

ZAKLÁDÁNÍ

Časopis ZAKLÁDÁNÍ STAVEB, a. s.

2/2009

Ročník XXI



- **MOST PŘES LOCHKOVSKÉ ÚDOLÍ**
- PROBLEMATIKA ZALOŽENÍ STAVBY
- **MĚSTSKÝ OKRUH – STAVBA Č. 0080**
PRAŠNÝ MOST – ŠPEJCHAR
- **TUNEL PRACKOVICE**
– ZAJIŠTĚNÍ PRAŽSKÉHO PORTÁLU
- **PROTIPOVODŇOVÁ OCHRANA**
HLAVNÍHO MĚSTA PRAHY,
ETAPA 0006: ZBRASLAV – RADOTÍN





Budování prefabrikované podzemní stěny v části Zbraslav – jih

PROTIPOVODŇOVÁ OCHRANA HLAVNÍHO MĚSTA PRAHY, ETAPA 0006 ZBRASLAV – RADOTÍN

Protipovodňová opatření na ochranu (dále PPO) hl. m. Prahy vstupují v současnosti do závěrečné fáze. Zbývá dokončit poslední dvě etapy, a sice etapu 0007 Troja, o které jsme podrobně informovali v minulém vydání, a etapu 0006 Zbraslav – Radotín. V tomto textu přinášíme podrobný přehled projekčních řešení liniové protipovodňové ochrany, která byla použita v etapě 0006 Zbraslav – Radotín.

Etapa 0006 Zbraslav–Radotín sestává z těchto částí:

- část 12 Zbraslav – odvedení vnitřních vod: je již z velké části provedeno,
- část 13 Zbraslav – sever: stavba byla zahájena,
- část 14 Zbraslav – jih: stavba byla zahájena,
- část 21 Radotín – U školy: stavba byla zahájena,
- část 22 Velká Chuchle: probíhá přípravné řízení,
- část 26 Radotín, ul. Věštiná, U Jankovky: stavba byla zahájena.

Protipovodňová opatření (dále PPO) 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 odlehčovacích stok.

**Část 13 Zbraslav – sever,
část 14 Zbraslav – jih**

Protipovodňová opatření v této části mají ochránit městskou část Zbraslav v úseku od skalního výchozu nad firmou Kámen Zbraslav, s. r. o., až k mostu Závodu míru (část 14) a od rampy mostu Závodu míru až po Zbraslavský zámek (část 13), a sice na úrovni hladiny $Q_{100} = 2870 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ s rezervou + 0,30 m. Průtok stanovil ČHMÚ v říjnu 2005 na základě zapracování vlivu povodně ze srpna 2002, přičemž tato hodnota průtoku je bez vlivu Vltavské kaskády. Trasa PPO je v převážné části těchto dvou úseků vedena na vnitřní straně chodníku (v linii stávajícího oplocení rodinných domů) podél silnice K Přehradám v těsné blízkosti řeky Vltavy. Zde dosahuje tato návrhová hladina výšky cca 3,0 m nad terénem. Celková délka PPO u obou částí je cca 2,5 km.

Oproti celkové koncepci návrhu PPO Praha je v těchto částech etapy 0006



Situace PPO na Zbraslavi, část 13 Zbraslav – sever a část 14 Zbraslav – jih



Hloubení rýhy pro osazení panelu prefabrikované stěny, Zbraslav – jih

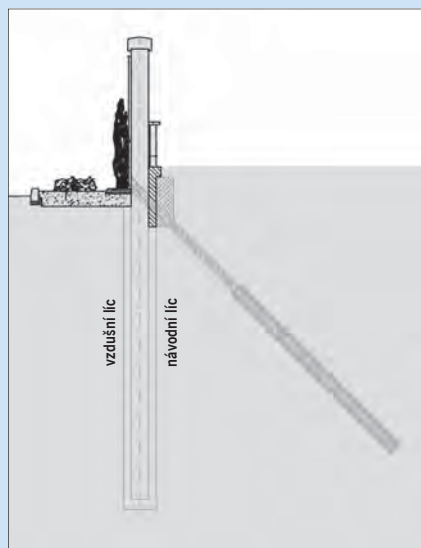


Přesné osazování panelu podzemní stěny do předtěžené rýhy

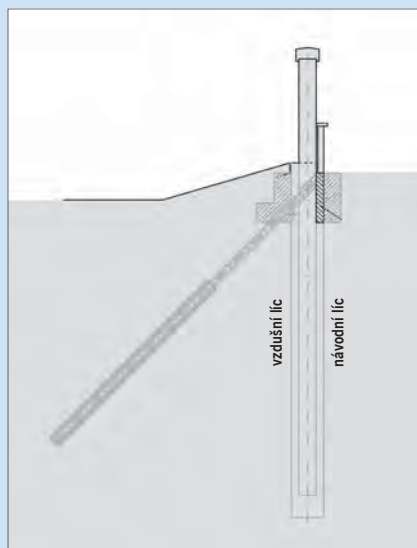
učiněna výjimka a jako návrhový povodňový průtok je zde odsouhlasena výše uvedená hladina průtoků $Q_{100} +0,30$ m, přičemž v ostatních částech se počítá s hladinou $Q_{2002} +0,30$ m. Důvodem bylo komplikované technické řešení pro takto vysokou hladinu povodňového průtoků nad terénem a současně i snížení investičních nákladů. V obou částech 13 a 14 se jedná

o soubor stavebních objektů SO 10 a jednotlivá opatření, označená čísly 101 (na začátku části 14 Zbraslav – jih) až 149b (na konci části 13 Zbraslav – sever). Vlastní technické řešení spočívá v návrhu převážně pevné protipovodňové zdi, tvořené většinou **prefabrikovanou podzemní stěnou** (dále PS) tloušťky 0,35 nebo 0,40 m, která je vytažena nad terén až na požadovanou

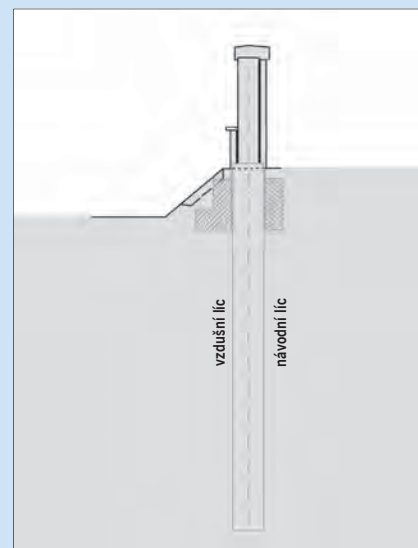
úroveň ochrany. Panely jsou šířky 1,98 m a jejich délka je proměnná. Jednotlivé spáry mezi panely jsou těsněné gumovou hadicí, zainjektovanou cementovou injekční směsí. Na koruně zdi jsou monolitické římsy. Pata podzemních stěn je z důvodů geologické stavby v místě PPO založena v hloubce cca 6,5–11,0 m pod úrovní terénu. Důvodem je jednak nutnost vetknutí ze statických důvodů



Žb. prefabrikovaná PS kotvená tahovými MP, na návodní straně s kamennou parapetní zídkou a na vzdušné straně osazená popínavými rostlinami



Žb. prefabrikovaná protipovodňová PS kotvená tlakovými MP, na návodní straně s kamennou parapetní zídkou



Žb. monolitická PS, v nadzemní části žb. monolitická protipovodňová zeď s kamenným obkladem na návodní straně na celou výšku a na vzdušné straně s kamennou parapetní zídkou



Prefabrikovaná podzemní stěna během osazování tahových mikropilot



a současně i prodloužení průsakové dráhy a zamezení filtračních deformací pod protipovodňovou stěnou. Geologickou stavbu podloží v místě PPO tvoří převážně štěrkopískové náplavy řeky Vltavy a navážky komunikace ul. K Přehradám, tvořené násypy z lomového kamene a štěrkopísků velké propustnosti ($k_f = 2,8 \cdot 10^{-4} - 1,4 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}^{-1}$). Hydraulicky nutná hloubka podzemní stěny byla navržena na základě matematického modelového řešení – Studie průsakových poměrů v prostoru protipovodňových prvků, prof. Ing. Jaromír Říha, CSc., 07/2005.

V úsecích, kde je terén na vzdušné straně za protipovodňovou zdi snížen, je prefabrikovaná PS doplněna ze statických důvodů **tahovými, případně tlakovými mikropilotami (dále MP)**. Toto řešení umožňuje zkrátit hloubku založení paty PS a zachovat ji v optimální úrovni z hlediska proudění podzemní vody v době mimo povodeň. Pro zachování filtrační stability podloží a zabránění vnitřní sufozi jsou v některých úsecích na vzdušné straně PPO doplněny sběrné drény. Prosáklá voda z drénu je odváděna do čerpacích šachet, ze kterých bude v době povodně přečerpávána přes protipovodňovou zeď do řečiště.

Tam, kde nemůže být kvůli majetkoprávním vztahům využito přikotvení pomocí MP, jsou navrženy **železobetonové monolitické PS tl. 0,60 nebo 0,80 m**, které díky své větší tloušťce snesou potřebné zatížení od povodňové hladiny. V nadzemní části přecházejí podzemní stěny do žb. monolitické zdi, vytažené na potřebnou výšku ochrany. V místech vchodů, průchodů a vjezdů do zahrad je PPO tvořena mobilním hrazením, které se osazuje do bočních ocelových kotevnic profilů, zasazených do monolitických stěn.

V obou částech Zbraslavi je navíc využit další typ PPO – **železobetonová monolitická PS tl. 0,80 m a nadzemní konstrukce, tvořená žlb. parapetní zídkou o výšce 1,20 m a tl. 0,60 m**. Zbývající část potřebné hradičí výšky tvoří mobilní hrazení. Jedná se o úseky, kde by pevná protipovodňová zeď svoji výškou bránila např. ve výhledu z oken domů.

Navržené betony prefabrikovaných i monolitických částí jsou navrženy z kvalitních směsí jako pohledové a v nadzemní části budou opatřeny antigrafitovým nátěrem. V případě monolitických konstrukcí se betony určené pro stavbu PPO dělí podle toho, zda jsou použity pro podzemní nebo nadzemní část. Jde o betony C 30/37 XC4 XD3 XA2 pro podzemní konstrukce, pro nadzemní konstrukci je změna jen v posledním označení, kdy je místo betonu XA2 použit beton XF4. Součástí návrhu PPO na Zbraslavi je v exponovaných pohledových úsecích architektonické ztvárnění protipovodňové zdi, které



Dokončená monolitická podzemní stěna před napojením nadzemní části z žb. stěny, ulice U Jankovky v Radotíně

zmírňuje jejich nepříznivý estetický dopad na okolní zástavbu. Jedná se např. o kamenné obklady z přírodního kamene, dřevěné obložení nebo v některých úsecích osazení popínávkami rostlinami na vzdušné straně protipovodňové zdi.

Část 21 Radotín – ul. Výpadová, U Školy
Část 26 Radotín – ul. Vrážská, U Jankovky
 Území chráněné před povodní je rozděleno na tyto části:

- 1) PPO úsek „U Školy“ – území kolem areálu škol (základní škola, gymnázium) a hřbitova,
- 2) PPO úsek „Výpadová ulice“ – území občanské zástavby,
- 3) PPO úsek „ul. Vrážská, U Jankovky“ – území občanské zástavby.

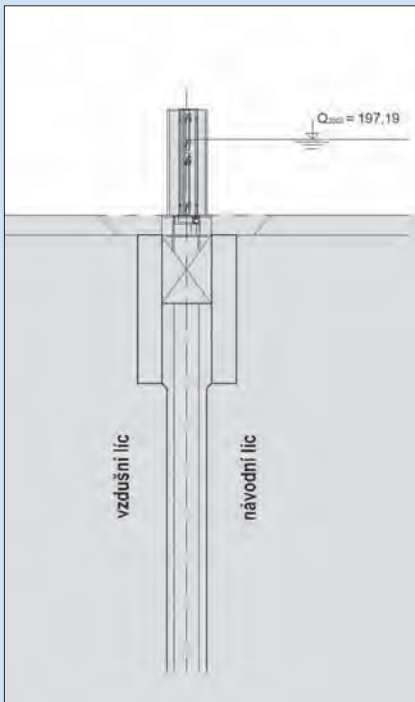
Chráněným územím je inundace levého břehu Berounky v úseku před zaústěním do Vltavy v katastrálním území Radotín. Záplavové území zde zabírá městskou zástavbu občanského charakteru, nacházející se mezi řekou a tělesem železnice ČD. Jedná se o území zhruba vymezené ulicemi Vrážská a Výpadová (bez ochrany průmyslové zóny navazující na občanskou zástavbu). Celým územím příčně protéká Radotínský potok,

který ústí do levého břehu Berounky. Horní hrana protipovodňových opatření je zde navržena na kótě $Q_{2002} + 30 \text{ cm}$. Linie PPO je vedena převážně hranicemi pozemků v místě stávajícího oplocení nebo podél komunikací a tak, aby v maximální míře ochránila osídlené území Radotína. Výjimečně tyto komunikace křížuje, a to zejména ul. Výpadovou a ul. Vrážskou. Základem PPO pro mobilní hrazení i pevné ochranné zdi je zde **monolitická podzemní stěna tl. 400 mm**, která současně slouží jako bariéra proti průniku vody štěrkopískovými terasami propustného podloží a jako statický prvek. Pata podzemních stěn je z důvodů geologické stavby v místě PPO založena v hloubce cca 1,5–8,5 m pod úroveň terénu. V některých částech, v místech prostupu inženýrských sítí není možné použít technologii podzemních monolitických stěn; je zde proto zhotoven žb. trám, kterým sítě procházejí přes těsněnou chráničku. Trám je následně podchycen **tryskovou injektáží**.

Hydraulicky nutná hloubka podzemní stěny byla navržena na základě matematického



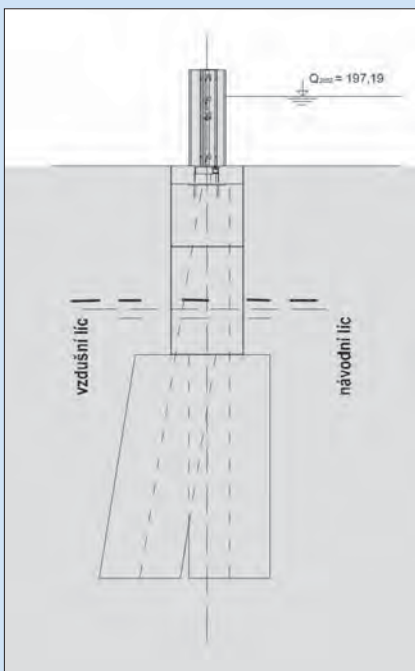
Situace protipovodňových opatření v Radotíně



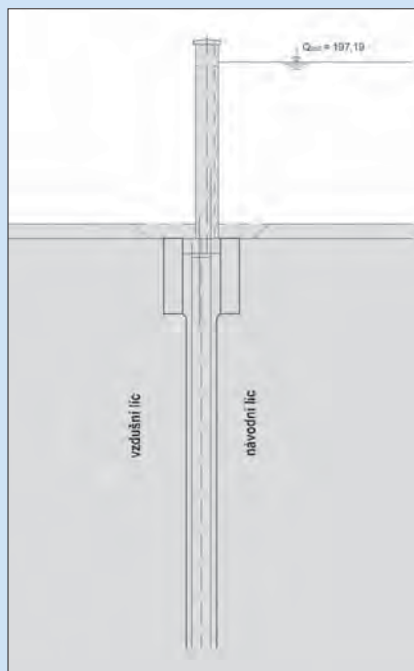
Podzemní stěna s mobilním hrazením



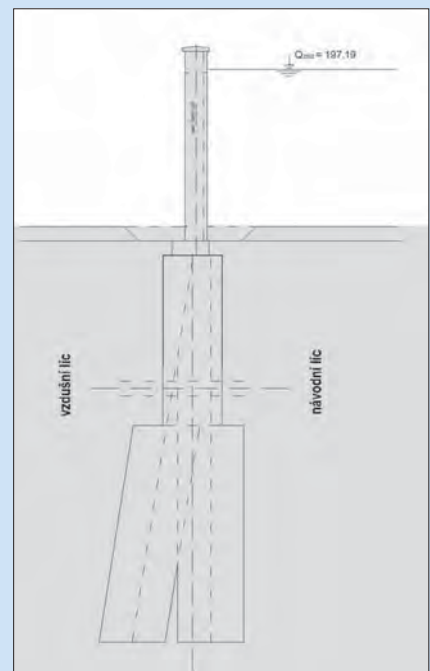
Protipovodňová stěna před dokončením, ulice U Jankovky, Radotín



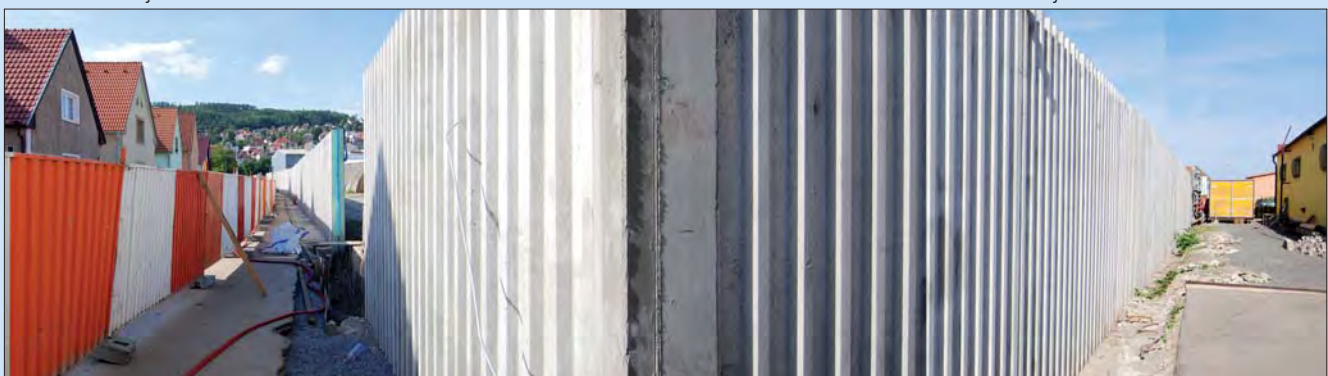
V místě prostupů inženýrských sítí je do žb. trámu osazena chránička, trám je podchyten sloupy TI, v nadzemní části je mobilní hrazení.



Podzemní monolitická stěna s nadzemní bet. ochrannou zdí



V místě prostupů inženýrských sítí je do žb. trámu osazena chránička, trám je podchyten sloupy TI, v nadzemní části je bet. ochranná zeď.



Monolitická protipovodňová zeď, ulice U Jankovky (vlevo) a Věštínská (vpravo), Radotín

modelového řešení. (Studie průsakových poměrů v prostoru protipovodňových prvků, prof. Ing. Jaromír Říha, CSc. 05/2006.) Pata podzemní stěny je cca 3,5–6,0 m pod úrovní stávajícího terénu.

Nadzemní část PPO je řešena železobetonovou stěnou tl. 300 mm, která je přímo zhotovena na koruně podzemní stěny bez roznášecího prahu a je z pohledového betonu, který bude opatřen antigrafitovým nátěrem. Výška nadzemní části je navrhována v rozmezí výšky 0,5–3,9 m. Zeď je ukončena prefabrikovanou železobetonovou římsou, jež je součástí hrazené výšky. V místě křížení komunikací či před vjezdy na přilehlé pozemky je nadzemní část ochrany alternativně řešena pomocí nosných slupic mobilního hrazení, kotvených do železobetonového roznášecího prahu, vybetonovaného na koruně podzemní stěny nebo na sloupech tryskové injektáže.

Část 22 Velká Chuchle

PPO ve Velké Chuchli jsou rozděleny na dvě oblasti.

První oblast

Území první oblasti je ohraničeno linií, která začíná u oválu dostihového závodistiště Velká Chuchle (které je chráněno proti rozlivům Berounky do průtoky Q_{20}), dále pokračuje jako ochrana na $Q_{2002} +0,30$ m po ulici Dostihové, ze které v pravém úhlu přechází do středového pruhu ulice Strakonické (situován mezi svodidly) a na konci zástavby Velká Chuchle opět v pravém úhlu odbočuje přes pravý dvojitý pruh této komunikace, jde podél konce zástavby a je v ukončena zavázáním do železničního tělesa dráhy Praha–Beroun.



PPO ve Velké a Malé Chuchli jsou rozdělena do dvou oblastí.

SO 10

Povodňová opatření podél dostihového oválu se skládají z hlediska zakládání staveb z nezajímavých konstrukcí. Jde o zemní homogenní hráze, případně navýšení stávající komunikace nebo žb. monolitickou zídou výšky 0,30–0,60 m nad terémem.

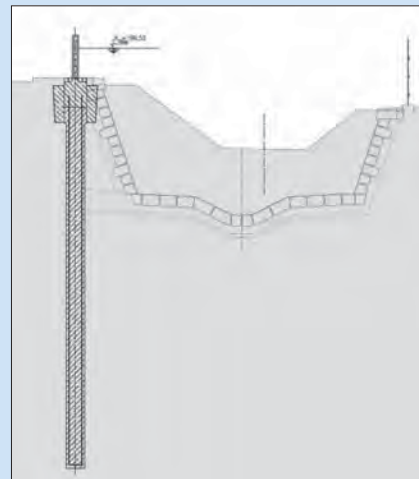
SO 20

Komunikace v ul. Dostihové i násyp tělesa čtyřproudové ul. Strakonické jsou podle hydrogeologického průzkumu nasypané z propustných násypů s proměnnou hydraulickou vodivostí $1,4 \cdot 10^{-6} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ u hlinitých navážek s kameny a častěji $9,8 \cdot 10^{-4}$ až $5 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ v případě kamenitých navážek. Z těchto důvodů je nutné provést zatěsnění těchto propustných násypů obou komunikací a prodloužení průsakových drah, aby byla zajištěna filtrační stabilita podloží protipovodňových zdí.

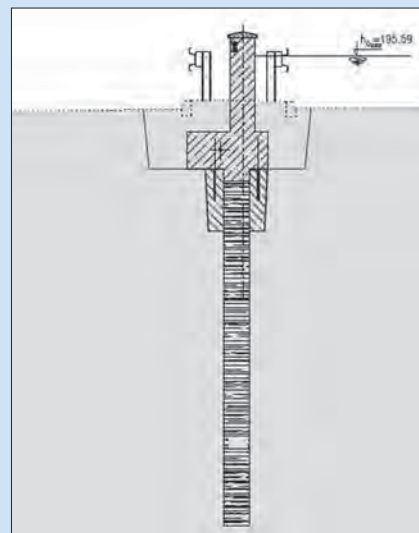
Podzemní část PPO v ul. Dostihové je navržena jako žb. monolitická PS tl. 0,50 m, hloubky 8–10 m v závislosti na výšce povodňové hladiny nad terémem. V nadzemní části je zde navrženo mobilní hrazení. Kotevní desky pro osazení mobilních slupic jsou vetknuté do žb. věnce, který je zhotoven na koruně PS. Podzemní stěny kromě funkce spodní stavby PPO současně umožňují protipovodňovou úpravu potoka Vrutice. Ta spočívá v jeho zahloubení cca o 2,0 m a bude prováděna po výstavbě PS pod jejich ochranou.

Ve středním dělicím pruhu silnice Strakonické pokračuje stopa PPO směrem na konec zástavby V. Chuchle jako kombinovaná konstrukce. V nadzemní části se skládá z žb. monolitické úhlové zídky výšky 0,65–1,32 m (což je potřebná kóta navýšení komunikace na úroveň požadované ochrany), navržené z kvalitního pohledového betonu, rovněž natřeného antigrafitovými nátěry. Zeď je dilatována po 12 m a na koruně je osazena prefabrikovaná římsa. Pro prodloužení průsakové dráhy v podzemí násypu Strakonické ul. je navržena jílocementová PS tl. 0,40 m, hloubky cca 5,0 m. Tento typ konstrukce pokračuje až na konec zástavby V. Chuchle. Součástí stavby PPO je i demontáž stávajících lanových svodidel, která budou později nahrazena typovými ocelovými svodidly. Ve třetí části prvního úseku SO 20 stopa PPO přechází pravý jízdní dvojitý pruh ul. Strakonické. V podzemní části je zde PPO řešena jako žb. podzemní stěna tl. 0,40 m, hloubky cca 5,70 m. V nadzemní části na ni navazuje žb. dosedací práh s kotevními deskami pro osazení mobilních slupic a hradidel.

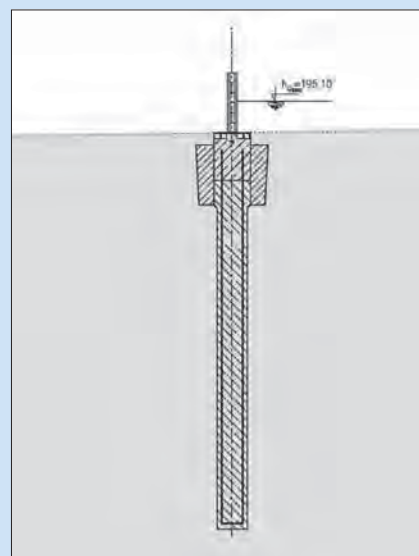
Dále linie PPO odbočuje z násypu komunikace Strakonické a pokračuje jako žb. monolitická PS hloubky 8,0 m. V nadzemní části ji tvoří pevná protipovodňová zeď, provedená



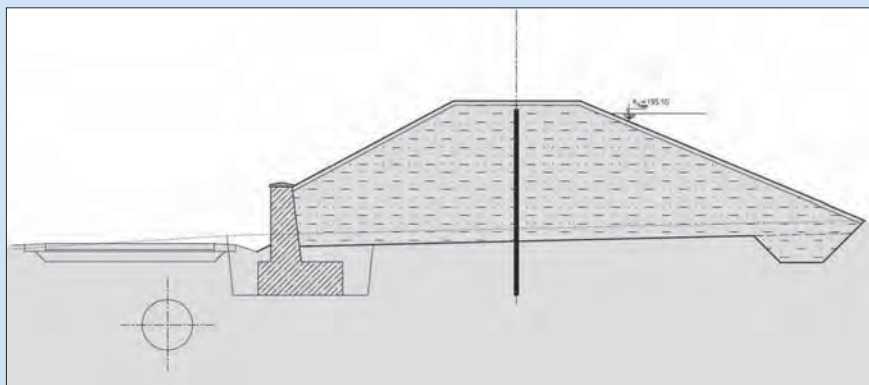
Žb. monolitická podzemní stěna na levém břehu potoka Vrutice, v nadzemní části s mobilním hrazením; pod ochranou této PS budou provedeny úpravy potoka Vrutice



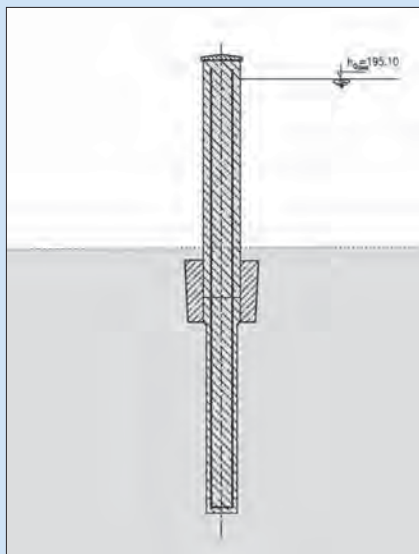
Řešení PPO na ul. Strakonické ve středním dělicím pruhu: nadzemní část tvoří žb. monolitická úhlová zeď a podzemní část jílocementová PS, která utěšňuje propustné násypy ul. Strakonické



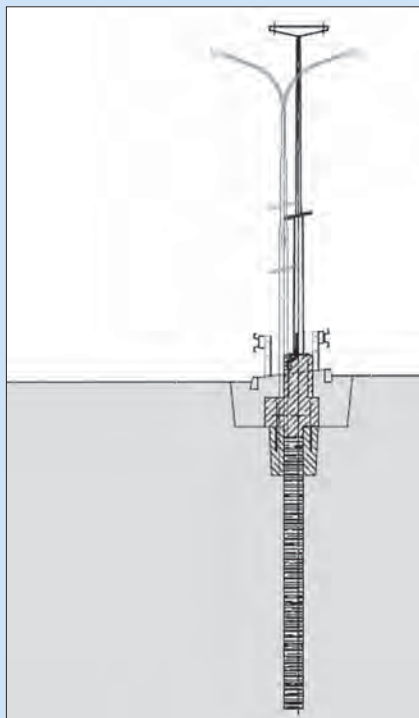
Mobilní hrazení přes pravý jízdní pruh ul. Strakonické (ve směru od Prahy), v podzemní části je žb. monolitická PS, která zatěšňuje násyp tělesa ul. Strakonické.



Zemní hráz zatěsněná tenkostěnnou vibrovanou stěnou, Velká Chuchle, první oblast



Mimo ul. Strakonickou tvoří PPO žb. PS, řešená v nadzemní části jako žb. monolitická protipovodňová zeď, Velká Chuchle, první oblast



V místech druhého úseku PPO v prostoru Malé Chuchle přechází PPO opět do středního dělicího pruhu ul. Strakonické a v nadzemní části je tvoří žb. úhlová zeď, v podzemní části je násyp ul. Strakonické utěsněn jílocementovou PS

podle stejných zásad jako v předchozích úsecích. Její délka je cca 48,0 m. Dále PPO pokračuje jako homogenní zemní hráz s dotěsněním násypu i podloží tenkostěnnou vibrovanou stěnou. Hráz je v koruně široká 3,0 m se sklonem návodního svahu 1 : 2,5 a vzdušného 1 : 2. Z prostorových důvodů je na části vzdušné strany této hráze žb. opěrná zeď, která umožňuje vést v patě hráze příjezdovou komunikaci.

První úsek SO 20 je ukončen dvěma zavazovacími žb. křídly. První vychází ze zemní hráze a jde po hranu komunikace, která je rovnoběžná s přilehlým násypem ČD. Druhé křídlo je zavázáno do násypu ČD. Prodloužení průsakové dráhy je pod těmito křídly provedeno tryskovou injektáží (TI).

V nadzemní části přechází PPO přes komunikaci jako mobilní hrazení o šesti polích s dosedacím prahem a v podzemí s žb. monolitickou PS, v místech křížení inž. sítí je použita trysková injektáž. V čelních stěnách obou žeber jsou ukotveny boční kotevní profily pro osazení krajních polí mobilních hrazení.

Druhá oblast

Druhá oblast začíná až u mimoúrovňového silničního přejezdu u benzínové čerpací stanice ÖMV, dále přechází opět pravý jízdní dvojpruh do středového pruhu, kterým pokračuje až za výjezd z Malé Chuchle, kde je již výška násypu ul. Strakonické vyšší než požadovaná úroveň ochrany, a proto zde PPO končí.

Protipovodňové konstrukce se zde dělí na stavební objekty SO 10, SO 20 a SO 30 a ty dále na jednotlivá opatření, číslovaná vždy stovkovými čísly, např. 101, 201 a 301 podle značení SO.

SO 20

SO 20 pokračuje i do druhé oblasti PPO ve Velké Chuchli. Linie tohoto objektu je vedena od západní podpory silničního mimoúrovňového křížení (MUK), které vede nad Strakonickou ulici. Zde je PPO zavázáno do násypu zemního kuželu této podpory a tvoří jej (PPO) homogenní zemní hráz. Hráz

je v koruně široká 2,0 m se sklony svahů 1 : 2,5 a 1 : 2, vertikální těsnicí prvek hráze tvoří tenkostěnná vibrovaná stěna. Hráz je ukončena u výjezdu z ČS ÖMV. Zde povodňová hladina dosahuje malé hrazené výšky, a proto je přes tuto komunikaci navržen žb. monolitický práh a v podzemí TI. V nadzemní části bude v případě povodně vlastní hrazení provedeno jen pytlí s pískem na výšku cca 0,15 m. Takto navržené PPO přechází i přes pravý jízdní pruh Strakonické ulice a končí ve středním dělicím pruhu.

Dále pokračuje linie PPO v tomto středním dělicím pruhu až za výjezd z Malé Chuchle. V podzemní části je násyp Strakonické ulice utěsněn jílocementovou PS hloubky cca 5,60 m, která navazuje na nadzemní část žb. úhlovou zídka v místě její základové spáry v hloubce 1,0 m pod terénem. V nadzemní části je úhlová zídka vytažená na požadovanou výšku ochrany a na koruně ukončena prefabrikovanou římsou. Délka tohoto opatření je cca 300 m.

Součástí liniové PPO je soubor objektů SO 30, které řeší zahrazení otvorů v násypu Strakonické ulice. Jedná se o soubor stavebních opatření, zabezpečujících chráněné území ve Velké a Malé Chuchli před zpětným vzduším vody z podchodů, průjezdů a propustků. V nadzemní části je zde využito převážně mobilní hrazení s žb. dosedacím prahem a v podzemní části tryskové injektáže pro prodloužení průsakové dráhy.

Projekce uvedených protipovodňových opatření byla zpracována ve firmě PÖYRY Environment, a. s., ve spolupráci se společností FG Consult, s. r. o.

Ing. Jiří Štěpánek

s přispěním ing. Kateřiny Boříkové (Radotín), PÖYRY Environment, a. s.,
Foto: Libor Štěřba

Antiflood measures in the City of Prague – phase 0006 Zbraslav – Radotín

Antiflood measures carried out to protect the capital city of Prague have recently come into the final phase of construction. Two more phases are to be finished – the phase 0007 - Troja that was described in detail in the previous issue and the phase 0006 – Zbraslav – Radotín. This text brings a detailed overview of design solutions of line antiflood measures used in the 0006 phase.