

Protipovodňová opatření na ochranu Prahy aneb Jak jsme navázali na práci našich předků

Ing. Ondřej PYTL

Vodohospodářský rozvoj a výstavba a.s.

Úvod

Povodňové události posledních let podtrhly význam stavby protipovodňových opatření na ochranu hlavního města Prahy, jejichž cílem je ochránit metropoli před ničivými důsledky povodní. Tento smělý plán by však nebyl realizovatelný bez využití úprav, které v intravilánu historického města provedli naši předkové.

Povodně v minulosti

Povodně sužovaly Prahu, stejně jako každé sídlo ležící na řece, odnepaměti. Lidé znamenávali výšky dosažených hladin značkami na objektech, z nichž většina zmizela při proměnách města, a tak o povodních často zůstaly jen záznamy v kronikách a pamětech. V těch bývá rozsah zátopy vztahován ke kostelům či konkrétním, často již neexistujícím domům. Počínaje povodní z roku 1445, ale i k hlavě Bradáče (obr. 1) – ta byla osazena na zachovaném pilíři Juditina mostu, odkud byla při přestavbě prostranství před křížovníckým klášteřem v letech 1846–47 přenesena na nábrežní zeď.



Obr. 1 – Bradáč

Aby předešli opakovanému zatápnění a škodám s tím spojeným, začali Pražané navyšovat terén Starého Města. Staroměstské náměstí, zaplavené v letech 1432, 1501 a 1655 a snad i 1675 a 1784, tak povodně z let 1845 ani 1890 již nezasáhly.

Poté, co 26. června 1824 prošla městem stoletá povodeň, započal magistrát následujícího roku u Staroměstských mlýnů (Novotného lávka) s pravidelným měřením vodních stavů, takže údaje o následných extrémních výškách hladiny jsou již známé (tab. 1). Druhý vodočet byl osazen v Karlínském přístavu roku 1867 – sloužil až do roku 1927, kdy byla slepá ramena Vltavy zavezena – a o dvacet let později byla vodoměrná lať osazena i u křížovníků vedle Bradáče.

Tabulka 1 – Největší povodně 19. století ve srovnání s minimálním a běžným stavem

27. 2. 1830	2800 m ³ /s
29. 3. 1845	4500 m ³ /s
2. 2. 1862	3950 m ³ /s
V. 1872	Q ₄₀₀ z Berounky
4. 9. 1890	4030 m ³ /s
27. 8. 1904	11,5 m ³ /s
Q ₃₅₅ – Malá Chuchle	27,9 m ³ /s
prům. roční průtok	149 m ³ /s

V květnu 1875 vznikla Hydrografická komise Království českého a započalo systematictější budování říčních vodočtů a srážkoměrných stanic. Při katastrofální povodni roku 1890 již fungovala hydrologická služba a v provozu bylo na 50 vodočetných a asi 500 srážkoměrných stanic, díky kterým byl její průběh poměrně podrobně zdokumentován, což umožnilo využití získaných údajů pro návrh novodobých protipovodňových opatření.



Obr. 2 – Smetanovo nábreží při povodni v roce 1890

V průběhu 20. století se Vltava v Praze přimněla pouze padesátiletou vodou 15. března 1940. O čtrnáct let později na město mířilo 2920 m³/s, ale vlivem rozestavěné slapské nádrže dosáhl kulminační průtok 10. července 1954 pouze desetileté povodně (2265 m³/s), což bohužel upevnilo mylné přesvědčení veřejnosti, že Vltavská kaskáda (tab. 2) Prahu ochrání vždy.

Zahájení projektu protipovodňových opatření na ochranu Prahy

Smutné zkušenosti ze zahraničí a výročí stoleté povodně posílily na začátku devadesátých let hlasy českých vodohospodářů upozorňující na nedořešenou protipovodňovou ochranu Prahy. Ty nakonec byly vyslyšeny a v roce 1994 zadal Magistrát hlavního města Prahy zpracování povodňového modelu. Jako zatěžovací stavy byly zvoleny reálné hydrogramy historických povodní (Q₁₉₈₁, Q₁₉₅₄, Q₁₈₉₀), pro jejichž získání byl vytvořen Hydrologicko-hydrodynamický model Kaskáda.

Vlastní povodňový model řešených úseků Vltavy a Berounky o celkové délce modelovaného říční trati 41 kilometrů byl v době svého vzniku největším na světě. S využitím technické mapy 1:500 a následně digitálního modelu terénu byla sestavena hustá okružová síť kanálů, takzvaný 1D+ model nebo také pseudodvourozměrná schematizace. Simulací pak byly získány nejen mapy rozlivů a hloubek, ale i informace o rychlostech proudění a časovém průběhu postupného zaplavení. Pro okolí kritického profilu Karlova mostu byl zpracován podrobný výškový 2D model.

Pro návrh protipovodňových opatření byly použity výšky hladiny získané simulací pro návrhový průtok Q_N = 4 030 m³/s, přičemž model zohlednil stav po vybudování všech opatření, tedy maximální ohrázování. Kóty hladiny byly navíc navýšeny o bezpečnostní rezervu 60 cm.

Realizace protipovodňových opatření byla zahájena první etapou Staré Město–Josefov v jádru města, kde se s ohledem na historické a urbanistické hodnoty užívá výhradně mobilní hrazení. Realizace opatření zde navá-

Tabulka 2 – Retenční schopnost nádrží Vltavské kaskády

nádrž	realizace	říční km	zásobní prostor [mil. m ³]	ovladatelný retenční prostor [mil. m ³]
Lipno 1	1952–59	329,540	252,991	33,156
Orlík	1954–61	144,700	374,427	62,072
Slapy	1949–55	91,694	200,500	0,000
ostatní nádrže			26,711	0,000
celkem			854,629	95,228



Obr. 3 – Hrazení průjezdu ve Smetanově nábřeží



Obr. 4 – Smetanovo nábřeží při povodni v srpnu 2002

zala na historická nábřeží budovaná od poloviny 19. do počátku 20. století. Stavba nábřeží změnila tvář města v rozsahu, který by dnes již nebyl akceptovatelný. Vděčíme jim ale nejen za krásné promenádní trasy podél řeky, ale především za hlavní hrací výšku, kterou moderní opatření pouze navýšila. U Žofína vzniklo v letech 1903–04 nábřeží Masarykovo a u Novotného lávky nejstarší z pražských nábřeží vybudované v letech 1840–46 – Smetanovo. To mělo v době své přípravy mnoho odpůrců, a proto v něm vznikl průjezd z náplavky Hollar do Divadelní ulice (obr. 3) a tři otvory „čapadel“, umožňující pohodlnou překládku z lodí, přičemž všechny 4 otvory bylo možné v případě povodně zahradit. Dále po proudu se nachází Alšovo nábřeží z let 1875–77, které však bylo při realizaci hotelu Four Seasons lokálně sníženo, a proto muselo být rovněž doplněno mobilním hrazením, a Na Františku nábřeží Dvořákovo z let 1898–99.

Součástí této etapy, stejně jako i všech následujících, byla také opatření na kanalizační síti zamezující průniku vzduchů odlehčovacím komorami. Ta by ale vydala na samostatný příspěvek, a proto je nebudu dále zmiňovat.

Povodeň v srpnu 2002 a její dopady na návrh opatření

Když v průběhu 6. a 7. srpna 2002 napršelo v oblasti Novohradských hor a na Českokrumlovsku 130–250 mm srážek a na mnoha místech jižních Čech byly zaznamenány stoleté průtoky, byla již naštěstí první etapa stavby dokončena. Tyto srážky však nasýtily zasažená povodí a dalších 100–130 mm v oblasti Šumavy a jižních Čech a více než 20 mm srážek v Čechách západních a středních z 11. až 13. srpna přinesly zkázu pětiset- až tisíciletých povodní. Přestože první

etapa stavby z velké části ochránila Staré Město (obr. 4), byly povodňové škody na území hlavního města vyčísleny na 35 miliard korun. V průběhu povodně bylo evakuováno 40 tisíc obyvatel. Kulminační průtok v Praze-Chuchli z poledne 14. srpna byl zpětně vyhodnocen na 5300, později 5160 m³/s.

Na základě prožité katastrofy rozhodl magistrát hlavního města v prosinci 2002 o zvýšení ochrany na úroveň odpovídající srpnové povodni s bezpečnostní rezervou 30 centimetrů. Vývoj informačních technologií navíc umožnil převedení celého stávajícího 1D+ modelu na 2D model. Dvourozměrný model se zohledněním doby trvání povodně byl využit i pro výpočet proudění podzemní vody. Hloubka založení podzemních stěn vychází z vypočtené rychlosti proudění, přičemž musí být zajištěna dostatečná stabilita podloží, aby nedošlo k jeho prolomení. Současně však musí být zachováno proudění podzemních vod v době mimo povodňové události.

Realizace dalších etap stavby

Na základě aktualizovaných výpočtů a návrhů se znovu rozeběhla příprava a následně realizace dalších úseků protipovodňové ochrany.

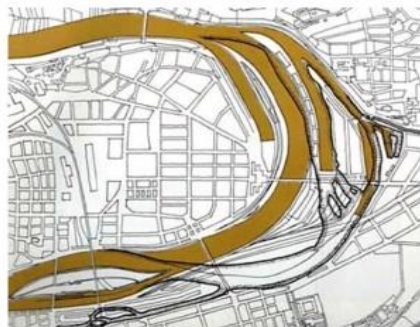
Z hlediska skloubení technického řešení a požadavků památkové péče byla velmi komplikované druhé etapy – Malá Strana a Kampa, kde v minulosti neproběhlo tak rozsáhlé navýšování terénu jako na Starém Městě. Při komplikovaném hledání stopy protipovodňové linie bylo využito trasy historických zdí podél parku Kampa. Část zdí bez zemního přísypu na vzdušné straně, která byla povodní poškozena, byla obnovena jako železobetonová s cihelnou podezdívkou, přičemž dle požadavku památkářů byly obnoveny i střílny, které je třeba v případě povodně hradit.

Za Lichtenštejnským palácem je pak linie ochrany zdvojnásobena. Zatímco hlavní linie probíhá náměstím Na Kampě, k vodě přiléhající blok domů U staleté báby je chráněn pouze na úroveň Q_{50} . Ještě větší komplikace ale bylo třeba vyřešit za Karlovým mostem, kde do Vltavy ústí bývalý náhon – Čertovka – do které jsou navíc svedeny vody drénované ze svahů Petřína. Ten je sice možné v nátokové části uzavřít, ale jeho vyústění představovalo z hlediska povodní vždy slabé místo. Ještě podle plánů z roku 1910 měla být Čertovka zasypána a vysoká nábřežní regulace měla propojit Malostranské nábřeží s Kosárkovým nábřežím na Klárově. Tento záměr však nebyl realizován a jeden z nejmalebnějších koutů staré Prahy tak zůstal zachován. Pro zahrazení ústí Čertovky byla navržena a zrealizována 23,5 metru dlouhá a 4,9 metru vysoká posuvná stěna (obr. 5), která je v době mimo povodňové nebezpečí zasunuta v doku představěné nábřežní zdi. V případě hrozící povodně je tato 45 tun vážící konstrukce vytažena po kolejnicích osazených ve dně, přičemž v případě větších průtoků lze tuto stěnu ještě navýšit třímetrovým mobilním hrazením.



Obr. 5 – Uzávěr ústí Čertovky

Povodní nejvíce poškozenou čtvrtí byl Karlín, postavený na území bývalé říční nivy, který byl spolu s Libní zahrnut do třetí etapy stavby. Mobilní hrazení zde probíhá po nábřeží Ludvíka Svobody z let 1907–13, a přechází v ochrannou zídku pokračující zemní hrádkou do prostoru bývalého Rohanského ostrova, kde – ač se to na první pohled nezdá – proběhla v minulosti významná protipovodňová opatření. Vltava se zde rozlévala do širokého řečiště s řadou ramen. Nedostatečná kapacita řečiště mezi Velkým ostrovem (Štvanice) a Libeňským ostrovem ale způsobovala časté záplavy a ledové nápěchy. V letech 1924 až 1928, kdy byl postaven i Libeňský most, bylo řečiště průkopem zkráceno o 1100 metrů (obr. 6), čímž došlo ke zvětšení spádu dna. Při akci, jejíž náklady dosáhly 30,5 mil. korun, bylo přesunuto 2,5 mil. m³ zemin a zřízeno 20 000 m³ břehových zdí a 100 000 m² dlažeb.



Obr. 6 – Úprava řečiště na Manínách

Ve dvou již slepých ramenech vznikl Libeňský přístav, do kterého ústí potok Rokytky. Ta si vyžádala velmi náročné technické řešení. Pro ochranu Libně zde byla vybudována dvojice vzpěrných vrat: ta větší, šířky 12 metrů a hrazené výšky 10,9 metru, uzavírají vjezd do přístavu, ta o něco menší, šířky 10 metrů a hrazené výšky 9,1 metru, ústí potoka Rokytky, na kterém je vybudován objekt pro přepouštění průtoku do přístavního bazénu, fungující na principu vakového jezu. Při nástupu povodně se nejprve uzavře přístav, od kterého jsou vody Rokytky odděleny napuštěným vakem. V případě dalšího nástupu povodně jsou uzavřena vrata na Rokytkce, jejíž vody jsou z přístavního bazénu přečerpávány šesticí stabilních čerpadel o celkovém výkonu 20 m³/s (obr. 7).

Protože nábřeží Edvarda Beneše pod Letnou z let 1895–6 je vysoké dostatečně, začíná čtvrtá etapa – Holešovice a Stromovka – až před Štefánikovým mostem, kde byl břeh upraven v rozmezí let 1907–13. Úsek ochrany před holešovickou tržnicí byl realizován již v roce 2001 při úpravě Bubenského nábřeží z let 1925–30, ale po povodni v roce 2002 musel být navýšen. Linie ochrany sleduje vltavský břeh podél budoucí komunikace „nová Janovcova“, prochází přes Holešovický přístav



Obr. 7 – Dvojice vzpěrných vrat a povodňová čerpací stanice v Libeňských přístavech

zprovozněný roku 1895 a pomocí naplavovacích trámců délky 13,45 metru osazovaných do železobetonových pilířů překonává dvě komunikace s hrazenou výškou 5,5 m. Podél bývalé královské obory Stromovka plní funkci protipovodňové hráze železniční násep. Původní drážky pro hrazení v podjezdech svědčí o tom, že s ochrannou funkcí bylo počítáno již v minulosti (obr. 8).

Na protějším břehu pak probíhá linie sedmé etapy Troja, v rámci které byla železobetonovou zídku navýšena dřívější hráz Povodí Vltavy. Ochrana pokračuje podél vyústění tunelu Blanka, kde byla podzemní těsnicí železobetonová stěna využita jako pažení stavební jámy hloubené části tunelu, a dále jako spaná zemní hráz dosahující výšky až 8,9 metru. Před trojským zámekem, kde je méně prostoru, přechází hráz v železobetonovou zeď opatřenou zemním přísypem, nad ním pak vystupuje jako parapetní zídka

s pilíři, mezi které je v případě potřeby osazováno mobilní hrazení.

Protože zde linie ochrany končí, přeneseme se na opačný, jižní, konec města, kde se nachází etapa šestá – Zbraslav, Radotín. Na Zbraslavi, kde byla linie ochrany na Q₁₀₀ zrealizována z prefabrikovaných panelů, využívá linie násep ulice K Přehradám postavené roku 1936, zatímco radotínská opatření proti vzduťným vodám Berounky z valné části kopírují ulici Výpadovou. Dosud nezahájená opatření na ochranu Velké a Malé Chuchle jsou v částech souběžných s Vltavou navržena ve středním dělicím pásu Strakonické ulice postavené ve 20. letech dvacátého století a kapacitněné roku 1972.

Na protějším břehu ležící Modřany měly být ochráněny násypem železniční a tramvajové trati, ty však byly přelity a musely být v rámci osmé etapy navýšeny železobetonovou zídku.



Obr. 8 – Hrazení podjezdu železničního náspu kolem Stromovky



Obr. 9 – Navýšení Janáčkova nábřeží mobilním hrazením

Zbývající pátá etapa zahrnuje oblasti Výtoně, Podolí a Smíchova. Na území posledně jmenované čtvrti byl v letech 1899–1903 vybudován ochranný vorový přístav císaře Františka Josefa I., který měl předcházet naplavování stavebního dřeva, které při předchozích povodních opakovaně způsobilo zacpání a následné

poškození Karlova mostu. Mezi Podolským přístavem a Palackého mostem se nachází nábřeží z let 1902–05, původní výška terénu se zachovala pouze kolem bývalé podskalské celnice na Výtoni, kde dnes sídlí voražské muzeum. Dále k Jiráskovu mostu pokračuje nábřeží Rašínovo z let 1876–79, takže protipovodňová opatření

se zde z většiny omezila na hrazení podchodů a lokální opatření. Naproti tomu smíchovský břeh, byť zvýšen Hořejším (1889–90) a na něj navazujícím Janáčkovým nábřežím (1874–75 a 1903–04), musel být doplněn mobilním hrazením (obr. 9), přičemž součástí linie ochrany je i sídlo VRV. To nemohlo být – vzhledem k těsnému sousedství řeky a nebezpečí poškození vztlakem – zahrnuto do chráněného území, takže se opět naplňuje lidové úsloví „kovářova kobyla chodí bosa“.

Závěr

Tím jsme se vrátili zpět do centra a dokončili stručné představení stavby protipovodňových opatření na ochranu hlavního města Prahy. Při ohlédnutí do historie musíme obdivovat, kolik úsilí věnovali naši předchůdci ochraně svého města. Doufejme, že naši následovníci stejně ocení i naši práci.

Literatura

- [1] VOTRUBA, L., PATERA, A.: Povodně v Čecháchvdílečeskýchhistoriků(11.–19.století), ISBN 80-02-01681-5, ČVTVHS, Praha 2004.
- [2] PYTL, V. a kolektiv: Praha a Vltava, Řeky, potoky a vodní nádrže Velké Prahy, ISBN 80-903481-2-2, MILPO MEDIA s.r.o., Praha 2005.