

ZAKLÁDÁNÍ

Časopis ZAKLÁDÁNÍ STAVEB, a. s.

1/2009

Ročník XXI



- STAVEBNÍ TECHNIKA 19. STOLETÍ A FIRMA LANNA
- JEŘÁBOVÝ NOSIČ BAUER MC 64 A FRÉZA BC 32
- HLOUBENÉ TUNELY LETNÁ
- POLYFUNKČNÍ OBJEKT 3NITY V BRATISLAVĚ





SO 50, opatření 501, výstavba PPO s pohledem na lávku na Císařský ostrov

PROTIPOVODŇOVÁ OCHRANA HLAVNÍHO MĚSTA PRAHY, ETAPA 0007 TROJA

Po dokončení protipovodňových opatření v centru a širším centru Prahy se začínají realizovat i protipovodňová opatření na odlehlejších územích hlavního města. Jedná se o oblast Zbraslavi a Radotína na jihu a oblast Troji na severu. V tomto textu přinášíme kompletní přehled projekčních řešení liniové protipovodňové ochrany, která byla použita v etapě 0007 Troja.

Stavba č. 0012 „Protipovodňová opatření na ochranu (dále PPO) hl. m. Prahy“ vstupuje do závěrečné fáze. Celá stavba č. 0012 měla celkem 8 etap, z nichž je dnes dokončeno těchto 6 etap:

- etapa 0001 – Staré Město, realizováno;
- etapa 0002 – Malá Strana a Kampa, realizováno;
- etapa 0003 – Karlín, Libeň, realizováno;
- etapa 0004 – Holešovice, Stromovka, realizováno;

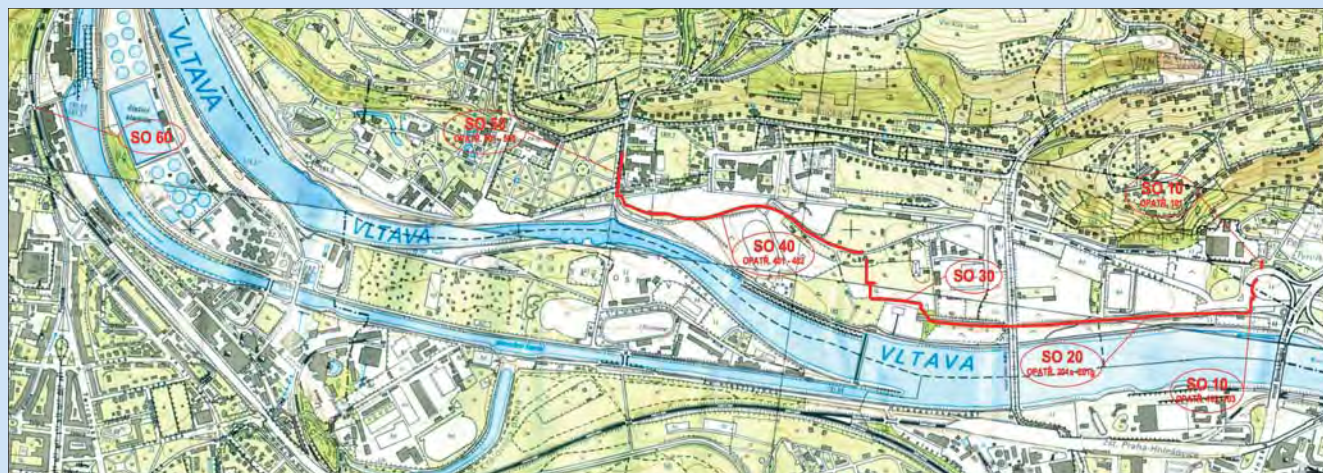
- etapa 0005 – Výtoň, Podolí, Smíchov, realizováno;
- etapa 0008 – Protipovodňová opatření Modřany PPO, realizováno.

Práce na posledních dvou etapách – PPO 0006 Zbraslav–Radotín a 0007 Troja – byly již zahájeny, případně zde probíhá projekce RDS a u některých přípravné řízení. Projekční řešení bylo zpracováno ve firmě PÖYRY Environment, a. s., Brno ve spolupráci s FG Consult, s. r. o. Tato etapa se dále dělí na následující části, viz obr. 1:

- část 11 Troja – východ SO 20 Povltavská hráz, probíhá projekce RDS;
- část 14 Troja – SO 30 Městský okruh, probíhá projekce RDS;
- část 15 Troja – západ SO 40, probíhá projekce RDS;
- část 16 Troja – SO 50 Pod Havránkou, stavba byla zahájena;
- část 17 Troja – Opatření na kanalizační síti a SO 10, SO 60, stavba byla zahájena.

Protipovodňová opatření byla rozdělena na dvě spolu související protipovodňové ochrany:

- liniová protipovodňová opatření proti povrchovým vodám inundovaným z řeky Vltavy;
- opatření na kanalizační síti, zabraňující zpětnému vzduť hladiny Vltavy do odlehčovacíh stok.



Obr. 1: Přehledná situace protipovodňových opatření v Praze-Troji

Liniová PPO etapy 0007 Troja

Liniová ochrana městské části Troja se skládá z následujících pěti dílčích PPO, která mohou ochránit – a to pouze jako jeden celek – pravý břeh Vltavy a tím i městskou část Praha-Troja.

Část 11 Troja – východ SO 20 Povltavská

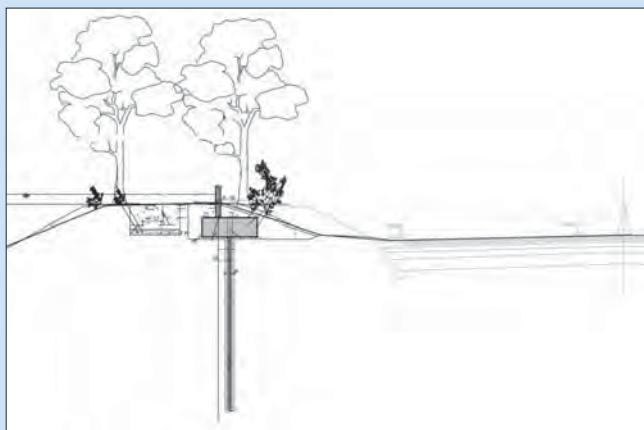
Linie PPO jde po koruně stávající staré Povltavské hráze od sjezdu z mostu Barikádníků až po loděnici před Trojským jezem. Koruna této hráze je výškově nižší než požadovaná výška pro hladinu návrhového průtoku Q2002+0,30 m a je porostlá na vzdušné i návodní straně vzrostlými stromy. Současně je tato hráz dle hydrogeologického průzkumu nasypaná z různorodých navážek a hrubozrnných štěrků, což neskýtá dostatečnou filtrační stabilitu. Návrh PPO je zde dále komplikován těsným souběhem stavby městského okruhu (MO), který v několika úsecích zasahuje přímo do vzdušné hrany této hráze i porostu stromů na návodní straně, který musí být zachován. Stromy na vzdušné straně jsou odstraněny buď v souvislosti se stavbou MO, nebo stavbou PPO. Z těchto podmínek vychází i návrh řešení PPO. Jsou zde využity takové typy protipovodňových opatření, která musí vždy navýšit stávající korunu hráze až na požadovanou úroveň ochrany a současně utěsnit stávající hráz včetně podloží kvůli prodloužení průsakové dráhy. Prvním typem konstrukce je žlb. úhlová zídka pro navýšení koruny hráze. Je z pohledového

betonu výšky 0,63–2,0 m a situovaná na koruně hráze u vzdušného líce. Zídka je na koruně opatřena prefabrikovanou římsou. Filtrační stabilita je zde zajištěna několika způsoby: v místech, kde větve stromů z návodního líce zasahují do koruny hráze, je použita **technologie usměrněné TI** (obr. 2) s šířkou clony max. 35 cm do hloubky cca 7,45 m pod úroveň základového pasu úhlové zdi. Rozteč průchodek z trub PVC Ø 200x4,0 mm je 1,8 m. Druhým typem konstrukce je **jílocementová podzemní stěna** (obr. 3) tl. 0,40 m. Ta je použita tam, kde větve stromů z návodního líce nebrání těžbě rýhy podzemní stěny drapákem. Třetím typem konstrukce je **žlb. monolitická podzemní stěna** (obr. 4) tl. 0,40 m. Ta je vytažena jako pevná protipovodňová zeď nad korunu hráze na potřebnou výšku. Zeď je rovněž na koruně ukončena prefabrikovanou římsou. Tento typ konstrukce je použit tam, kde stavba MO zasahuje do prostoru PPO, a proto není možné použít úhlové zídky.

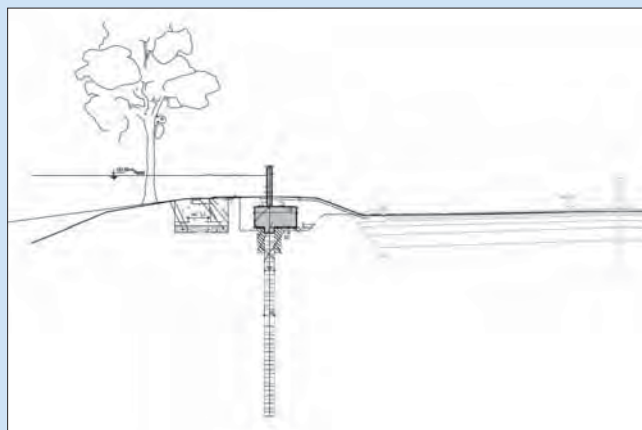
Část 11 Troja – východ SO 30 pražský okruh

Tato část PPO leží v těsné blízkosti portálů ražené části tunelů pražského okruhu a částečně využívá i konstrukci městského okruhu. Na SO 20 navazuje na stávající protipovodňové hrázi. Linie ochrany pokračuje po hrázi až na její konec u loděnice UK. V této části linii kříží obslužná komunikace, která je připravena pro mobilní hrazení; ostatní část je tvořena betonovou zdí

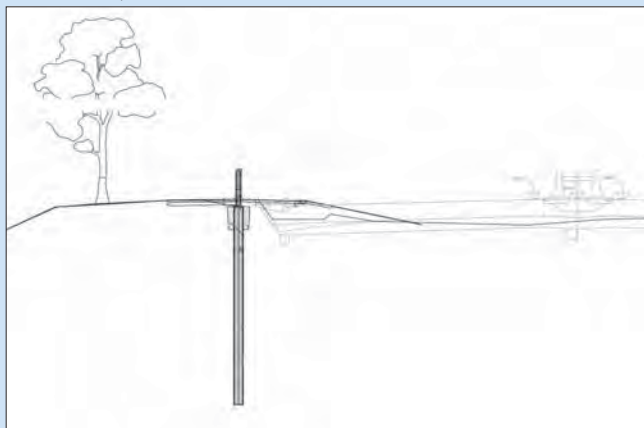
shodnou se zdí na SO 20. Pod oběma druhy konstrukcí je navržena těsnící clona z **jílocementové usměrněné tryskové injektáže**. Od konce stávající povodňové hráze je ke stěně stavební jámy městského okruhu vedena nová hráz s korunou na úrovni betonové zdi na povodňové hrázi. Výška hráze je 5–6 m, šířka v koruně je 2 m. Na koruně se nepočítá s pohybem osob mimo pracovníků údržby. Podél jámy portálu pražského okruhu je protipovodňová ochrana tvořena konstrukcí vybudovanou nad podzemními stěnami jámy. Přísyp provedený ze strany Vltavy má pouze estetickou funkci. Vzhledem k majetkovým poměrům v lokalitě jsou situační možnosti pro zřízení přísypu velmi omezené. Proto je část přísypu opřena v patě o gabionovou zeď výšky až 4 m. Vlastní přísyp je pak vysoký až 4 m, sklony svahů jsou proměnlivé od 1 : 2 až po 1 : 2,5. V prostoru čela jámy je dnes umístěna trafostanice pro napájení staveniště. Tuto trafostanici bude možno demontovat až po dokončení ražby a tedy až po dokončení protipovodňové ochrany. Z toho důvodu bylo i zde tvarování náspu upraveno tak, aby plnil svou funkci i při existenci trafostanice a dosypání do plánovaného terénu bude provedeno při dokončování stavby pražského okruhu. Od stavby pražského okruhu pak pokračuje sypaná homogenní hráz až k SO 40 a má i stejné charakteristiky. Je osazena přítěžovací lavičkou a po svahu hráze je vedena komunikace k budoucímu energocentru tunelů



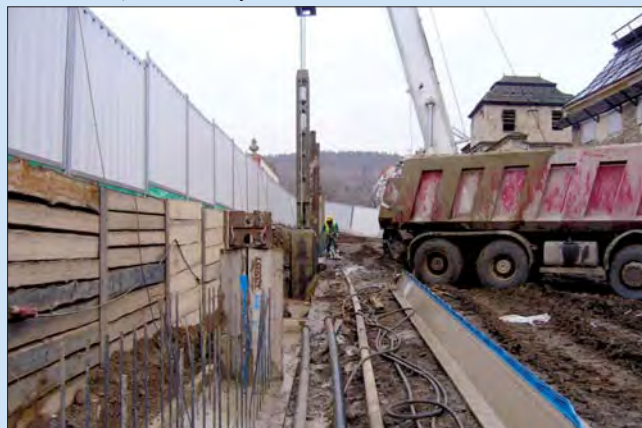
Obr. 2: SO 20, úhlová zeď s těsnící clonou s usměrněnou TI



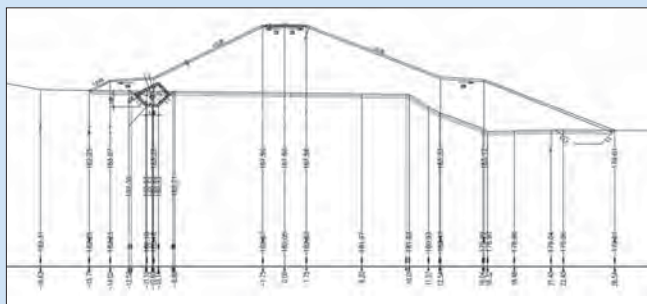
Obr. 3: SO 20, úhlová zeď s jílocementovou těsnící stěnou



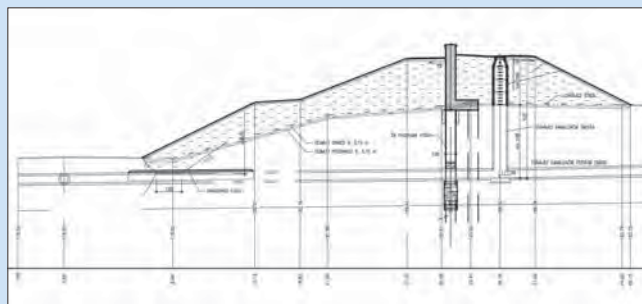
Obr. 4: SO 20, žlb. PS v místech střetu v městském okruhu



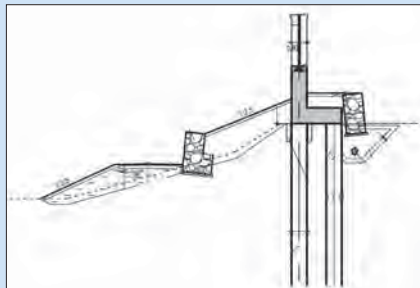
SO 50, hloubení lamel podzemní stěny



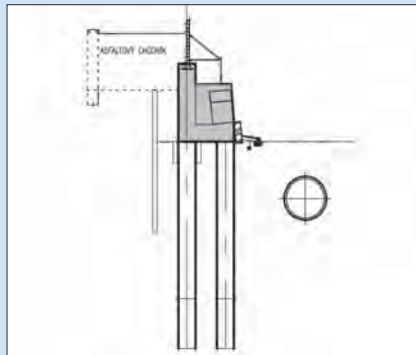
Obr. 5: SO 40, opatření 501, řez hrází v místě napojení na SO 30



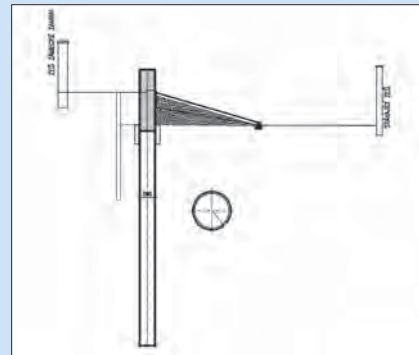
Obr. 6: SO 50, opatření 501, řez zdí s přísypem v místě křížení s kanalizací



Obr. 7: SO 50, opatření 501, řez zdí s přísypem, na návodní straně sjezd z koruny hráze



Obr. 8: SO 50, opatření 504, řez v místě vzpěry slupice mobil. hrazení



Obr. 9: SO 50, opatření 504, zeď s přísypem

pražského okruhu a komunikace k pozemkům ležícím mezi hrázi a Vltavou. Koruna hráze bude pochozí, svahy budou opatřeny humusem a osety. Výška hráze bude až 7 m. Bylo dohodnuto, že pro stavbu sypaných konstrukcí lze využít některé materiály z deponií po těžbách prováděných v rámci stavby městského okruhu.

Část 15 Troja – západ SO 40

Linie PPO navazuje na předchozí PPO SO 30 a pokračuje jako **protipovodňová hráz** (obr. 5), která je vedena v odsunutě stopě. To umožňuje budoucí dopravní obslužnost Troje tramvají. Toto odsunutí způsobilo zvýšení ochranné hráze až na max. výšku cca 8,90 m. V rámci všech předchozích projektových stupňů je uvažována homogenní zemní hráz se šířkou v koruně 3,50 m, s převýšením koruny nad $Q_{2002} + 0,40$ m z důvodů sednutí hráze. Na návodní straně je sklon hráze 1 : 2,5 a pro zvýšení stability je zde navržena přítěžovací lavička šířky 3,5 m; vzdušná strana má sklon 1 : 2 a je stejně jako návodní strana opatřena přítěžovací lavičkou stejné šířky. Na návodní straně hráze je do náplavových hlín navržen zavazovací ozub hl. 2,0 m, čímž jsou prodlouženy průsakové dráhy pod základem hráze. Průsaky pod hrázi jsou zachyceny podélnou drenáží, která je doplněna čerpacími a revizními šachtami. Z čerpacích šachet se v době maximálních povodňových stavů budou průsaky přečerpávat přes hráz do zátopového území.

Část 16 Troja – SO 50 Pod Havránkou

PPO navazuje na předchozí SO 40 ochrannou homogenní hrázi a pokračuje prvních 30 m jako zemní hráz se stejnými parametry (obr. 6). Dále je navržena jako kombinovaná konstrukce, která se skládá z podzemní stavby pro prodloužení průsakové dráhy podzemní vody a je

zavázána do nepropustného podloží. Původně tuto konstrukci ze statických důvodů tvořila **žlb. monolitická podzemní stěna** tl. 0,80 m se svislými žebry (půdorysný tvar T). Při zahájení stavby a provádění první zkušební lamely této konstrukce se ukázalo, že základovou půdu do hloubky 3,5–5,0 m tvoří nezhutněné navážky (násypy). Zeminy jsou velmi porézní a bez mimořádných a nákladných opatření (sanace navážky) tak nelze uspět s hloubením lamel podzemních stěn pomocí pažicí suspenze. Při realizaci podzemní stěny suspenze vytékala z hloubené rýhy do okolního porézního násypu a docházelo ke ztrátě stability otevřené rýhy. Proto došlo k přepracování RDS a k návrhu konstrukce spodní stavby PPO **pomocí převrtávané pilotové stěny** (obr. 7, 8) z vrtných pilot $\varnothing 880$ mm, pažených příslušnou ocelovou pažnicí. Pilotová stěna působí jak z hlediska

statického, tak hydraulického shodně s původním návrhem žlb. monolitické podzemní stěny. Hloubka pilotové stěny, její pata i úroveň hlavy zůstaly zachovány z původního řešení. Osová vzdálenost vrtných pilot je 750 mm. Převrtávaná pilotová stěna se skládá z primárních pilot z nevyztuženého betonu délky 10,0 m s hlavou v úrovni vodicích šablon a ze sekundárních pilot vyztužených armokoši, osazenými až k patě vrtu a s hlavou rovněž v úrovni vodicích šablon. Původně navržená opěrná žebra jsou nahrazena sadou samostatných vyztužených vrtných pilot. Jejich osová vzdálenost od návodní těsnicí převrtávané podzemní stěny je 1,8 m, jejich vzájemná osová vzdálenost je 1,5. Nadzemní část tvoří monolitická L-zeď, posazená na návodní průběžné těsnicí převrtávané stěně a opírající se o vzdušné samostatně stojící vyztužené piloty (viz předešlý text).



SO 50, opatření 501, provádění převrtávané pilotové stěny



SO 50, opatření 502, místo budoucího dosedacího prahu pro mobilní hrazení, kotveného MP v místě křížení s komunikací

Horní stavbu PPO tvoří žlb. monolitická pevná stěna, která je v závislosti na požadované úrovni PPO nad terémem tvaru L pro výšku nad 2,8 m; pro výšku menší je navržena pouze svislá stěna. Na části tohoto objektu podél parkoviště ZOO Troja je navržena kombinovaná konstrukce. V podzemí ji tvoří výše popsaná konstrukce převrtávané pilotové podzemní stěny a na její hlavě je i zde žlb. monolitická stěna tvaru L. Úroveň požadované ochrany PPO je cca 4,8–6,2 m nad dnešním terémem u parkoviště. Kvůli velké výšce hrazené konstrukce, která by v případě pevné žlb. stěny bránila z levého břehu pohledu na Rybářskou vesničku (je to chráněná stará zástavba Troje), je zde část PPO navržena jako pevná parapetní zídka výšky cca 2,90 m. Zbývající výška na úroveň požadované ochrany je zajištěna mobilním hrazením, ukládaným do žlb. monolitických pilířků, vytažených z úrovně parapetní zídky. Výška mobilního hrazení a pilířků je cca 2,15 m. Pro optické zmenšení je tato zeď



SO 50, opatření 504, příprava pro montáž kotvení mobilního hrazení

z návodní i vzdušné strany obsypána zemním valem v kombinaci s gabionovou stěnou. Pro zabránění vzdouvání podzemní vody (podzemní stěna je ze statických důvodů vetknuta do skalního podloží) je na vzdušné straně i odvodňovací drenáž. Ta je vyspádována do čerpací šachty s uzávěrem. V době mimo povodeň je podzemní voda drénována a odtéká přes výust' z této šachty do Vltavy. V době povodně je odtok uzavřen a vody jsou přečerpávány přes linii PPO do Vltavy. Pro průjezd autobusů v ulici Povltavská na parkoviště pro ZOO je protipovodňové opatření v délce 15,0 m tvořeno mobilním hrazením na celou výšku 6,20 m. Světlá šířka 15,0 m je hrazena 8 poli mobilních hrazení. Ocelové svislé slupice s podpěrou o osové vzdálenosti cca 1,9 m jsou osazované do kotevních desek, ukotvených do základových pasů, vybetonovaných nad převrtávanou pilotovou stěnou z vrtných pilot stejné konstrukce, jak

je popsáno výše. Krajiní pole hradidel se opírají o svislé opěry, zabudované do ochranných zdí. Pokračování PPO za tímto průjezdem tvoří pevná ochranná železobetonová zeď tvaru L se stojinou výšky 4,15–6,20 m nad stávající terén. Z návodní strany je podepřená souvislou PS tl. 0,80 m hl. cca 10,0 m zasahující cca 4,0 m do břidlic. Ze vzdušné strany je základ podepřen samostatnými lamelami PS tl. 0,80 m dl. 2,50 m, osově po 3,50 m. V příčném směru jsou osy podepření základu vzdáleny 1,80 m. Základ L-zdi je spojen s lamelami PS přes spojovací výztuž, jež přenáší zatížení do lamel PS, přičemž rozhodující je zatěžovací stav, odpovídající max. výšce hladiny vody na návodní straně (na kótě 187,17 m n. m.) a suchá strana vzdušná. Dále tato podzemní stěna přechází v nadzemní části do parapetní zídky tvaru L se stojinou jako parapetní zídka 1,20 m nad terémem na návodní straně. Na části je doplněna žulovými dosedacími prahy a kotevními deskami pro osazení mobilních slupic a mobilních hrazení. Na vzdušné straně je výškový rozdíl vzniklý vybouráním stávající zdi překonán gabiony, vloženými na vodorovnou část zídky tvaru L. Prostor mezi vzdušným lícem parapetní zídky a gabionem je vyplněn zeminou a oset travou. Na zbývající délce je již nad železobetonovou zdí jen pevná parapetní zídka, na vzdušné straně s přísypem opatřeným humusem a osetým travou (obr. 9).

Část 17 Troja – Opatření na kanalizační síti a SO 10, SO 60

SO 10

Stavební objekt SO 10 se nachází v prostoru nájezdové rampy na most Barikádníků. V jeho rámci je řešena protipovodňová ochrana vjezdu do areálu kolejí Matematicko-fyzikální fakulty UK a nájezdové rampy na most.



SO 50, opatření 501, výztuž žlb. sloupů pro osazení mobilního hrazení

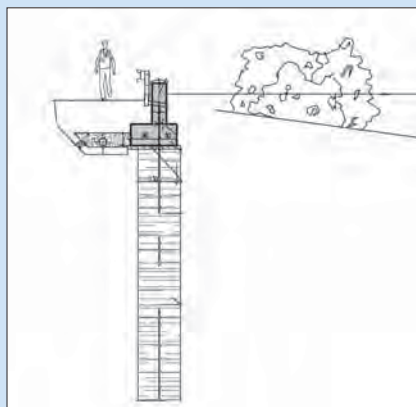
Podzemní část PPO zde tvoří **trysková injektáž** hloubky 7 m s průměrem sloupů 120 cm a 90 cm (obr. 10). V nadzemní části tvoří PPO částečně pevná žlb. úhlová zeď, vytažená na plnou hrazenou výšku cca 2,64 m a ukončená římsou. V místě přechodu přes silnici vjezdu do kolejí tvoří PPO mobilní hrazení, které se osazuje do mobilních slupic. Ty jsou kotveny do žlb. monolitické úhlové zdi, k jejichž armatuře jsou přivařeny kotevní desky pro slupice. Filtrační stabilitu zajišťuje výše zmíněná TI. V další části objektu pokračuje PPO podél stávajících svodidel nájezdové rampy mostu Barikádníků. Zde je rovněž navržena clona z tryskové injektáže do hloubky 7,0 m od základové spáry horní stavby, kterou je opět úhlová žlb. monolitická zeď, jejíž stojina je vytažená na plnou hrazenou výšku povodňové ochrany, a je ukončená prefabrikovanou římsou. V místech s větší výškou této povodňové zdi nad terénem je zídka ještě ze statických důvodů přikotvena šikmými sloupy tryskové injektáže s ocelovou výztuhou (obr. 11). Dále pokračuje stopa PPO přes nájezdovou komunikaci a rozdělovací ostrůvek a přes čtyřproudou vozovku a je ukončena na chodníku, kde navazuje na PPO SO 20. Horní stavbu tvoří i zde jako základ žlb. úhlová zídka, na jejíž stojině jsou k armatuře přivařeny kotevní desky pro osazování mobilních slupic a mobilních hrazení.

SO 60

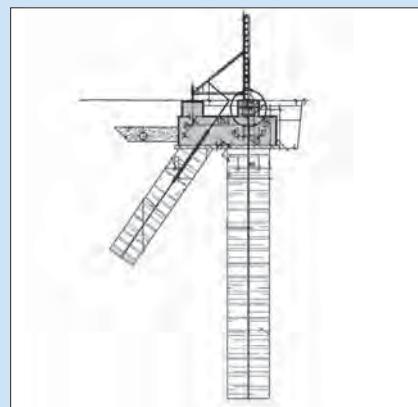
Tento stavební objekt se jako jediný z etapy 0007 PPO Troja nachází na levém břehu Vltavy v prostoru železničního silničního podjezdu na ulici Pod Paťankou. Jedná se o dvojpolevý podjezd o rozpětí 6,25 m, hrazený kvůli velké hrazené výšce (cca 5,11 m) naplavovacími trámcí, využívanými ve vodním stavitelství jako provizorního hrazení. Tyto naplavovací trámcí mají hmotnost cca 500 kg. Technické řešení PPO zde spočívá v návrhu tří žlb. monolitických pilířů, do jejichž drážek



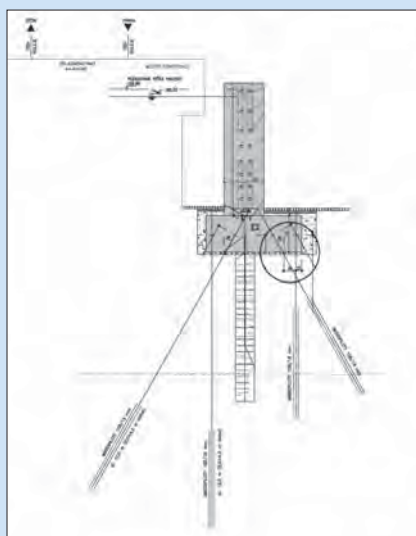
SO 10, opatření 103, provádění TI



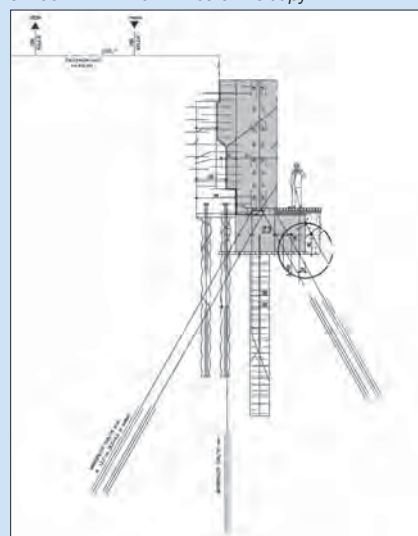
Obr. 10: SO 10, opatření 102, úhlová zeď s TI



Obr. 11: SO 10, opatření 103, úhlová zeď s mobilním hrazením kotvená sloupky TI



Obr. 12: SO 60, zahrazení podjezdu ČD Pod Paťankou, pilíř P2, kotvení základu MP



Obr. 13: SO 60, pilíř P3, napojení na stávající pilíř podjezdu

se v případě povodně naplavovací trámcí osazují. Staticky jsou pilíře vybetonovány ze základových žlb. patek přikotvených **tahovými mikropilotami** (obr. 12). Boční pilíře mají ještě žlb. zavazovací křídla ve tvaru úhlových zdí (obr. 13). Spodní stavbu tvoří žlb. dosedací prahy v polích podjezdu; prodloužení průsakové dráhy je zde navrženo pomocí **tryskové**

injektáže Ø 80 cm. Stavba je zde značně komplikovaná velkým počtem inž. sítí, které v obou polích podjezdu procházejí. Křížení je řešeno obetonováním do hloubky 0,50 m pod niveletu sítě a osazením průchodek pro TI.

Ing. Jiří Štěpánek,

PÖYRY Environment, a. s., Brno

Foto: Libor Štěrbá, ing. Jan Šperger, archiv PÖYRY Environment, a. s., Brno

Podklady: PÖYRY Environment, a. s., Brno



SO 60, podjezd ČD Pod Paťankou, základová spára s přípravou pro TI

Anti-flood measures in the capital city Prague, stage 0007, Troja

After finishing anti-flood measures in the centre of Prague and its surroundings the realization of the measures on the outskirts has also started. It is especially the part called Zbraslav, the southern part of Radotín and Troja in the north. We are bringing you a complete outline of design solutions of line anti-flood measures which was used in the stage 0007 Troja.