní stavbu

**středa 23. února 2005**

Kongresové centrum hotelu OLŠANKA  
Olšanské nám., Praha 3 - Žižkov

Odborný garant: Ing. Vítězslav HERLE  
SG - Geotechnika, a.s.

Seminář byl zařazen do projektu celoživotního vzdělávání autorizovaných inženýrů a techniků.

Seminář je určen především pro projektanty inženýrských a dopravních staveb, pracovníky investorských organizací, pracovníky zhotovitelských stavebních firem, pro inženýrské geology i pro geotechnické specialisty.

Součástí semináře bude doprovodná výstavka odborných firem.



Program:

Evropské normy v geotechnice - současný stav a výhled  
Ing. Vítězslav Herle, Stavební geologie - Geotechnika, a.s.

Eurokód 7-2 Geotechnický průzkum a zkoušení  
Část 2: Průzkum a zkoušení základové půdy  
Ing. Jiří Herštus, DrSc., AGE a.s.

Mikropiloty  
RNDr. Ivan Beneš, Zakládání staveb, a.s.

Vyztužené zeminy  
Ing. Vítězslav Herle, Stavební geologie - Geotechnika, a.s.

Hřebíkování zemín  
Ing. Václav Hořejší, Stavební geologie - Geotechnika, a.s.

Svislé drény  
Ing. Jaroslav Hauser, CSc., Geostar s.r.o.

Pozvánky včetně závazných přihlášek budou rozesílány začátkem ledna 2005. Pokud ji nedostanete, obraťte se prosím na pořadatele semináře.

Stavební geologie - Geotechnika, a.s. Česká silniční společnost  
Ing. Vladimír Pachta Pavla Mayrichová  
Geologická 4, 152 00 Praha 5 Novotného lávka 5, 116 68 Praha 1  
tel.: 234 654 160, fax: 234 654 162 tel.: 221 082 388, tel./fax: 221 082 292  
e-mail: propagace@geotechnika.cz e-mail: ceska.silnic.spol@csvts.cz

Přihlášení je možné až do dne konání semináře na uvedených kontaktech, popř. i na místě.



Těžba podzemních stěn

# Protipovodňová opatření na ochranu hl. m. Prahy Posuvný uzávěr Čertovky – projekt

*Rok 2004 byl v životě hlavního města Praha významným obdobím, ve kterém se odehrála velká část vlastní realizace protipovodňových opatření v Pražské památkové rezervaci na levém břehu Vltavy. Smyslem budování těchto opatření je ochrana cenných budov a majetku v této části Praha tak, aby se předešlo např. opakování ohromných škod způsobených povodní v roce 2002. Jednalo se o úsek probíhající od ulice Říční (resp. od mostu Legii) parkem Kampa, kolem Sovových mlýnů a Lichtenštejnského paláce a pokračující ve dvou větvích přes náměstí Kampa až k pilíři č. 11 Karlova mostu a odtud dál přes ústí Čertovky k Hergetově cihelně. Budování protipovodňových opatření na*

*tomto úseku linie ochrany bylo velmi náročné; intenzivní práce probíhaly zejména při budování stavebních a technologických konstrukcí protipovodňového uzávěru Čertovky a staly se vítanou – byť v průvodcích nezmiňovanou – atrakcí sledovanou početnými hloučky turistů i Pražanů procházejících přes Karlův most. A právě technické řešení zvolené pro protipovodňový uzávěr Čertovky si dovoluujeme přiblížit na následujících stranách. Bez nadsázky lze říci, že představuje mimořádné stavební dílo, které je svým technickým provedením a nároky na bezpečnostní funkci zcela ojedinělé na celém toku Vltavy a na území České republiky vůbec.*

## Úvod

V roce 1997 rozhodl magistrát hl. m. Prahy v úzké spolupráci se správcem toku Povodím Vltavy, s. p., o zahájení konkrétních kroků na zajištění protipovodňové ochrany celého města. Území zatápěná při povodních na obou březích Vltavy byla rozdělena na sedm etap a zajištěno finanční krytí akce z rozpočtu města. Byla vysána veřejná obchodní soutěž na výběr projektantů pro vypracování potřebných projektových dokumentací jednotlivých etap ochrany. Červencové

povodně, které v tomtéž roce postihly Moravu, potvrdily správnost rozhodnutí zástupců města a dodaly mu patřičnou váhu. Hydroprojekt CZ, a. s., získal zakázku na zpracování projektů tří etap protipovodňové ochrany města, etapu 0001 Staré Město a Josefov, etapu 0002 Malá Strana a Kampa a etapu 0005 Výtoň, Podolí a Smíchov. Ostatní etapy protipovodňové ochrany města, tj. etapy 0003, 0004, 0006 a 0007, řeší projekčně Aquatis, a. s. Po srpnové povodni v roce 2002 došlo ze strany

zástupců města k výraznému zvýšení úsilí realizovat zamýšlená protipovodňová opatření v co nekrátkém čase. Bylo rozhodnuto, že všechna opatření budou navrhována na úroveň povodňové hladiny při kulminaci v srpnu 2002 s nadvýšením horní hrany konstrukcí o 30 cm nad tuto hladinu. V důsledku zasažení stokového systému města a ovlivnění jeho funkce při povodni v srpnu 2002 byl rozsah protipovodňové ochrany rozšířen o etapu 0009, ve které jsou řešena opatření na kanalizační síti.



## Ochrana území od ulice Říční po ústí Čertovky

### Historie projektu

Na úvod nutno říci, že vzhledem k panoramatické hodnotě malostranského břehu bylo projednávání záměrů stavby této etapy 0002 protipovodňové ochrany Prahy s orgány památkové péče velmi náročné jak po věcné, tak po časové stránce. Stavba byla z těchto důvodů rozdělena na tři části (Říční ulice–Karlův most, Karlův most–Čertovka, Čertovka–Mánesův most), které se realizovaly postupně, v závislosti na postupu projednávání a ve vazbě na ostatní stavební aktivity v území. V rámci přípravy stavby byly z důvodů časových, technických a kvůli vlastnickým vztahům z chráněného území vyjmuty objekty Sovových mlýnů a Lichtenštejnského paláce.

První studie řešící umístění linie protipovodňové ochrany v území mezi mostem Legií a Čechovým mostem byla zpracována v prosinci 1997. Zvažovalo se v ní několik variant umístění linie ochrany v oblasti parku Na Kampě, a to v rozptýlu od vltavského nábreží až po Všehrdovu ulici.

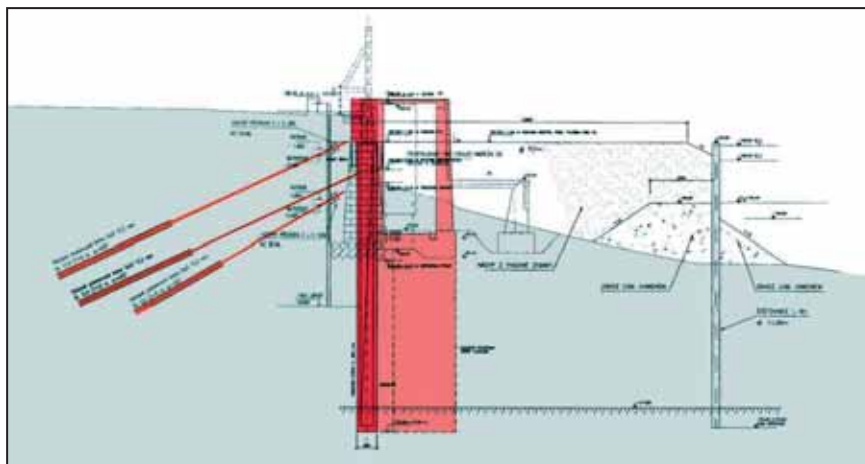
Pro zahrazení Čertovky bylo vypracováno několik variant, např. ve variantě vedení linie ochrany ulicí U lužického semináře měl být uzávěr Čertovky proveden v prodloužení této ulice. Jako nejvhodnější byla vybrána varianta umístění uzávěru Čertovky v jejím ústí na břehu Vltavy s novým mostkem, kde profil pod mostkem by byl uzavřen hradidly ukládanými z mostu a o něj opřenými a prostor nad úrovní mostu pomocí mobilního hrazení jako na okolních nábrežních zdech. Bylo to jediné řešení ze všech zvažovaných, které nevyžadovalo obslužné mechanismy s elektrickými přípojkami. Při projednání dokumentace pro územní rozhodnutí však byla tato varianta s novou konstrukcí mostku orgány památkové péče zamítnuta.

Následně vznikl jiný návrh, který předpokládal uzavření ústí Čertovky **posuvným hrazením**, rozpracovaný dále do projektu pro územní rozhodnutí a stavební povolení.

*Sestava strojů při těžbě podzemních stěn z úrovně zasypané stavební jámy*



*Půdorys stavební jámy s vyznačenými technologiemi speciálního zakládání*



*Řez stavební jámou s vyznačenými technologiemi speciálního zakládání*

V druhé polovině roku 2003 pak byla zahájena spolupráce mezi Hydroprojektem CZ, a. s., a společností Zakládání staveb, a. s., projektantem realizační dokumentace speciálního zakládání – společností FG Consult, s. r. o. – a subdodavatelem technologické části uzávěru – sdružením firem P & S, a. s., a Strojírny Podzimek, s. r. o.

V této souvislosti je zajímavé zmínit návrh Vodních cest, a. s., který předpokládal uzavřít ústí

Čertovky poklopným uzávěrem. Tento návrh byl za účasti všech dotčených orgánů a organizací poprvé projednáván v září 2003. Princip řešení spočíval ve zvednutí uzávěru ze dna Čertovky pomocí plováků, které by byly v klidové době naplněny vodou a v případě potřeby zahrazení Čertovky by z nich byla voda vyčerpána. Uzávěr byl navržen z lamel, kotvených ke dnu řetězy. Vzhledem k nedostatku času danému termínem zahájení stavby byl však tento návrh posléze opuštěn a na začátku prosince 2003 se účastníci stavby definitivně vrátili k původnímu návrhu – uzavření ústí Čertovky posuvným hrazením.

### Princip posuvného uzávěru

Zahrazení vyústění Čertovky do Vltavy je provedeno hradidlovou stěnou, umístěnou na kolech a pojíždějící po kolejích. Stěna je v klidovém stavu zaparkována v uzavřeném betonovém prostoru („garáži“) a vysouvá se v případě povodňového nebezpečí nebo v případě zkoušek a údržby. Po vyjetí z prostoru do uzavřené polohy se opírá o boční vedení na březích Čertovky a o dva pilíře trvale osazené v korytě Čertovky. Stěnu je možno po vyjetí z prostoru v uzavřené poloze navýšit mobilním hrazením typu EKO-System, navazujícím na hrazení umístěná na nábrežních zdech.

Prostor pro uložení stěny má délku cca 25 m

a je součástí nově zrekonstruované nábrežní zdi směrem ke Karlovu mostu. Šířka prostoru je dána tloušťkou konstrukce hradidlové stěny a potřebným manipulačním prostorem pro údržbu a provoz hradic konstrukce.

### Stavební řešení posuvného uzávěru

Celou stavbu je možno rozdělit na tři části:

- spodní stavbu posuvné stěny a „garáž“ pro umístění stěny v přestavěné nábrežní zdi před restaurací Kampa Park,
- spodní stavbu uzávěru pode dnem Čertovky,
- levobřežní opěru uzávěru v rekonstruované nábrežní zdi Vltavy na okraji areálu Hergetovy cihelny.

Spodní stavbu uzávěru tvoří základová deska napojená do povrchu skalního podloží systémem podzemních stěn a sloupů tryskové injektáže. Úkolem těchto prvků je utěsnění propustného podloží v podzákladí konstrukce a její statické zajištění.

### Spodní stavba a prostor umístění uzávěru před restaurací Kampa Park

Základová deska prostoru „garáže“ je uložena na lamelách podzemních stěn a na průběžné podzemní stěně, která tvoří současně zadní stěnu konstrukce garáže. Tloušťka této stěny je 80 cm, resp. 70 cm v horní části.

Návodní stěna garáže má tl. 50 cm, z toho 35 cm tvoří železobeton a 15 cm kamenný obklad, líc stěny má sklon cca 30 : 1. Strop prostoru garáže tvoří současně korunu nové nábrežní zdi o šířce 3,56 m. Konstrukce stropu je z železobetonové monolitické desky tl. 18 cm. Povrch je kryt hydroizolační fólií, uloženou na spádovém betonu. Na straně obrácené ke břehu je osazen korunní kámen s povrchem na kótě 188,75 m n. m., který tvoří dosedací práh mobilního hrazení. Na straně k Vltavě je kamenný obklad líce zdi ukončen korunním kamenem s korunou na kótě 188,70 m n. m. Povrch stropu není navržen jako pochozí a v celé ploše bude osazen suchomilnými rostlinami.

Vnitřní světlá šířka prostoru garáže je 2,36 m, světlá výška 4,97 m, dno je na kótě 183,50 m n. m. Odvodnění je provedeno systé-



Vytěžená stavební jáma s obnaženými podzemními stěnami

mem podélných a příčných žlábků spádovaných do jámy v čele prostoru.

Podél nové nábrežní zdi je plošina v šířce 3,50 m s hranou na úrovni 185,50 m n. m. Obvodová zeď plošiny z prostého betonu má základovou spáru na úrovni 182,80 m n. m. a je založena na mikropilotách. Ukončena je korunním kamenem, líc je obložen kamenným obkladem tl. 15 cm. Povrch plošiny z kamenné dlažby je spádován směrem k Vltavě.

### Spodní stavba uzávěru pode dnem Čertovky

Tato část je tvořena základovou železobetonovou deskou tl. 0,70 m, respektive 0,90 m, a šířky 5,60 m s povrchem na kótě 183,50 m n. m., respektive 183,70 m n. m., uloženou na lamelách podzemních železobetonových stěn tl. 80 cm. Základová spára konstrukce je na kótě 182,80 m n. m. Do ozubu desky výšky 20 cm je osazeno vodorovné prahové těsnění uzávěru. V povrchu desky jsou dvě čerpací jímky 50x60x50 cm, jedna v rozsahu drážky v plošině, druhá v profilu koryta Čertovky. Do povrchu základové desky jsou v úrovních 185,20 m n. m. a 183,50 m n. m. osazeny dva ocelové pilíře s horní hranou na kótě 187,70 m n. m. Pojezdová dráha z kolejnic je po celé délce

zakotvena do povrchu základové desky.

Spodní stavba je upravena pro osazení dvou řad provizorního hrazení mezi Čertovkou a Vltavou tak, že lze vytvořit suchý prostor, ve kterém bude možno po vyjetí provést opravy a revize všech zařízení mobilního uzávěru. Boční drážky hrazení jsou na straně Vltavy zapuštěny v zídce plošiny Kampa Parku a v povrchu zdi u Hergetovy cihelny. Ze strany Čertovky jsou zapuštěny v bocích zidek plošin na obou březích a na bocích středového ocelového pilíře.

### Na levém břehu Čertovky je vytvořena

**druhá břehová opěra uzávěru** jako součást líce nábrežní zdi u areálu Hergetovy cihelny. Statickou a těsnicí funkci zde zajišťuje betonový pilíř.

Vzhledem k možným průsakům podzemních vod a zachycovaným povrchovými vodám do území chráněného protipovodňovými opatřeními je v areálu Hergetovy cihelny navrženo stanoviště pro jejich přečerpávání zpět do Vltavy. Je tvořeno mobilním čerpacím zařízením a šachtou situovanou v chráněné zóně s trvalým výtlačným potrubím DN 300, zaústěným do Vltavy.

*Ing. Marta Havlíková, Ing. Jiří Suchý, Hydroprojekt CZ, a. s.*

# Práce speciálního zakládání na úseku Karlův most–Čertovka

Protipovodňová opatření hl. m. Prahy, úsek Karlův most–Čertovka, navazují na současně budovaný úsek Říční ul.–Karlův most na jedné straně a na straně druhé na již hotovou část u Hergetovy cihelny.

Spodní stavba protipovodňové ochrany je vedena od pilíře č. 11 Karlova mostu a tvoří ji

průběžná stěna z beraněných štetovnic Larsen IIIIn dlouhých 11 m, ukončená pod povrchem terénu železobetonovým trámem 800x600 mm. Do tohoto trámu byly osazeny kotevní ocelové mezidesky, sloužící k přivaření kotevních desek slupic mobilního hrazení. Prostor mezi kotevními deskami slupic byl osazen žulovým obrubníkem,

tvořícím dosedací práh hradidel mobilního hrazení.

V místě, kde se trasa protipovodňové linie přibližila k vzrostlým stromům, a nebylo tak možno použít technologii beranění bez toho, aniž by došlo k jejich poškození, byla štetová stěna nahrazena kombinací sloupů tryskové





Železobetonová konstrukce „garáže“ pro posuvná vrata

injektáže s průměrem min. 800 mm a mikropilot s výztužnou trubkou 108/16 mm. Mikropiloty plní statickou funkci a jsou vetknuty stejně jako štětovnice do železobetonového trámu. Trysková injektáž plní funkci těsnící.

Popsaná část navazuje na spodní stavbu posuvného uzávěru Čertovky. Ta zahrnovala přestavbu nábrežní zdi Vltavy u ústí Čertovky před restaurací Kampa Park, spodní stavbu uzávěru pode dnem Čertovky a vytvoření opěry posuvného uzávěru v rekonstruované nábrežní zdi u areálu Hergetovy cihelny.

Zakládání nové nábrežní zdi na mikropilotách



Geologické poměry v této lokalitě tvoří v hloubce 10–14 m předkvartérní podklad, který je tvořen vesměs tmavošedými, jemně slídnatými břidlicemi bohdaleckými. Ty jsou na povrchu zvětralé, pokryvné útvary jsou tvořeny především štěrky na bázi balvanitými, výše pak hrubými štěrky s písčítými polohami. Nadloží tvoří z menší části prachové hlíny, z větší části pak navážky, jejichž mocnost dosahuje i několika metrů.

Před zahájením prací na založení spodní stavby uzávěru bylo nutné zřídit rozsáhlou jámku

rozměrů asi 50x15 m, která zasahuje z větší části do Vltavy. Jámka byla vytvořena z beraněných štětovnic Larsen III n dl. 11 m, vetknutých do nepropustného podloží. Těsnění jámky proti vodám Čertovky bylo provedeno kombinací valu z pytlů naplněných pískem, tryskovou injektáží a štětovnicemi. Následně byla jámka zasypana tak, aby zde vznikla pracovní úroveň nad hladinou spodní vody. Od ulice Cihelné byla podél areálu Hergetovy cihelny nasypána příjezdová komunikace pro obsluhu stavby.

Před restaurací Kampa Park se za původní nábrežní zdi nainstalovalo záporové pažení, tvořené válcovanými profily HEB 140 s výdřevou, kotvené ve dvou úrovních pramencovými kotvami. Pažení umožnilo rozebrání kamenné nábrežní zdi v délce cca 30 m. Po odstranění této zdi byla v jejím místě provedena podzemní stěna tl. 800 mm, v břehové části kotvená jednou řadou zemních pramencových kotev. Ta propojila výše popsanou spodní stavbu protipodvodňové bariery ze štětovnic, probíhající od Karlova mostu přes koryto Čertovky s nábrežní zdi u Hergetovy cihelny. V místě křížení Čertovky byla její koruna provedena pod úroveň dna jejího koryta. Podzemní stěna byla zahloubena cca 2,5 m do skalního podloží. Kolmo na podzemní stěnu bylo provedeno 8 elementů podzemní stěny, na nichž byla založena železobetonová deska pro posuvný uzávěr. Podélná podzemní stěna uzavřela stavební jámku proti průniku vody, a pracovní úroveň tak bylo možno snížit pod úroveň hladiny Vltavy.

Po vytěžení stavební jámy byla před restaurací Kampa Park vybudována železobetonová monolitická konstrukce garáže posuvného uzávěru,



jejíž zadní stěnu tvoří podzemní stěna. Na protilehlém břehu u Hergetovy cihelny byla částečně zbourána a nově vystavěna nábrežní zeď tak, aby tvořila oporu pro vysunutý uzávěr. Podél garáže posuvného uzávěru bylo vystavěno plato (náplavka), sloužící jako odpočinkový prostor. Plato muselo být oproti původním předpokladům (plošné založení) založeno na mikropilotách s výztužnou trubkou 108/16 mm, provedených v délkách 4,5 m pod úroveň dna Vltavy, protože v těchto místech byla zastížena vrstva neúnosných bahnitých náplavů o mocnosti až 2 m.

Veškeré práce byly prováděny pod dozorem pracovníků NPU HMP. Viditelné nové konstrukce byly obloženy kamenným obkladem a kolem garáže uzávěru byly provedeny kamenné dlažby, aby nebyl narušen ráz této historické lokality.



Montáž mobilního hrazení

Vladimír Malý, Zakládání staveb, a. s.

## Posuvný uzávěr Čertovky – konstrukce pojízdného uzávěru

Pojízdný uzávěr byl zkonstruován jako těleso celosvařované konstrukce z podélných a příčných nosníků tloušťek 10 a 12 mm, lemovaných pásnicemi tloušťek 20 až 30 mm. Ze strany Čertovky je konstrukce v celé ploše kryta plechem tl. 12 mm. Hrazení pojíždí po kolejové dráze, vytvořené dvěma kolejnicemi o rozchodu 1060 mm, a má celkem osm pojezdových kol s nerezovou pojezdovou plochou. Krajní čtyři kola jsou opatřena háky proti nežádoucímu nazvednutí nebo převrnutí.

Těsnění mezi uzávěrem a spodní konstrukcí stavby zajišťuje speciální gumový profil ve tvaru

Montáž mobilního hrazení



noty, který je k uzávěru uchycen přítláčnými plochými spoji a soustavou šroubových spojů z nerezového materiálu.

Celá ocelová konstrukce uzávěru je otryskána, metalizována zinkem a opatřena ochranným nátěrem typu Jotun o celkové tloušťce 360 mikrometrů.

Hrazení se v uzavřené poloze opírá o dva svařované sloupy v řečišti Čertovky, které jsou vyrobeny z ocelových plechů tl. 30 mm.

Hlavní rozměry hradidla:

- hradicí délka: 23 500 mm,

- hradicí výška: 4900 mm,
- celková váha: 51 000 kg.

Posuv hradidla je zajištěn dvěma mobilními vrátky. Pro možnost snadnějšího počátečního rozjezdu jsou v obou krajních polohách hrazení instalovány hydraulické válce.

Hradidlo lze v zavřené poloze dotlačit k těsnicímu rámu pomocí dvou hydraulických válců, umístěných ve spodní části železobetonové konstrukce spodní stavby. Tato manipulace by se prováděla za pomoci potápečce, a to pouze tehdy, kdyby byl zjištěn zvýšený průsak mezi tabulí a těsnicím rámem.

V tělese hradidlové tabule jsou zabudovány vysouvací slupice, které lze vysunout do horní polohy pomocí jednoduchého mobilního zvedacího mechanismu. Mezi slupice se umístí hliníková hradidla, používaná pro povodňovou ochranu. Toto hrazení navazuje na mobilní hrazení nábrežních zdí protipovodňové ochrany.

### Montáž uzávěru

Hradidlo včetně příslušenství bylo vyrobeno ve výrobním závodě dodavatele v Třešti ze čtyř částí z důvodu transportu a manipulace. Kompletní povrchová ochrana byla provedena ve firmě Metalkov Vlašim.

Montáž byla zahájena na počátku listopadu 2004 pracemi na sestavení a ustavení kolejové dráhy, a to nejprve v řečišti Čertovky a později i v garáži pro uložení uzávěru. Po ustavení kolejí v místě budoucího řečiště byly navedeny spodní dva díly hrazení s namontovanými koly,





Pohled na tabulový uzávěr Čertovky při montáži

každý o váze více jak 9000 kg. Usazení dílů bylo provedeno během jednoho dne za pomoci silničního jeřábu Liebherr o nosnosti 100t, který byl zaparkován na konci příjezdové cesty před sjezdem do montážní jámy. Po dvou dnech byly usazeny vrchní díly hrzení, každý o váze 13 t.

Na práce musely být nasazeny dva jeřáby, jeden z montážní jámy o nosnosti 28t a druhý z příjezdové cesty o nosnosti 80 t. Usazování dílů hrzení, zejména vrchních, představovalo velmi obtížnou operaci především kvůli stísněným rozměrům stavební jámy, její nevhodnosti pro rovné ustavení jeřábu a nutnému velkému vyložení ramen jeřábů.

Následně byly prováděny práce na ustavení prahových a bočních těsnění, svařování dílů ocelové konstrukce a ustavování opěrných sloupů v řečišti.

Poslední etapu montáže představovalo ustavení kladek, úchytů, aretací, hydraulických válců ná-

razníků a vrátků. Všechny montážní práce byly kromě zkoušek ukončeny dne 20. 12. 2004.

**Josef Vaverka, P & S, a. s.**  
foto: Libor Štěrba

#### Hlavní účastníci stavby:

*Investor: Magistrát hl. města Prahy – OMI  
Zmocněnec investora: Vodohospodářský rozvoj a výstavba, a. s., (VRV, a. s.)*

*Technický dohled: Bovis Land Lease, a. s.*

*Generální projektant: Hydroprojekt, a. s.*

*Projekt speciálního zakládání:*

*FG Consult, s. r. o.*

*Generální dodavatel: Subterra, a. s.*

*Dodavatel stavební části: Zakládání staveb, a. s.*

*Dodavatel provozních souborů:*

*EKO – SYSTÉM, s. r. o.*

*Dodavatel technologie posuvného uzávěru:*

*P & S, a. s., a Strojírny Podzimek, s. r. o.*

## Flood control measures to provide protection of the capital city of Prague

### The sliding lock of the Čertovka channel mouth

The year 2004 was an important time for the capital city of Prague as the largest part of flood control measures in the area of a cultural preserve on the left bank of the Vltava River was realised.

The purpose of these measures is to protect valuable buildings and property in this area of Prague so that they prevented recurrence of vast damages caused by floods in 2002.

The works were carried out in the section from the Říční Street (the Legiií Bridge) across the Kampa Park, past the Sovovy Mills and the Lichtenstein Palace furcating across the Kampa Square to the pile no.11 of the Charles Bridge and then over the Čertovka channel mouth to the Hergetova brick factory.

The realisation of flood control measures within this section was rather complicated and accompanying works influenced for a very long time the shape of panorama at this bank of the Vltava River.

The place was bustling with building and technological construction works on the flood control lock of the Čertovka channel. Construction works carried out between the Charles Bridge and the Hergetova brick factory became an appealing attraction watched by numerous clumps of Praguers as well as tourists, despite the fact that no mention of these works can be found in the guide books!

The following lines will bring even nearer to you the technical solutions selected for the Čertovka flood control lock. It is definitely not an overstatement if we say that it is an extraordinary construction work. Its technical properties and safety requirements are absolutely unique along the Vltava River flow and in the Czech Republic by far.

Likvidace jímky prováděná z vody – vytahování štětovic Larsen Illn



Ústí Čertovky po dokončení hlavních prací na stavbě posuvného uzávěru







# Protipovodňová opatření na Malé Straně a Kampě Přeložky inženýrských sítí

Tento krátký článek je především obrazovým doplněním příspěvku Doc. Ing. Jana Masopusta, CSc., z čísla Zakládání 3/2004, ve kterém autor podrobně popsal spodní stavbu protipovodňových opatření v oblasti Malé Strany a Kampy, prováděných společností Zakládání staveb, a. s. Z pozice zástupce firmy, která byla vyšším dodavatelem stavby bychom snad jen rádi zdůraznili, že veškeré práce byly prováděny v Pražské památkové rezervaci, což vyžadovalo značně ohleduplný přístup ke všem objektům v blízkosti budované protipovodňové linie – ať už se jednalo o cenné historické objekty, nebo o vzrostlou zeleň. Např. v blízkosti Sovových mlýnů se podzemní konstrukce na vzdálenost několika centimetrů blížila k historickému kanalizačnímu sběrači; u Lichtenštejnského paláce zase probíhala těsně podél jeho základů. Citlivý

přístup bylo třeba zvolit i v blízkosti historické zástavby na náměstí Kampa, kdy se soubor objektů u řeky Vltavy podzemními konstrukcemi obcházel z obou stran.

Značnou komplikací při budování protipovodňové linie na tomto úseku představovalo provádění velkého množství přeložek inženýrských sítí; jednalo se o kanalizační sběrače, vodovodní řady, plynovody, kabely nízkého napětí, sdělovací kabely Českého Telecomu, trubky optických kabelů, napájecí kanál Čertovky, závlahový

systém parku ad. O složitosti provádění těchto prací více napoví přiložená fotodokumentace.

**Josef Šenkeřík, fa. Vokúrka a Šenkeřík, s. r. o.**

## Flood control measures at the Lesser Town and Kampa

Relocation of underground services

1/ Z důvodu kolize se stávající kanalizací na náměstí Kampa bylo nutné vybudovat novou kanalizační síť včetně nových šachet v hloubce 5,5 m.

2/ Ukázka střídání technologií pro podzemní stěny z důvodů křížení sítí – štětová stěna nahrazena pilotovou. Při práci na náměstí Kampa bylo třeba výjimou zádlážbu.

3/ Výkop u Lichtenštejnského paláce: u trafostanice vznikla kolize s kabely NN. VZ. Vzhledem k nemožnosti provedení přeložek bylo nutné přeložit celou trafostanici.

4/ V úseku štětové stěny z náměstí Kampa na pilíř Karlova mostu bylo třeba překonat křížení s vodovodním řadem, plynovodem, rozvody NN a rozvody VO.

5/ Část nové barokní zdi, která vede od ulice Řiční k objektu Rybářského svazu. Ze zbytku zachovalé části barokní zdi, která byla poničena povodní byly pod dohledem pracovníků památkové péče sejmuty staré tvary střílen a jako repliky byly použity do nově vyzděné zdi. Každá střílna měla jiný tvar.

6/ Neplánovaná kolize s vodovodním řadem v parku Kampa.





Stražení štětových stěn a následné práce na havarijním jímkování druhého jezového pole

# Sanace havárie druhého jezového pole na vodním díle Střekov

**Při vyvolaných opravách druhého jezového pole vodního díla Střekov byly objeveny poruchy kamenného obkladu spodní stavby jezu. V rámci zvoleného technického řešení byla vytvořena jímka ze štětových stěn na návodní straně jezu tak, že náhradu poškozených částí za železobetonové a ocelové konstrukce bylo možno provést za sucha. Po objevení dalších poruch – výronů vody ve vzestupné a sestupné části vývaru – byly práce rozšířeny o sanační injektáž betonové konstrukce spodní stavby vývaru s následným kotvením kamenných kvádrů.**

## Vodní dílo Střekov

Vodní dílo Střekov je zatím posledním stupněm labské kaskády na území České republiky. Bylo vybudováno v letech 1924–1936 a sestává ze čtyřpólového jezu hrazeného dvojitými tabulovými uzávěry, levobřežní vodní elektrárny a z velké a malé plavební komory, umístěné u pravého břehu vodního díla.

Jak je tedy patrné, jedná se o dílo poměrně složité. Pro lepší představu o jeho proporcích uvádíme, že všechna jezová pole a velká plavební komora mají šířku mezi pilíři 24 m a maximální hrazenou výšku 10,90 m.

Vlastní jez má délku 111 m a je založen na kesonech spouštěných až do nepropustného podloží samostatně pod pilíři a příčně pod jezovými poli. Pilíře jsou betonové a jsou z velké části obloženy kvádřovým kamenným zdivem. Spodní stavbu jezových polí tvoří betonový práh obložený kamennými kvádry, na návodní části vývaru tloušťky 0,7 a 0,5 m, na sestupné části vývaru za dosedacím prahem hradič tabule

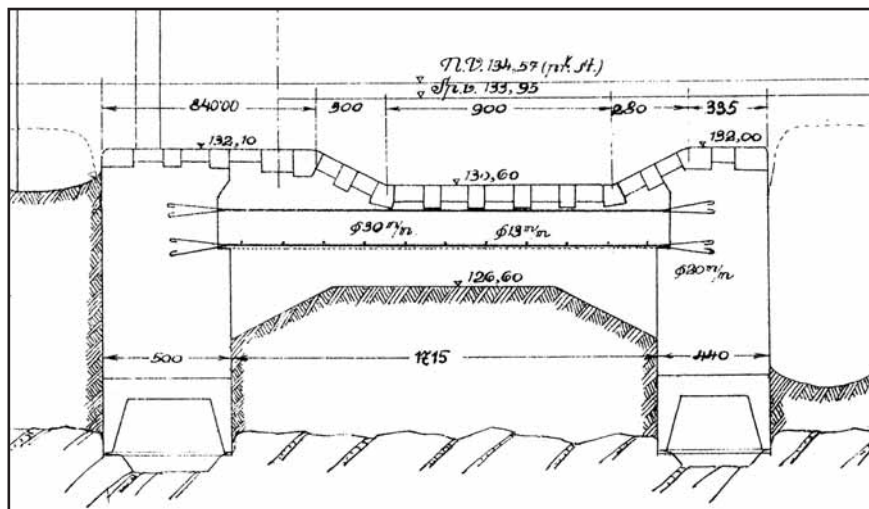
tloušťky 0,9 a 0,65 m. Kamenné kvádry ve vývaru jezu jsou kotveny do betonového tělesa jezu. Jezová pole jsou hrazena dvojitými ocelovými

tabulemi typu Stony. Provizorní hrazení jezového pole od horní vody se provádí ocelovými příhradovými hradičmi, osazovanými do drážek pomocí portálového jeřábu, který je trvalou součástí konstrukce vodního díla. Hrazení od dolní vody se provádí speciálními plovoucími truhlíkovými hradičmi za pomoci mobilního jeřábu z lodí. Dosedací prahy obou hrazení i hradičích tabulí tvoří kamenný obklad výše popsané spodní stavby jezu.

## Havárie II. jezového pole

Po průchodu povodně v srpnu roku 2002 bylo rozhodnuto o zahájení oprav jezových uzávěrů

Původní stavební dokumentace – podélný řez jezovým polem s použitou metodou založení na kesonech







Štětová stěna před dokončením

včetně oprav kamenných obkladů jezových polí. Tyto práce byly zahájeny na počátku roku 2003 provizorním zahrazováním jednotlivých jezových polí.

Při provizorním zahrazení druhého jezového pole v březnu 2003 se však objevily první těžkosti s dotěsněním tohoto hrazení na kontaktu s dosedacím prahem jezu. A právě jeho deformace, která dříve nikdy nebyla zaznamenána, se jevila pravděpodobnou příčinou těchto těžkostí.

K nejvýraznějším projevům havárie druhého jezového pole, jejíž následná sanace je hlavním tématem tohoto článku, došlo 31. 5. 2003 po vyčerpání zahrazeného prostoru mezi horním a dolním provizorním hrazením. Za horním hrazením se propagovaly průsakové cesty a objevil se silný výron vody, který rychle zatopil čerpaný prostor a došlo dokonce k odplavení dolního hrazení.

Z následně provedeného potápěčského průzkumu vyplynulo, že převážná část kamenného obkladu betonové konstrukce dna v prostoru od návodní hrany po dosedací práh tabulového uzávěru byla odtržena a nadzvednuta. Předposlední řada před dosedacím prahem pak dokonce o 0,65 m. Barvicí zkouškou byla potvrzena přímá komunikační cesta ve spáře pod kamenným obkladem od návodní strany jezového pole do místa porušení obkladu. Byly také zjištěny kaverny v místě styku kesonu levého pilíře a příčného kesonu na návodní straně jezového pole, dále pak poškození návodní části přelivné hrany, i když komunikace vody v těchto místech potvrzena nebyla. Zjištěny byly i mimořádně hluboké výmoly v okolí zhlaví jezových pilířů, sahající do hloubky až 3,4 m.

### Možné alternativy řešení

Na základě zjištěných skutečností byl skupinou odborníků z Povodí Labe, s. p., projektantem a dalšími přízvanými technikami zvažován možný



Vertikální deformace původní konstrukce jezového pole byla až 65 cm, v pozadí originální řešení havarijního hrazení zájmového prostoru

způsob opravy zásadně ve dvou alternativách. První alternativa předpokládala provedení většiny sanačních prací pod vodou s následným využitím standardního provizorního hrazení. Ve druhé alternativě bylo za základ řešení vzato vytvoření jímky tvořené štětovou stěnou na návodní straně a s provizorním hrazením od dolní vody. To by umožnilo opětovné zčerpání zájmového prostoru a provedení následných prací „ze sucha“.

Po posouzení všech kladů a záporů obou alternativ byla vybrána varianta druhá a zhruba v této době byla přizvána ke spolupráci nejprve na rozpracování zvoleného technického řešení a později i na vlastní realizaci společnost Zakládání staveb, a. s.

Při návrhu štětové stěny bylo nutno vzít v úvahu, že vodní dílo bylo realizováno v poměrně složitých základových poměrech. Skalní podloží je

zde tvořeno velmi tvrdými horninami, převážně čedičem a žnělcem. Pokryvné útvary, tedy dno řeky, pak tvoří vrstvy vzájemně zaklíněných valounů a balvanů, prostoupených nerovnoměrně uloženými šterky, písky a jíly. Je tedy zřejmé, že se jedná o prostředí, do něž je beranění liniové konstrukce obtížné a bez předchozího předtěžení v trase štětové stěny téměř nemožné.

I při tomto postupu však stále zůstává problém dostatečného zavázání štětovnic do v tomto případě pevného podloží pro zamezení podtékání paty stěny.

Tato fakta vedla k hledání jiného, výhodnějšího řešení. Základem takového řešení byla potápěči potvrzená skutečnost, že součástí konstrukce spodní stavby je na návodní straně průběžná drážka, která se po vyčištění a následné kontrole jejich rozměrů a celistvosti ukázala možným místem pro uložení a dotěsnění paty štětové



Voda vyvěrající z vrtů pro kotvení konstrukcí

stěny. S využitím tohoto detailu tak byla navržena štětová stěna opřená o stávající těleso jezu, resp. o hradbu tvořenou třemi kusy provizorních hradidel návodního hrazení.

### Začínáme I. etapou – zřízením provizorní jímky

Zřízení provizorní jímky bylo zahájeno sanačními pracemi prováděnými pod vodou v listopadu 2003. V rámci tohoto kroku bylo nutno vyčistit nánosy do vzdálenosti cca 1,5 m od jezového tělesa, vyčistit a zasanovat zjištěné kaverny v konstrukcích spodní stavby, opravit poškozené části výše popsané průběžné drážky, odstranit zastížené náličky betonu přesahující půdorys návodní hrany jezového tělesa a provést výplňovou a kontaktní injektáž spár mezi kesony pod pilíři a příčným kesonem jezového pole.

Dalším krokem byly práce prováděné z vody, většinou za asistence potápěčů. Probíhalo strážení stěny ze štětovic Larsen IIIln délky 12 m s těsněnými zámky a s patou uloženou do zmíněné průběžné drážky a její stabilizace kotvením do konstrukcí pilířů a jezového pole. Štětová stěna byla v koruně fixována k podélnému vodorovnému nosníku, zakotvenému také do jezových pilířů.

Poté byly pod vodou na vnitřní straně jímky osazeny podpory pro osazení tří kusů příhradových hradidel, tedy konstrukce, do níž byla štětová stěna opřena.

Dotěsnění paty štětové stěny v průběžné drážce bylo provedeno pod vodou výplňovou a těsnicí injektáží s využitím stabilní samotuhnoucí injektční směsi. Její parametry byly voleny tak, aby nutná technologická přestávka před zahájením čerpání v provizorní jímce nebyla delší než 10 dní. V této době bylo provedeno standardní provizorní hrazení od dolní vody.

Čerpání v jímce bylo zahájeno v polovině ledna 2004. V průběhu čerpání byla prováděna kontrola a případné drobné úpravy jednotlivých konstrukčních prvků jímky a rovněž dotěsnění drobných průsaků, zejména v kontaktní spáře mezi štětovou stěnou a jezovými pilíři.

Po 48 hodinách se podařilo bez závažnějších problémů jímku vyčerpat a umožnit tak nástup na II. etapu prací.



Hloubení vrtů pro sanační injektáž a pro následné kotvení kamenného obkladu

### II. etapa – „ze sucha“

Projektová dokumentace II. etapy prací, jejímž autorem je na celé této stavbě projektový ústav Aquatis, a. s., byla zpracována na základě dostupných informací zejména od potápěčů, vedení provozu vodního díla a v neposlední řadě studiem historické dokumentace. Navržené řešení směřovalo původně pouze k odstranění odtrženého kamenného obkladu v místě dosedací prahu horního provizorního hrazení v nejnútnejším rozsahu (tedy od návodní hrany tělesa jezu po dosedací práh tabulového uzávěru) a následně ke zřízení nových ocelových a železobetonových konstrukcí. Tyto konstrukce byly navrženy tak, aby byly nejen plnou funkční náhradou zharavovaných částí jezového pole, ale některými novými prvky činí nový celek odolný proti jevům, které byly pravděpodobnou příčinou havárie.

Mezi tyto prvky patří opancěrování návodní hrany jezového tělesa, ocelový dosedací práh provizorního návodního hrazení, protivztlakový odlehčovací drén a především kotvení nových ocelových konstrukcí i železobetonové desky do původní betonové části spodní stavby jezového pole.

### Nové skutečnosti

Jak to ale v podobných případech bývá, po zčerpání jímky, když bylo možno provést detailní prohlídky celého prostoru, se objevily některé nové skutečnosti, které zásadně doplnily rozsah nutných sanací a oprav.

Oproti původnímu očekávání se ukázalo, že poškozen byl i kamenný obklad dosedací prahu tabulového uzávěru a znepokojivé byly i zastíže-

né výrony vody z kamenného obkladu sestupné i vzestupné části vývaru. Tyto a další skutečnosti byly sice příčinou silného tlaku na termíny upravených projekčních řešení především ze strany investora celé akce – Povodí Labe, s. p., ale na druhou stranu jasně potvrdily správnost volby alternativy sanace havárie „ze sucha“.

Při řešení problematiky poškozeného dosedacího prahu tabulového uzávěru panovala převážně shoda vedoucí k rozšíření plochy odstraněného kamenného obkladu. Logickým krokem bylo i jeho nahrazení ocelovým dosedacím prahem, zabudovaným do takéž rozšířené železobetonové desky, vše zakotvené v duchu původního návrhu. Delší diskuse se však rozpoutala kolem problematiky výronů vody v sestupné a vzestupné části vývaru. Zvažovány byly dvě varianty. První varianta uvažovala s přikotvením stávajícího kamenného obkladu a následným provedením těsnících injektáží pod ním. Druhá varianta pak předpokládala odstranění kamenného obkladu podobně jako pod citovanými dosedacími prahy a jeho nahrazení železobetonovými konstrukcemi.

### Sanační a těsnicí injektáž

Společnost Zakládání staveb, a. s., od počátku preferovala variantu zachování kamenného obkladu. Žulový obklad o rozměrech 100 (90) x 120 x 65 cm, resp. 70 (60) x 120 x 90 cm, byl totiž po bezmála 70 letech své funkce ve velmi dobrém stavu jak co do geometrie usazení, tak co do opotřebení povrchu vystaveného abrazivním účinkům proudící vody. Právě účta k takto provedené práci i k použitému materiálu byla i v dnešní době nebyvalého rozmachu staveb-





Pracovní spára pod budoucí novou železobetonovou deskou

Dokončená konstrukce železobetonové desky

ních hmot důvodem pro jednoznačnou podporu jeho zachování v konstrukci.

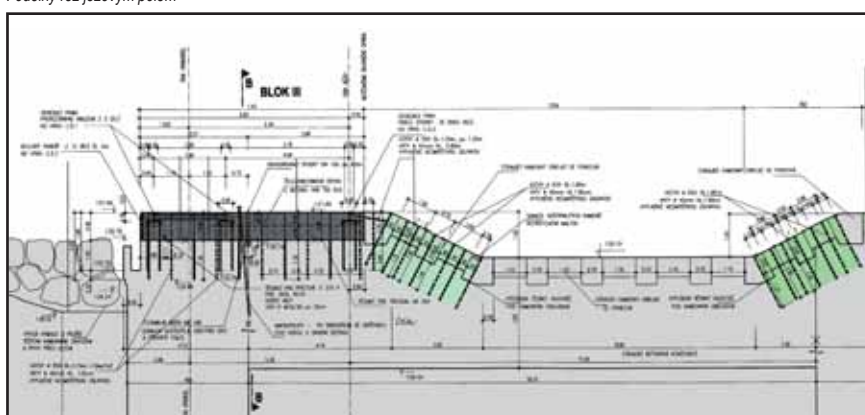
Proto byl pracovníky společnosti ve spolupráci s projektantem navržen technologický postup kotvení jednotlivých obkladních kamenů. Vrtý pro tyto kotvy byly navrženy s myšlenkou na jejich primární využití – sanační injektáž stávající betonové konstrukce spodní stavby vývaru – a teprve po jejím dokončení a opětovném převrtání měly sloužit pro osazení vlastních kotev. Vzhledem k výsledkům zkoušek vzorků původních betonů spodní stavby vývaru, které byly odebrány jádrovými vrty, nebylo možné potvrdit homogenitu a neporušenost tohoto bloku, což vedlo právě k návrhu sanační injektáže. Dle tohoto návrhu by byla následně provedena sanačně-těsnící injektáž úložné spáry kamenného obkladu.

I když volba nakonec padla na variantu zachování žulového obkladu, koncepce zahrnující i primární sanační injektáž bohužel nebyla (i díky doporučení přízvaných nezávislých odborníků) investorem v této době – dubnu 2004 – ještě přijata. Teprve prohlídky původních betonů velmi proměnné kvality, zastížených v úložné spáře odbouraného obkladu v místě dosedacích prahů, a konečně voda vytékající z vrtů hloubených pro kotvení nových konstrukcí i opevnění vývaru prokázaly nevyhnutelnou potřebu sanace tohoto prostředí. Výsledky sanační injektáže provedené v květnu a červnu 2004 pak pouze potvrzují její opodstatněnost. Pro sanační injektáž pod kotvenou železobetonovou deskou a sestupnou a vzestupnou část vývaru bylo provedeno celkem 961 kusů vrtů  $\varnothing$  45 mm v délkách 1,0 až 1,9 m o celkové délce 1480 m. Injekčním tlakem max. 0,3 MPa bylo zainjektováno 31 278 l injekční směsi (!).

Po dokončení sanační injektáže byly vrty převrtány a do nich osazeny kotevní trny z betonářské oceli 10 505  $\varnothing$  20 mm v celkové délce 1 376 m.

Následná sanačně-těsnící chemická injektáž úložné spáry žulového obkladu byla provedena

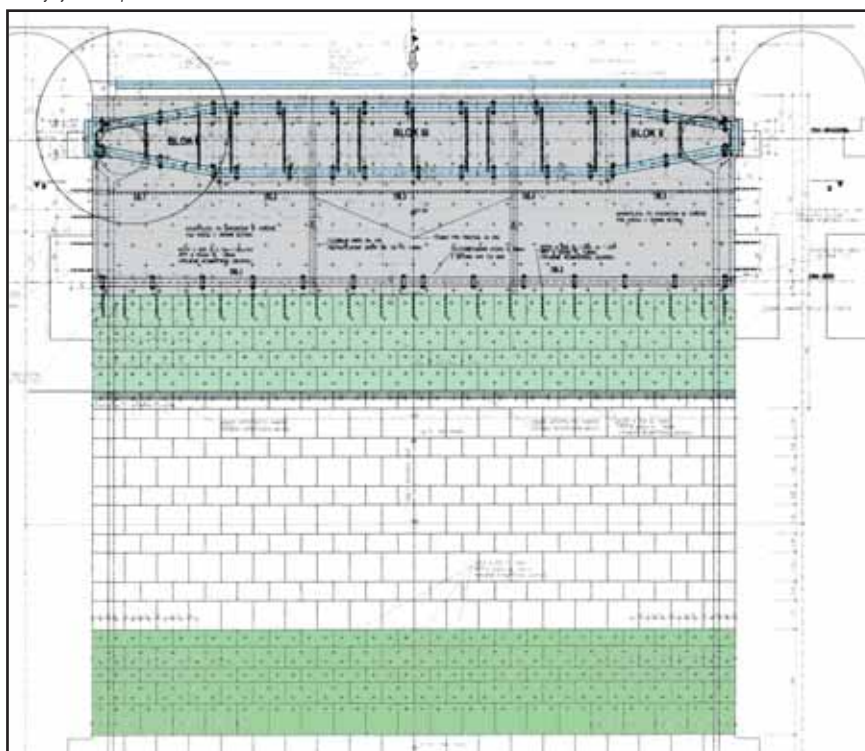
Podélný řez jezovým polem



- 1 hrazení ■  
2 nová kotvená železobetonová deska ■

- 3 kotvená a injektovaná sestupná část vývaru ■  
4 kotvená a injektovaná vzestupná část vývaru ■

Půdorys jezového pole





pouze na sestupné části vývaru chemickou injekční směsí WEBAC 1403. Spotřeby této injekční směsi se pohybovaly řádově níže – na hodnotě cca 4l/vrt, oproti spotřebě 32–33l/vrt při primární sanační injektáži cementovými směsmi.

### Nové ocelové a železobetonové konstrukce

Osazení ocelových konstrukcí nových doseďacích prahů a opancěřování návodní hrany jezového pole, výztuž desky včetně všech vložených prvků a její betonáž ve třech pracovních záběrech proběhla dle projektové dokumentace a byla dokončena začátkem srpna 2004. Koncem tohoto měsíce pak bylo možno po zatopení jímky zahájit její likvidaci. Příprava na demontáž štětové stěny si vzhledem k provázanosti s hradbou z příhradových hradidel a skutečností, že tyto práce je nutno provádět částečně pod vodou a částečně z hladiny, vyžádala detailní rozbor sledu jednotlivých operací. Díky takovému přístupu se i tuto závěrečnou etapu podařilo zvládnout bez větších nesnází.

### Otázky pro (blízkou) budoucnost

Po dokončení takto technicky náročné stavby, kde bylo od počátku třeba řešit netradiční zadání a reagovat na postupně odkrývané nové skutečnosti, by se měl najít prostor pro její zhodnocení a získané výsledky by měly být využity v dalším odborném životě, pokud možno

nejen v týmu zúčastněných.

Mezi takové zásadní okamžiky sanace havárie II. jezového pole na vodním díle Střekov lze jistě zařadit šťastnou volbu jak alternativy oprav „ze sucha“, tak varianty zachování kamenného opevnění při sanaci vývaru. Netradiční, ale plně vyhovující se ukázal i způsob zahrazení jímky na návodní straně pomocí strážené štětové stěny opřené do konstrukce využívající stávající provizorní hradidla. Nejvýznamnějším přínosem této stavby je však poznání skutečného stavu konstrukcí původního tělesa jezu a zejména stavu betonů pod obkladem jezového pole. Vzhledem k tomu, že tyto betony byly pravděpodobně ukládány po vrstvách tloušťky 20–30 cm bez dokonalého propojení jednotlivých vrstev (ve spárách mnohdy chybí cementový tmel), vzniklo nehomogenní a prostupné prostředí, které umožnilo komunikaci vody a její působení i na ostatní části konstrukce. Provedená technická opatření, především pak sanační injektáž, byla zacílena na zlepšení tohoto prostředí ve snaze získat spolehlivý základ pro možnost více než nahradit zhavarované konstrukce.

Do budoucna tak vyvstává několik otázek:

- Jak asi vypadají tyto části spodní stavby na ostatních jezových polích?
- Byly i tam betony realizovány stejnými technologickými postupy?
- Nakolik může přispět takový stav spodní stavby ke ztrátě funkčnosti části konstrukce?
- Lze tyto problémy řešit v jiném než havarij-

ním režimu?

Odpovědi na tyto a jistě mnohé další otázky doufáme získáme v nejbližší době, protože tak úctyhodné dílo si je bezesporu zaslouží.

**Ing. Jiří Mühl, Zakládání staveb, a. s.**  
Foto: Petr Maláč a Libor Štěrba

*Hlavní účastníci stavby:*  
Investor: Povodí Labe, s. p.  
Generální dodavatel: ŽS Brno, a. s.  
Projektant: Aquatis, a. s.  
Dodavatel popsaných prací:  
Zakládání staveb, a. s.  
Potápěčské práce: PS Profi, s. r. o.

### Sanitation of breakdown of the second weir field at the Střekov waterworks

*In the course of reconstruction of the 2<sup>nd</sup> weir field of the Střekov waterworks several defects of stone cladding of the lower weir structure were detected. Proposed technical solution consisted in creation of a cofferdam from sheet pile walls on the intake basin part so that it was possible to replace the damaged parts with reinforced concrete and steel constructions in dry conditions. After detecting further damages – water outbursts in the upward and downward basin part – the works were extended to sanitation injection of the concrete construction of the lower stilling basin followed by anchoring of stone blocks.*

Pohled do vyčerpaného prostoru hlavního jezového pole při kladení výztuže nové železobetonové desky

