

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta životního prostředí

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování



Protipovodňová opatření na Starém Městě a povodně 2002

Bakalářská práce

Vedoucí práce: **Ing. Radek Roub, Ph.D.**

Bakalant: **Linda Vacíková**

2014

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
Katedra vodního hospodářství a environmentálního
modelování
Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Vacíková Linda

Vodní hospodářství

Název práce

Protipovodňová opatření na Starém Městě a povodeň 2002

Anglický název

Flood control measure in Prague Old Town and flood in 2002

Cíle práce

Obecná charakteristika protipovodňových a legislativních opatření

Charakteristika protipovodňových opatření na Starém městě

Průběh a následky povodně v roce 2002

Metodika

Úvod

Charakteristika vodního toku Vltava

Protipovodňová a legislativní opatření

Povodně

Povodeň 2002

Protipovodňová opatření v Praze

Protipovodňová opatření na Starém městě

Diskuse a závěr

Harmonogram zpracování

Zadání práce: duben 2012

Odevzdání práce: duben 2014

Rozsah textové části

Cca 30 stran

KLíčová slova

Vodní tok, Vltava, povodeň, protipovodňová opatření, průtok

Doporučené zdroje informací

DOLEŠ, M., ZÁHROBSKÝ, D., PRAŽSKÉ VODOVODY A KANALIZACE, a.s. Protipovodňová ochrana pražské stokové sítě. Praha, 2006.

STÁTNÍKOVÁ, P., 2012: Povodně a záplavy. Paseka, Praha, 169 s.

HLADNÝ, J., KAŠPÁREK, L., KRÁTKÁ, M., KNEŽEK, M., MARTÍNKOVÁ, M. (eds), 2009: Katastrofální povodně v České republice v srpnu 2002. Ministerstvo životního prostředí, Praha, 68s.

ŘÍHA, J., 1996: Posuzování protipovodňových a revitalizačních opatření. ECDIMFACT, Praha: 24 s.

Vedoucí práce

Roub Radek, Ing., Ph.D.

Elektronicky schváleno dne 31.3.2014

prof. Ing. Pavel Pech, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 3.4.2014

prof. Ing. Petr Štěpánka, CSc.

Dekan fakulty

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně, pod vedením Ing. Radka Rouba, Ph.D. a že jsem uvedla všechny literární publikace a prameny, ze kterých jsem čerpala

V Praze 14.4.2014

Vacíkova'

Poděkování

Tímto bych chtěla poděkovat především Ing. Radku Roubovi, Ph.D. za odborné vedení mé bakalářské práce, za jeho trpělivost a vstřícný přístup.

Za mnoho informací, materiálů a předání znalostí bych chtěla poděkovat také zaměstnancům Magistrátu hlavního města Prahy a zaměstnancům Pražských vodovodů a kanalizací, a.s. a to zejména panu Ing. Michalu Dolejšovi.

V neposlední řadě patří poděkování mé rodině za psychickou podporu a podmínky, bez kterých by tato práce nemohla vzniknout.

V Praze dne 14.4.2014

ABSTRAKT

Práce se zaměřuje na druhy a způsoby ochrany hlavního města Prahy proti povodním na řece Vltavě. Velkým mezníkem v tomto oboru byla povodeň v srpnu 2002, proto je i část práce věnována této povodni a tomu, jak během ní opatření obstála, případně, jak se poté zdokonalovala a to zejména na Starém městě.

Na základě studia knih a mnoha odborných interních materiálů zainteresovaných firem a institucí píše ve své práci o začátcích protipovodňových opatření na našem území a jejich dosavadnímu a budoucímu vývoji. Práce se zaměřuje na detaily opatření, jako jsou například náklady, rozsah opatření, realizaci apod. Popisuje také průběh povodně 2002, škody, které napáchala a v jakém rozsahu jsme byli schopni jí vzdorovat pomocí různých druhů opatření.

Klíčová slova: povodeň, průtok, stupeň povodňové aktivity, protipovodňová opatření

This thesis is focused on the means of flood control and protection on the river Vltava in the capital city of Prague. Large flooding in August of 2002 was an important milestone for this domain and therefore the thesis researches into it extensively. Means of protection used during the flooding are evaluated in terms of effectiveness and their further development based on the gathered data is studied with emphasis on the area of Old Town of Prague.

Based on the information gathered from the books and many expert internal documents of involved companies and institutions I report on the beginnings of flood protection in our country as well as its current state and future development. The thesis is aimed at providing detailed information like costs, scope and implementation of the particular means of flood control and protection. The report on the 2002 flooding contains its progression, damage it caused and how we were able to defend ourselves by the various means of flood protection that were in place.

Keywords: flood, flow, flood stage, flood control measures

Obsah

1. Úvod	9
2. Cíle práce a metodika	10
3. Vodní tok Vltava	11
3.1 Charakteristika toku.....	11
3.2 Vltavská kaskáda.....	12
3.2.1 Nádrže Vltavské kaskády	13
4. Druhy protipovodňových opatření a jejich využití.....	15
4.1 Druhy opatření	15
4.1.1 Opatření přírodě blízká.....	16
4.1.2 Technická opatření	17
5. Povodně	19
5.1 Definice povodní	19
5.2 Stupně povodňové aktivity	20
5.3 Typy povodní	20
6. Povodeň 2002.....	21
6.1 Evakuace.....	22
6.2 Městská hromadná doprava	23
7. Protipovodňová opatření v Praze	24
7.1 Stoková síť.....	24
7.1.1 Historie	24
7.1.2 Realizace opatření	26
7.1.3 Popis konstrukcí použitých opatření	27
7.1.4 Čerpací technika pro ochranu stokové sítě	30
7.2 Mobilní opatření.....	31
7.2.1 Historie	31

7.2.2	Výstavba a dělení podle oblastí	32
7.2.3	Ochrana metra	34
7.2.4	Nechráněné části Prahy	36
7.2.5	Pravidelná cvičení	36
7.3	Uzávěr Čertovka.....	37
7.4	Ústřední čistírna odpadních vod Praha.....	37
7.4.1	Povodňový plán ÚČOV	38
7.4.2	Popis areálu z hlediska protipovodňové bezpečnosti	39
7.5	Centrální sklad PPO Dubeč	40
8.	Staré město pražské vs. Povodeň 2002.....	40
8.1	Staré město před povodní 2002.....	40
8.2	V průběhu povodně v srpnu 2002	41
8.3	Po povodni v srpnu 2002	42
9.	Diskuze	43
10.	Závěr	44
11.	Seznam literatury	45
12.	Seznam tabulek a obrázků.....	47
12.1	Seznam tabulek	47
12.2	Seznam obrázků	47
13.	Přílohy	49

1. Úvod

Povodně, jejich četnost, rozsah, intenzita, připravenost obyvatelstva a co je potřeba ještě udělat, aby byly ničivé účinky velké vody co nejmenší, ideálně žádné? To je téma, které lidstvo řeší již od středověku, kdy se poprvé začala tvořit protipovodňová ochrana.

V počátcích technických opatření se proti povodním bojovalo především budováním ochranných hrází, vodních nádrží a úpravami toku, jako je například prohloubení koryta. Postupem času a přibývajícimi zkušenostmi se dospělo k závěru, že tato opatření nedokážou účinně ochránit lidi a jejich majetky, na čemž má velký podíl i skutečnost ta, že lidé nerespektují záplavové oblasti a staví svá obydlí do bezprostřední blízkosti toků, řek a vodních ploch.

Praha byla v historii zasažena mnoha povodněmi, které byly tak velkého rozsahu, že dlouhodobě a výrazně zasáhly do jejího „života“. Za katastrofální povodně lze považovat ty z roku 1273, 1342, 1432, 1481 a 1501. Za největší letní povodeň byla považována povodeň ze září roku 1890, která dosáhla průtoku $3975 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ a jejíž síla pobořila i Karlův most. Vůbec největší povodní, která Prahu postihla, byla zaznamenána 26. února 1784. Tyto povodně se považovaly za největší, než přišlo léto 2002 a s ním i voda, která se zapsala do dějin hlavního města a která měla vliv na mnoho lidských životů.

V srpnu 2002 se Prahou prohnala voda o kulminačním průtoku $5160 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ a brala vše, co jí přišlo do cesty. I přes mnoho opatření, které byly vybudovány a vystavěny, měla povodeň takové účinky, že až dodnes jsou stále někde vidět následky. Brala majetek i lidské životy a také klid v duších obyvatel České republiky, který se jim nevrátil i přes časovou vzdálenost, která od roku 2002 uběhla.

Praha má tedy, jak vidno, se záplavami dlouhodobé zkušenosti. Vzali si z nich však obyvatelé a odpovědní pracovníci dostatečné ponaučení při návrhu a budování protipovodňové ochrany? Do jaké míry a jakými prostředky je současná Praha schopná odolat záplavám? To jsou otázky, jejichž zodpovězení bych se chtěla věnovat ve své práci.

2. Cíle práce

Za cíle své práce jsem si stanovila přiblížení protipovodňových opatření v Praze a práci, která se za ochranou obyvatel a majetku skrývá. Velkou zkouškou pro opatření Prahy byla srpnová povodeň roku 2002, proto bych chtěla část práce věnovat i této katastrofické události. Také se budu věnovat tomu, jak protipovodňová opatření v této zkoušce obstála, zejména na Starém Městě v Praze a jestli měla povodeň vliv na vývoj, případně jaký.

3. Metodika

V první části práce jde o všeobecné informace o problematice a nastínění tématu. K této části jsem zvolila literaturu zejména v knižní podobě, zapůjčenou v knihovně. Šlo především o knihy o povodních, opatřeních a řešení povodňových situací.

V druhé části se věnují proniknutí do hlubších vrstev tématu. Řešení druhů opatření a jejich umístění, způsoby umístění a obsluhy. Také jsem se v této části zaměřila na průběh povodně v roce 2002, na to, jak opatření obstála a případný vliv na vývoj a zdokonalování ochrany obyvatel Prahy proti povodním. Pro tuto druhou část jsem z velké většiny čerpala z interních materiálů firem a institucí, které se touto problematikou zabývají. Patří mezi ně například Odbor krizového řízení Magistrátu hlavního města Prahy, nebo Pražské vodovody a kanalizace a.s.

V poslední části své práce už jsem jen shrnula zjištěné informace a zaměřila se na tuto problematiku na Starém Městě pražském.

4. Vodní tok Vltava

Vltava je nejdelší řekou České republiky se svými 430,30 km. Pramení na Šumavě a protéká mnoha významnými českými městy jako například Českým Krumlovem, Českými Budějovicemi a hlavním městem Prahou. Cesta Vltavy končí v Mělníku, kde z levé strany ústí do řeky Labe.

Hlavními přítoky z levé strany jsou Otava a Berounka a z pravé strany Maše, Lužnice a Sázava a celé povodí Vltavy na území České republiky zaujímá 27 006,70 km².

Správcem Vltavy je Povodí Vltavy, s. p. a úsek Vltavy na území Prahy je řazen do povodňového úseku Modřany-Vraňany. Stupně povodňové aktivity jsou odvozeny z průtoku profilu Malá Chuchle [25]

4.1 Charakteristika toku

Pramen Vltavy se nachází na svahu šumavské Černé hory v nadmořské výšce 1315 m.n.m. Odtud pokračuje pod názvem Černý potok až za vesnici Borová Lada, kde nabývá názvu Teplá Vltava. V nadmořské výšce 731 metrů se do Teplé Vltavy vlévá Studená Vltava, pramenící v SRN na svahu hory Haidel. Od tohoto soutoku se řeka nazývá pouze Vltava.

Přehrazením toku u Nové Pece vzniklo velké jezero Lipno, které slouží také jako zdroj podzemní vodní elektrárny, odkud pak pokračuje podzemním tunelem do vyrovnávací nádrže Lipno II.

Ve městě České Budějovice je Vltava posílena přítokem řeky Maše a pokračuje do Hluboké nad Vltavou. Za tímto městem je již třetí přehradní nádrž Hněvkovická přehrada, která byla vybudována kvůli zásobování jaderné elektrárny Temelín.

Následuje Týn nad Vltavou, za kterým se k Vltavě z pravé strany připojuje řeka Lužnice. Již po dvou kilometrech toku se nachází jez s plavební komorou Kořensko a poté se vody toku rozlívají v jezero a největší z přehrad tzv. Vltavské kaskády, Orlický. Pod hladinou orlického jezera se nachází i místo, kde se do Vltavy vlévá řeka Otava. Nedaleko za Orlickou přehradou následuje další přehrad -vodní

dílo Kamýk, které bylo vybudováno současně s přehradou Orlík jako jeho vyrovnávací nádrž.

Následuje údolí, které je od roku 1956 zatopené vodami ze Slapské přehrad, jejíž hráz se nachází v místech bývalých Svatojánských proudů.

Směrem k Praze se na Vltavě nachází ještě dvě přehrady - Štěchovice a Vrané nad Vltavou a dva soutoky, z pravé strany řeka Sázava a z leva tok Berounky

Za hlavním městem, u Kralup nad Vltavou se výrazně mění charakter okolní krajiny. Vltava zde opouští sevřené údolí a vtéká do rovin, kterými protéká až k městu Mělník, kde se ve výšce 156 metrů nad mořem vlévá do Labe. [25][26][28]

4.2 Vltavská kaskáda

Vltavská kaskáda je největší soustavou vodních děl na území České republiky a její technické a architektonické řešení je předmětem obdivu. Soustava zahrnuje devět vodních děl a její budování trvalo celých 62 let, od roku 1930 do roku 1992. Účelů a využití těchto děl je nespočet, patří mezi ně především energetické využití, rekreace a vodohospodářské účely, jako například ochrana před povodněmi. Dalšími funkcemi jsou například usplavnění některých částí Vltavy, nebo i ovlivnění splavnosti Labe pod Mělníkem.

Výstavba těchto přehrad přinesla jak pozitiva, tak negativa. Jedním z negativních následků stavby je zničení jedinečných přírodních a historicky cenných míst a také ukončení tradiční voroplavby po Vltavě. Dalším negativem je i stabilizace teploty vody pod přehradami, což znamená, že některých místech je v létě voda příliš chladná a v zimě naopak teplá, na to, aby zamrzala. Budování Vltavské kaskády si vyžádalo i rozebrání a přemístění kostelíka v obci Červená z 12. Století. [25][26][28][29]

nádrž	fce	Říční km	plocha [km ²]	objem [mil. m ³]	vzdutí [km]	Výkon [MW]	výstavba
Lipno I		330	48,7	306	48	2x60 Francis	1952-1959
Lipno II	vyrovnávací	319	0,45	1,5	2,6	1,5 Kaplan	1952-1959
Hněvkovice		210	3,12	22,2	16,2	2x4,8 K	1986-1992
Kořensko	vyrovnávací	200	2,8			2x1,9 K	1986-1991
Orlík		145	27,3	720	70	4x91 K	1954-1966
Kamýk	vyrovnávací	135	1,9	12,8	10	4x10 K	1956-1962
Slapy		92	13,9	270	44	3x48K	1949-1954
Štěchovice	regulace odtoku VK	84	1,2	11,2	9,4	2x11,25 K + 45 rF	1937-1945
Vrané	-II-	71	2,5	2,5	12	2x6,94 K	1930-1936

Tab. 1: Přehled přehrad Vltavské kaskády (SOBOTA J., 2006)

4.2.1 Nádrže Vltavské kaskády

- **Lipno I** – Údolní nádrž s největší přehradou byla vybudována mezi lety 1952 a 1959. Nádrž Lipno I poskytuje největší vodní plochu v České republice a většina plochy leží v CHKO Šumava. Plocha nádrže se rozprostírá přes 48,7 km², v nejdelším místě má nádrž 48 kilometru a na šířku 10 km. Průměrná hloubka je 6,5 m, maximální hloubka dosahuje až 21,5 metrů a celý prostor nádrže pojme celých 306 mil. m³. Hráz přehrady o výšce 25 metrů a délce 296 m je sypaná s těsnícím jádrem. Během povodní pojme nádrž Lipno I do svého retenčního prostoru 12 mil. m³ a při očekávaných povodních až 150 mil. m³.

Nádrž Lipno I také skrývá v hloubce 160 m po zemi vodní elektrárnu se 2 Francisovými turbínami, každá o výkonu 60 MW. Od této elektrárny vede štola dlouhá 3,6 kilometrů a končí v nádrži Lipno II.

- **Lipno II** – Slouží jako vyrovnávací nádrž pro Lipno I k vyrovnání odtoku z elektrárny. Nádrž Lipno II má také svou vlastní elektrárnu s jednou Kaplanovou turbínou o výkonu 1,5 MW. Nádrž pojme 1,685 mil.m³, plocha hladiny je 32,5 hektarů a délka vzdutí je 7 kilometrů. Hráz nádrže je zemní s jílovitým těsněním a betonovou clonou, která vede do skály.

- **Hněvkovice** – Stavba této nádrže s vodní elektrárnou probíhala od roku 1986 do roku 1991 a spolu s Kořenskem tedy patří mezi nejnovější nádrže. Záměrem stavby bylo poskytnout technologickou vodu pro jadernou elektrárnu Temelín. Hráz je betonová tížná, součástí hráze jsou 3 korunové přelivy a taky plavební komora pro lodě do 300 tun, nacházející se na pravém břehu.
- **Kořensko** – Stavba probíhala zároveň s přehradou Hněvkovice mezi lety 1986 a 1991. Hráz přehrady se nachází v oblasti vzdutí vodního díla Orlík a účelem je homogenizace odpadních vod a také zajištění stálé úrovně hladiny v oblasti města Týn nad Vltavou. Na hrázi se nachází pohyblivý ponořený jez, plavební komora a mezi nimi i vodní elektrárna.
- **Orlík** – Druhá největší přehrada Vltavské kaskády s rozlohou 27,32 km² se stavěla v letech 1954-1961. Betonová tížní hráz je vysoká 91 metrů a dokáže zadržet až 716,6 mil. m³. Vodní elektrárna Orlík dokáže dosáhnout výkonu 364 MW, za pomoci čtyř Kaplanových turbín.
- **Kamýk** – Dalším vodním dílem Vltavské kaskády je vodní nádrž Kamýk, sloužící pro vyrovnání odtoku z vodní elektrárny Orlík. Tato vyrovnávací nádrž se budovala během let 1957-1962. Stejně jako většina děl Vltavské kaskády, má i toho svou vodní elektrárnu, řízenou dálkově z centrálního dispečinku nádrže Štěchovice.
- **Slapy** – Šestá největší přehrada v Čechách je vybudována na skalnatém podloží mezi roky 1949 a 1955. Hráz přehrady dlouhá 260 m a vysoká 65 m. Pro energetické využití vody z přehrady slouží elektrárna se třemi Kaplanovými turbínami o výkonu 48 MW.
- **Štěchovice** – Účelem tohoto díla, stavěného v letech 1938-1944 je především regulace odtoku z Vltavské kaskády. Součástí přehrady je také elektrárna a plavební komora pro lodě do 1000 tun. Jako přečerpávací elektrárna slouží elektrárna Štěchovice II s akumulací nádrží o objemu 500 000 m³ a spádem 220 metrů.

- **Vrané** – Vodní nádrž Vrané je po směru toku poslední přehradou soustavy děl Vltavské kaskády, avšak co se týká stáří, byla postavena jako první a to během prvních šesti let ve třicátých letech devatenáctého století. Na pravém břehu přehrady se nachází vodní elektrárna a na levém plavební komora s jezem.

[1][26][28][29]

5. Druhy protipovodňových opatření a jejich využití

Povodním lze zabránit, nebo minimalizovat škody několika způsoby. Nejdůležitějšími z nich jsou:

Prevence – prevence škod spočívá ve vhodném umístění staveb, v přizpůsobení staveb okolním podmínkám a potenciálním katastrofám, ve vhodném využití území a v zemědělských a hospodářských praktikách.

Připravenost – důraz je kladen na včasné a řádné informování obyvatelstva o nutnosti protipovodňových opatření, riziku povodní a správném chování během doby ohrožení.

Ochrana- do ochrany patří využití protipovodňových opatření ke snížení ohroženosti a škod způsobených povodní.

Záchranný systém – vytvoření záchranných plánů pro případ vzniku povodně.[3][5]

5.1 Druhy opatření

Protipovodňová opatření se dají dělit podle mnoha různých aspektů. Jedno z velmi obecných dělení je dělení podle Mareše, na technická a netechnická, kde mezi netechnická patří například předpovědní a varovné systémy, definování záplavových území a poučení veřejnosti o odpovědném chování při rizikových situacích. Technická opatření se dále dělí na opatření proti účinkům na vodní ploše a účinkům na povodí.

Další dělení, které se používá čím dál častěji, bere zřetel na způsob ochrany. Toto dělení se rozlišuje na **technická a přírodě blízká**. [27]

5.1.1 Opatření přírodě blízka

Opatření, která zajišťují ochranu osob a majetku před ničivými účinky povodní a zároveň zajišťuje dobrý ekologický stav krajiny, se označují jako opatření přírodě blízka.

5.1.1.1 Přírodě blízka opatření na ploše povodí

Tato opatření zahrnují zejména protierozní opatření, která mají za cíl snížit projev vodní eroze, snížit rychlost povrchového odtoku a zvýšit schopnost zadržovat vodu. Taková opatření jsou například:

- Protierozní opatření technická (např. vhodný způsob orby)
- Protierozní opatření organizační (zatravnění orné půdy ve svazích apod.)
- Protierozní opatření biotechnická (např. zřizování průlehů, zasakovacích pásů, výstavba nádrží) [27]

5.1.1.2 Přírodě blízka opatření na vodních tocích

Zaměření těchto opatření je protipovodňová ochrana na tocích a jejich nivách. Jedním ze základních principů těchto opatření je zpomalení odtoku povodňových vod a zvětšení retenčního prostorů niv potoků a řek v nezastavěných územích. Opatření musí plnit všechny tyto funkce v souladu s udržení dobrého ekologického stavu vodních toků a nic, nebo jejich zlepšení.

Typy přírodě blízkých opatření na vodních tocích jsou následující:

- **Opatření v nezastavěných nivách** zahrnují komplexní revitalizaci koryta vodního toku a obnovení přirozených hydrologických funkcí niv potoků a řek do volné inundace, jejich zpomalení a postupné uvolňování při opadu povodňové vlny.
- **Opatření v zastavěných územích** jsou prováděna kapacitní úpravou koryta a zrychlením odtoku. Opatření jsou vždy spojena s revitalizačními úpravami koryta vodních toků. Vytváří se zejména složený profil koryta, kde vnitřní

revitalizované koryto převádí základní průtoky a zajišťuje nezbytné ekologické funkce toku a kapacitní vnější koryto slouží pro převod povodňových vln.

- **Zřizování ochranných nádrží a poldrů** je dalším přírodě blízkým opatřením, zajišťujícím dostatečnou retenční kapacitu pro zadržení nebo zpomalení povodňové vlny. Vnitřní prostory nádrží jsou zřizovány tak, aby byl zajištěn co nejlepší ekologický stav vody. V suchých nádržích je proto většinou prováděna komplexní revitalizace vodního toku, zřizují se mokřady a obnovují se vlhké louky nebo lužní lesy. [5][10][27]

5.1.2 Technická opatření

Technická protipovodňová ochrana má za úkol zmírnit účinky povodně zachycením alespoň části jejího objemu, což znamená i snížení jejího kulminačního průtoku nebo zabránění rozlivu technickými prostředky.

Systémová opatření, která slouží k akumulaci vody v povodí a snížení odtoku, pozitivně ovlivňují postižené části a poskytují určitou míru ochrany a zároveň nezhoršují, ani neohrožují situaci v níže položených částech. Realizaci technických opatření zajišťuje stát a s ohledem na jejich vysoké náklady, je potřeba zvážit poměr mezi náklady na opatření a hodnotou chráněných oblastí v stavbě. Záměry stavby musí být zaneseny v územních plánech a schváleny veřejnou správou.[6][21]

5.1.2.1 Vodní nádrže

Malé vodní nádrže mají schopnost retence vody a slouží k zadržení malých povodní. Hlavní funkcí je ale transformace povodní těmito nádržemi, čímž napomáhají získat více času pro aktivizaci ochrany níže na toku.

Význam na zadržení objemu vody mají především vodní stavby s vyčleněným retenčním prostorem. V České Republice je 35 nádrží s ochranným retenčním prostorem nad 1 milion m³. Největší z nich má vodní dílo Lipno.[7][21]

5.1.2.2 Mobilní opatření

Existují dva druhy mobilních opatření:

1. **Pryžový vak** - který se rozvine a naplní vodou
2. **Desky, nebo profily z lehkých litin**- se v případě povodní instalují mezi upevněné sloupky a kotví se do předem připravených drážek povrchu, nebo na protipovodňových zdích. Je možno je použít také pro zabezpečení rizikových míst např.: podchody, podjezdy atd.

Protipovodňová stěna: Dlouhý souvislý pás, umístěný na strategických místech například podél komunikací, nábřeží apod. Výhodou oproti pryžovým vakům, nebo nepohyblivým opatřením je, že se může stěna prodlužovat a navyšovat dle potřeby pouze zabudováním kotevních drážek.

Výplň vrat, dveří, oken, apod.: Rozměry musí být na míru dle přání zákazníka.

[21][31]

5.1.2.3 Opatření na stokových sítích

U kanalizace se protipovodňová ochrana stokové sítě proti zaplavení vodou z recipientů řeší pomocí zpětných klapek a pevných uzávěrů na výpustech do vodních toků a v objektech odlehčovacích komor. Činnost zpětných klapek je automaticky řízena podle výšky hladiny v toku a stokové síti. Naopak pro manipulaci s pevnými uzávěry je potřeba dobrá znalost stokové sítě a její funkce. V některých částech Prahy se ochrana proti zatopení stokové sítě řeší vysokou přepadovou hranou na odlehčovacích komorách, která zabraňuje přístupu vody do stokového systému a případnému zaplavení území mimo vlastní zátopovou čáru povodně. [16][19]

6. Povodně

Povodně jsou přírodní katastrofa, která je na našem území nejpravděpodobnější a nejčastější. Může působit škody na majetku, ale i brát lidské životy. I přesto, že jsou povodně čím dál častějším jevem, naše společnost není stále plně připravena jim vzdorovat a pravděpodobně ani nikdy nebude.

O protipovodňových opatřeních v zastavěných plochách se mluví od roku 1997, kdy byly povodně na Moravě a vyžádaly si přibližně 50 lidských životů a zničily asi 7000 domů. Po těchto povodních se začaly dělat protipovodňové plány v jednotlivých městech a obcích, které se do dnes stále zdokonaľují.[8][30]

6.1 Definice povodní

Povodněmi se rozumí přirozený hydrologický jev, při kterém dochází ke zvýšení hladiny vodních toků a rozlíví mimo koryto řeky na přechodnou dobu, které může způsobit značné škody. Povodně bývají způsobeny přírodními vlivy především dešti dlouhodobými vytrvalými, které způsobují povodně regionální, nebo kratšími intenzivními dešti, které jsou příčinou lokálních přívalových povodní. Dalšími faktory způsobujícími povodně jsou tání sněhu, srážky, chod ledu, nebo také poruchy vodního díla, či jeho protržení.

Povodně se dají předvídat z různých situací, jimiž je dosažení určitého stanoveného limitu vodního stavu či průtoku a jeho vzestupné tendenci. Další z těchto situací bývají nejčastěji dlouhotrvající vydatné dešťové srážky, případně předpovědi intenzivních srážek nebo oteplení v zimě, nebo z jara, což způsobuje tání sněhu.

Povodně jsou definovány svým kulminačním průtokem, objemem povodňové vlny, dobou výskytu a druhem povodně. Ve spojitosti s povodněmi se proto mluví o N-letých průtocích. Například 50-letá povodeň je taková, jejíž kulminační průtok je dlouhodobě dosažen, nebo překročen jednou za 50 let. Jde o statistický údaj, nikoli o předpověď. Neznamená to tedy, že jednou za 50 let přijde povodeň stejných rozměrů.[12][21]

Pro přehled jsou uvedeny hodnoty N-letých průtoků na řece Vltava v Praze, ve stanici Velká Chuchle:

$$Q_{10} = 2230 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

$$Q_{50} = 3440 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

$$Q_{100} = 4020 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

6.2 Stupně povodňové aktivity

Existují tři stupně povodňové aktivity, které značí míru povodňového nebezpečí

- První stupeň neboli stav bdělosti nastává při nebezpečí povodně. Při prvním stupni je za potřebí, věnovat zvýšenou pozornost nebezpečí a veškerá opatření musí být v pohotovosti

- Druhý stupeň nebo také stav pohotovosti je vyhlášen, kdy nebezpečí přechází v povodeň, ale nejsou zatím způsobeny větší škody mimo koryto toku. Jsou zahájeny opatření ke zmírnění průběhu povodně, podle povodňových plánů.

- Třetí stupeň neboli stav ohrožení se vyhláší v náhlém nebezpečí, při hrozbě a vzniku větších škod na majetku a ohrožení životů lidí. Podle povodňových plánů se provádějí zabezpečovací práce, případně záchranné práce a evakuace. [11][13]

6.3 Typy povodní

Povodně můžeme dělit podle typu do několika kategorií

- Letní povodně – jsou způsobené dlouhotrvajícími srážkami o velké intenzitě s vysokými úhrny. Důsledky se projevují především na středních a větších tocích
- Přívalové povodně - Představují lokální ohrožení a jsou způsobované krátkodobými srážkami s velkou intenzitou. Obtížnost přesných předpovědí těchto událostí zvyšuje závažnost těchto povodní.
- Povodně z tání- neboli zimní a jarní povodně jsou způsobené rychlým táním sněhové pokrývky, bývají často doprovázeny dešťovými srážkami. Tento typ povodní zasahuje nejčastěji podhorské vodní toky a v kombinaci se srážkami zasahují i velké vodní toky v nížinách

- Ledové povodně – vyskytují se v zimním období kvůli ledovým zácpám. Intenzitu povodně ovlivňuje kombinace místních podmínek v korytě vodního toku a výskytu různých meteorologických jevů.
- Zvláštní povodně - povodně způsobené situacemi, které mohou nastat při stavbě nebo provozu vodního díla, při řešení kritických situací kvůli bezpečnosti vodních děl a podobnými situacemi způsobenými lidskou činností. [8][13]

7. Povodeň 2002

Praha, hlavní město České republiky bylo v srpnu roku 2002 zasaženo povodní, která byla svým rozsahem, sílou a důsledky největší a nejničivější v novodobé historii města. Tyto povodně prokázaly, že je stále co vylepšovat. Protipovodňová opatření na některých místech zcela selhala, někde jen částečně. Zaplaveno bylo pražské metro, které by při podobných situacích mělo sloužit jako evakuační prostor.

Tako ničivá povodeň byla způsobena vydatnými srážkami, které přišly ve dvou vlnách. První vlna přišla 6.8. -7. 8. 2002 a druhá v zápětí ve dnech 11.8-12. 8. 2002. Největší povodňová vlna prošla Prahou mezi 12 hod. dne 12. 8. do 2 hod. dne 18. 8., přičemž největší kulminace byla dne 14. 8. v 13:00. V mnoha lokalitách překročila povodeň doposud známé povodňové průtoky, včetně hlavního města a v řadě případů přesáhla povodňové značky všech nejvyšších povodní v historii. Ve stanici Praha-Velká Chuchle bylo dne 14. srpna 2002 dosaženo kulminačního průtoku $Q = 5160 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$. Tomuto průtoku byla přiřazena doba opakování jednou za 200-500 let. [4][20][30]

- První vlnou srážek mezi dny 6. 8. a 7. 8. Byly zasaženy především jižní Čechy, částečně také střední Čechy, západní Čechy a jižní Morava. Největší úhrny srážek byly v těchto dnech naměřeny na jihu Šumavy a Novodvorských hor a to 130-200 mm.
- Druhá vlna zasáhla tuto část území 11. -12. 8., přičemž 12. 8. už byly zasaženy celé Čechy. Největších srážkových úhm bylo v těchto 3 dnech dosaženo v Krušných horách, nejvíce bylo naměřeno na Cínovci 400mm. [20]

Nastal 1. stupeň povodňové aktivity - stav bdělosti 450 m3, 120 cm	8.8.2002 14:45
Vyhlášen 2. stupeň povodňové aktivity - stav pohotovosti 1000 m3, 230 cm	8.8.2002 20:00
Vyhlášen 3. stupeň povodňové aktivity - stav ohrožení 1500 m3, 300 cm	12.8.2002 11:00
Nouzový stav	Od 12.8.2002 18:00 do 31.8.2002 24:00
Kulminace	14.8.2002 11:00
Odvolání 3. SPA	18.8.2002 9:00
Odvolání 2. SPA	19.9.2002 9:00
Pominul 1. SPA	27.8.2002 8:00
Stav nebezpečí	Od 1.9.2002 do 31. 10. 2002

Tab. 2., Vývoj povodně v roce 2002 (Pražské vodovody a kanalizace, a.s., 2011)

7.1 Evakuace

Desetitisíce obyvatel Prahy, zejména Holešovic, Libně a Karlína byly povodní ohroženy. Proto byla ve školských a vysokoškolských zařízeních zřízena evakuační střediska pro 52 000 osob. Bylo zajištěno zásobování pitnou vodou a potravinami, v evakuačních střediscích byla zřízena lékařská pomoc a péče psychologů. Prahou bylo zřízeno call-centrum s bezplatnými linkami, kde občany informovali o jejich příbuzných a byly jim podávány další informace. V evakuačních střediscích se ale ubytovalo pouze cca 6 200 osob, většina totiž využila ubytování u příbuzných a známých.

Ze zasažených, či ohrožených území bylo evakuováno 48 470 osob, nejvíce z Praha 8, kde muselo své domovy opustit 28 000 obyvatel. Evakuována byla také nemocnice Na Františku.

Evakuované oblasti byly hlídány pořádkovými silami a příslušníky Armády České republiky, jejichž úkol byl uzavřít tyto oblasti, aby nedocházelo ke zranění občanů, kteří se chtěli vracet do svých bydlíšť, a také aby se zamezilo rabování. [18][20]

Evakuace[18]:

Praha 1 – Malá strana	13. 8. 2002 v 0:30
Staré Město	14. 8. 2002 v 5:00
František	14. 8. 2002 v 5:00
Praha 8 - Karlín	13. 8. 2002 ve 2:00
Invalidovna	13. 8. 2002 ve 2:00
Dolní Libeň	13. 8. 2002 ve 2:00

7.2 Městská hromadná doprava

V MHD byla vytvořena provizorní opatření, aby byli lidé co nejméně dotčeni a aby bylo náhradní řešení co nejlepší. Mezi učiněná opatření patřily například nově vytvořené jízdní pruhy pro hromadnou dopravu a zásahová vozidla IZS, dále byly vytyčeny náhradní trasy mimo záplavová území a posíleny byly také spoje příměstské vlakové dopravy.

Centrum města bylo zpřístupněno pouze pro tramvajovou městskou dopravu, což umožnilo jednodušší průjezd. Obyvatelé měli co nejvíce omezit používání motorových vozidel.

Nejhorší vliv na dopravu v centru města mělo zatopení metra, kde bylo podle většiny zdrojů zatopeno 18 stanic, 27 jich bylo vyřazeno z provozu a jezdit se dalo pouze v okrajových částech Prahy. Doprava metra byla obnovována postupně, avšak celkové obnovení trvalo až 7 měsíců od povodně. Na přechodné období byly posíleny tramvajové a vlakové spoje a snížené intervaly mezi odjezdy.

26. srpna byla otevřena první z uzavřených stanic (stanice Smíchovské nádraží) a stanice Křižíkova a Invalidovna se dočkaly otevření až koncem března následujícího roku.[18][20]



Obr.1., Území chráněné protipovodňovými opatřeními na Starém Městě za povodně v roce 2002 (GUTH R., 2011)

8. Protipovodňová opatření v Praze

8.1 Stoková síť

8.1.1 Historie

Za návrhem novodobého stokového systému vybudovaného v pražské kotlině je jméno osoby ze stavební rady ve Frankfurtu na Mohanem Williama Heerleina Lindleye, který byl pověřen městskou radou k vypracování projektu nové pražské stokové sítě a čistírny odpadních vod.

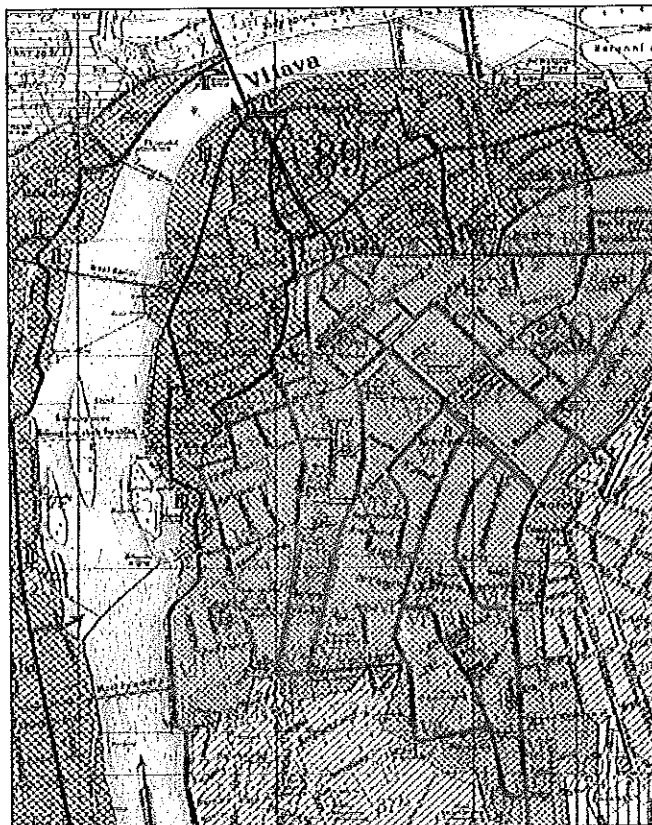
V červnu roku 1893 byl Lindleyem předložen Generální projekt odvodnění hlavního města, který byl v dubnu 1894 městskou radou přijat.

Podstatou projektu bylo, že odvodňované území bylo rozděleno na dva odvodňovací obvody- soustavu A a B

- Soustava A- pokrývala pravý břeh, tedy Staré Město pražské, Josefov, Vyšehrad, Karlín, Žižkov, Královské Vinohrady, Nusle a Podolí.

Tyto části města bylo možné co nejkratší cestou spojit s čistírnou na Císařském ostrově letenským tunelem

- Soustava B – pokrývající levý břeh, včetně Holešovic-Bubny, Malé Strany, Hradčan a Smíchova byla odvodněna do čistírny stokou vedoucí po Karlínem a Holešovicemi. Tyto dvě soustavy byly později rozděleny ještě na horní (viz. obrázek- červeně) a dolní soustavy (modře), což zamezilo zatopení níže položených oblastí hlavního města.[16][18]



Obr. 2. Schéma pražské kanalizační sítě- soustava A, B (DOLEJŠ M., ZÁHROBSKÝ D., 2008)

8.1.2 Realizace opatření

Etapa 0001, Staré Město a Josefov byla realizována v letech 1999-2000. Byly realizovány 3 hradidlové komory na výpustech z odlehčovacích komor u Národního divadla, na Alšově nábřeží a Na Františku proti vniknutí vzduté vody do stokového systému. Nové objekty byly realizovány jako jednokomorové železobetonové konstrukce s osazením pouze šoupěte. Pro ochranu stokové sítě byla zvolena nerezová konstrukce oboustranně těsnícího šoupěte s nuceným dotlačením hradicí desky přímým tlakem včetně a přímých klínů.

V roce 2004 se dle projektu z ledna téhož roku navrhlo doplnění hradicích prvků na stokách a výpustech a zejména zřízení povodňových čerpacích stanic na stokové síti v rozsahu čerpaného množství od 100 do 700 l/s. Bylo tedy zapotřebí určit místa, ze kterých se bude během povodně odčerpávat voda do Vltavy. Čerpací místa, kde bylo odčerpávané množství 400 l/s nebo víc, se řešila pomocí trvale osazených ponorných odstředivých čerpadel s napájením mobilními motorgenerátory. Na místech, kde nebylo zapotřebí odčerpávat takové množství, byla navržena mobilní sací čerpadla. [15][16]

čerpací místo	etapa	způsob čerpání	čerpané množství [l/s]
Dvořákovo nábřeží	E 0001	sací mobilní čerpadla	400
Hradební stoka	E 0003	ponorná stabilní čerpadla	700
Prvního pluku	E 0003	ponorná stabilní čerpadla	700
Žižkovská výpust	E 0003	ponorná stabilní čerpadla	500
Karlínská slybka	E 0003	sací mobilní čerpadla*	500
MPF UK dešťová	E 0003	sací mobilní čerpadla	100
Bubenské nábřeží	E 0004	sací mobilní čerpadla	150
Pražská teplárenská	E 0004	sací mobilní čerpadla	150
Za elektrárnou	E 0004	ponorná stabilní čerpadla	700
Branická	E 0005	sací mobilní čerpadla	150
Pod Havránkou	E 0007	sací mobilní čerpadla	200

Tab. 3., Čerpací místa na stokové síti etapy E0001-E005 a E007 (DOLEJŠ M., ZÁHROBSKÝ D., 2008)

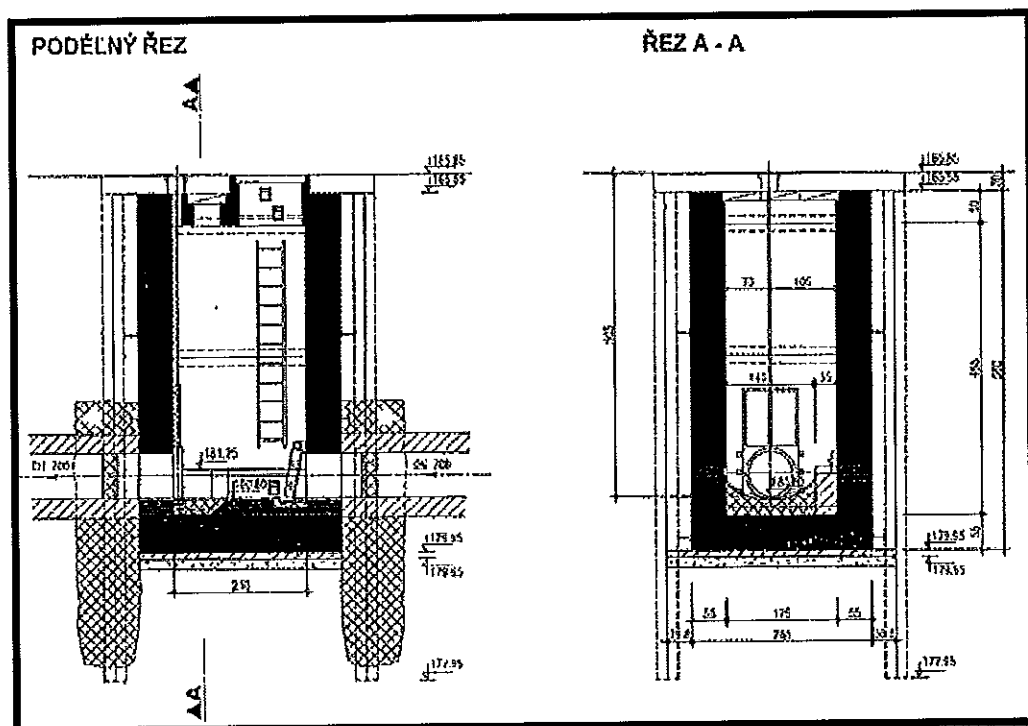
8.1.3 Popis konstrukcí použitých opatření

Objekt hradidlové komory (HK)

V základním systému provedení je tento objekt umístěn v chráněném území na výpusti stokového systému do recipientu a je vystrojen dvojicí uzávěrů-šoupětem a zpětnou klapkou. V případě, kdy se jedná o zamezení vtoku vody ze stokové sítě v nechráněné části do chráněného území je osazeno pouze šoupe. Objekt hradidlové komory tvoří železobetonová konstrukce s cihelnou vyzdívkou z kanalizačních cihel. Půdorys objektu je až na výjimky pravoúhlého tvaru. Uzávěr je osazen na odtokovou stěnu komory, zpětná klapka na stěnu na přítoku.

Rozměry komory jsou odvislé od profilu hrazené stoky, realizovaný byly hradidlové komory u uzávěru v rozsahu DN250 až DN2200. Pro protipovodňovou ochranu stokové sítě byl zvolen typ armatur

- **šoupe (typ EROX)** – oboustranně těsnicí uzávěr s nuceným dotlačením hradicí desky přímým flakem vřetene a přítlačných klinu, konstrukce uzávěru je provedena z nerezavějící oceli, těsnění je řešeno pružným vyměnitelným kroužkem (EPDM).
- **zpětná klapka (typ HADE)**-rám a těsnicí talíř je proveden z HPDE, těsnění talíře na rám je provedeno z EPDM. [15][16]



Obr.3., Typické provedení hradidlové komory (DOLEJŠ M., ZÁHROBSKÝ D., 2008)

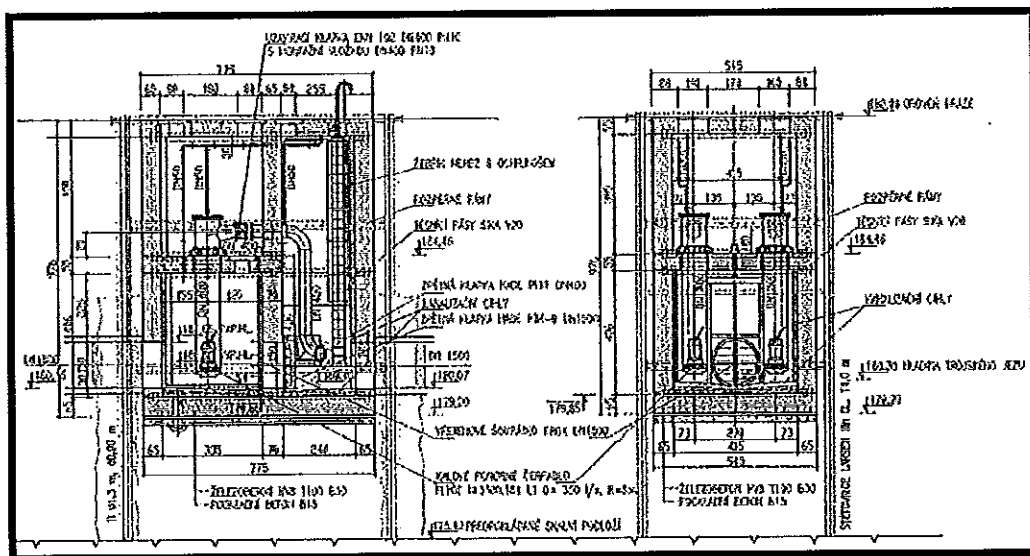
Před přejímacím řízením u každé nově vybudované nebo zrekonstruované hradidlové komory se provádí zkoušky těsnosti objektu a osazení armatur. Zpětná klapka i vřetenové šoupě se uzavřou a komora se napustí vodou. Záměrem je přiblížení se vodnímu stavu Q_{2002} . Následně se provádí vizuální kontrola obou armatur, jestli přes hrazený profil nedochází k průniku vody. V pár případech se zjistily nadlimitní průsaky armaturami, způsobené nerovnosti betonové líce stěny komor v místě, kde dosedá těsnění a stěna musela být poté sanována tak, aby bylo dosaženo požadované těsnosti armatury. [14][16]

Sdružený objekt hradidlové komory a stabilní povodňové čerpací stanice (HK SČS)

Objekt je umístěn v chráněném území, tvoří ho železobetonová konstrukce vyzděnou kanalizačními cihlami a je navržen k trvalému osazení ponornými odstředivými čerpadly k přečerpávání vnitřních vod ze stokové sítě do recipientu během povodně. Byly realizovány dvě konstrukční uspořádání s ohledem na

vzdálenost od Vltavy. Když je komora situovaná v těsné blízkosti toku, jsou výtlačná potrubí vyvedena z čerpací komory přímo do břehové části toku a objekt se řeší jako jednokomorový. Pokud je vzdálenost od toku větší, provádí se objekt jako dvoukomorový a výtlačk se zaústí do druhé komory za šoupětem, nazývanou uklidňovací komora.

- **Jednokomorový objekt** – zpětná klapka je osazena na vtokové stěně komory a šoupě na odtokové stěně do Vltavy
- **Dvoukomorový objekt** – vstupní komora s čerpadly je hrazena šoupětem osazeným na dělicí stěně. Zpětná klapka je umístěna na vtoku do uklidňovací komory. [16]

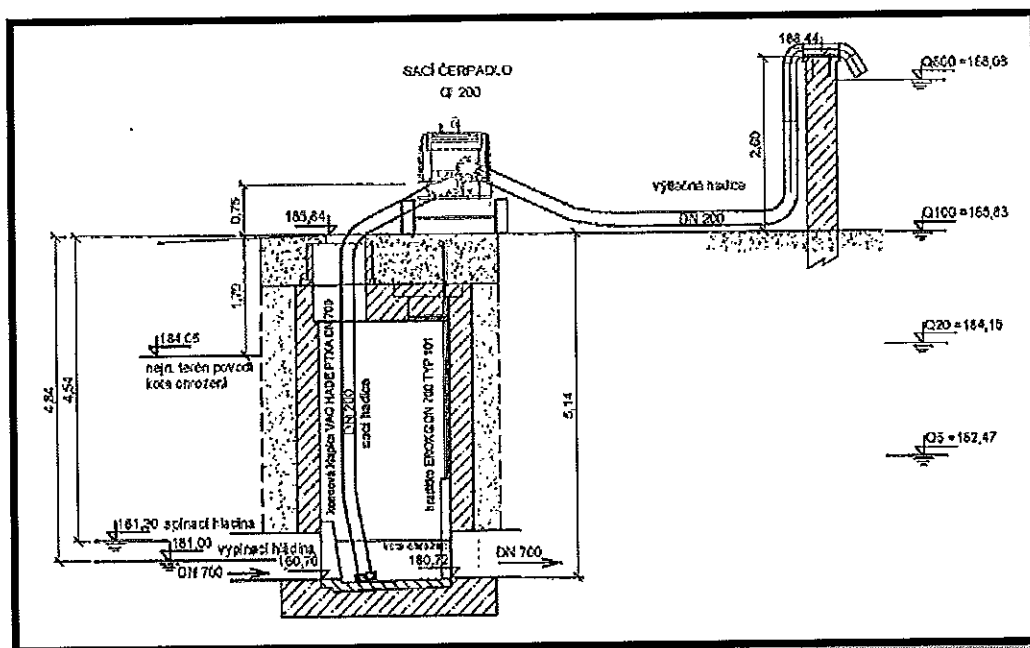


Obr. 4., Dvoukomorové provedení hradidlové komory a stabilní povodňové čerpací stanice (DOLEJŠ M., ZÁHROBSKÝ D., 2008)

Ve všech čtyřech realizovaných objektech byly pro přečerpávání vod navrženy dvojice šachtových ponorných čerpadel instalovaných do svislých čerpacích trub o průměru DN800. Průtok každého čerpadla je $Q = 300$ až 355 l/s. Z potrubí je odbočen výtlačk o průměru DN500, s osazením deskového šoupěte a zpětné klapky na konci výtlačku. K pohonu všech čerpadel je navržen mobilní motorgenerátor s frekvenčním měničem a řídicí jednotkou. [16]

Sdružený objekt hradidlové komory a mobilní povodňové čerpací stanice (HK MČS)

Konstrukce se od hradidlové komory liší jen dostatečným počtem vstupních otvorů pro spuštění sacích hadic mobilního čerpadla. Typické uspořádání čerpací stanice s přečerpávaním vod za ochrannou linii je následující:



Obr. 5., Schéma mobilní povodňové čerpací stanice (DOLEJŠ M., ZÁHROBSKÝ D., 2008)

8.1.4 Čerpací technika pro ochranu stokové sítě

Stabilní povodňové čerpací stanice (HK SČS)

Dodávka do čtyř čerpacích stanic byla provedena na přelomu 2005 a 2006 v rámci

etapy 009. Ve všech případech se jedná o přečerpávání vod z povodí stoky kmenové soustavy B, tři stanice jsou na území Karlína, čtvrtá je v Holešovicích. Každá stabilní povodňová čerpací stanice byla vybavena dvojicí čerpadel typu ITT FLYGT NL 3300.181 LT (2x Q=300 až 355 l/s, výtlačná výška H= 6,4 až 8,6 m vodního sloupce, P=34kW) a mobilním motorgenerátorem o maximálním výkonu 143kVA/115kW.

Motorgenerátor osazený na dvounápravovém podvozku, je vybaven dvěma frekvenčními měniči, řídicí jednotkou čerpadel a přenosným ultrazvukovým snímačem pro automatické řízení čerpadel. Čerpadla je možné provozovat s ručním nebo automatickým režimem, podle kolísání hladiny. [16]

Mobilní povodňové čerpací stanice (HK MČS)

K zajištění čerpání ze stokové sítě na místech, kde je potřeba čerpat množství menší než 400 l/s byla hlavním městem Prahou zakoupena mobilní sací čerpadla od výrobce SPP PUMPS LIMITED. V polovině roku 2006 bylo dodáno 11 kusů čerpadel typu QI 200 s parametry $Q=100$ l/s a $H=15$ m v. sl. a 5 čerpadel typu XF 250 s $Q=200$ l/s a $H=15$ m v. sl. [16]

8.2 Mobilní opatření

8.2.1 Historie

Na začátku roku 1997 začalo město realizovat nový systém protipovodňové ochrany Prahy, který vznikl v roce 1990 k příležitosti stoletého výročí „poslední stoleté vody“ v Praze v roce 1890. Podstatou tohoto projektu je především použití mobilních opatření zejména v historických částech města, která jsou doplněna o uzávěry na kanalizační síti, aby nedocházelo k pronikání vody zpět do chráněného území.

Záměrem těchto opatření bylo ochránit město před povodní z roku 1890, kdy průtok $Q_{1890}=4030$ m³ s navýšením o 40-60 cm. Po zkušenostech z roku 2002 byla opatření upravena na průtok $Q_{2002}=5160$ m³ s rezervou 30 cm.

Průměrný roční výška hladiny Vltavy je 77 cm, při stoleté vodě hladina stoupla na 673 cm a tato výška byla překonána roku 2002 při srpnových povodních, kdy hladina dosáhla až na 782 cm. Všechny tyto hodnoty jsou vztaženy k limnigrafu Malá Chuchle [15][31]

8.2.2 Výstavba a dělení podle oblastí

Výstavba opatření byla rozdělena na 8 etap. Celková délka protipovodňových opatření po dokončení všech etap bude činit přibližně 19,225 km, z čehož délka mobilních opatření bude 6,795 km. Pro dokonalou funkčnost a nepropustnost bariér jsou pod všemi opatřeními vodotěsné stěny do hloubky nepropustného podloží, což na některých místech činí až 12 metrů. Materiál těchto vodotěsných stěn je železobetonový, štetovnicový, nebo jílocementový.[18]

Etapa 0001 Staré Město, Josefov

Náklady: 46,77 mil. Kč

Dokončení v roce 2000

Délka mobilního hrazení- 909,4 m, výška hrazení 0,4-5,2 m

	Délka	Výška	Stavba byla dokončena v roce 2000 a při povodni v srpnu 2002 pomohla odvrátit značné škody na Starém Městě. Etapa 0001 Staré město Josefov Délka 909,4 m Výška hrazení od 0,4m do 5,2m Celkové náklady: 46,77 mil. Kč
Masarykovo nábřeží	202,2 m	0,8 m	
Proluka Divadelní ul.	19,2 m	5,2 m	
Smetanovo nábřeží	265,7 m	do 2,8 m	
Karlovy lázně	22,1m	Do 2,8 m	
Hôtel FourSeasons	90,5 m	0,4 -1,8 m	
Na Františku	309,7 m	0,8 m	

Tab. 4., Rozměry protipovodňových opatření etapy E0001 (GUTH R., 2011)

Etapa 0002 Malá Strana, Kampa

Náklady: 396,74 mil. Kč

Dokončení v roce 2005

Délka mobilního hrazení- 1060,8 m, výška hrazení 1,3-3,8 m

Součástí této etapy jsou posuvná ocelová vrata na Čertovce. Cena těchto vrat je z celkové částky necelých 100 mil. Kč, výška vrat je 4,9 m a délka je 23,4.

Etapa 0003 Karlín, Liben

Náklady: 684 mil. Kč

Dokončení v roce 2006

Délka mobilního hrazení- 506,9 m, výška hrazení 0,8-3,8 m

Součástí této etapy je přečerpávací stanice a protipovodňový uzávěr Rokytky a Libeňských přístavů.

Etapa 0004 Holešovice-Stromovka

Náklady: 721 mil. Kč

Dokončení v roce 2005

Délka mobilního hliníkového hrazení- 2508,9 m, výška hrazení 0,8-5,6 m

Délka mobilního těžkého hrazení je 68 m, výška 4-5,2 m

Etapa 0005 Výton, Podolí, Smíchov

Náklady: 56,63 mil. Kč

Dokončení v roce 2005

Délka mobilního hrazení- 330,9 m, výška hrazení 0,2-3,3 m

Etapa 0008 Protipovodňová opatření Modřany

Náklady: 286,5 mil. Kč

Dokončení v roce 2001 na průtok Q100, v roce 2004 upraveno na Q2002

Délka těžkého mobilního hrazení- 53 m, výška hrazení 5 m

Úpravy na železničním tělese provedeny v délce 760 m.

Přibližně 87% ceny činily opatření na kanalizační síti.

- **Nedokončené etapy**

Etapa 0006 Zbraslav, Radotín, Chuchle

Celkové náklady: 640,1 mil. Kč

30. 8. 2010 dokončen úsek Zbraslav a Radotín

Délka mobilního hrazení- 816,6 m, výška hrazení 0,31-6,2 m

Oblast Chuchle je stále ve fázi výstavby, včetně opatření kanalizační sítě a odvodnění Vrutnického potoka

Etapa 0007 Trója

Náklady: 566 mil. Kč

Dokončení v roce 2010, jsou plánované další úpravy v souvislosti s tunelem Blanka

Délka mobilního hrazení celkem 269,1 m, výška hrazení 0,3-6,27 m

Pod Pařankou jsou i těžká mobilní hrazení, která měří 11,6 m a na výšku mají 5,18 m. [18][31]

8.2.3 Ochrana metra

Na úrovni terénu jsou postaveny pevné stěny a připraveny nové linie pro budování hrází z mobilních latí, obě tyto opatření mají zabránit povrchovému zaplavení vstupů do metra. Při hrazení povodňové vlny v bezprostředním okolí stanice metra dojde ke zvýšení hydrostatického tlaku na plášť stanice, čímž může dojít k prolomení jednotlivých dilatační dílů mělce založených hloubených konstrukcí nebo mohou být ohroženy vyplaváním způsobeným vztlakem. Úseky metra, které jsou ražené, nejsou povodní přímo ohroženy.

Ochrana stanic při povodni spočívá v realizaci několika základních typů stavebních opatření. Nosné konstrukce v záplavovém území jsou zesíleny, trvale přikotveny, rozepřeny nebo přitíženy. U některých konstrukčních dílů jsou pro snížení hydrostatického tlaku na vnější plášť stanic realizovány odlehčovací prvky s ohledem na jejich stavební provedení a místní hydrogeologické poměry. Většina realizovaných stavebních opatření zůstává cestujícím skryta, popřípadě jsou zakomponována do architektonického řešení stanic. Práce na povodňových

opatření proběhla bez přerušení provozu metra. Po překročení návrhové výšky opatření, která je navržena na Q_{2002S} navýšením 60 cm, budou vnitřní prostory stanic zaplaveny. K zabránění šíření povodňové vlny v tunelech metra jsou součástí povodňové ochrany tlakové uzávěry a další bariéry ochranného systému.

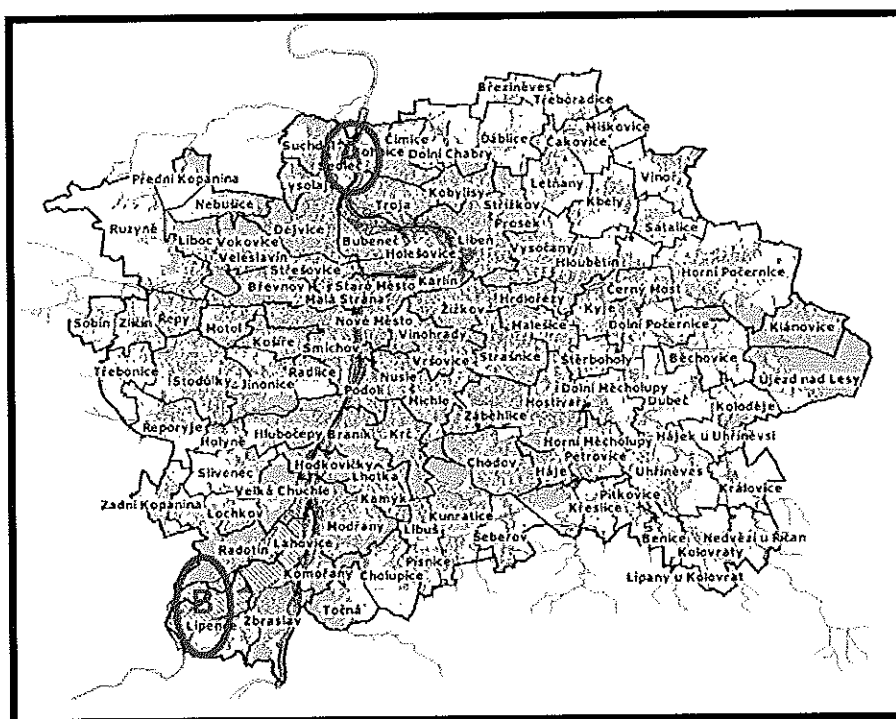
Ve dvou případech, kterými jsou přestupní stanice Florenc a vestibul stanice Invalidovna, jsou realizace opatření do jednotné výšky tak náročná, že je v těchto případech lepší organizované zaplavení prostoru metra při nižší, staticky ověřené výšce vody. [24][31]

- **Ochrana stanic Staroměstská a Malostranská**

Pro snížení přítoků spodní vody do chráněné oblasti jsou pod základy mobilních hradících konstrukcí provedeny těsnící clony metodou tryskové injektáže. Tyto clony jsou tam, kde není možné využít původní podzemní stěny, které sloužily pro zapažení stavební jámy. Pro snížení hladiny podzemní vody a snížení hydrostatického tlaku a vztlaku jsou ve vestibulech stanic navrženy kopané čerpací studně přibližně do hloubky 7m podél celé hrany chráněné oblasti. V okolí vestibulu se vybudovaly mobilní hradítka nad původními nebo novými podzemními stěnami a také se zajistila opatření na kanalizační síti a na vstupech inženýrských sítí.[24]

8.2.4 Nechráněné části Prahy

Existují i oblasti, ve kterých se s plnou protipovodňovou ochranou nepočítá, protože náklady na vybudování protipovodňové ochrany jsou ve velmi výrazném nepoměru k chráněným hodnotám. Nechráněné oblasti jsou znázorněné na obrázku níže.[31]



Obr. 6., Oblasti bez plné protipovodňové ochrany :A – oblast Sedlece a Troje, B – oblast Lipenců a Dolních Černošic (GUTH R., 2011)

8.2.5 Pravidelná cvičení

Součástí protipovodňových opatření je i výcvik lidí, kteří mají na starost stavbu mobilních opatření v případě povodní.

V období od roku 2004 do roku 2010 pravidelná cvičení ještě neprobíhala. Za cvičení bylo považováno nainstalování mobilních prvků do linií protipovodňových opatření při předávání zkolaudovaných etap městu.

V roce 2005 proběhlo cvičení, kdy byla nainstalována všechny dosud předané úseky s názvem „Voda 2005“. Tato výstavba byla zopakována při povodni v březnu roku 2006.

Pravidelná cvičení, jak je známe nyní, se konají až od roku 2011, kdy se jako první testoval úsek Holešovice. Následující rok, tedy 11. 8.2012 se cvičení konalo na Starém Městě a Josefově. Tento úsek byl procvičen na základě usnesení Rady hl. m. Prahy č. 66 ze dne 24. 1. 2012, přílohy č. 3 „Plán prověřovacích cvičení výstavby protipovodňových opatření hl. m. Prahy do roku 2014“.

V roce 2013 proběhlo cvičení na územích Nového města, Karlína, Libně a Tróji a v roce 2014 se plánují otestovat opatření ve Zbraslavi, Radotíně a Chuchli. [18][31]

8.3 Uzávěr Čertovka

Vrata na Čertovce jsou součástí protipovodňové ochrany hl. m. Prahy, byla vybudována v rámci etapy ochrany Malé Strany a Kampy v letech 2003-2004, v praxi byla využita v roce 2005, 2006 a 2009. Od roku 2006 provozuje vrata na základě smlouvy s Magistrátem hl. m. Prahy Povodí Vltavy.

Hradící uzávěr má délku 23,5 m, výšku 4,9 m a hmotnost 51 tun. Běžně vrata nejsou vidět, jsou zasunuta do nábrežní zdi směrem ke Karlovu mostu, vysouvají se pomocí navijáků. Manipulaci s vraty asistují potápěči, kteří jednak kontrolují a případně vyčistí dno pro hladké vysunutí vrat a kontrolují i jejich uzavření. Součástí protipovodňového uzávěru Čertovky je nástavba mobilních prvků na vrata, která ale montují až při dalším zvýšení průtoku na Vltavě (nad $600 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) [18][31]

8.4 Ústřední čistírna odpadních vod Praha

Ústřední čistírna odpadních vod Praha (dále jen ÚČOV) leží na Císařském ostrově. Postavena a uvedena do provozu byla v druhé polovině 60. let 20. Století a v průběhu let byla ÚČOV jako celek nebo její jednotlivé objekty dostavována, rekonstruována, nebo modernizována, protože požadavky na kvalitu čisté vody se neustále zvyšují.

ÚČOV je technické a technologické zařízení, které čistí odpadní vody z většiny území hlavního města Prahy. Odpadní vody jsou na ÚČOV dopravovány jednotnou

kanalizací, na kterou jsou v okrajových částech Prahy napojeny oddělné kanalizace. Po průchodu čistírnou se vyčištěné odpadní vody vypouští do Vltavy. Současnou čistírnu lze charakterizovat jako mechanicko-biologickou čistírnu s dávkováním chemikálií pro intenzifikaci čistícího procesu a sražení fosforu.

Vody, které do čistírny přitékají, jsou původem z domácností, průmyslové, nebo balastní, tedy dešťové a podzemní. Kromě těchto vod zpracovává ÚČOV ještě kaly z okolních malých čistíren a odpadní vody a tekutý odpad dovážený vozidly.[17]

8.4.1 Povodňový plán ÚČOV

Povodňový plán popisuje opatření prováděná v průběhu povodní, nebo zvýšené hladiny Vltavy tak, aby byly minimalizovány škody na majetku, životním prostředím a lidských životech. Byl zpracován na základě mnoha zákonů a vyhlášek například:

- Zákona č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů ve znění pozdějších předpisů (vodní zákon);
- Zákona č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů;
- Zákona č. 131/2000 Sb., o hlavním městě Praze;
- Zákona č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů;
- Zákona č. 240/2000 Sb., o krizovém řízení a o změně některých zákonů (krizový zákon);
- Zákona č. 305/2000 Sb., o povodích;
- Zákona č. 17/1992 Sb., o životním prostředí;
- Zákona č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny;
- Vyhlášky č. 267/2005 Sb., kterou se mění vyhláška Ministerstva zemědělství č. 470/2001 Sb., kterou se stanoví seznam významných vodních toků a způsob provádění činností souvisejících se správou vodních toků, ve znění vyhlášky č. 333/2003 Sb.

- Vyhlášky č. 471/2001 Sb., o technicko-bezpečnostním dohledu nad vodními díly;
- Metodického návodu MŽP ČR pro provádění hlásné a předpovědní povodňové služby (Věstník MŽP, částka 4/1998 – revize 04/2003, věstník MŽP, částka 5/2003).

Vlastní vodočet Ústřední čistírny odpadních vod Praha je umístěn v profilu říčního kilometru 43,350 na výtoku vyčištěné vody do Vltavy, jedná se o vodoměrnou lať. Zároveň je tlaková výška Vltavy snímána tlakovým snímačem a jeho signál je veden do velína ÚČOV. Hodnota „0“ na vodočtu je umístěna na kótě 175,25 m. n. m. (Balt p.v.) a odpovídá průtoku přibližně $Q=140 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$. [13][17]

8.4.2 Popis areálu z hlediska protipovodňové bezpečnosti

Přístupové a evakuační cesty – Hlavní přístupová cesta je vedena po mostě z papírenské ulice, dále je možno využít komunikace z nádraží Bubeneč, nebo směrem do Podbavy. Cesta je chráněna do úrovně přibližně Q_{20} . K zatopení cesty do Papírenské ulice dojde při průtoku $2\,660 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$, to znamená při stavu 695 cm na vodočtu ÚČOV.

Areál ÚČOV – Areál je chráněn proti povodním uzavřenou zemní sypanou a hutněnou hrází, která poskytuje ochranu před průtoky na Vltavě do Q_{100} . K přelítí přelivné hráze dojde v případě, že průtok dosáhne hodnoty $3\,880 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$, což odpovídá stavu 915 cm na vodočtu ÚČOV.

Ochrana přístavu a plavidel – Na severním konci ostrova se nachází přístav, jehož povodňový plán je součástí plánu ÚČOV, přestože je tato část areálu pronajata externí firmě. Odpovědnost za ochranu areálu před povodněmi nese nájemce areálu. Pro tento úsek platí zákaz plavby při průtoku od $450 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$, lodě musí být včas odklizeny. Pro tyto účely je určen nejbližší přístav, umístěný v Holešovicích. [17]

8.5 Centrální sklad PPO Dubeč

Všechna mobilní opatření a jakýkoliv materiál používaný při povodních je skladován v Centrálním skladu protipovodňového opatření hl. m. Prahy. Za povodní je totiž zapotřebí vyskladnit přibližně 1200 tun, z čehož cca 771,2 zastávají hradící prvky z oceli a hliníku. Dále se ve skladu uskladňují mobilní plošiny, zvedací zařízení, čerpadla, náhradní zdroje elektrické energie, osvětlovačky pro noční montáž a podobně.

V areálu skladu Dubeč je nyní ve 118 kontejnerech uložena většina mobilních prvků. Protipovodňová opatření pro části Zbraslav a Radotín jsou uloženy v areálu Policie ČR Zbraslav Baně ve 22 kontejnerech. Celková výměra betonových ploch ve skladu je přibližně 13 000 m² a komunikace zabírají 720m². Součástí areálu je také výcvikový polygon, který slouží ke školení a cvičení lidí, kteří mají během povodní na starost správné sestavení mobilních opatření.

V budoucnosti se plánuje vybudování temperované haly k uskladnění mobilních čerpadel a motorgenerátorů. [18][31]

9. Staré Město pražské vs. Povodeň 2002

9.1 Staré Město před povodní 2002

- Byl zpracován povodňový plán na stoletou vodu, tedy pro průtok na Vltavě 3700 m³·s⁻¹
- V roce 2000 byla dokončena výstavba 1. etapy protipovodňových opatření hlavního města Prahy v úseku Staré Město-Josefov. Opatření byla realizována na stoletou vodu + 40 až 60 cm rezervy.
- Provedla se zásoba protipovodňových pytlů pro místa, která nemají žádná jiná opatření.
- Uvedl by do provozu varovný systém, mezi který patří sirény umožňující předávání informací mluveným slovem od operátora, městský kamerový systém využívaný ke sledování stavu vody a situace v zátopových územích. Dále se využívalo hromadných sdělovacích prostředků k informování obyvatelstva a připravovaly se tiskové konference po zasedání povodňové komise, respektive krizového štábu. [30]

9.2 V průběhu povodně v srpnu 2002

Opatření na vodním toku

Bylo zajištěno přesunutí lodí do ochranných přístavů a ukotvení lodi Christian Marco (restaurace) tanky, z důvodu její neschopnosti provozu. Ochrana mostů byla zajištěna umístěním těžké techniky sloužící k rozbíjení těžkých plovoucích předmětů.[30]

Evakuace

Pro evakuaci byla k dispozici evakuační střediska. Ta se nacházela ve školských a vysokoškolských zařízeních. Kapacita byla 52 tisíc osob, využilo ji však pouze 6200 osob, ostatní se ubytovali u příbuzných a známých. Aby se občané dozvěděli, kde se nacházejí jejich příbuzní, byla vytvořeno call-centrum s bezplatnou linkou

Nezbytnou součástí bylo také zásobování, pořádkové složky, psychologové a zajištění evakuovaných míst pořádkovými silami, posílenými příslušníky AČR, aby nedocházelo k rabování.

1. den bylo evakuováno přes 30 tisíc osob z Karlína, 2.den přibližně 6 tisíc osob na Starém městě, evakuace Starého města byla pouze preventivní, neboť nebyla jistota, zda protipovodňová ochrana vydrží povodeň nad $4\ 000\ \text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$. V rámci evakuace Starého Města byla vevakuována nemocnice Na Františku. [4][18]

Městská hromadná doprava

Provoz metra byl uzavřen v důsledku jeho zalití vodou, byly vytvořeny jízdni pruhy pro MHD a zásahová vozidla. Centrum města se uzavřelo pro individuální dopravu, jen provoz MHD byl zachován a mimo zaplavená území byly zajištěny náhradní trasy MHD.[30]

Opatření k záchraně budov

Pro záchranu budov bylo zakázáno čerpání sklepů z důvodu možného porušení statiky zaplavených budov. [18]

Energetika

O stavu energetiky a oblastech, kde musela být přerušena dodávka elektrické energie, plynu apod. byly poskytovány informace povodňovou komisí, respektive krizovým štábem, Pražskou energetikou, Pražskou plynárenskou atd.

Důležitým bodem bylo zajištění dostatečného množství náhradních zdrojů el. energie s dostatečným výkonem, zejména pro složky IZS a povodňovou komisi, resp. krizový štáb. Byly zapojeny náhradní zdroje el. energie k čerpadlům v čerpacích stanicích protipovodňových opatření na kanalizační a stokové síti.[18]

9.3 Po povodni v srpnu 2002

Po opadnutí povodní bylo potřeba zajistit osvětlovací soupravy s náhradními zdroji elektrické energie pro osvětlení konkrétních míst v postižených místech. Další nutností bylo zajistit potřebné množství statiků k posouzení bezpečnosti zasažených budov. V restauracích, prodejnách, výrobnách, domácnostech apod. se začaly likvidovat potraviny podléhajících zkáze. Likvidace byly přísně kontrolovány, aby se nemohly dostat do prodeje

Mezi další části obnovy území patří tvorba meziskládek pro povodňový odpad a odčerpávání lagun, aby nedocházelo k přemnožení komárů. Zasaženo povodní bylo také písemné dědictví, bylo proto nutné zamrazení a postupná restaurace všech zasažených děl. Obnova a zprovoznění metra trvaly až 7 měsíců a pro obnovu komunikací se musel nejdříve provést průzkum stavu podloží a vzniklých kaveren.[20][30]

- **Po povodni v srpnu 2002 na úseku krizového řízení**

Povodňový plán hl. m. Prahy byl aktualizován na povodeň Q_{2002} . Protipovodňové ochrany hl. m. Prahy byly také přeprojektovány a realizovány na povodeň Q_{2002} s rezervou 30. Centrální Praha již byla ochráněna, ve výstavbě tedy byly jen severní a jižní okraj města a protipovodňová opatření stanic metra.

Pro optimální řízení povodně se realizovaly softwarové produkty a to operační mapy rozlivů, scénáře možného selhání PPO HMP a Informační systém krizového řízení. [30]

10. Diskuze

System ochrany obyvatel před povodněmi a před jejími následky se od jejich začátku v Praze velmi zdokonalil. Stále ještě není stoprocentní, ale jsou v Praze části, kde k tomuto číslu nejsme daleko. Mezi takové části patří také Staré Město, o kterém je především tato práce. Staré Město je z hlediska kulturního bohatství velmi důležitou oblastí, kde jakýkoliv nežádoucí vnik vody, znamená velké škody.

V roce 2002 byla povodeň pro mnoho měst a obcí ničivá. Povodeň, která byla způsobena sérií vydatných a dlouhodobých dešťů a pravděpodobně i nedostatečným přípravám. Nemůžu říct, že protipovodňová ochrana Prahy je připravena vzdorovat jakémukoliv množství vody, ale jejich úroveň je vysoká. Je mnoho měst i obcí, které nebyli na ni připraveni, ale v Praze je připravenost velká, na Praze 1 téměř dostačující. Voda se odklonila, objekty, které by mohly poškodit památky, včetně Karlova mostu se podařilo odklonit z dráhy, ve které by mohly škodit a pro jistotu byly evakuovány ohrožené oblasti.

Troufám si říct, že velký podíl na této přírodní katastrofě měla nepřípravenost Vltavské kaskády, nebo podcenění situace zainteresovanými lidmi. V době první vlny srážek by se měla voda z kaskády postupně upouštět, aby se zvětšil retenční prostor pro možné další deště, což podle mnoha spekulací nebylo. Povodň Vltavy se však hájí, že postupovalo podle manipulačního řádu, což nabízí další možný závěr- chyba je na straně zpracovatelů manipulačního řádu.

Řešením tedy může být jak realizace naplánovaných staveb v rámci ochrany Prahy, ale hlavně správné využívání Vltavské kaskády. Jeden z účelů stavby těchto vodních děl je protipovodňová ochrana, který je pravděpodobně dost zanedbáván. Bylo by tedy vhodné posunout rekreaci a výrobu energie na nižší přičky v důležitosti a zdůraznit význam Vltavské kaskády, jako opatření proti povodním.

11. Závěr

Jak je vidno z mé práce, opatření na ochranu Prahy se stále vyvíjí a dalo by se říct, že dobrým směrem. Cesta bude ještě dlouhá, ale do ochrany Prahy je investováno mnoho peněz i času a jsou použity moderní metody a zařízení, které by mohly vézt ke zdárnému konci.

Příroda a počasí jsou nevyzpytatelné a nikdo neví, jaké deště přijdou příště, jaké množství vody přinesou a v jakém časovém intervalu. Je tedy nezbytné, aby se nenechávala všechna zodpovědnost pouze na městech a nespolehalo se na to, že se ochrání samy. Je potřeba zapojit všechny složky záchranných systémů a to počínaje včasnou a co nejpřesnější předpovědí Českého hydrometeorologického ústavu. Dále informování obyvatel hlásknými systémy a realizací opatření podle povodňových plánů. V roce 2013 se prohnala Prahou další povodeň velkého rozsahu, ne však takového, jak v srpnu před 12 lety. Je možné, že objem vody nebyl takový, ale zároveň je možné, že už zde můžeme pozorovat pozitivní vývoj v oblasti protipovodňových opatření. Je tedy nezbytné se z každé zkušenosti poučit a čerpat z ní v budoucím plánování

Závěrem mé práce tedy je, že pokud nebudou všechny složky ochrany pracovat zároveň, nebude nikdy možné ochránit to, co je nám drahé.

12. Seznam literatury

Knihy:

1. BROŽA V., 2005: Přehrady Čech, Moravy a Slezka, Knihy 555, 251 s.
2. Česká vědeckotechnická vodohospodářská společnost, 1998: Systém povodňové ochrany ČR (I. Díl), Ostrava, 140 str.
3. Česká vědeckotechnická vodohospodářská společnost, 1998: Systém povodňové ochrany ČR (I. Díl), Ostrava, 64 str
4. HLADNÝ J., KAŠPÁREK L., KRÁTKÁ M., KNĚŽEK M., MARTÍNKOVÁ M. [eds], 2005: Katastrofální povodeň v České republice v srpnu 2002, Ministerstvo životního prostředí, Praha, 68 s.
5. KENDER J., 2004: Water in landscape, Consult, 207 s.
6. ŘÍHA J., 1996: Posuzování protipovodňových a revitalizačních opatření, ECIOMPACT, Praha, 24 s.
7. ŘÍHA J., 2010: Ochranné hráze na vodních tocích, Grada, 223 s.
8. STÁTNÍKOVÁ P., 2012: Povodně a záplavy, Paseka, Praha, 189 s.
9. WIRTH Z., 2002: Zmizelá Praha, Paseka, Praha, 165 s.
10. ZEVENBERGEN C., 2011 : Urban flood management, CRC Press/Balkema, Leiden, 322 s.

Zákony, vyhlášky:

11. Odvětvová norma vodního hospodářství TNV 75 29 31 (červen 2006), Povodňové plány
12. Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 2007/60/ES ze dne 23. Října 2007 o vyhodnocování a zvládnání povodňových rizik
13. Zákon č. 254/2001 Sb. (vodní zákon), Hlava IX. Ochrana před povodněmi, s platností od 1. 1. 2002 ve znění pozdějších předpisů
14. Zákon č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému

Dokumentace:

15. CABRNOCH J.: Protipovodňová opatření na ochranu hl. města Prahy, Interní materiál Vodohospodářský rozvoj a výstavba, a.s., 2003
16. DOLEJŠ M., ZÁHROBSKÝ D.: Protipovodňová ochrana pražské stokové sítě, Interní materiál Pražské vodovody a kanalizace, a.s., 2008
17. PVK, a.s., 2006: Povodňový plán pro provoz Ústřední čistírny odpadních vod v Praze 6 - Bubenči na Císařském (Trojském) ostrově
18. PVK, a.s., 2011: Protipovodňová opatření v hl. m. Praze, Interní materiál Pražské vodovody a kanalizace, a.s.

Články z novin:

19. KULANOVÁ H., 2007: Protipovodňová opatření na ochranu stokové sítě. Časopis stavebnictví 2007/03: 42-46.
20. Pražský deník, Srpen 2002- 10 let od povodní v Praze.

Internetové zdroje:

21. FSv, ČVUT v Praze, 2010: Protipovodňová opatření- Možnosti financování studie. Online: http://k126.fsv.cvut.cz/predmety/d26euf/euf_ukazka-4.pdf , staženo: 25.3.2014
22. HAVLÍK A., 2007: Povodně na území Česka. Online: http://hydraulika.fsv.cvut.cz/Vin/ke_stazeni/Povodne.pdf, staženo: 8.4.2014
23. Institut plánování a rozvoje hlavního města Prahy, 2010-2013: Pražské mapy. Online: <http://geoportalpraha.cz/cs/mapove-aplikace> , staženo: 2.4.2014
24. Metroprojekt, a.s., 2007: Povodňová ochrana pražského metra. Online: <http://www.metroprojekt.cz/cz/projekty/reference/detail-reference.html?projektyId=185> , staženo: 25.3.2014
25. MCU, s.r.o., 2008-2014: Průběh toku řeky Vltavy. Online: <http://www.visitvltava.cz/cz/prubeh-toku-reky-vltavy/20/>, staženo: 15.3.2014
26. Povodí Vltavy, 2013: Vodní díla. Online: <http://www.pvl.cz/vodohospodarske-informace/vodni-dila> , staženo 3.2.2014
27. Voda v krajině, 2011: Přírodě blízká protipovodňová opatření – možnosti jejich financování a realizace pro obce a veřejnost. Online:

http://www.vodavkrajine.cz/files/Zvyseni_protipovodnove_ochrany_PBPPO_laicka.pdf, staženo: 21.3.2014

Prezentace:

28. BAŠTA P., 2010: Vltavská kaskáda-Vodní hospodářství cv.3. FŽP, ČZU v Praze
29. SOBOTA J., 2006: Vltavská kaskáda-Vodní hospodářství cv.3. FŽP, ČZU v Praze
30. GUTH R., 2011a: Povodeň 2002 v Praze, Interní materiál Magistrát hl. m. Prahy
31. GUTH R., 2011b: Protipovodňová opatření hlavního města Prahy, Interní materiál Magistrát hl. m. Prahy

13. Seznam tabulek a obrázků

13.1 Seznam tabulek

Tab. 1: Přehled přehrad Vltavské kaskády (SOBOTA J., 2006)

Tab. 2., Vývoj povodně v roce 2002 (Pražské vodovody a kanalizace, a.s., 2011)

Tab. 3., Čerpací místa na stokové síti etapy E0001-E005 a E007 (DOLEJŠ M., ZÁHROBSKÝ D., 2008)

Tab. 4., Rozměry protipovodňových opatření etapy E0001 (GUTH R., 2011)

13.2 Seznam obrázků

Obr.1., Území chráněné protipovodňovými opatřeními na Starém městě za povodně v roce 2002 (GUTH R., 2011)

Obr. 2. Schéma pražské kanalizační sítě- soustava A, B (DOLEJŠ M., ZÁHROBSKÝ D., 2008)

Obr.3., Typické provedení hradidlové komory (DOLEJŠ M., ZÁHROBSKÝ D., 2008)

Obr. 4. Dvoukomorové provedení hradidlové komory a stabilní povodňové čerpací stanice (DOLEJŠ M., ZÁHROBSKÝ D., 2008)

Obr. 5. Schéma mobilní povodňové čerpací stanice (DOLEJŠ M., ZÁHROBSKÝ D., 2008)

Obr. 6. Oblasti bez plné protipovodňové ochrany :A – oblast Sedlece a Troje, B – oblast Lipenců a Dolních Černošic (GUTH R., 2011)

13.3 Seznam příloh

Příloha č. 1- Začátek stoky soustavy A (autor práce, 2014)

Příloha č. 2- Historické značky o úrovních hladiny při povodních v Praze na ohradní zdi Křížovnického kláštera (HAVLÍK A., 2007)

Příloha č. 3- Uzávěr Čertovka v roce 2002(GUTH R., 2011)

Příloha č. 4- Sezonní výskyt historických povodní na Vltavě v Praze- Zbraslavi (HAVLÍK A., 2007)

Příloha č. 5- Průběh povodně na VD Orlík (HLADNÝ J., KAŠPÁREK L., KRÁTKÁ M., KNĚŽEK M., MARTÍNKOVÁ M. [eds], 2005)

14. Přílohy

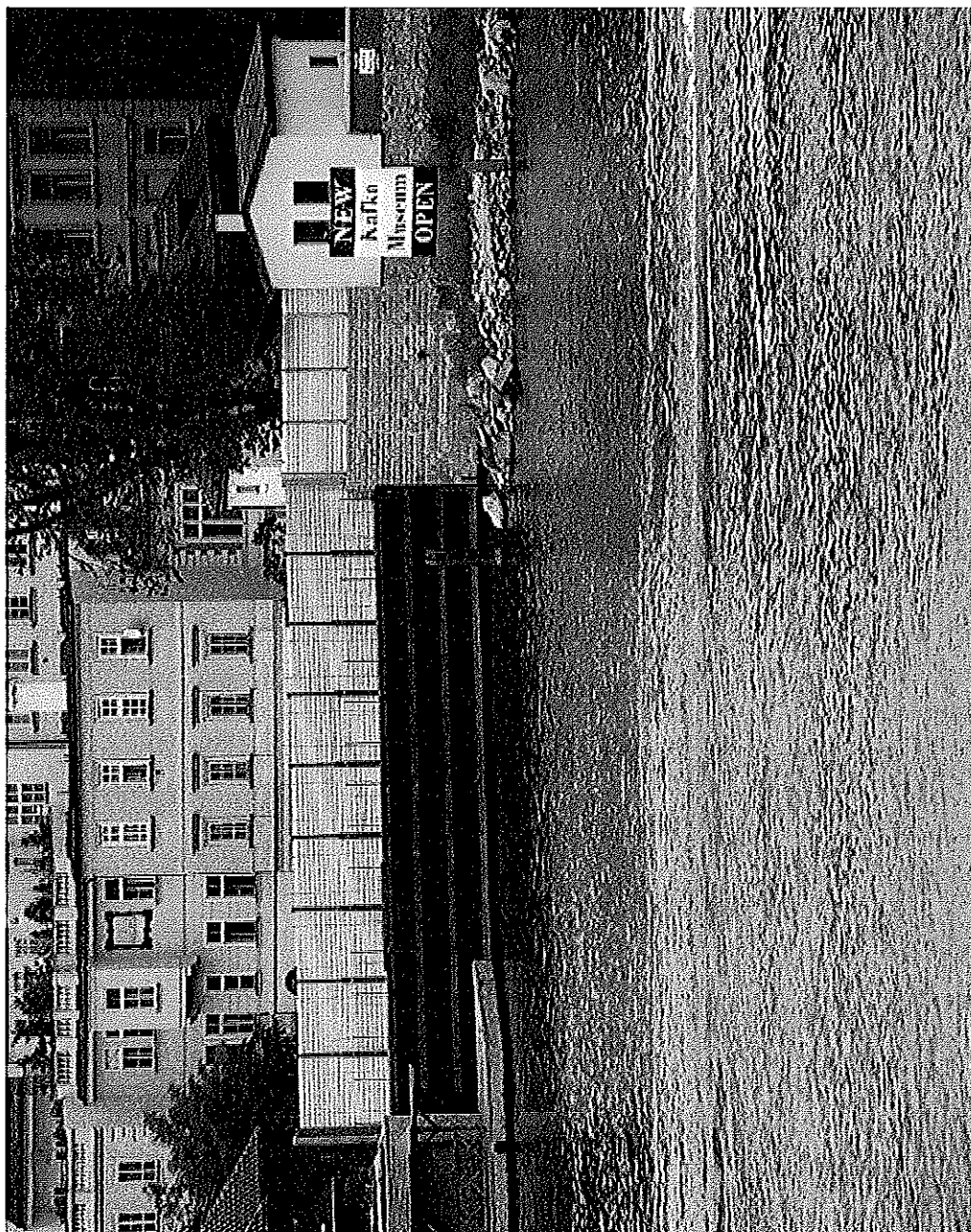
Příloha č. 1- Začátek stoky soustavy A (autor práce, 2014)



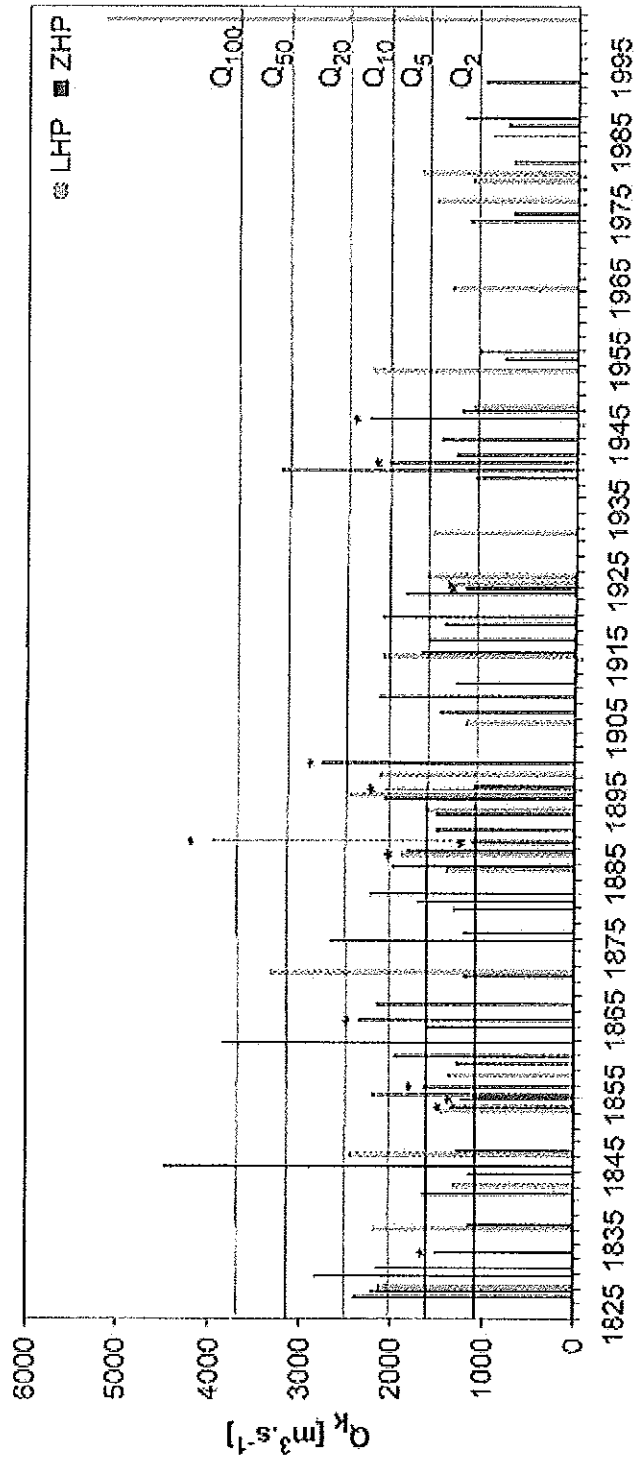
Příloha č. 2- Historické značky o úrovních hladiny při povodních v Praze na
ohradní zdi Křížovnického kláštera (HAVLÍK A., 2007)



Příloha č. 3- Uzávěr Čertovka v roce 2002(GUTH R., 2011)



Příloha č. 4- Sezonní výskyt historických povodní na Vltavě v Praze- Zbraslavi
(HAVLÍK A., 2007)



Příloha č. 5- Průběh povodně na VD Orlík (HLADNÝ J., KAŠPÁREK L.,
 KRÁTKÁ M., KNĚŽEK M., MARTÍNKOVÁ M. [eds], 2005)

