



ČVUT v Praze, Fakulta stavební
Katedra hydrotechniky
Thákurova 7, 166 29 Praha 6

E. Specifikace rizik a ohroženosti území při návrhových průtocích

PPO Přeštice

Řešitelé: doc. Dr. Ing. Pavel Fošumpaur
Ing. Martin Horský, Ph.D.
doc. Ing. Ladislav Satrapa, CSc.

Zadavatel: Pöyry Environment a.s.
Botanická 834/56
602 00 Brno

Praha, srpen 2011



OBSAH:

1. ÚVOD	3
2. POUŽITÉ PODKLADY	4
3. METODIKA ŘEŠENÍ	6
3.1 Odhad potenciálních povodňových škod.....	6
3.2 Riziková analýza	7
3.2.1 Výpočet povodňového rizika.....	7
3.2.2 Výpočet současné hodnoty rizika.....	9
4. VÝPOČET POTENCIÁLNÍCH POVODŇOVÝCH ŠKOD.....	10
5. STANOVENÍ POVODŇOVÉHO RIZIKA	13
6. URČENÍ EKONOMICKÉ EFEKTIVNOSTI PPO.....	15
7. ZÁVĚR	17
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	18
SEZNAM PŘÍLOH.....	19



1. Úvod

Předmětem plnění zhotovitele je vypracování analýzy povodňových škod a rizik pro projekt protipovodňové ochrany města Přeštice. Ochrana města Přeštice bude realizována do úrovně průtoku Q_{20} až Q_{100} v řece Úhlavě a výsledná varianta bude vybrána dle výsledků ekonomického zhodnocení povodňových rizik a stavebních nákladů.

Cílem rizikové analýzy je objektivní kvantifikace povodňových škod a povodňových rizik v zájmové lokalitě, a to pro zadané technické řešení protipovodňového opatření (PPO). Vyčíslená povodňová rizika budou následně porovnána s hodnotami investičních nákladů pomocí analýzy nákladů a užitků. Výsledkem této analýzy je zejména vyhodnocení ekonomické efektivity zadaných PPO.

Posuzované řešení PPO ve městě Přeštice vychází z podkladů od zpracovatele projektové dokumentace, kterým je společnost Pöyry Environment, a.s. Dále jsou do analýzy zapracovány výsledky analýzy záplavových území dle platné technicko-provozní evidence (Povodí Vltavy, s.p.).

Obsahová náplň analýzy je rozdělena do dvou základních částí:

a) Odhad potenciálních povodňových škod.

Zpracování odhadu povodňových škod vychází jednak z mapových podkladů distribuce majetku v zájmových oblastech a zejména z podrobného místního šetření. Metodika je rámcově popsána ve zprávě, popř. v materiálu: *Návrh metodiky stanovování povodňových rizik a škod v záplavovém území a její ověření v povodí Labe, projekt: VaV/650/502, VÚV, (Metody stanovování potenciálních škod - ČVUT), 2005.*

b) Riziková analýza.

Cílem je výpočet průměrné roční škody, která vychází jednak z rozsahu škod pro stanovená záplavová území a z pravděpodobnosti jejich výskytu. Následně je určeno kapitalizované riziko metodou věčné renty.

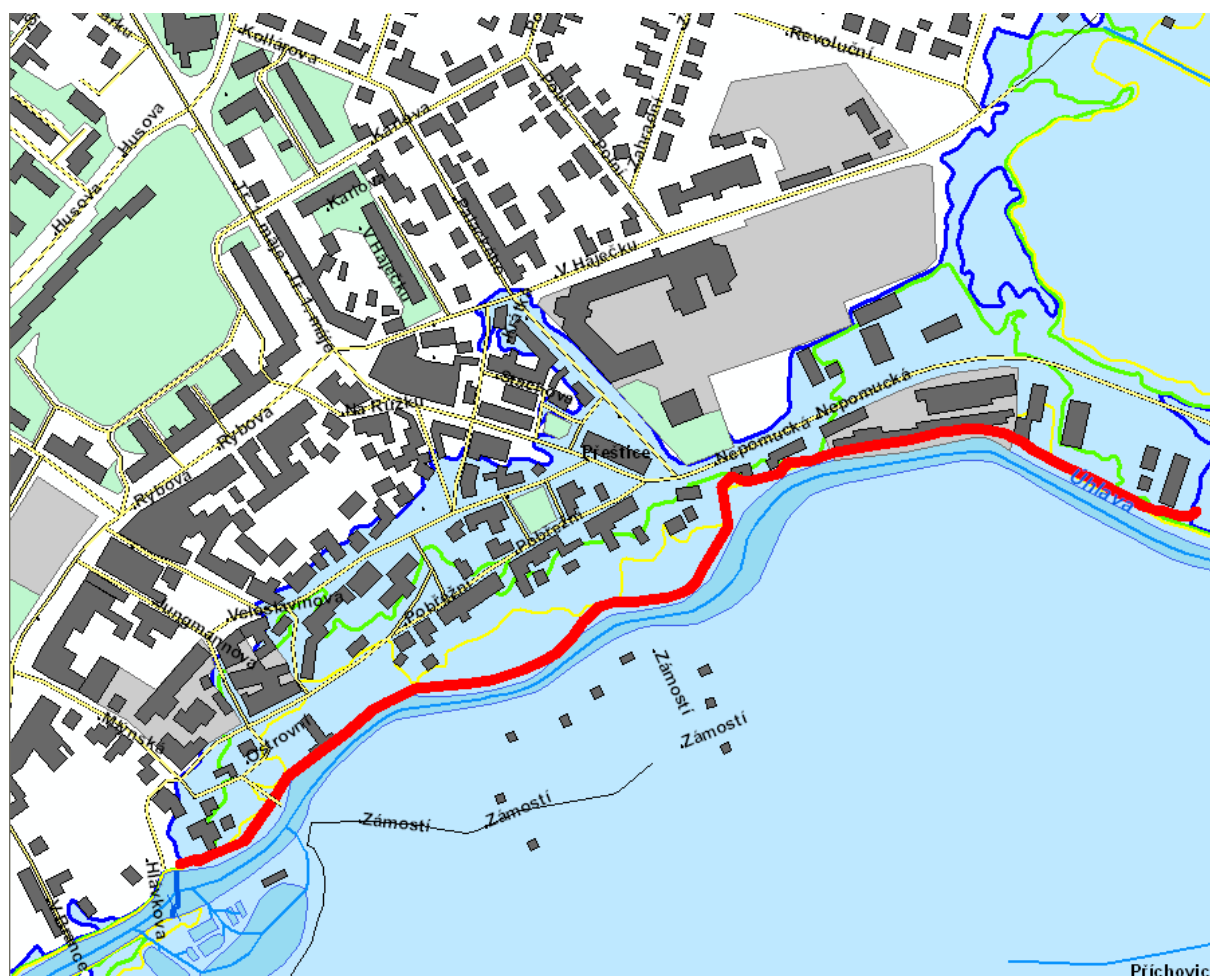
Závěrem je uveden postup pro stanovení ekonomické efektivity navržených PPO. Postup pro stanovení povodňových rizik a ukazatelů ekonomické efektivity prostředků PPO je založen na původní metodice, která vznikla na pracovišti zpracovatele (ČVUT v Praze, Fakulta stavební, Katedra hydrotechniky). Metodika je současně využívána pro hodnocení projektů protipovodňových opatření navržených do II. etapy programu „Prevence před povodněmi“, který spravuje Ministerstvo zemědělství ČR s finanční účastí Evropské investiční banky.



2. Použité podklady

Základním podkladem pro analýzu povodňových rizik je popis technické koncepce PPO na ochranu města Přeštice. Cílem plánovaného PPO je ochrana jižní části intravilánu města, která se nachází v záplavovém území řeky Úhlavy. Technické řešení PPO vychází z návrhu společnosti Pöyry Environment, a.s. a je dáno kombinací liniových prvků PPO v podobě stabilních železobetonových zídek a zemních sypaných hrází. PPO je v místech prostupů komunikací doplněno prvky mobilní protipovodňové ochrany (mobilní stěny).

Uvedený soubor protipovodňových opatření tvoří logický systém a představuje ochranu intravilánu města proti povodňovým průtokům v řece Úhlavě. Následující obr. 2.1 znázorňuje dispoziční uspořádání linie PPO a polohu záplavových území v intravilánu města.



Obr. 2.1 Situace hlavních prvků systému PPO Přeštice.

Legenda: červená – linie PPO, modrá – Q_{100} , zelená – Q_{20} , žlutá – Q_5 .

Linie PPO začíná v km 31,575 a končí pod jezem na řece Úhlavě v km 32,557. Celková délka PPO je tak pro ochranu na Q_{100} rovna 982 m.



Pro kvantifikaci rozsahu povodňových škod bylo dále využito zejména těchto podkladů:

- Digitální a rastrové katastrální mapy,
- Digitální model terénu (sít' 3D bodů)
- RES - Registr ekonomických subjektů - ČSÚ,
- RSO - Registr sčítacích obvodů - ČSÚ,
- Ortofotomapy,
- Města, obce online - www.mesta.cz,
- Místní šetření - provedené dne 11. srpna 2011. Ve městě byla provedena fotodokumentace, viz příloha II a III, zatřídění typů objektů, zjištění jejich parametrů, kontrola se zaměřením, evidence ostatních druhů majetku, zjištění průmyslových škod. Viz popis v části 4.



3. Metodika řešení

3.1 Odhad potenciálních povodňových škod

Pro hodnocení potenciálních povodňových škod byla použita metodika ztrátových křivek vyvinutá katedrou hydrotechniky Stavební fakulty ČVUT v Praze [3], speciálně v nejvyšší míře podrobnosti, včetně podrobného místního šetření v zadaných lokalitách. Použitou metodikou byly stanoveny škody v následujících kategoriích majetku:

- Stavební objekty,
- Vybavenost objektů pro bydlení a objektů občanské vybavenosti,
- Komunikace,
- Železnice,
- Mosty,
- Sportovní plochy,
- Inženýrské sítě,
- Zemědělská rostlinná výroba a pozemky,
- Průmysl.

Samotná metoda odhadování vychází ze základního vztahu

$$D_{ik} = Q_{ik} C_k L_k \quad [\text{Kč}] \quad (3.1)$$

kde

- i index objektu v dané kategorii majetku
- k index jednotlivých hodnocených kategorií majetku
- Q množství či velikost zasaženého objektu dle kategorie [ks], [m], [m²], nebo [m³]
- C jednotková cena měrné jednotky dle hodnocené kategorie v [Kč/ks], [Kč/m], [Kč/m²], nebo [Kč/m³]
- L hodnota ztráty (škody) [%] pro jednotlivé kategorie vyjádřená v závislosti na zaplavení či hloubce zaplavení
- D hodnota vyčíslené škody daného objektu i a kategorie k [Kč]

Základní princip výpočtu pro jednotlivé kategorie škod je stále stejný, pouze je rozdíl v měrných jednotkách a jejich cenách, kde stavební objekty jsou počítány zpravidla v m³ obestavěného prostoru, infrastruktura v m² plochy případně m délky, inženýrské sítě v m délky a zemědělské pozemky v m² plochy. Ztrátové křivky se kromě hodnot dělí na křivky závislé (stavební objekty), či nezávislé (inženýrské sítě, infrastruktura, zemědělství) na hloubce zatopení. Jednotlivé jednotkové ceny majetku vycházejí z oficiálních veřejných státem udržovaných statistik a ztrátové funkce jsou výsledkem detailního výzkumu. Vlastní potenciální škody jsou vyjádřeny v intervalu hodnot (min, max), ve kterém by se v případě povodně měla nacházet skutečná škoda. Pro případné další rizikové a ekonomické analýzy se uvažuje střední hodnota škody.

Škody na objektech se sčítají pro jednotlivé kategorie majetku dle vztahu:



$$D_k = \sum_i D_{ik} \quad [\text{Kč}] \quad (3.2)$$

a nakonec celková škoda v hodnoceném území se sčítá přes jednotlivé kategorie majetku pro dané Q_n

$$D = \sum_k D_k \quad [\text{Kč}] \quad (3.3)$$

Potenciální povodňové škody byly vyjádřeny pro jednotlivé zadané průtoky Q_5 , Q_{20} a Q_{100} . V případě vyjádření škod pro PPO byly jednotlivé posuzované lokality vymezeny hranicí navržené protipovodňové ochrany a největším rozlivem (Q_{100}). Tedy škody byly vždy počítány pouze pro ochráněný majetek. Hloubky záplavy byly stanoveny na základě výsledků kót hladin z 1D modelu interpolací ve spojení digitální modelem terénu. Vlastní inventarizace a kategorizace majetku byla provedena na základě dodaných datových podkladů (katastrální mapy, geodetická zaměření, RES, RSO, www.mesta.cz) a dále upřesněna provedeným podrobným místním šetřením. Při vlastním šetření byly zjišťovány jednotlivé parametry objektů potřebné pro výpočet škod pomocí metody ztrátových křivek, jako jsou zejména například u budov:

- počet podlaží,
- výška jednoho podlaží,
- výška 1. NP,
- podsklepení,
- druh konstrukce,
- počty bytů,
- využití objektu,
- stáří objektu,
- fotodokumentace,
- výška záplavy při povodni 2002 pro verifikaci údajů.

V případě průmyslových objektů, areálů a objektů občanské vybavenosti byl zjišťován typ činnosti, případně další kontakty na společnosti a kompetentní osoby ohledně skutečných a potenciálních povodňových škod. Na základě zjištěných dat byla vytvořena databáze objektů propojená do dat GIS sloužící jako vstupní podklad pro výpočet. Pokud nebylo možné přímo na místě, byly počty bytů stanoveny dle počtu podlaží a ploch obytných objektů zjištěných při průzkumu. Počty obyvatel byly odhadnuty ze souhrnné statistiky počtu obyvatel připadajících na jeden byt v dané lokalitě dle statistik ČSÚ.

3.2 Riziková analýza

3.2.1 Výpočet povodňového rizika

Metoda rizikové analýzy umožňuje objektivně vyhodnotit povodňové škody způsobené povodněmi s různou pravděpodobností výskytu. Povodňové riziko je obecně závislé na výši povodňových škod a na pravděpodobnosti jejich vzniku podle vztahu:

Riziko = Škoda x Pravděpodobnost škody.



Pro průměrné povodňové riziko na jeden rok platí:

$$R = E(D) = \int_0^{+\infty} D(Q) \cdot f(Q) dQ \cong \int_{Q_a}^{Q_b} D(Q) \cdot f(Q) dQ \quad (3.4)$$

kde $R = E(D)$ je průměrné povodňové riziko na jeden rok [Kč/rok],
 $D(Q)$ je výše škody při průtoku Q [Kč],
 Q je průtok [$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$],
 $f(Q)$ je hustota pravděpodobnosti ročních kulminačních průtoků [-],
 Q_a , resp. Q_b je průtok při kterém právě začínají vznikat škody, resp. průtok při kterém je pravděpodobnost škod již blízká nule [$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$],
 a , resp. b je doba opakování průtoku Q_a , resp. Q_b [roky].

Distribuční funkce ročních kulminačních průtoků je definována:

$$F(Q_x) = \int_0^{Q_x} f(Q) dQ \quad (3.5)$$

kde $F(Q_x)$ je hodnota distribuční funkce pro průtok Q_x , tedy pravděpodobnost, že průtok Q_x nebude v daném roce překročen. Pro hustotu pravděpodobnosti ročních maxim tudíž platí:

$$f(Q) = \frac{dF(Q)}{dQ} \quad (3.6)$$

Pravděpodobnost překročení je dána pomocí výrazu:

$$P(Q) = 1 - F(Q) \quad (3.7)$$

a proto

$$dP(Q) = -dF(Q) \quad (3.8)$$

Doba opakování N průtoku Q je:

$$N(Q) = -\frac{1}{\ln(1 - P(Q))} \cong \frac{1}{P(Q)} \quad (3.9)$$

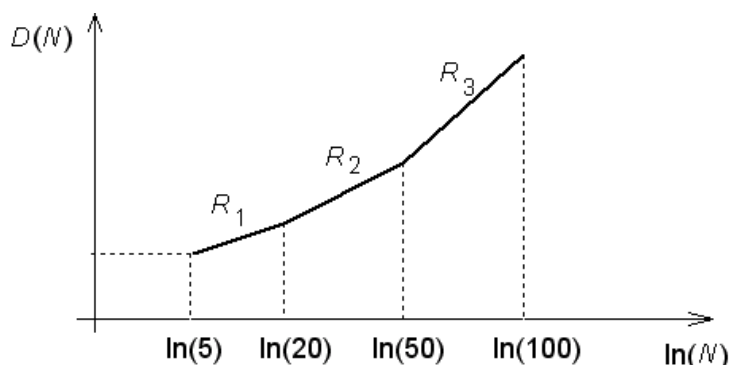
Vztah (3.4) lze tudíž s využitím (3.7) a (3.9) zapsat jako:

$$R = \int_{Q_a}^{Q_b} D(Q) \cdot dF(Q) = -\int_{Q_a}^{Q_b} D(Q) \cdot dP(Q) = -\int_a^b D(N) \cdot d\frac{1}{N} \quad (3.10)$$

Vztah (3.10) je již dále snadno numericky řešitelný. Protože funkce $D(Q)$ popisující hodnoty škod v závislosti na kulminačním průtoku povodně není známa spojitě, ale pouze v diskrétních bodech (podle stanovených záplavových území), vychází řešení obvykle z předpokladu lineární závislosti výše škod na logaritmu doby opakování průtoku [2].



Pro stanovení povodňového rizika na základě povodňových škod pro povodně s různými dobami opakování, např. Q_5 , Q_{20} , Q_{50} a Q_{100} , lze řešení zpracovat linearizací po úsecích podle následujícího obr.3.1.



Obr.3.1 K určení povodňového rizika na základě znalosti povodňových škod pro několik průtoků.

Povodňové riziko se pak určí pro každý interval zvlášť. Celkové povodňové riziko je pak dáno součtem rizik v jednotlivých intervalech:

$$R = \sum_{i=1}^3 R_i \quad [\text{Kč/rok}] \quad (3.11)$$

3.2.2 Výpočet současné hodnoty rizika

Pro výpočet současné hodnoty rizika (kapitalizované riziko) je použit diskontní přístup. Výpočet kapitalizovaného rizika je ovlivněn velikostí diskontní sazby. Na základě vývoje diskontní sazby v ČR podle informací ČNB a vzhledem k dalšímu předpokládanému vývoji je uvažována jednotná hodnota diskontní sazby ve výši 3%. Tento předpoklad je v souladu s metodikou pro posuzování akcí zařazených do programu „Prevence před povodněmi II“. Současná hodnota rizika vychází ze vztahu pro výpočet věčné renty:

$$R_s = \frac{R}{DS} \quad (3.12)$$

kde R_s ... současná hodnota rizika, [Kč]
 R ... průměrné povodňové riziko na rok, [Kč]
 DS ... roční diskontní sazba v desetinném tvaru. [-]



4. Výpočet potenciálních povodňových škod

Výpočet potenciálních povodňových škod v Přešticích byl proveden pro současný stav pro průtoky Q_5 , Q_{20} , a Q_{100} . Dle použitých zdrojů dochází ke škodám v zájmovém území cca od průtoku s dobou opakování 3 roky a při průtoku Q_5 již vznikají škody cca na 11 nemovitostech a infrastruktuře. Vlastní výpočet potenciálních škod a rizik byl proveden dle metodiky uvedené v kapitole č. 3 pro zájmové území vymezené čarou rozlivu Q_{100} a linií vedení plánovaného protipovodňového opatření na levém břehu Úhlavy v úseku od jezu Přeštice v ř.km 32,557 až téměř k mostu Přeštice do ř.km 31,575 tedy v délce cca 0,982 km. Zájmové území je zobrazeno na obrázku 2.1 a v příloze I v mapě chráněného majetku.

V zájmovém území (ochráněné území) o rozloze cca 11 ha při rozlivu Q_{100} se nacházejí ve velkém rozsahu zóny majetku jak bytového charakteru tak i průmyslové areály a objekty občanské vybavenosti. Objekty bytového charakteru jsou zastoupeny zejména rodinnými domy v řadové městské zástavbě. Rodinné domy jsou převážně zděné, jedno až dvoupodlažní, se sedlovou střechou, některé podsklepené, zpravidla se zvýšenou úrovní podlahy 1. obytného podlaží, vybudované v období průběhu celého 20. století. Jedná se zejména o oblasti ulic Pobřežní, Havlíčkovo náměstí, Veleslavínova, Nepomucká. Dle statistických údajů se jedná cca o 82 bytových jednotek v RD, ve kterých žije cca 168 obyvatel ohrožených povodní.

Občanská vybavenost je zastoupena objekty pro běžné služby odpovídající velikosti města Přeštice. Jedná se zejména o drobné obchody a služby, konkrétně půjčovna auto přívěsů, stavebniny, areál ubytovny, prodejna krby a kamna M+M, Vorlíček plast (okna a dveře), Pension Alfa, ZO ČSCH Přeštice, hasičská zbrojnice, Volfová (pracovní oděvy, bytový textil, látky), zábavní klub Bonver, směnárna a pension, instalatérství, Den Braven (tmely), zastoupení ČEZ, GASTOP Zdeněk Štěpán (plyn, topení, voda), prodej, servis a půjčovna náradí. Průmyslové objekty jsou zastoupeny ve 3 areálech. Jedná se zejména o areály a objekty na začátku a na konci zájmového území těchto společností: Jager Gestelbau s.r.o., Správa a údržba silnic Plzeňského kraje, Schwerdtel, Elasto form Bohemia, Truhlářství Kocanda, několik autoservisů, atd.

Další škody jsou evidovány také na komunikacích a inženýrských sítích. Škody na mostech a vodohospodářské infrastruktuře zahrnuty nejsou, jelikož nejsou ani součástí rozsahu ochrany.

Hloubky záplavy pro jednotlivé průtoky byly zjištěny protnutím kót hladin N-letých průtoků z podélného psaného profilu Úhlavy a digitálního modelu terénu reprezentovaného 3D bodovou sítí a ověřeny při místním šetření 11. 8. 2011.

Následující tabulka 4.1 uvádí rozsah škod pro jednotlivé průtoky Q_N pro jednotlivé kategorie majetku (viz kapitola 3.1). Jedná se o škody na budovách, vybavení domácností, vybavení objektů občanské vybavenosti, sportovních plochách (nejsou zastoupeny), komunikacích (železnice, silnice), mostech (taktéž nezastoupeny), veškerých inženýrských sítích, v průmyslu a zemědělství, včetně parků a zahrad. Veškeré hodnoty jsou uvedeny v tisících Kč. Pro každý průtok je vždy uveden interval hodnot potenciálních škod, ve kterém by se měly pohybovat případné skutečné povodňové škody. V závěru tabulky je pak uveden celkový součet škod pro jednotlivé průtoky. Jak je patrné z tabulky, potenciální povodňové škody při průtoku Q_{100} se budou pohybovat v rozsahu 50,4 – 77,7 mil. Kč, škody při průtoku Q_{20} budou 20,3 až 31,6 mil. Kč a škody při průtoku Q_5 budou v rozsahu 2,8 – 4,3 mil. Kč.



Tab. 4.1 Potenciální povodňové škody pro jednotlivé průtoky a kategorie majetku.

Průtok	Q ₅		Q ₂₀		Q ₁₀₀	
	min	max	min	max	min	max
Škoda na [tis. Kč]						
budovách	794	1 275	7 921	12 748	23 841	38 024
vybavení domácností	209	302	1 341	1 937	5 948	8 591
občanská vybavenost	0	0	0	0	3 117	3 766
komunikace	87	174	824	1 647	1 887	3 775
mosty	0	0	0	0	0	0
infrastruktura	16	24	103	150	300	440
sportovní plochy	0	0	0	0	0	0
průmysl	1 674	2 512	10 070	15 108	15 314	22 976
zemědělství	8	23	19	58	34	101
Celkem	2 788	4 311	20 278	31 648	50 441	77 672

Tabulka 4.2 uvádí rozsah ohroženého majetku, který odpovídá vypočteným škodám. U budov se jedná o počet objektů, jak je identifikovatelný dle dodaných podkladů (katastrální mapa), místního šetření a ortofot. Zde je třeba upozornit, že majetek je členěn podle svého druhu a ne podle majetkového vztahu, jak je to obvyklé u hlášení skutečných povodňových škod. Dále je uveden počet dotčených nemovitostí dle čísel popisných. Vybavení domácností je uvedeno v počtu bytových jednotek ohrožených přímým zaplavením. Rozsah škody vybavení objektů občanské vybavenosti je uváděn v plošné výměře v m² dotčených objektů. Výměry komunikací jsou uváděny u silnic v plošné výměře v m² zatopených komunikací a u železnic jde o délku v m zaplavených kolejí. Výměry inženýrských sítí jsou odvozeny od délek souběžných pozemních komunikací v m. Škody v průmyslu jsou vázány na plošné výměry průmyslových objektů v m². U zemědělství se jedná o výměry zaplavených zemědělských pozemků v hektarech včetně zahrad a parků. Podrobnější popis viz kapitola 3.1.

Tab. 4.2 Rozsah ohroženého majetku.

Škoda na	Q ₅	Q ₂₀	Q ₁₀₀	jednotka
budovách	11	95	188	ks
objekty dle č.p.	6	32	82	ks
vybavení domácností	1	7	33	ks
občanská vybavenost	0	0	2597	m2
komunikace	1245	11767	26963	m2
železnice	0	0	0	m
mosty	0	0	0	ks
infrastruktura	122	771	2256	m
sportovní plochy	0	0	0	m2
průmysl	860	5172	7866	m2
zemědělství	1,3	3,2	5,6	ha

Poslední tabulka 4.3 uvádí rozsah chráněného území v hektarech, počty ochráněných obytných objektů dle č.p. a počty ochráněných obyvatel. Při výpočtu ochráněných obyvatel se vycházelo z údajů zjištěných při místním šetření 11.8.2011, z podkladů RSO, katastru nemovitosti s údaji o počtu bytů a ze statistik sčítání lidu domů a bytů. V případě počtu obyvatel se jedná pouze o orientační hodnoty.



Tab. 4.3 Rozsah ohroženého území a obyvatel.

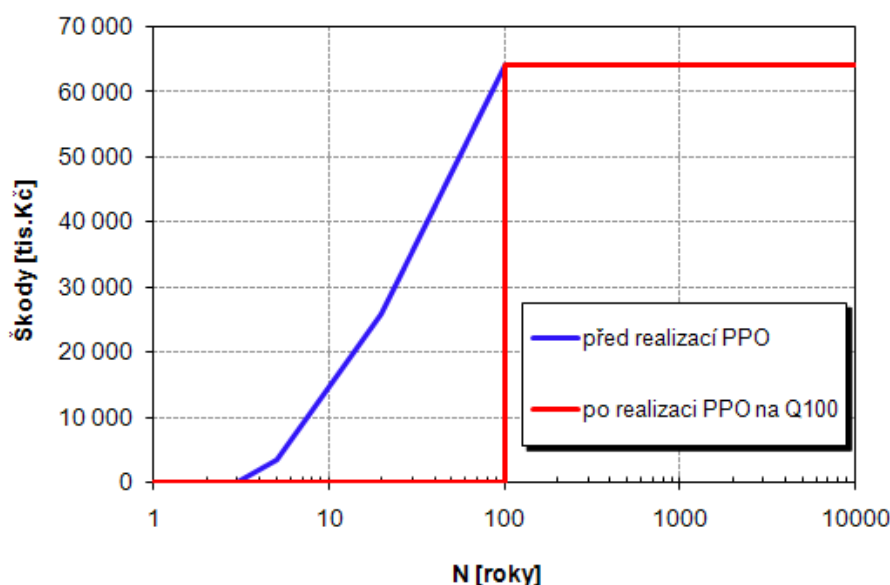
Rozsah ohrožení	Q ₅	Q ₂₀	Q ₁₀₀	jednotka
ohrožené území	1,5	5,6	11,0	ha
ohrožené obytné domy	2	28	72	ks
ohrožení obyvatelé	5	66	168	lidé

Při výpočtu škod se dále vycházelo také z výsledků projektu: „Návrh metodiky stanovování povodňových rizik a škod v záplavovém území a její ověření v povodí Labe“ [3]. Pro dobrou přehlednost je přiložena mapa ochráněného majetku jako příloha I. V příloze II je výběr několika fotografií reprezentující zájmové území a na přiloženém CD jsou všechny fotografie z místního šetření ze dne 11. 8. 2011.



5. Stanovení povodňového rizika

V této kapitole jsou podle postupu popsaného v části 3.2 určena povodňová rizika v zájmovém území města Přeštice. Povodňové škody byly vyčísleny pro průtok Q_5 , Q_{20} a Q_{100} dle části 4. Hodnota neškodného průtoku odpovídá v zájmové lokalitě průtoku cca Q_3 , od kterého je zatápen intravilán města a začínají vznikat škody na majetku. V následujícím obr. 5.1 je vynesena průběh povodňových škod v závislosti na kulminačním průtoku povodně, resp. jeho doby opakování (Probability–Damage Curve). V grafu je pro ilustraci znázorněn průběh povodňových škod pro stav před realizací PPO-současný stav (modrá linka) a pro stav po realizaci PPO na návrhovou míru ochrany Q_{100} (červená linka). Zde je zavedena úvaha, že při překročení návrhového průtoku budou vznikat škody jako v případě, že PPO není realizováno. Protože není známá výše povodňových škod pro průtoky větší než Q_{100} , je uvažována jejich konstantní výše. Vzhledem ke skutečnosti, že pro výpočet užítku z PPO je důležitý rozdíl mezi rizikem před a po realizaci, je uvedený předpoklad korektní a na výpočet redukce rizika vlivem realizace PPO nemá vliv.



Obr. 5.1 Závislost mezi dobou opakování kulminačního průtoku a výší škod.

Následně byla výpočtem dle části 3.2 určena hodnota průměrné roční škody (rizika) před realizací PPO (pro současný stav) a po realizaci PPO variantně na úroveň Q_5 , Q_{20} , Q_{50} a Q_{100} . Výsledky jsou uvedeny v tab. 5.1, která zároveň obsahuje hodnoty kapitalizovaného rizika pomocí diskontní sazby 3%.

Poslední sloupec tab. 5.1 vyjadřuje snížení kapitalizovaného rizika. Tato hodnota představuje přímý užitek z realizace PPO a ve fázi analýzy nákladů a užítků bude porovnána s hodnotou investičních nákladů. Jedná se o tzv. limitní náklady při kterých je poměrná ekonomická efektivnost rovna právě 1,00. Při vyšších nákladech na PPO již akce není dle podmínek programu 129 120 (Prevence před povodněmi II) ekonomicky efektivní.



Tab. 5.1 Hodnoty průměrného ročního a kapitalizovaného rizika v zájmové lokalitě města Přeštice.

průtok	Škoda	Riziko [tis.Kč/rok]		Kapital. riziko [tis.Kč]		Redukce rizika [tis. Kč]
	[tis. Kč]	před realizací PPO	po realizaci PPO	před realizací PPO	po realizaci PPO	
Q ₅	3 550	4 292	4 039	143 067	134 643	8 424
Q ₂₀	25 963		2 232		74 410	68 657
Q ₅₀	47 651		1 182		39 403	103 664
Q ₁₀₀	64 057		634		21 128	121 939



6. Určení ekonomické efektivity PPO

Pro posouzení ekonomické efektivity navrženého systému PPO v zájmové lokalitě se zpravidla využívá analýza nákladů a užitků. Hodnocení pak vychází z porovnání nákladů a kapitalizované hodnoty rizika před a po realizaci PPO. Užitek PPO je dán snížením současné hodnoty rizika vlivem realizace PPO, tedy rozdílem kapitalizovaného rizika před a po realizaci PPO. Pro hodnocení ekonomické efektivity lze pak využít standardní ukazatele analýzy nákladů a užitků:

a) Poměrový ukazatel efektivity PPO.

Poměrový ukazatel vyjadřuje poměrnou ekonomickou efektivity investice. Ukazatel vyjadřuje poměr, kdy v čitateli je redukce současné hodnoty rizika vlivem realizace PPO a ve jmenovateli je hodnota celkových nákladů na PPO:

$$PU = \frac{R_s(\text{bez PPO}) - R_s(\text{po realizaci PPO})}{I} \quad [-] \quad (6.1)$$

kde $R_s(\text{bez PPO})$... hodnota kapitalizovaného rizika před realizací PPO, [Kč]
 $R_s(\text{po realizaci PPO})$... hodnota kapitalizovaného rizika po realizaci PPO, [Kč]
 I ... celkové náklady na realizaci PPO. [Kč]

Ukazatel PU vyjadřuje poměrnou ekonomickou efektivity opatření pomocí bezrozměrné veličiny, která udává o kolik bude sníženo současné riziko jednou korunou investice. V případě, že PU nabývá hodnot větších než 1, jde z dlouhodobého hlediska o rentabilní investici a naopak.

b) Absolutní ukazatel efektivity PPO.

Tento ukazatel vyjadřuje efektivity investice v absolutních ekonomických jednotkách. Jeho hodnota je dána ze vztahu:

$$AU = R_s(\text{bez PPO}) - \{I + R_s(\text{po realizaci PPO})\} \quad [\text{Kč}] \quad (6.2)$$

kde význam symbolů je též jako v popisu ukazatele PU . Ukazatel popisuje finanční efekt navrženého PPO z dlouhodobého hlediska ve finančních jednotkách. Kladné hodnoty ukazatele svědčí o ekonomické rentabilitě opatření, záporné hodnoty naopak svědčí o ekonomické nevýhodnosti realizace takového opatření.

c) Doba návratnosti.

Tento ukazatel slouží pro orientační vyčíslení ekonomické efektivity PPO pomocí doby návratnosti. Porovnání doby návratnosti jednotlivých PPO s mezními únosnými hodnotami podle tuzemských a zahraničních zkušeností poskytne další nástroj pro objektivní posouzení akcí v mezinárodním kontextu. Hodnota doby návratnosti je dána podle vztahu:

$$DN = \frac{I}{R(\text{bez PPO}) - R(\text{po realizaci PPO})} \quad [\text{roky}] \quad (6.3)$$

kde I ... celkové náklady na realizaci PPO, [Kč]
 $R(\text{bez PPO})$... průměrné roční riziko před realizací PPO, [Kč.rok⁻¹]
 $R(\text{po realizaci PPO})$... průměrné roční riziko po realizaci PPO. [Kč.rok⁻¹]



Na základě rozpočtu nákladů z dokumentace PPO Přeštice (Poyry Environment, a.s.) vyplývají rozsahy celkových nákladů pro jednotlivé varianty ochrany dle následující tab. 6.1. V tab. 6.1 jsou rovněž uvedeny příslušné poměrové ekonomické efektivnosti, které jsou stanoveny výše uvedeným postupem a jsou kritériem při posuzování akcí zařazených do programu Prevence před povodněmi II (viz Závazná pravidla poskytování finančních prostředků v oblasti vod v roce 2011 a způsobu kontroly jejich užití, Příloha č. 10 k zákonu č. 433/2010 Sb.).

Tab. 6.1 Výsledné ekonomické vyhodnocení jednotlivých variant PPO Přeštice.

průtok	Redukce rizika [tis. Kč]	Náklady [tis. Kč]	PU [-]
Q ₂₀	68 657	62 500	1.10
Q ₅₀	103 664	74 100	1.40
Q ₁₀₀	121 939	80 800	1.51

Z uvedené tab. 6.1 vyplývá, že všechny varianty návrhové míry ochrany města Přeštice jsou ekonomicky efektivní. Ekonomicky nejvýhodnější je varianta na průtok Q₁₀₀, kde je poměrová ekonomická efektivnost nejvyšší.



7. Závěr

Předmětem plnění bylo vypracování analýzy povodňových škod, rizik a ekonomické efektivity na připravovanou akci PPO města Přeštice. Riziková analýza byla vypracována pro ochráněné území podle zadaných linií PPO v jižní části intravilánu města.

Provedená riziková analýza vychází z podrobného šetření povodňových škod pro stanovená záplavová území Q_5 , Q_{20} a Q_{100} v řece Úhlavě. Pro vlastní kvantifikaci povodňových škod byla využita původní metodika ztrátových křivek, kde se vychází z pořizovacích cen jednotlivých posuzovaných kategorií objektů v inundaci a dále ze ztrátových funkcí vytvořených detailním rozбором působením záplavy na jednotlivé kategorie objektů a dílčí části jejich konstrukcí podle struktury stavebních dílů a řemeslných oborů dle členění JKSO.

Výsledkem je stanovení ročního povodňového rizika (průměrná roční škoda) a současné hodnoty povodňového rizika z dlouhodobého hlediska (kapitalizované riziko). Tyto hodnoty jsou stanoveny pro současný stav před realizací PPO a pro stav po realizaci PPO s návrhovou mírou ochrany Q_{20} , Q_{50} a Q_{100} . Na základě těchto podkladů je stanovena redukce povodňového rizika vlivem realizace PPO. Redukce povodňového rizika pak představuje užitek protipovodňového opatření.

Závěrem studie je uveden postup porovnání užitku z realizace PPO s celkovým rozsahem investičních nákladů na jeho vybudování a je uveden způsob výpočtu ukazatelů ekonomické efektivity PPO. Z uvedeného vyplývá, že ekonomicky efektivní bude takové PPO, které bude vyžadovat náklady max. do výše redukce povodňového rizika. Na základě dodaných předpokládaných celkových nákladů na jednotlivé varianty PPO Přeštice (Q_{20} , Q_{50} a Q_{100}) byla vyhodnocena jejich ekonomická efektivnost. Z výsledků vyplývá, že všechny varianty jsou efektivní. Ekonomicky nejvýhodnější je varianta na průtok Q_{100} , kdy je poměrová ekonomická efektivnost nejvyšší a dosahuje hodnoty $PU=1,51$.

V Praze, dne 29. srpna 2011.

doc. Dr. Ing. Pavel Fošumpaur Ing. Martin Horský, Ph.D. doc. Ing. Ladislav Satrapa, CSc.



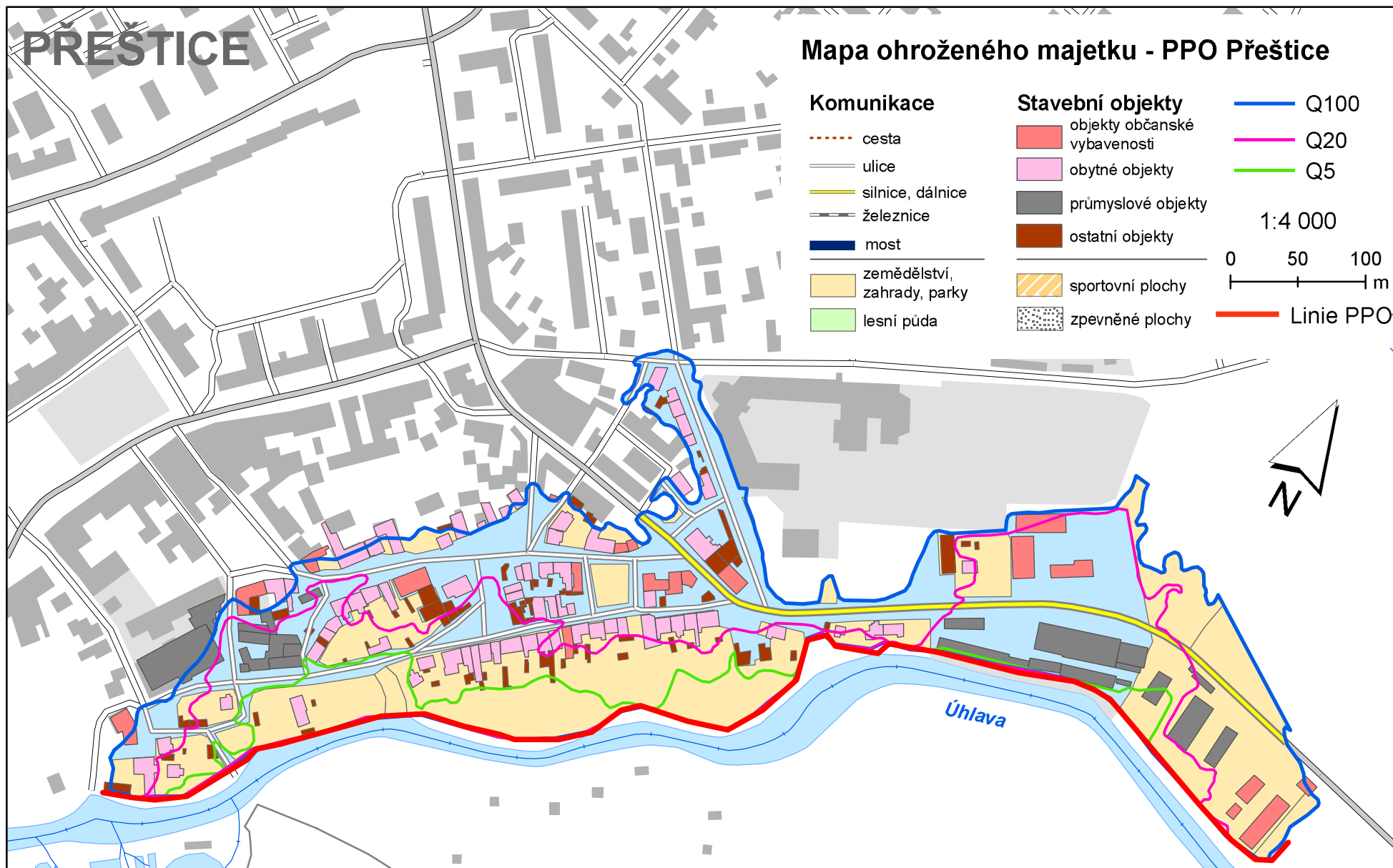
Seznam použité literatury

1. Čihák, F., Satrapa, L., Fošumpaur, P.: Metodika pro posuzování akcí k zařazení do II. etapy programu „Prevence před povodněmi“ (r. 2006-2010), Fakulta stavební, ČVUT v Praze, 2005.
2. Posílení rizikové analýzy a stanovení aktivních zón v Českém vodním hospodářství, Nizozemský program „Partners for Water“, Ministerstvo zemědělství České republiky, ARCADIS, 24. května 2004, www.mze.cz.
3. Návrh metodiky stanovování povodňových rizik a škod v záplavovém území a její ověření v povodí Labe, projekt: VaV/650/502, VÚV, (Metody stanovování potenciálních škod - ČVUT), 2005.



Seznam příloh

- I. Mapa ohroženého majetku: PPO města Přeštice.
- II. Fotodokumentace
- III. CD – zpráva, přílohy a kompletní fotodokumentace



Příloha I: Mapa ohroženého majetku - PPO Přeštice

Příloha II – Fotodokumentace – Ohrožené území Přeštice



Obr. II.1.: Areál spol. Jager, Nepomucká ulice.



Obr. II.2.: Typické RD v ulici Pobřežní.



Obr. II.3.: Hasičská zbrojnice – ulice Mlýnská.



Obr. II.4.: Areál spol Schwerdtel, Jungmannova ulice.



Obr. II.5.: Areál spol. Elasto form Bohemia, Jungmannova ulice.



Obr. II.6.: Objekt občanské vybavenosti a RD poblíž Havlíčkova náměstí.



Obr. II.7.: Pension Alfa a RD na Havlíčkově náměstí.



Obr. II.8.: Objekty občanské vybavenosti mezi Havlíčkovým náměstím a Nepomuckou ulicí.