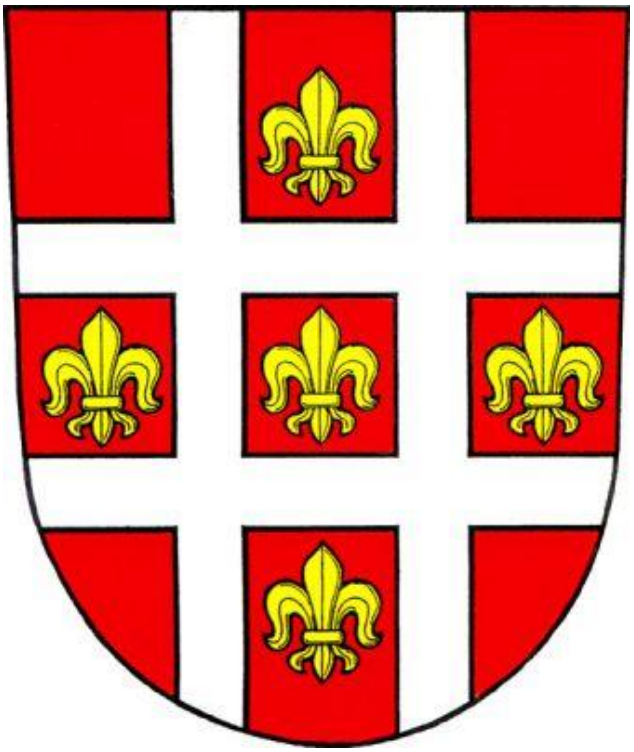
ENVICONS s.r.o. • Hradecká 569 • 533 52 Pardubice - Polabiny • IČ 275 600 15 • DIČ CZ 275 600 15 • info@envicons.cz • www.envicons.cz

5. NÁVRH PROTIPOVODŇOVÝCH OPATŘENÍ A VYHODNOCENÍ JEJICH EFEKTIVITY

„Píšť - Protipovodňová a protierozní ochrana“



INVESTOR:	*Obec Píšť*
PROJEKTANT:	*ENVICONS s.r.o.*
STUPEŇ:	*STUDIE*

ÚNOR 2014

ENVICONS s.r.o. • tel/fax: +420 466 531 787 • mobil: +420 724 708 680, +420 725 135 894 • info@envicons.cz • www.envicons.cz

ID datové schránky 9vm4b4e • Bankovní spojení – Fio banka, a.s., č.ú. 2800326737/2010

Obsah

1. Úvod 3

2. Výchozí předpoklady a koncepce protipovodňové ochrany 5

3. Návrh protipovodňových opatření v ploše povodí 7

3.1 Nádrž nad Bělským mlýnem 7

3.2 Provozní bezpečnost rybníka Bělský mlýn 8

3.3 Zachování a podpora retence vody pod Bělským mlýnem 8

3.4 Suchá nádrž 4 8

3.5 Rybník Na pile 10

3.6 Retenční rybník Píšť 11

3.7 Poldr ve Farském lese 13

3.8 Retence nad silničním náspem 14

3.9 Suchá nádrž 1 - optimalizace 15

3.10 Suchá nádrž 2 - optimalizace 17

4. Návrh protipovodňových opatření v intravilánu Píště 18

4.1 Úpravy na příčných objektech 18

4.2 Přítok z místní trati Obecník 18

4.3 Úprava průtoku inundací 19

5. Efektivita navrhovaných opatření 21

5.1 Náklady opatření 21

5.2 Stanovení potenciálních škod podle kategorií majetku 22

5.3.1 Škody na stavebních objektech 24

5.3.2 Škody na pozemních komunikacích 31

5.3.3 Škody na mostech 32

5.3.4 Škody na sportovních plochách 33

5.3 Celková škoda 35

5.4 Odhad rizika na základě potenciálních povodňových škod 35

5.5 Vyhodnocení ekonomické efektivnosti PPO 37

6. Etapizace záměru 40

7. Závěr 42

1. Úvod

Z předchozích částí poměrně jasně vyplývá, že existuje reálné povodňové ohrožení obce Píšť. Na základě stanovené kapacity koryta byla identifikována nejproblematičtější místa, kterými jsou v minulosti provedená dlouhá zatrubnění. Zároveň vyplynuly požadavky na transformaci povodně, potřebnou zejména v důsledku málo kapacitních zatrubněných úseků. V části 3 je pak uveden souhrn realizovaných a navrhovaných opatření, s jejichž využitím lze v rámci protipovodňové ochrany uvažovat. Obsahem této části je konkrétní a optimální návrh protipovodňové ochrany obce Píšť. Tato varianta byla zpracována na základě předchozích, převážně analytických, částí. Navrhována jsou opatření na vodních tocích, v ploše povodí i drobná opatření v intravilánu Píště. Nutno ještě zmínit, že součástí studie je návrh protierozních opatření (viz část 7). Tato opatření mají také celkový pozitivní vliv na odtokové poměry. V rámci kapitoly 1 byly stanoveny pro jednotlivá dílčí povodí hydrologické údaje. Tyto údaje byly přepočítány na stav po případné realizaci protierozních opatření (případně dalších krajinných opatření). Z výsledků vyplývá, že odtok z území, reprezentován objemem přímého odtoku a kulminačními průtoky při Q_{100}, klesl v průměru o 17 %. V návrhu PPO s tímto snížením není uvažováno a jeho případné uplatnění jde na stranu bezpečnosti. Nicméně chceme-li se bavit o skutečně přírodě blízké a trvale udržitelné protipovodňové ochraně, je vhodné začít právě s těmito opatřeními a zbylý potřebný efekt realizovat technickými opatřeními.

V úvodu bychom rádi konstatovali, že skutečně nejsme motivováni navrhnout co nejnákladnější řešení. Naší snahou je naopak najít co nejefektivnější řešení s přidanou hodnotou pro obyvatele obce Píšť i pro krajinu a životní prostředí. Pouze efektivní návrhy mají předpoklad získání dotace a vyšší pravděpodobnost realizovatelnosti. Tyto skutečnosti například potvrzuje velké množství doposud navrhovaných opatření, které jsme z určitých důvodů vyřadili z možnosti dalšího rozpracování jako evidenttně neefektivní. Josef Boček ve svém ohlasu na zpravodaj obce Píšť ohledně problematiky čištění odpadních vod uvádí velice osvícenou myšlenku, kterou si dovolíme citovat: "Projektante, nejdříve mi zjisti, čeho je schopna příroda sama, a na zbytek dočištění mi vyprojektuj čistírnu odpadních vod". Tuto moudrou větu lze parafrázovat do koncepce protipovodňové ochrany asi takto: "Projektante, nejdříve mi zjisti, čeho je schopna příroda sama či čeho je možno dosáhnout již realizovanými nebo částečně realizovanými opatřeními, a na zbytek protipovodňové ochrany mi vyprojektuj opatření". Na paměti je přitom nutno mít široké potoční nivy s možností obnovy přirozené retence v kombinaci s revitalizacemi vodních toků. Druhou věcí jsou již existující opatření, která je možno poměrně snadno optimalizovat či rekonstruovat, a posílit tak jejich protipovodňovou funkci. Zároveň se často jedná o vodní díla, jejichž rekonstrukce by nutně musela v bližší či vzdálenější budoucnosti přijít.

V této části studie (tj. v části 5) jsou zpracována čistě protipovodňová opatření. Toto rozdělení bylo zvoleno účelově pro rozlišení nezbytně nutných protipovodňových opatření a doplňkových

revitalizačních opatření. Revitalizační opatření řešená v části 6 této studie mají nepopiratelný efekt, který se však poměrně špatně kvantifikuje. V koncepci PPO jsou tato opatření uvažována k posílení navrhovaných technických protipovodňových opatření. V některých případech může dokonce dojít ke střetu mezi protipovodňovými a revitalizačními opatřeními. Jedná se zejména o pojetí retenčních nádrží. V případě PPO je vhodné mít nádrže suché, s co největším retenčním objemem. Mohou však nastat případy, že v dané lokalitě nebude již nutné protipovodňové opatření budovat (nebo ne v celém rozsahu) a může se přistoupit k opatření kompromisnímu či revitalizačními.

2. Výchozí předpoklady a koncepce protipovodňové ochrany

Návrh protipovodňových opatření vychází zejména ze závěrů části 2 a ze zjištění části 3, tj. ze studie odtokových poměrů pro intravilán Píště a z přehledu realizovaných a navrhovaných opatření. Výchozím předpokladem je transformace průtoku Q_{100} přicházejícího na horní hranici intravilánu na maximálně Q_{nav} = 9,2 $m^3.s^{-1}$. Za tímto účelem je hledána optimální konfigurace opatření v ploše povodí. Hlavním prvkem PPO je efekt transformace v suchých nádržích. Dále se využívá rozdílných dob koncentrace v závislosti na poloze a charakteru jednotlivých dílčích povodí.

V této studii je předkládán komplex opatření, což znamená, že se předpokládá synergický efekt jednotlivých prvků. Při absenci některého z prvků je nutné hledat náhradu. Nicméně předkládaný návrh je možno zodpovědně prohlásit za efektivní, citlivý vůči krajině a zahrnující principy přírodě blízké PPO. Z tohoto pohledu by nemusel být v zásadě rozporován. Při uvažovaném výsledku transformace povodňové vlny je možno bez jakýchkoliv překážek realizovat opatření v intravilánu Píště navrhovaná v části 8 této studie.

Schéma navrhované protipovodňové ochrany je uvedeno v příloze 5.1. Přehledná situace navrhovaných opatření je uvedena jako příloha 5.2. Detailní nákres jednotlivých opatření je uveden v přílohách 5.3 až 5.6. V příloze 5.7 jsou znázorněna záplavová území po realizaci opatření. Hlavním prvkem PPO je nádrž nad Bělským mlýnem. U této nedokončené nádrže se navrhuje kompromisní navýšení hráze mezi současným stavem a variantou 1 navrhovanou Pavlicou (1993). Zároveň se navrhuje úprava či výstavba nových funkčních objektů. Na nádrži Bělský mlýn, nacházející se bezprostředně pod nádrží nad Bělským mlýnem, se vzhledem k nevelké transformační funkci a potenciálně špatnému technickému stavu hráze navrhují opatření umožňující bezpečný průchod povodně touto nádrží. Mezi Bělským mlýnem a Píští - místní částí Pila se předpokládá zachování a posílení přirozené retence vody v potoční nivě. Posledním prvkem PPO na Píšťském potoce je obnovení akumulační schopnosti Retenčního rybníka Píšť. Toto opatření předpokládá odbahnění nádrže, rekonstrukci sdruženého objektu a snížení projektované hladiny stálého nadržení. Pokud by v budoucnu vyvstala potřeba zvýšení úrovně PPO, pak je jediným vhodným řešením zvýšení retence této nádrže a prodloužení doby doběhu povodně z páteřního povodí.

Na pravostranném přítoku Píšťského potoka, tj. na Doubravce, se navrhuje navýšení hráze suché nádrže 4. Efektivní úroveň koruny hráze se nachází mezi současnou úrovní a úrovní navrhovanou Pavlicou (1993). Dalším prvkem je rekonstrukce rybníka na Pile a jeho přebudování do podoby polosuché nádrže. S tím souvisí úprava a výstavba nových funkčních objektů. Dále Doubravka ústí do Retenčního rybníka Píšť.

Na levostranném přítoku ústícím do Píšťského bezprostředně potoka pod Retenčním rybníkem se navrhuje obnova původního rybníka v místní trati Farský les do podoby suché nádrže. Dále se navrhuje odtrubnění úseku nad silnicí na Závadu a využití retence vody v potoční nivě a nad náspem silnice.

Na levostranném přítoku z místní trati Svinné se žádná rozsáhlá protipovodňová opatření nenavrhují. Koryto v intravilánu je dostatečně kapacitní. Doba koncentrace povodně je zde mnohem kratší než příchod povodně z povodí Píšťského potoka. Na Píšťském potoce navíc dojde k prodloužení doby koncentrace jako důsledek navrhovaných opatření. Při příchodu velké povodně z přívalových srážek pouze z povodí tohoto přítoku nehrozí povodňové ohrožení, protože koryto Píšťského potoka je na tuto událost dostatečně kapacitní. Výskyt extrémně vydatných přívalových srážek na celém povodí Píšťského potoka se nepředpokládá.

Na návrhy v extravilánu navazují drobné úpravy na příčných objektech v intravilánu. Většinou se jedná o zvednutí subtilních mostovek. Při realizaci komplexu opatření v ploše povodí sice nebudou tato opatření třeba, ale je nutno si uvědomit, že realizace opatření bude rozložena možná až do horizontu desítek let. Za tuto dobu mohou přijít další povodně a je vhodné na ně být co nejvíce připravený. Na přítoku z místní trati Svinné se uvažuje též o optimalizaci průtoku vody levobřežní inundací.

Samostatnými opatřeními je optimalizace Suché nádrže 1 a Suché nádrže 2, jejichž transformační efekt lze vzhledem k dostatečnému retenčnímu objemu posunout k nižším průtokům.

3. Návrh protipovodňových opatření v ploše povodí

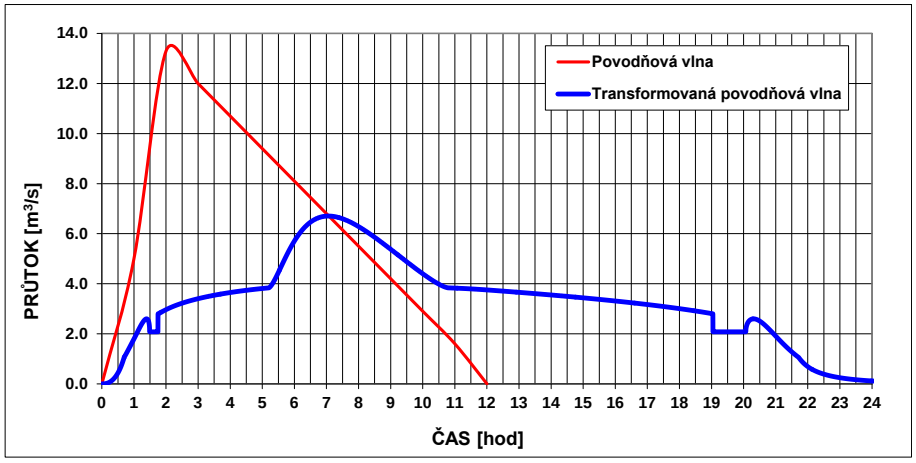
3.1 Nádrž nad Bělským mlýnem

Základem navrhovaných opatření je nádrž nad Bělským mlýnem ve variantě suché nádrže - poldru. Navrhuje se navýšení stávající hráze na kótu 231,50, tj. o 1,1 až 1,9 m oproti současnému stavu. Vzhledem k optimalizaci a maximální efektivitě celé PPO nebude retenční kapacita navyšována nad hodnotu nezbytně nutnou. Další návrhové parametry jsou uvedeny níže. Jelikož je tato nádrž již rozestavěná a není v souladu s ČSN, je nadmíru účelné provést opatření právě v této lokalitě. Výchozí předpoklady jsou, že stávající násep bude zachován a navýšen, výpustné potrubí DN 800 nebude zachováno. Na poldr budou osazeny všechny předepsané prvky.

Návrhové parametry jsou:

Kóta nejnižšího místa nádrže: 228,2 m n.m.
Kóta spodní hrany bezpečnostního přelivu: 230,7 m n.m.
Kóta maximální možné hladiny: 231,3 m n.m.
Kóta koruny hráze: 231,5 m n.m.
Maximální výška hráze: 3,3 m
Spodní výpusť: kruhové potrubí DN 1000
Délka hráze v koruně: 185 m
Šířka hráze v koruně: 6,0 m
Sklony náspu hráze: návodní líc 1 : 3, vzdušný líc 1 : 2
Délka přelivné hrany bezpečnostního přelivu: 15 m
Plocha zátopy v úrovni spodní hrany bezpečnostního přelivu: 10,9 ha
Objem zátopy v úrovni spodní hrany bezpečnostního přelivu: 133 000 m^3
Maximální plocha zátopy: 13,3 ha
Maximální retenční prostor: 207 000 m^3

Poldr v těchto parametrech transformuje přítok Q_{100} = 13,3 $m^3.s^{-1}$ na odtok 6,7 $m^3.s^{-1}$. Transformační účinek dosahuje 50 %. Zdržení kulminace činí 5 hodin (více viz hydrogram níže).



Obr. Transformace povodňové vlny Q_{100} nádrží nad Bělským mlýnem.

3.2 Provozní bezpečnost rybníka Bělský mlýn

Rybník Bělský mlýn nemá sám o sobě významnou transformační funkci. Navýšení hráze není možné, neboť vzdutí by ovlivnilo nádrž nad Bělským mlýnem. Rybník má dostatečně kapacitní bezpečností přeliv (stavidlový uzávěr), který však není v odpovídajícím technickém stavu. Transformací průtoků se sice namáhání problematického místa výrazně sníží, nicméně průtok vody dotčeným objektem je vhodné optimalizovat a předejít tak havarijnímu stavu. Navrhuje se rekonstrukce opěrných zdí a zpevnění přelivné hrany. Jedná se o drobné opatření, které je možno spojit s výstavbou nádrže nad Bělským mlýnem.

3.3 Zachování a podpora retence vody pod Bělským mlýnem

Mezi Bělským mlýnem a místní částí Na Pile má Píšťský potok relativně přírodní koryto. Niva je poměrně široká, zamokřená, tvořená zejména porosty měkkého luhu. Dle terénní pochůzky funguje retence vody v potoční nivě odpovídajícím způsobem. Z tohoto pohledu je vhodné současný stav minimálně zachovat, případně vhodnými opatřeními podpořit. Odhadovaný objem retence vody v úseku dlouhém 0,6 km je cca 15 000 m^3. Vliv přirozené retence není započítán a jde na stranu bezpečnosti, případně pokrývá přítok z mezipovodí.

3.4 Suchá nádrž 4

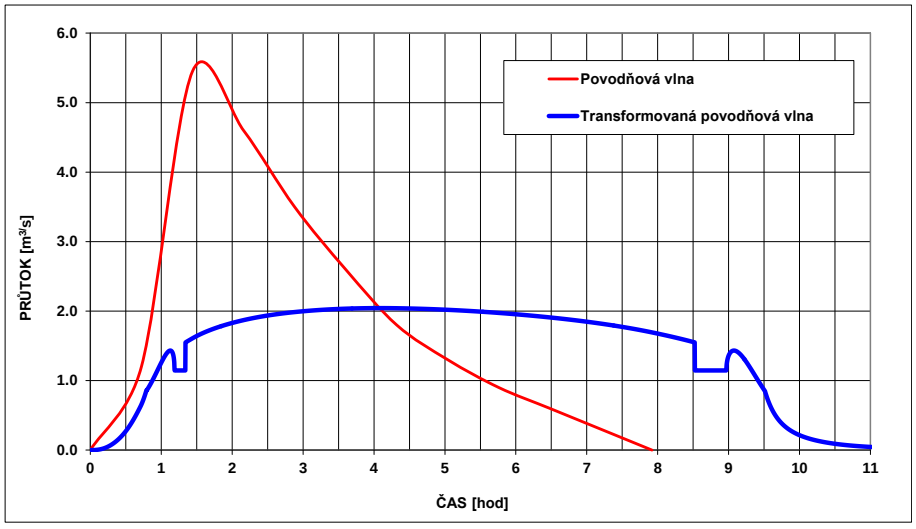
V profilu navrhovaném Pavlicou (1993) a zároveň v lokalitě, kde již proběhlo vytvoření „protipovodňového valu“, se navrhuje navýšení stávající úrovně hráze o cca 1,5 m, tj. na úroveň 228,1. Tato úroveň byla zvolena jednak z důvodu efektivity, jednak z důvodu maximálního využití

morfologických podmínek bez nutnosti chránit silnici na obec Závada dlouhou boční hrází, případně bez nutnosti přeložky silnice. Navrhované projekční parametry jsou uvedeny níže.

Návrhové parametry jsou:

Kóta nejnižšího místa nádrže: 225,6 m n.m.
Kóta spodní hrany bezpečnostního přelivu: 227,5 m n.m.
Kóta maximální možné hladiny: 228,1 m n.m.
Kóta koruny hráze: 228,3 m n.m.
Maximální výška hráze: 2,7 m
Spodní výpusť: kruhové potrubí DN 800
Délka hráze v koruně: 208 m
Šířka hráze v koruně: 3,0 m
Sklony náspu hráze: návodní líc 1 : 3, vzdušný líc 1 : 2
Délka přelivné hrany bezpečnostního přelivu: 5 m
Plocha zátopy v úrovni spodní hrany bezpečnostního přelivu: 2,6 ha
Objem zátopy v úrovni spodní hrany bezpečnostního přelivu: 25 000 m^3
Maximální plocha zátopy: 3,3 ha
Maximální retenční prostor: 43 800 m^3

Suchá nádrž 4 v těchto navrhovaných parametrech transformuje přítok Q_{100} = 5,5 $m^3.s^{-1}$ na odtok 2,0 $m^3.s^{-1}$. Transformační účinek činí 62,5 %. Graficky je transformace zobrazena níže. Doba zpoždění kulminace povodňové vlny činí 2,5 hodiny.



Obr. Transformace povodňové vlny Q_{100} nádrží Suchou nádrží 4.

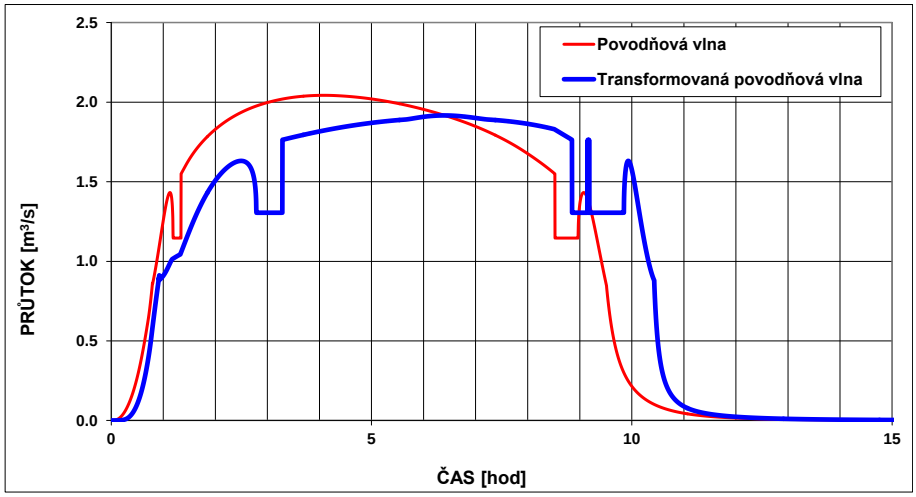
3.5 Rybník Na pile

Z výsledků kapitoly 3 vyplývá, že retenční potenciál rybníka není velký. Zároveň je rybník ve velice nevyhovujícím stavu, kdy největší závadou je porušená hráz. Vzhledem k tomu, že není třeba výrazné retence vody, navrhuje se rekonstrukce rybníka a jeho funkčních objektů ve variantě polosuché nádrže. Navýšení hráze se nedoporučuje také z estetických důvodů. Opatření předpokládá opravu a vyrovnání hráze na kótu 223,50. V době povodní hráz přetéká i plošně se dvěma preferenčními směry. Část průtoku pokračuje do hlavního koryta Doubravky, část jde historickým bezpečnostním přelivem kolem domu č.p. 403 dále do koryta Píšťského potoka. V hrázi se v obou těchto preferenčních místech navrhuje zřízení bezpečnostního přelivu tak, aby část přetékané vody pokračovala stávajícím korytem Doubravky a část korytem za historickým přelivem. Nebude tak docházet ke koncentraci vody v jednom místě, což vedlo jednak k poškozování komunikace, jednak k zatápění budovy pily. Opatření taktéž předpokládá nový sdružený objekt.

Návrhové parametry jsou:

Kóta nejnižšího místa nádrže: 221,8 m n.m.
Hladina stálého nadržení: 222,5 m n.m.
Plocha trvalé zátopy: 0,5 ha
Kóta spodní hrany bezpečnostního přelivu: 223,0 m n.m.
Kóta maximální možné hladiny: 223,3 m n.m.
Kóta koruny hráze: 223,5 m n.m.
Maximální výška hráze: 1,7 m
Spodní výpusť - sdružený objekt: kruhové potrubí DN 800
Délka hráze v koruně: 210 m
Šířka hráze v koruně: 3,0 m
Sklony náspu hráze: zachovány současné
Délka přelivné hrany bezpečnostního přelivu: 2 x 5 m
Plocha zátopy v úrovni spodní hrany bezpečnostního přelivu: 0,9 ha
Objem zátopy v úrovni spodní hrany bezpečnostního přelivu: 6 000 m^3
Maximální plocha zátopy: 1,0 ha
Maximální retenční prostor: 8 500 m^3

Rybník Na pile v navrhované variantě polosuché nádrže výše uvedených parametrů transformuje přítok transformovaný Suchou nádrží 4 Q_{100} = 2,05 $m^3.s^{-1}$ na odtok 1,9 $m^3.s^{-1}$. Transformační účinek činí 6,2 %. Graficky je transformace zobrazena níže. I přes malou retenci dochází k dalšímu zpoždění kulminace asi o 2 hodiny.



Obr. Transformace povodňové vlny Q_{100} rybníkem Na pile.

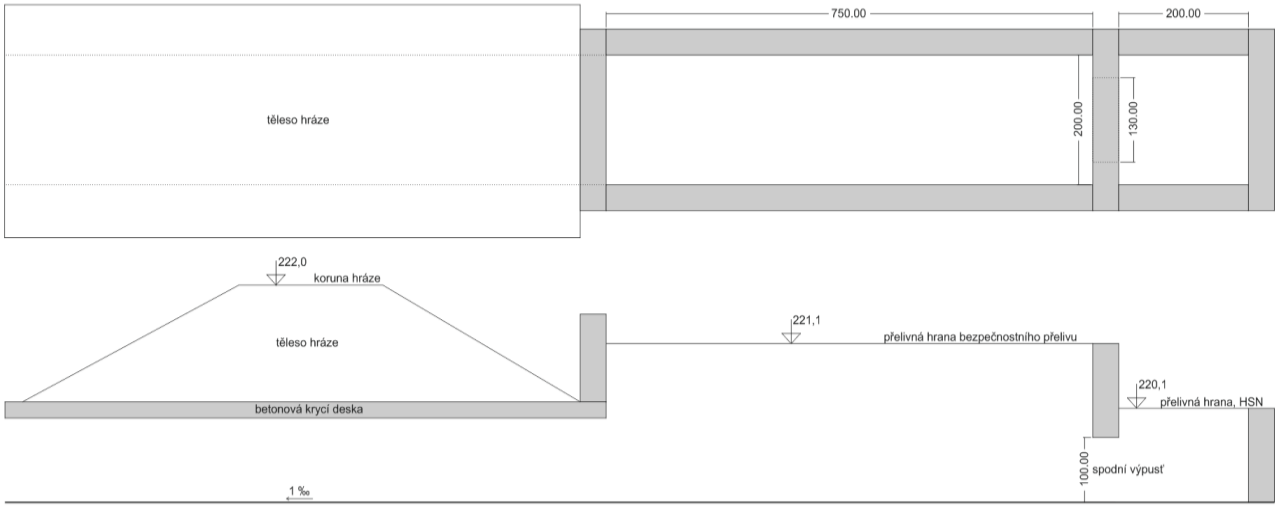
3.6 Retenční rybník Píšť

Retenční rybník sloužil v době regulačních prací k zadržování vody. Jeho projektovaná retenční kapacita 50 000 m^3 znamená poměrně velký potenciál. V současné době je nádrž značně zanesena splaveninami a při snížené hladině stálého nadržení má spíše charakter mokřadu. Základem opatření je odbahnění nádrže a obnovení retenční kapacity. Také se navrhuje snížení hladiny HSN na úroveň 220,1, tj. 1 m pod hranu bezpečnostního přelivu. Tato hladina v podstatě odpovídá stávajícímu stavu. Tím se retenční kapacita ještě zvyšuje. Při odbahnění nádrže se však výrazně zvýší hloubka vody. Využití nádrže ke koupání se nepředpokládá, poněvadž kvalita vody není valná a v obci Píšť se nachází koupaliště. Území má spíše přírodní potenciál. Hráz je v dobrém technickém stavu a její rekonstrukce se nepředpokládá, navrhuje se rekonstrukce sdruženého objektu a osazení větší spodní výpustě pro průběžné odpouštění většího průtoku a pomalejší plnění nádrže. Níže předkládáme návrhové parametry, kdy v maximální míře je respektován současný stav.

Návrhové parametry jsou:

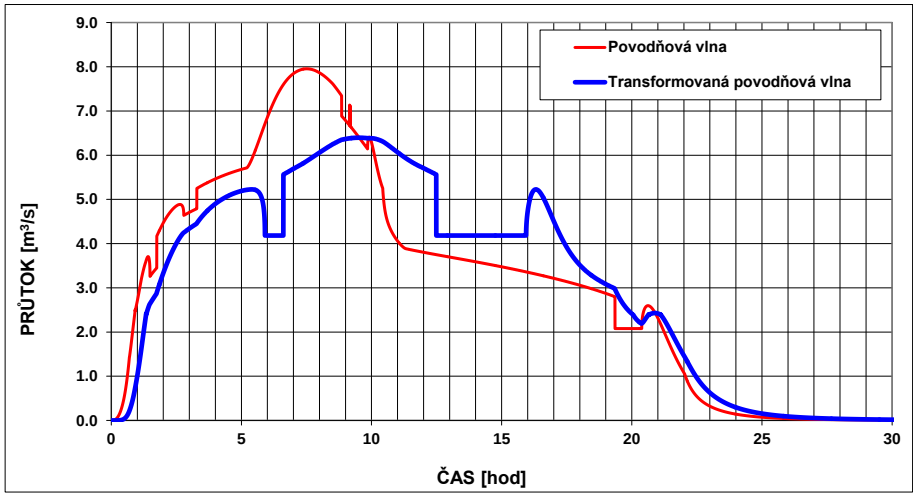
Kóta nejnižšího místa nádrže: 219,4 m n.m.
Hladina stálého nadržení: 220,1 m n.m.
Plocha trvalé zátopy: 0,85 ha
Kóta spodní hrany bezpečnostního přelivu: 221,1 m n.m.
Kóta maximální možné hladiny: 221,8 m n.m.
Kóta koruny hráze: 222,0 m n.m.
Maximální výška hráze: 2,6 m

Spodní výpusť - dvojitý sdružený objekt: průtočný profil 1,3 x 1,0 m (nyní DN 600)
Délka hráze v koruně: 700 m (současný stav)
Šířka hráze v koruně: 5,5 m (současný stav)
Sklony náspu hráze: zachovány současné
Bezpečnostní přeliv: sdružený objekt, délka přelivné hrany 17,5 m (současný stav)
Plocha zátopy v úrovni spodní hrany bezpečnostního přelivu: 3,6 ha
Objem zátopy v úrovni spodní hrany bezpečnostního přelivu: 30 000 m^3
Maximální plocha zátopy: 4,8 ha
Maximální retenční prostor: 65 000 m^3



Obr. Navrhovaná úprava sdruženého objektu Retenčního rybníka Píšť.

Po výše uvedených drobných úpravách může Retenční rybník Píšť transformovat přítok transformovaný všemi navrhovanými opatřeními výše v povodí Q_{100} = 8,0 $m^3.s^{-1}$ na odtok 6,4 $m^3.s^{-1}$. Transformační účinek činí téměř 20 %. Graficky je transformace zobrazena níže. Kulminace je opožděna o další 2 hodiny.



Obr. Transformace povodňové vlny Q_{100} Retenčním rybníkem Píšť.

3.7 Poldr ve Farském lese

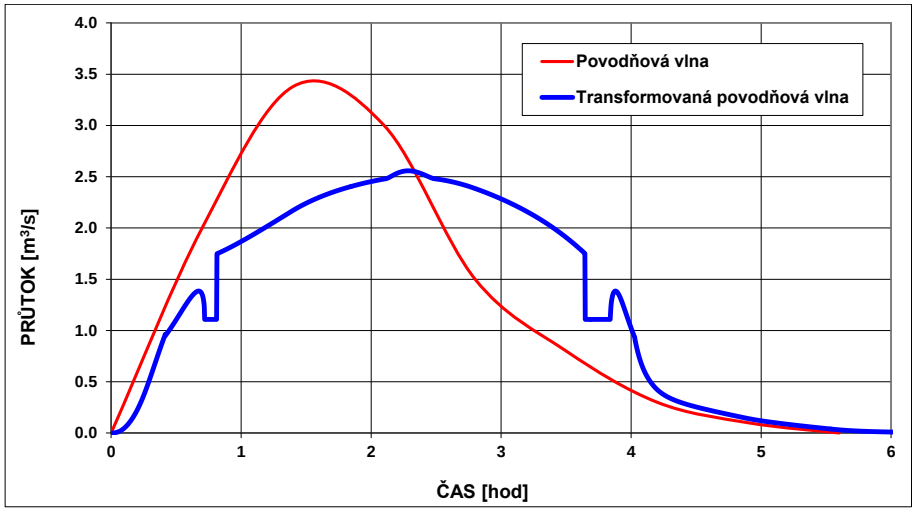
V daném území se nachází zcela zazemněný rybník. Tento rybník (nově uvažovaný jako poldr) byl pracovně označen jako poldr ve Farském lese dle blízké místní trati. Základem opatření je vybudování suché nádrže. To spočívá v úplném odbahnění zátopy a navýšení hráze o cca 1 m oproti současnému stavu. Nadměrná retence v tomto případě není účelná, neboť tento přítok výrazně Píšťský potok předbíhá, což se ještě zvýrazní pozdržením povodně nádržemi plánovanými na Píšťském potoce a Doubravce. Účelem poldru je snížení kulminace případně utlumení povodně z intenzivních přívalových srážek.

Návrhové parametry jsou:

Kóta nejnižšího místa nádrže: 228,0 m n.m.
Kóta spodní hrany bezpečnostního přelivu: 230,2 m n.m.
Kóta maximální možné hladiny: 230,8 m n.m.
Kóta koruny hráze: 231,0 m n.m.
Maximální výška hráze: 3,0 m
Spodní výpusť - sdružený objekt: kruhové potrubí DN 900
Délka hráze v koruně: 42 m
Šířka hráze v koruně: 3,0 m
Sklony náspu hráze: 1:3 návodní líc, 1:2 vzdušný líc
Délka přelivné hrany bezpečnostního přelivu: 5 m
Plocha zátopy v úrovni spodní hrany bezpečnostního přelivu: 0,35 ha
Objem zátopy v úrovni spodní hrany bezpečnostního přelivu: 5 500 m^3
Maximální plocha zátopy: 0,61 ha

Maximální retenční prostor: 8 000 m^3

Při výše uvedených projekčních parametrech je přítok Q_{100} = 3,4 $m^3.s^{-1}$ transformován na odtok 2,6 $m^3.s^{-1}$. Transformační účinek činí téměř 25 %. Graficky je transformace zobrazena níže. Cílem je relativně malé pozdržení kulminace a snížení kulminačního průtoku při zachování celé původní doby povodně (viz obrázek níže). Tento přítok tak výrazně předběhne Píšťský potok.



Obr. Transformace povodňové vlny Q_{100} poldrem ve Farském lese.

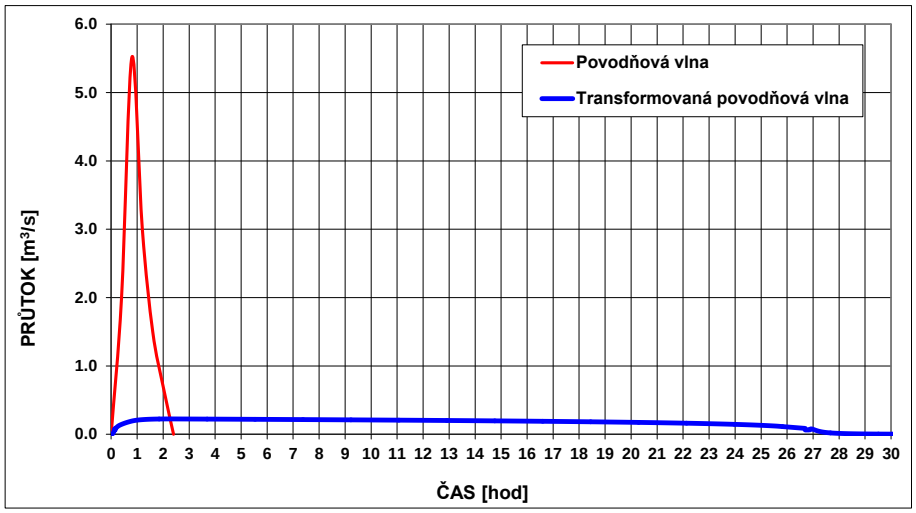
3.8 Retence nad silničním náspem

Základem tohoto opatření je zachování současného stavu území, tj. extenzivní využití zemědělských ploch, kde občasná záplava není na škodu. Alternativně je možno redukovat propustek pod silnicí na DN 600 a posílit tak retenci vody. Při zvýšení retence vody dojde k úplnému využití prostoru nad náspem silnice (cca 4500 m^3). Po zaplnění by voda měla přetékat do koryta potoka tekoucího z místní trati Svinné. Tato skutečnost vyplývá z dat DMR 4G, je účelné ji prověřit nivelací.

Velkou přidanou hodnotou v území by bylo provedení odtrubnění potoka a jeho revitalizace (viz část 6 této studie). V území by tak mohla probíhat "dvoustupňová" retence vody, tj. již od povodní nižší intenzity.

3.9 Suchá nádrž 1 - optimalizace

Suchá nádrž 1 svým objemem 64 000 m^3 vysoce převyšuje stanovený objem stoleté povodňové vlny (30 000 m^3). Z tohoto pohledu lze provést libovolnou transformaci povodňové vlny. Úkolem je najít kompromisní řešení mezi maximální transformací (maximálním využitím velké retence) a relativně rychlým vyprázdněním nádrže pro případ příchodu druhé vlny povodně. Jako optimální řešení vyplynula redukce spodní výpusti na průtok odpovídající průtoku DN 300 (Pavlica 1993 navrhuje DN 315). V důsledku velké transformace dojde k prodloužení povodňové vlny až na 27 hodin. Tato „kulminace“ se tak potká s kulminací na Píšťském potoce, ale zásadně ji nenavýší. Průběh transformace ukazuje obrázek níže. Přítok Q_{100} = 5,52 $m^3.s^{-1}$ je transformován na odtok 0,23 $m^3.s^{-1}$.



Obr. Transformace povodňové vlny Q_{100} Suchou nádrží 1 po optimalizaci.

Před stávající spodní výpusť DN 600 se navrhuje umístnění škrtící desky s otvorem DN 220. Při výpočtu výtoku otvorem vychází stejná průtočnost jako při uvážení redukce potrubí v celé délce na DN 300. Konkrétní podoba opatření může být ilustrována následující fotografií. Součástí opatření je i oprava češlí. Vzhledem k malému výtokovému otvoru se doporučuje ještě přidání horních češlí. Dále se v koruně hráze navrhuje zřízení bezpečnostního přelivu s kapacitou na Q_{100}. Vzhledem k velké délce hráze celkovému dostatku prostoru se navrhuje přeliv široký 20 m s uvažovaným maximálním přepadovým paprskem 0,3 m. Při této malé přepadové výšce se předpokládá nižší namáhání vzdušného líce hráze a zpevnění travním drnem je dostačující. Úplné naplnění poldru je však málo pravděpodobné.

Dále se navrhuje pročištění odtokového koryta v úseku bezprostředně pod hrází tak, aby byl zajištěn plynulý odtok vody. V současné době je výtok z poldru zaplaven (viz fotografie níže). Dále v obci se žádné úpravy nepředpokládají.



Obr. Možná podoba řešení redukce spodní výpusti poldru škrtící deskou (poldr Ostřetín).

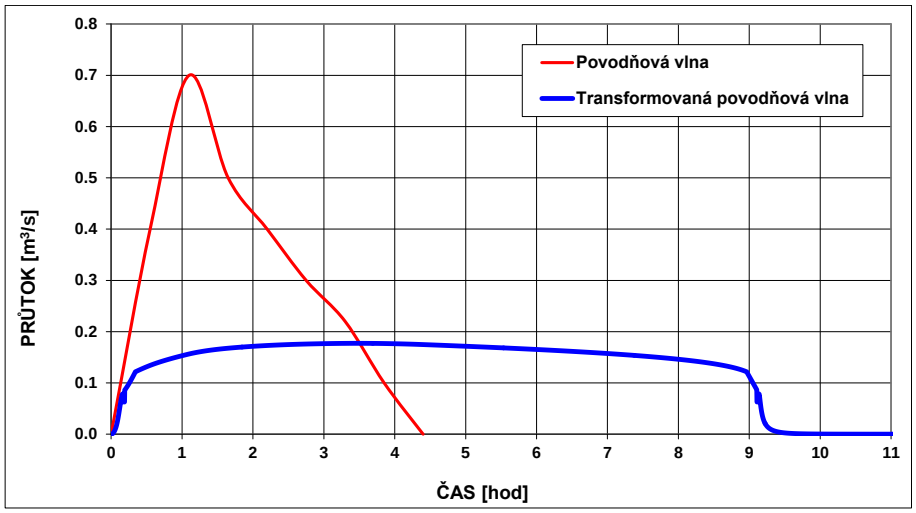


Obr. Výtok z potrubí pod Suchou nádrží 1 - současný stav.

3.10 Suchá nádrž 2 - optimalizace

Suchá nádrž 2 má podobně jako v předchozím případě dostatečný retenční prostor k libovolné transformaci povodně Q_{100}. Za současné situace stanovený Q_{100} = 0,7 $m^3.s^{-1}$ poldr netransformuje v podstatě vůbec. Zásady optimalizace této nádrže zůstávají stejné jako v předchozím případě, tj. redukce spodní výpusti na DN 300 pomocí škrtící desky DN 220 a oprava češlí. Transformovaný odtok nedosahuje ani 0,2 $m^3.s^{-1}$ (viz obrázek níže).

Vzhledem k malému výtokovému otvoru se výrazně zvýšilo riziko ucpání. Z tohoto důvodu bude po realizaci opatření nutné této skutečnosti přizpůsobit management zátopy poldru a celého povodí.



Obr. Transformace povodňové vlny Q_{100} Suchou nádrží 2 po optimalizaci.

4. Návrh protipovodňových opatření v intravilánu Píště

4.1 Úpravy na příčných objektech

Jak je uvedeno v části 2 této studie, opatření spočívá ve zdvižení mostovek současných mostků, které nemají dostatečnou kapacitu, a u kterých je to technicky snadno realizovatelné. V případě zjištění nevyhovujícího technického stavu konstrukce by náklady na rekonstrukci hradil majitel mostku

K úpravám byly vybrány ty objekty, u kterých je jejich úprava relativně jednoduchá. Většinou se jedná o dřevěné lávky, jejichž mostovku lze snadno usadit do větší výšky (položit například na betonové patky a přístup na lávku zajistit schodem, případně více schody). Větší zajištění těchto dřevěných lávek předejde jejich odplavení. Jedná se o úpravy na Q_{50} při současných odtokových poměrech. Při velké pravděpodobnosti rychlé realizace opatření v ploše povodí je varianta buďto lávky neupravovat, případně po jejich úpravě budou kapacitní na více než Q_{100}.

Most č. 5 – dřevěná lávka

Pozvednutí mostovky o 0,6 m výše, tj. nad úroveň Q_{50}.

Most č. 10 – dřevěná lávka

Pozvednutí mostovky o 0,4 m (její položení na břehové hrany), tj. nad úroveň Q_{100}. Toto vyšší zkapacitnění se navrhuje z důvodu snadné technické proveditelnosti.

Most č. 19 – dřevěná lávka

Pozvednutí mostovky o 0,5 m výše, tj. nad úroveň Q_{50}. Dále viz návaznost na opatření navrhovaná v rámci kapitoly 8.

Most č. 20 – poničená dřevěná lávka

Odstranění mostku. Dále viz návaznost na opatření navrhovaná v rámci kapitoly 8.

Most č. 21 – dřevěná lávka

Pozvednutí mostovky o 0,4 m výše, tj. nad úroveň Q_{50}.

Most č. 23 – dřevěná lávka

Pozvednutí mostovky o 0,4 m výše, tj. nad úroveň Q_{50}.

4.2 Přítok z místní trati Obecník

V této části je řešen přítok vody od navrhované Suché nádrže 7. Z fotodokumentace povodní vyplývá, že při povodních je poměrně často poškozován propustek (dvojice trubních propustí)

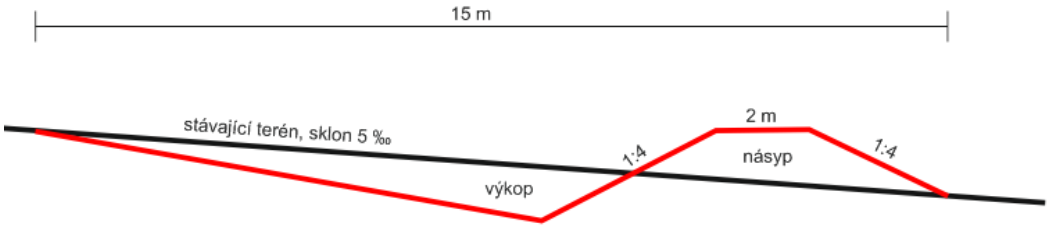
pod ulicí Luční bezprostředně nad ústím do Píšťského potoka. Na tomto místě se v souladu s návrhem Pavlicy (1993) uvažuje zřízení rámové propusti šíře 3 m a výšky 1 m. V úseku nad tímto mostkem by bylo ideálním řešením zkapacitnění koryta na průtok Q_{100} = 3,15 $m^3.s^{-1}$. Vzhledem k přítomnosti dlouhého zatrubnění s kapacitou 1,0 – 1,5 $m^3.s^{-1}$ nacházejícího se nad úsekem otevřeného koryta, je toto opatření v podstatě zbytečné, neboť průtok nad kapacitu zatrubnění pokračuje neřízeně a dosti náhodně směrem do intravilánu. Odtrubnění koryta je však jen málo pravděpodobné. Vzhledem k uvedeným skutečnostem je bezpředmětné řešit také propustek pod cestou k Obecníku. Jak zmiňuje Pavlica (1993), případná rizika vybřežení vody způsobené nedostatečnou kapacitou zatrubnění ponese majitel nemovitosti.

Vzhledem k velmi pravděpodobné neefektivitě výstavby jakékoliv retenční nádrže v povodí se dané povodí navrhuje řešit tzv. měkkými opatřeními. S ohledem ke skutečnosti, že hlavní podíl povrchového odtoku vzniká až na intenzivně zemědělsky obdělávaných pozemcích bezprostředně nad intravilánem, je účelné aplikovat protierozní opatření, která současně snižují výšku přímého odtoku. Konkrétní a detailní návrh je uveden v části 7 této studie. V daném povodí se navrhuje zatravnění celkem 31,0 ha orné půdy. Toto je minimální rozsah potřebný k účinné ochraně zemědělské půdy před erozí dle oficiální metodiky. Je možné, že se zatravnění navrhuje i v místech, kde již zatravnění proběhlo. V evidenci LPIS se však stále jedná o ornou půdu. Na druhou stranu je vhodné, aby tyto plochy v návrhu zůstaly z toho důvodu, aby se zpětně nepřeváděly na ornou půdu.

Po aplikaci zatravnění poklesnou hodnoty kulminačních průtoků o 25 – 35 %. Dle charakteru zástavby není nutno území chránit až na Q_{100}. Při akceptaci ochrany území na Q_{50} je toto opatření v podstatě dostatečné a vzhledem k limitům v území jediné možné. Uvažovaná hodnota Q_{50} po zatravnění je 1,8 $m^3.s^{-1}$.

4.3 Úprava průtoku inundací

V části 2 byly pro území pod místní tratí Svinné nastíněny dvě rovnocenné možnosti řešení. První je zkapacitnění mostku z DN 600 na DN 1200. Současně s tím se navrhuje koncentrační průleh (kombinace deprese a vyvýšeniny, viz obrázek níže) navracející vodu z inundace do koryta.



Obr. Ilustrační řez navrhovaným průlehem.

Druhou variantou je ponechání stávající levobřežní inundace v plném rozsahu a současná optimalizace navracení vody zpět do koryta. V přirozené údolnici se počítá s modelací mělkého průlehu, který povede vodu až k panelové cestě, zde bude vybudován přeliv. Kapacita přelivu je dimenzována na zbylý průtok, jenž nepojme propustek výše a přítok z mezipovodí, tj. na cca 2,4 $m^3.s^{-1}$. Přeliv vychází široký 13 m a hluboký 0,15 m. Nad přelivem se navrhuje vybudování betonového prahu zabraňujícího podtékání přelivu. Břeh pod přelivem se navrhuje zpevnit kamennou rovnaninou.

5. Efektivita navrhovaných opatření

Ve výše uvedených částech je řešen protipovodňový účinek navrhovaných opatření, tedy jejich efekt. V této části jsou pro jednotlivá opatření stanoveny předpokládané realizační náklady. Tyto náklady jsou pak dány do poměru s povodňovými škodami, respektive hodnotou ochráněného majetku. Pokud tento poměr vychází příznivě, pak existuje relevantní argument pro realizaci opaření.

Pro vyhodnocení ekonomické efektivity byla pro projekt protipovodňové ochrany v obci Píšť zpracována analýza povodňových škod a rizik. Ochrana obce byla navržena do úrovně průtoku Q_{100} v Píšťském potoce.

Vyhodnocení efektivity vychází za stanovených záplavových území a navržených opatření PPO popsaných v části 2. Povodňové ohrožení intravilánu. Analýza je rozdělena do dvou základních částí: stanovení potenciálních povodňových škod a odhadu rizika.

Stanovení povodňových škod bylo zpracováno na základě místního šetření. Metoda zpracování vychází z především z materiálů *Metodika tvorby map povodňového nebezpečí a povodňových rizik* (VÚV, 2011) a *Metody hodnocení potenciálních povodňových škod a jejich aplikace pomocí prostředků GIS* (Horský, 2008).

Míra rizika udává průměrnou roční škodu, která je stanovena z výše škod pro stanovená záplavová území a z pravděpodobnosti jejich výskytu. Dále je vypočteno kapitalizované riziko metodou věčné renty.

Výsledky analýzy byly použity pro závěrečné vyhodnocení efektivity navržených PPO pomocí ekonomických ukazatelů efektivity: poměrovým a absolutním ukazatelem efektivnosti a doby návratnosti.

5.1 Náklady opatření

Pro jednotlivá opatření byla stanovena realizační cena (viz tabulka níže). Při výpočtu se vycházelo zejména z nákladů obvyklých opatření stanovených pro Operační program Životní prostředí (OP ŽP). Náklady obvyklých opatření představují obvyklou finanční částku a v rámci Operačního programu zároveň maximální dotovatelnou částku, za kterou je možno realizovat určitý typ opatření. Neřeší finanční efektivnost jednotlivých položek v rozpočtu projektu, ale efektivnost opatření jako celku. Náklady jsou vyjádřeny cenami, které zahrnují všechny běžné činnosti a materiály, které jsou v rámci daného typu opatření obvykle realizovány. Pokud nebylo možno dané opatření nacenit dle nákladů obvyklých opatření, byly použity agregované ceny položek dle ceníku ÚRS Praha. Typicky se jedná o drobná opatření typu rekonstrukce jednoho objektu, zámečnické výrobky či zemí práce. Ceny jsou stanoveny bez DPH. V nákladech není zahrnuta

cena průzkumných prací (například inženýrsko-geologický průzkum, geodetické zaměření), projekčních prací, náklady na případné výkupy pozemků či kompenzace újmy.

Tab. Předpokládané realizační náklady jednotlivých opatření.

Opatření	MJ	Cena MJ (Kč,- bez DPH)	Počet MJ	Celková cena (Kč,- bez DPH)	Poznámka k hlavním položkám
Nádrž nad Bělským mlýnem	m^3	100	207 000	20 700 000	Paušál za 1 m^3 zadržené vody
Provozní bezpečnost rybníka Bělský mlýn	celek	140 000	1	140 000	Přeliv (vyklínovaný kámen) 30 m^2, opěrné zdi 15 m^3, zámečnické výrobky
Zachování a podpora retence vody pod Bílým mlýnem	celek	0	1	0	
Suchá nádrž 4	m^3	200	43 800	8 760 000	Paušál za 1 m^3 zadržené vody
Rybník Na pile	m^3	350	8 500	2 975 000	Paušál za 1 m^3 zadržené vody
Retenční rybník Píšť	m^3	250	65 000	16 250 000	Paušál za 1 m^3 zadržené vody
Rybník ve Farském lese	m^3	350	8 000	2 800 000	Paušál za 1 m^3 zadržené vody
Využití silničního náspu	m^3	0	1	0	
Suchá nádrž 1 - optimalizace	celek	50 000	1	50 000	Zámečnické výrobky
Suchá nádrž 2 - optimalizace	celek	50 000	1	50 000	Zámečnické výrobky
Úpravy na příčných objektech	most	15 000	6	90 000	Betonové patky
Přítok z místní trati Obecník	celek	500 000	1	500 000	Rámová propust, 41,5 ha zatravnění
Úprava průtoku inundací - varianta rekonstrukce mostku a koncentračního průlehu	celek	250 000	1	250 000	Propustek, 60 m^3 zemní práce, osetí
Úprava průtoku inundací - varianta terénní úpravy a přelivu	celek	150 000	1	150 000	Přeliv 50 m^2, 150 m^3 zemní práce, práh, kamenná rovnanina, osetí
Celkem				**52 565 000**	

5.2 Stanovení potenciálních škod podle kategorií majetku

V obecném pojetí vyjadřují škody rozsah poškození nebo zničení majetku, smrtelného úrazu, zranění apod. Vztahují se na majetek movitý i nemovitý a lze je rozčlenit na přímé a nepřímé. Přímé potenciální povodňové škody se určují na základě následující kategorie objektů, resp. aktivit:

- bytový fond a vybavenost bytů, rodinných domů i dalších obytných domů,
- občanské vybavení (školy, zdravotnická zařízení, obchody, kulturní stánky, historické památky, sportoviště aj.),
- dopravní infrastruktura (silnice, železnice, nádraží, mosty, propustky, parkoviště, vodní cesty, dopravní prostředky),
- systémy inženýrských sítí,
- vodní hospodářství (vodní toky, vodní díla, vodárenské systémy, čistírny odpadních vod, kanalizace),
- zemědělství (objekty, pěstování rostlin, chov hospodářských zvířat),
- lesní hospodářství,
- průmysl, energetika, služby a těžba surovin.

Škody týkající se různých složek životního prostředí a škody nepřímé, nehmotné či různé ztráty hospodářského rázu se obvykle pro velkou subjektivitu posuzují odděleně. Pro účely této studie bylo hodnocení, vzhledem k charakteru zaplavovaného území, použito pouze přímé hodnocení.

Pro hodnocení materiální povodňové škody se využívají křivky poškození, tzv. ztrátové křivky (Horský, 2008; Satrapa, 1999), které byly zjištěny z detailního rozboru působení záplavy na jednotlivé kategorie objektů a dílčí části jejich konstrukcí. Každá ztrátová křivka je dána v určitém intervalu hodnot potenciálního poškození pomocí horní a dolní meze. Výsledná škoda se pohybuje uvnitř daného intervalu a představuje náklady na uvedení stavby do původního provozuschopného stavu.

Objekty pro stanovení potenciálních škod jsou určeny na základě průniku vybraných vrstev geodatabáze ZABAGED a rozlivu pro jednotlivé doby opakování Q_N.

Níže uvádíme základní vztah pro vyčíslení potenciálních povodňových škod:

$$\mathbf{D_{ik} = A_{ik} \,.\, Ci_k \,.\, L_{ik}\ [Kč]}$$

kde: *i* – index objektu v dané kategorii objektů,

k – index jednotlivých hodnocených kategorií (viz níže jednotlivé kategorie),

A – 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/m^2], nebo [Kč/m^3],

L – hodnota škody [%] pro jednotlivé kategorie vyjádřená v závislosti na zaplavení či hloubce zaplavení,

D – hodnota vyčíslené škody daného objektu i kategorie [Kč].

Škody na objektech se sčítají pro jednotlivé kategorie dle vztahu:

$$D_k = \sum_i D_{ik}$$

a celková škoda v hodnoceném území se sčítá přes jednotlivé kategorie pro dané QN:

$$D_N = \sum_k D_k$$

5.3.1 Škody na stavebních objektech

Při určování škody na stavebních objektech je rozhodujícím ukazatelem hloubka zaplavení, od které se odvíjí míra poškození daného objektu. Kromě základních hydraulických dat (hloubky a rychlosti vody v záplavovém území) se pro stanovení potenciálních škod zjišťují následující podklady:

Cenové ukazatele ve stavebnictví – aktuální cenové ukazatele ve stavebnictví zpracovávané ÚRS Praha podle kategorií JKSO (Jednotné klasifikace stavebních objektů). (České stavební standardy, 2010).

Registr sčítacích obvodů (RSO, poskytovatel Český statistický úřad)

Administrativní registr ekonomických subjektů (ARES, poskytovatel Český statistický úřad), (http://www.czso.cz/csu/redakce.nsf/i/registr_ekonomickych_subjektu).

ÚPD měst a obcí – Územně plánovací dokumentace měst a obcí (digitální nebo digitalizovaná verze). Evidence zpracovaných ÚPD je provozována na internetových stránkách Ústavu územního rozvoje (http://www.uur.cz/iLAS/iLAS.asp).

$$DSO = A \,.\, L_1(h) \,.\, C_1$$

kde:

DSO škoda na budově [Kč]

A půdorysná plocha polygonu budovy [m^2]

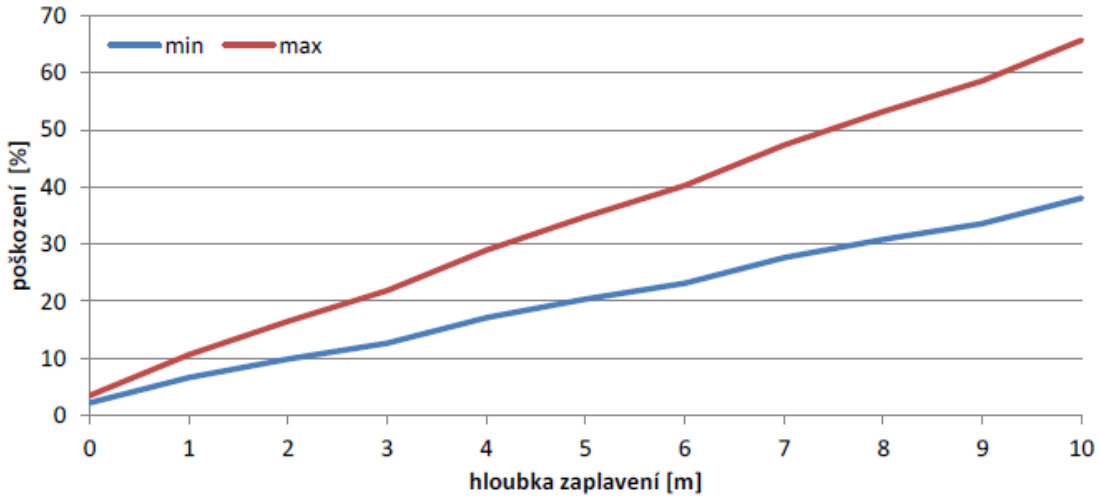
L1(h) poškození stanovené z KP pro danou hloubku záplavy kolem budovy

C1 jednotková cena jednoho standardního podlaží budovy [Kč/m^2]

Nenulové poškození při nulové hloubce (viz obr. níže) vyjadřuje škodu na podsklepených částech budov.

Poškození [%]	Hloubka zaplavení [m]										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
L_{min}	2,23	6,69	9,93	12,69	17,15	20,38	23,15	27,61	30,84	33,61	38,07
L_{max}	3,55	10,64	16,50	21,89	28,98	34,84	40,23	47,32	53,18	58,57	65,66

Obr. Procentuální vyjádření minimálního a maximálního poškození (L) na budovách v závislosti na hloubce zaplavení (Horský, 2008)



Obr. Křivka poškození vyjadřující minimální a maximální míru poškození budov v závislosti na hloubce zaplavení (Horský, 2008). Křivka vyjadřuje z důvodu zjednodušení výpočtu poškození vztažené na cenu m^2 jednoho podlaží, tedy zaplavením dalších podlaží se jednotková cena nenavyšuje, jen se zvyšuje procentuální poškození, tak jak je objekt postupně zaplavován.

Cenové ukazatele pro jednotlivé kategorie budov jsou ceny za metr krychlový obestavěného prostoru (České stavební standardy, 2010), které poskytuje JKSO (Jednotná klasifikace stavebních objektů). Vzhledem k charakteru objektů v zaplavovaném území byly posuzovány kategorie JKSO 803 – Budovy pro bydlení a 812 – Budovy pro výrobu a služby. Výška jednoho podlaží byla jednotně uvažována jako 3 m, proto je možné převést výslednou pořizovací cenu na jednotku plochy.

Z tabulky uvedené na následujících stránkách vyplývá, že k největším škodám na stavebních objektech dochází při průtoku Q_{100}, kdy byla spočítána celková střední škoda na **38 805 538 Kč** Při průtoku Q_{20} činí škody **5 592 673 Kč** a při Q_{50} **12 067 584 Kč**.

Tab. Výpočet škody na stavebních objektech před realizací PPO.

Označení nemovitosti	Půdorysná plocha (m^2)	Pořizovací cena při výšce podlaží 3 m [Kč/m^2]	Hloubka záplavy Q_{20} (m)	Škoda DSO_{20}min	Škoda DSO_{20}max	Hloubka záplavy Q_{50} (m)	Škoda DSO_{100}min	Škoda DSO_{100}max	Hloubka záplavy Q_{100} (m)	Škoda DSO_{100}min	Škoda DSO_{100}max
č.p. 105	114	15162		46613	692928	0,15	55710	708845	0,50	76937	745985
č.p. 114	288	15162							0,20	148335	1803353
č.p. 119	243	15162							0,20	125297	1523279
č.p. 120	131	15162	0,15	63770	811400	0,40	81126	841766	0,75	105423	884280
č.p. 121	155	15162							0,30	87907	983094
č.p. 122	105	15162							0,20	54064	657270
č.p. 123	256	15162				0,15	124786	1587761	0,50	172333	1670952
č.p. 129	196	15162							1,00	184488	1374351
č.p. 130	150	15162							0,25	81385	947840
č.p. 156	145	15162							0,20	74384	904305
č.p. 157	179	15162							0,20	92067	1119289
č.p. 158	259	15162							0,30	147046	1644464
č.p. 159	119	15162							0,15	58217	740745
č.p. 160	82	15162	0,05	35507	499381	0,15	39844	506970	0,40	50688	525944
č.p. 161	136	15162				0,10	62854	839447	0,25	73708	858439
č.p. 165	116	15162				0,05	50275	707095	0,15	56417	717841
č.p. 166	146	15162							0,60	106417	970040
č.p. 167	155	15162							0,30	88279	987254
č.p. 168	178	15162							0,25	96256	1121039
č.p. 169	98	15162	0,05	42561	598597	0,25	52960	616791	0,40	60759	630437

Označení nemovitosti	Půdorysná plocha (m^2)	Pořizovací cena při výšce podlaží 3 m [Kč/m^2]	Hloubka záplavy Q_{20} (m)	Škoda DSO_{20}min	Škoda DSO_{20}max	Hloubka záplavy Q_{50} (m)	Škoda DSO_{100}min	Škoda DSO_{100}max	Hloubka záplavy Q_{100} (m)	Škoda DSO_{100}min	Škoda DSO_{100}max
č.p. 170	118	15162				0,05	51180	719821	0,25	63685	741700
č.p. 171	87	15162							0,05	37830	532064
č.p. 176	97	15162							0,10	44566	595199
č.p. 180	109	15162							0,10	50317	672006
č.p. 182	176	15162							0,50	118457	1148571
č.p. 184	139	15162							0,40	86290	895358
č.p. 187	130	15162							0,15	63243	804696
č.p. 188	136	15162							0,80	113721	929820
č.p. 189	149	15162							0,45	96429	966421
č.p. 190	173	15162							0,20	89174	1084112
č.p. 199	233	15162	0,30	132067	1476953	0,30	132067	1476953	0,35	138246	1487765
č.p. 200	319	15162				0,05	138720	1951024	0,60	231925	2114104
č.p. 236	130	15162							0,35	77174	830526
č.p. 313	155	15162	0,25	84067	979077	0,45	100573	1007958	0,65	117080	1036840
č.p. 350	92	15162							0,05	39808	559880
č.p. 385	139	15162	0,10	64158	856867	0,30	78931	882715	0,50	93704	908564
č.p. 386	184	15162							0,15	89908	1143976
č.p. 393	93	15162							0,20	47727	580231
č.p. 396	97	15162							0,10	44753	597704
č.p. 415	159	15162				0,20	81739	993729	0,45	102837	1030643
č.p. 417	81	15162							0,35	48216	518890
č.p. 418	160	15162							0,40	99275	1030087

Označení nemovitosti	Půdorysná plocha (m^2)	Pořizovací cena při výšce podlaží 3 m [Kč/m^2]	Hloubka záplavy Q_{20} (m)	Škoda DSO_{20}min	Škoda DSO_{20}max	Hloubka záplavy Q_{50} (m)	Škoda DSO_{100}min	Škoda DSO_{100}max	Hloubka záplavy Q_{100} (m)	Škoda DSO_{100}min	Škoda DSO_{100}max
č.p. 423	124	15162							0,40	77223	801273
č.p. 429	115	15162							0,25	62503	727932
č.p. 445	107	15162				0,30	60929	681389	0,70	83736	721294
č.p. 449	152	15162							0,45	98254	984715
č.p. 455	98	15162				0,20	50417	612936	0,40	60827	631151
č.p. 471	120	15162							0,45	77944	781162
č.p. 472	129	15162							0,30	73347	820271
č.p. 473	131	15162							0,10	60306	805416
č.p. 489	126	15162							0,15	61377	780952
č.p. 496	138	15162							0,05	60077	844946
č.p. 526	301	15162	0,05	131030	1842859	0,15	147036	1870866	0,20	155040	1884870
č.p. 533	131	15162	0,15	63778	811503	0,25	70721	823652	0,40	81136	841874
č.p. 534	112	15162	0,15	54478	693167	0,25	60408	703544	0,50	75235	729486
č.p. 535	146	15162							0,25	79160	921928
č.p. 537	142	15162				0,05	61622	866677	0,25	76677	893019
č.p. 538	180	15162				0,70	140703	1212006	0,90	159865	1245534
č.p. 539	206	15162							0,35	122188	1314948
č.p. 548	144	15162							0,05	62741	882413
č.p. 549	153	15162							0,05	66356	933260
č.p. 569	158	15162				0,10	72828	972654	0,35	93789	1009331
č.p. 586	115	15162							0,05	49952	702548
č.p. 592	131	15162							0,55	91869	863091

Označení nemovitosti	Půdorysná plocha (m^2)	Pořizovací cena při výšce podlaží 3 m [Kč/m^2]	Hloubka záplavy Q_{20} (m)	Škoda DSO_{20}min	Škoda DSO_{20}max	Hloubka záplavy Q_{50} (m)	Škoda DSO_{100}min	Škoda DSO_{100}max	Hloubka záplavy Q_{100} (m)	Škoda DSO_{100}min	Škoda DSO_{100}max
č.p. 616	117	15162	0,15	56867	723562	0,25	63057	734394	0,50	78534	761473
p.č. 236/2	96	8259							0,05	22658	318673
p.č. 303/5	55	8259							0,25	16116	187694
p.č. 303/6	52	8259							0,25	15373	179042
p.č. 305/6	27	8259							0,25	7947	92559
p.č. 305/8	117	8259							0,25	34485	401633
p.č. 306/4	89	8259							0,30	27451	306995
p.č. 306/6	33	8259							0,30	10272	114876
p.č. 307/2	37	8259							0,35	12063	129823
p.č. 315	106	8259							0,70	45248	389764
p.č. 319/2	36	8259							0,20	9977	121289
p.č. 320	60	8259							0,15	15902	202340
p.č. 334/1	60	8259		13359	198585	0,05	14228	200106	0,35	19442	209229
p.č. 339/3	33	8259							0,15	8799	111959
p.č. 371/1	111	8259							0,15	29491	375239
p.č. 371/2	69	8259							0,05	16250	228544
p.č. 375	16	8259	0,20	4588	55773	0,40	5535	57430	0,50	6009	58259
p.č. 379/3	28	8259				0,15	7536	95887	0,60	11228	102346
p.č. 869/3	94	8259							0,30	29008	324406
p.č. 874	128	8259							0,80	58194	475808
p.č. 878	33	8259							0,30	10244	114566
p.č. 879	86	8259							0,45	30295	303623

Označení nemovitosti	Půdorysná plocha (m^2)	Pořizovací cena při výšce podlaží 3 m [Kč/m^2]	Hloubka záplavy Q_{20} (m)	Škoda DSO_{20}min	Škoda DSO_{20}max	Hloubka záplavy Q_{50} (m)	Škoda DSO_{100}min	Škoda DSO_{100}max	Hloubka záplavy Q_{100} (m)	Škoda DSO_{100}min	Škoda DSO_{100}max
p.č. 883	93	8259							0,35	29988	322724
p.č. 884/1	133	8259							0,30	41111	459757
p.č. 892	79	8259							0,70	33413	287813
p.č. 897/1	158	8259							0,35	51067	549569
p.č. 899	40	8259							0,40	13522	140303
p.č. 900	134	8259							0,40	45453	471627
p.č. 903/5	45	8259							0,30	13814	154485
p.č. 904/5	72	8259							0,20	20213	245741
p.č. 907/4	30	8259							0,35	9776	105201
p.č. 908/1	20	8259							0,05	4840	68071
p.č. 909/3	89	8259							0,20	25086	304982
p.č. 918	81	8259							0,10	20447	273075
p.č. 946/3	66	8259							0,65	27296	241733
p.č. 946/4	42	8259	0,10	10578	141275	0,50	15449	149799	0,70	17885	154060
p.č. 964	87	8259				0,05	20697	291093	0,20	24490	297729
p.č. 969	50	8259				0,10	12534	167393	0,30	15420	172443
p.č.911	36	8259							0,35	11705	125965

Tab. Střední hodnoty potenciálních škod pro dané průtoky.

	DSO_{20}min	DSO_{20}max	DSO_{50}min	DSO_{50}max	DSO_{100}min	DSO_{100}max
	803419	10381927	1854466	22280702	6584883	71026193
Střední hodnota	**5592673**		**12067584**		**38805538**	

5.3.2 Škody na pozemních komunikacích

Potenciální škody na pozemních komunikacích jsou odvozeny z ceníků JKSO (České stavební standardy, 2010), konkrétně z tabulek 822 – Komunikace pozemní a letiště.

Škody jsou počítány dle vztahu:

$$D_{Si} = A \,.\, ZK_1$$

kde:

A zaplavená plocha komunikací [m^2] – u liniových objektů přepočtená přes náhradní šířky

ZK_1 jednotková škoda [Kč/m^2] – minimální a maximální.

V obci Píšť se nachází silnice II. a III. třídy a dále ostatní pozemní komunikace (ulice). Plocha záplavy při daných průtocích Q_{20}, Q_{50} a Q_{100} se netýká silnice III. třídy. Potenciální škody byly tedy vyčísleny pro silnice II. třídy a ulice, a to při Q_{20} na **90 661 Kč**, při Q_{50} na **162 308 Kč** a při Q_{100} na **273 603 Kč** (viz následující tabulky).

Tab. Škody na pozemních komunikacích při záplavách Q_{20}, Q_{50} a Q_{100}.

Komunikace	Povodeň Q_{20}									
	Délka (m)	Šířka (m)	Plocha (m^2)	Jednotková cena	Poškození (%)		Jednotková škoda (Kč/m^2)		Škoda celkem (Kč/m^2)	
					min	max	min	max	min	max
Ulice	329	7	2303	1274	2,06	4,12	26	52	60441	120882
							Střední hodnota		**90661**	

Komunikace	Povodeň Q_{50}									
	Délka (m)	Šířka (m)	Plocha (m^2)	Jednotková cena	Poškození (%)		Jednotková škoda (Kč/m^2)		Škoda celkem (Kč/m^2)	
					min	max	min	max	min	max
Ulice	589	7	4123	1274	2,06	4,12	26	52	108206	216411
							Střední hodnota		**162308**	

Komunikace	Povodeň Q_{100}									
	Délka (m)	Šířka (m)	Plocha (m^2)	Jednotková cena	Poškození (%)		Jednotková škoda (Kč/m^2)		Škoda celkem (Kč/m^2)	
					min	max	min	max	min	max
Silnice II. třídy	52	6	312	2226	2,06	4,12	46	92	14307	28614
Ulice	915	7	6405	1274	2,06	4,12	26	52	168095	336191
							Celkem		182402	364805
							Střední hodnota		**273603**	

5.3.3 Škody na mostech

Škody na mostech závisí na ploše mostovky a na úrovni jejího zaplavení. Ceny pro odvození škod vychází z ceníků JSKO, v případě mostů z tabulky 821 – Mosty.

Rozlišují se tři úrovně zaplavení mostovky: pod mostovku - malá poškození; po úroveň mostovky - hrozí již poškození statiky mostu; nad mostovku - rozsáhlá poškození, často nutnost kompletní obnovy. Dále je při výpočtu zohledňován podélný sklon dna vodního toku, který charakterizuje dynamický účinek proudící vody v místě mostu. Definuje ho tzv. redukční koeficient *rk*, uvedený níže v tabulce.

Tab. Hodnoty redukčního koeficientu.

Podélný sklon dna vodního toku [‰]	Redukční koeficient *rk* [-]
0 - 1	0,85
1 - 2	0,90
2 - 6	1,00
> 6	1,15

Vztah pro výpočet škod:

$$D_{Mo} = A \cdot Z_{Mi} \cdot rk$$

kde:

A plocha mostovky [m^2] – viz tab. 5.16

Z_{Mi} jednotkové škody [Kč/m^2] – minimální a maximální

rk redukční koeficient dle podélného sklonu dna vodního toku

Ke škodám na mostech dochází v obci Píšť na mostě na ulici Mlýnská při průtoku Q_{100} ve výši **495 636 Kč** viz tabulka.

Tab. Škody na mostech.

	Povodeň Q_{100}									
Mosty	**Plocha mostovky (m^2)**	**rk**	**Zaplavení mostovky**	**Cena dle JKSO**	**Poškození (%)**		**Jednotková škoda (Kč/m^2)**		**Škoda (Kč)**	
					min	**max**	**min**	**max**	**min**	**max**
ulice Mlýnská	57	1	po	58019	10	20	5802	11604	330424	660848
							Střední hodnota		**495636**	

5.3.4 Škody na sportovních plochách

V obci Píšť se v záplavové oblasti nachází fotbalové hřiště, koupaliště a multifunkční hřiště. Pro stanovení škod na těchto sportovních plochách se vychází z pořizovacích cen jednotlivých typů povrchů dle JKSO a z jejich možného poškození.

Vztah pro výpočet škod:

$$D_{SP} = A_{SP} \cdot Z_{SP}$$

kde:

A_{SP} zaplavená plocha sportovních ploch [m^2],

Z_{SP} jednotková škoda sportovních ploch [Kč/m^2].

Škody byly vyčísleny na **1 613 001 Kč** při průtoku Q_{20}, na **1 895 148 Kč** při průtoku Q_{50} a na **2 007 892 Kč** při průtoku Q_{100}.

Tab. Zasažené sportovní plochy při záplavách Q_{20}, Q_{50} a Q_{100}

	Povodeň Q_{20}								
Druh povrchu	**Zaplavená plocha (m^2)**	**Jednotková cena (Kč/m^2)**	**Zdroj (JKSO)**	**Poškození (%)**		**Jednotková škoda ZHi (Kč/m^2)**		**Škoda (Kč)**	
				min	**max**	**min**	**max**	**min**	**max**
tráva	2605	543	823.3.1	20,0	30,0	109	163	283945	424615
beton	2201	12341	823.3.4	0,6	1,2	74	148	162874	325748
ostatní	1805	1124	823.3.9	40,0	60,0	450	674	812250	1216570
						Celkem		1259069	1966933
						Střední hodnota		**1613001**	

	povodeň Q_{50}								
Druh povrchu	**Zaplavená plocha (m^2)**	**Jednotková cena (Kč/m^2)**	**Zdroj (JKSO)**	**Poškození (%)**		**Jednotková škoda ZHi (Kč/m^2)**		**Škoda (Kč)**	
				min	**max**	**min**	**max**	**min**	**max**
tráva	4336	543	823.3.1	20,0	30,0	109	163	472624	706768
beton	2622	12341	823.3.4	0,6	1,2	74	148	194028	388056
ostatní	1805	1124	823.3.9	40,0	60,0	450	674	812250	1216570
						Celkem		1478902	2311394
						Střední hodnota		**1895148**	

	Povodeň Q_{100}								
Druh povrchu	**Zaplavená plocha (m^2)**	**Jednotková cena (Kč/m^2)**	**Zdroj (JKSO)**	**Poškození (%)**		**Jednotková škoda ZHi (Kč/m^2)**		**Škoda (Kč)**	
				min	**max**	**min**	**max**	**min**	**max**
tráva	5165	543	823.3.1	20,0	30,0	109	163	562985	841895
beton	2622	12341	823.3.4	0,6	1,2	74	148	194028	388056
ostatní	1805	1124	823.3.9	40,0	60,0	450	674	812250	1216570
						Celkem		1569263	2446521
						Střední hodnota		**2007892**	

5.3 Celková škoda

V následující tabulce jsou uvedeny potenciální povodňové škody vypočítané pro jednotlivé průtoky. Vypočtené hodnoty slouží jako podklad pro stanovení rizika a následné hodnocení efektivity PPO.

Tab. Potenciální povodňové škody pro jednotlivé průtoky.

Škoda na	**Q_{20}**	**Q_{50}**	**Q_{100}**
stavebních objektech	5592673	12067584	38805538
komunikacích	90661	162308	273603
mostech	0	0	495636
sportovních plochách	1613001	1895148	2007892
Celkem	**7296335**	**14125041**	**41582670**

5.4 Odhad rizika na základě potenciálních povodňových škod

Na základě výše potenciálních povodňových škod lze stanovit míru rizika, která udává průměrné roční finanční náklady potřebné na odstranění povodňových škod. Vypočítá se dle vztahu:

$$R = \sum[-\frac{1}{b}\,[Da + A(1 + lnb - lna)] + \frac{1}{a}\,(Da + A)]$$

$$A = (Db - Da)/(lnb - lna)$$

kde: **a** - spodní doba návratu,

b - horní doba návratu,

Da - škoda odpovídající době návratu a,

Db - škoda odpovídající době návratu b.

Tab. Výše škod Q_N pro výpočet rizika před realizací PPO.

Říční odtok	počet let (N)	škoda D (Kč)
Q_{10}	10	0
Q_{20}	20	7296335
Q_{50}	50	14125041
Q_{100}	100	41582670
Q_{1000}	1000	41582670
Q_{10000}	10000	41582670

Tab. Výpočet míry rizika před realizací PPO.

Da	Db	a	b	lna	lnb	A	R (Kč/rok)
0	7296335	5	20	1,61	3,00	5263193	424662
7296335	14125041	20	50	3,00	3,91	7452554	305893
14125041	41582670	50	100	3,91	4,61	39612985	262804
41582670	41582670	100	1000	4,61	6,91	0	374244
41582670	41582670	1000	10000	6,91	9,21	0	37424
							1405027

Na základě dat z předcházejících tabulek byly zvoleny intervaly pro výpočet rizika před realizací PPO. Písmeno *a* představuje dobu opakování povodně, při které začínají vznikat škody a písmeno *b* pak dobu opakování povodní, kdy je N rovno minimálně 1000. Při volbě N = 10 000 je již pravděpodobnost výskytu minimální a na celkovou výši rizika tak téměř nemá vliv. Předpokládá se, že hodnota škody při N větší než 100 je stále stejná nebo vyšší, proto je pro povodně s vyšší dobou opakování použita hodnota škody při Q_{100}. Jako průtok, při kterém začínají vznikat škody, byl určen Q_5. Výše škody pro tento průtok je tedy 0 Kč.

Celková výše rizika je pak sumou hodnot spočítaných pro jednotlivé intervaly:

$$R = \sum_{i=1}^{3} R_i \qquad [\text{Kč/rok}]$$

Hodnota rizika před realizací PPO byla vypočtena na **1 052 504 Kč**.

Pro stanovení výše rizika po realizaci protipovodňové ochrany byl použit stejný postup. Mezním průtokem, kdy začíná docházet ke škodám, je určen průtok Q_{50}.

Tab. Výše škod Q_N pro výpočet rizika po realizaci PPO.

Říční odtok	Počet let (N)	Škoda D (Kč)
Q_{50}	50	0
Q_{100}	100	0
Q_{1000}	1000	41582670
Q_{10000}	10000	41582670

Tab. Výpočet míry rizika po realizaci PPO.

Da	Db	a	b	lna	lnb	A	R (Kč/rok)
0	0	50	100	4	5	0	0
0	41582670	100	1000	5	7	18059124	120949
41582670	41582670	1000	10000	7	9	0	37424
							158374

Celková výše rizika po realizaci PPO činí 267 509 Kč.

5.5 Vyhodnocení ekonomické efektivnosti PPO

Určení ekonomické efektivnosti vychází z porovnání nákladů a kapitalizované hodnoty rizika před a po realizaci PPO. Užitek PPO je dán redukcí současné hodnoty rizika vlivem realizace PPO, což ve výpočtu představuje rozdíl kapitalizovaného rizika před a po realizaci PPO. K následnému vyhodnocení efektivnosti je využito standardních ukazatelů nákladů a užitků: poměrovým a absolutním ukazatelem efektivnosti a doby návratnosti.

Náklady byly stanoveny na 46 000 000 Kč. Tato částka zahrnuje tři nejdůležitější protipovodňové prvky, tj. nádrž nad Bělským mlýnem, Suchou nádrž 4 a rekonstrukci Retenčního rybníka Píšť. Ostatní navrhovaná opatření jsou buďto doplňková, nebo preventivní, případně je lze z komplexu PPO vypustit.

Pro určení efektivnosti PPO se hodnota rizika upravuje pomocí diskontní sazby, která činí 3%. Následná hodnota, tzv. kapitalizované riziko, představuje přímý užitek z realizace PPO. Jedná se o limitní náklady, kdy je poměrná ekonomická efektivnost rovna právě 1. Pokud jsou náklady vyšší než limitní náklady, není návrh PPO ekonomicky efektivní.

$$\mathbf{Rs = R / Ds} \quad \text{(Kč/rok)}$$

Tab. Vyčíslení kapitalizovaného rizika.

Ds - diskontní sazba	Kč/rok	Kč/rok	Kč
	Rs_{bezPPO}	Rs_{sPPO}	I
0,03	46834239	5279128	46000000

Ekonomičtí ukazatelé efektivnosti

Poměrový ukazatel efektivnosti PU: Udává poměrnou ekonomickou efektivitu investice pomocí bezrozměrné veličiny. Vyjadřuje, o kolik bude sníženo současné riziko jednou korunou investice. O rentabilní investici se jedná, pokud PU nabývá hodnot větších nebo rovno jedné.

PU - poměrový ukazatel efektivnosti	$(Rs_{bezPPO}-Rs_{sPPO})/I$
	0,9

Absolutní ukazatel efektivnosti A: Udává finančních efekt navrženého PPO z dlouhodobého hlediska v absolutních ekonomických jednotkách. V případě, že A nabývá záporných hodnot, jedná se o ekonomicky nevýhodné opatření.

A - absolutní ukazatel efektivnosti	$Rs_{bezPPO}-(I+Rs_{sPPO})$
	- 4444889 Kč

Doba návratnosti: Tento ukazatel porovnává doby návratnosti jednotlivých PPO s mezními únosnými hodnotami.

DN - doba návratnosti	$I/(R_{bezPPO}-R_{sPPO})$
	37 let

Hodnocení efektivity navrhovaných opatření PPO nebylo zadavatelem akce požadováno. Protože však slouží jako dobrý podklad pro zhodnocení možností financování projektu, bylo zpracovatelem studie vyhotoveno.

Ekonomické ukazatele efektivnosti, uvedené v předchozí kapitole, jsou kritériem pro posuzování akcí v rámci II. etapy programu Prevence před povodněmi II. Dle metodiky pro posuzování (investičních) protipovodňových opatření (MZe, 2013) budou podpořeny pouze efektivní investice, tedy ty, kde poměrový ukazatel dosahuje hodnoty 1 a vyšší. Na základě této

skutečnosti je třeba pro projekt protipovodňové ochrany obce Píšť uvažovat o vhodnější formě financování, například z Operačního programu životního prostředí.

6. Etapizace záměru

V předkládané studii je navrhován komplex protipovodňových opatření, z nichž každé má určitou (někdy nezastupitelnou) funkci. V ideálním případě by k optimální funkčnosti bylo zapotřebí všech opatření. V reálné situaci ale mohou nastat komplikace, například při majetkoprávním vypořádání, neexistence dotačních titulů apod. Z tohoto pohledu je vhodné jednotlivým opatřením nastavit prioritu.

1. Významná protipovodňová opatření s vysokou prioritou

Nádrž nad Bělským mlýnem

Retenční rybník Píšť

Suchá nádrž 4

2. Protipovodňová opatření s nižší prioritou

Rybník Na pile

Poldr ve Farském lese

Přítok z místní trati Obecník

3. Drobná protipovodňová opatření s nižší prioritou, ale velmi snadno realizovatelná

Zachování a podpora retence vody pod Bílým mlýnem

Retence nad silničním náspem

Suchá nádrž 1 - optimalizace

Suchá nádrž 2 - optimalizace

Úpravy na příčných objektech

4. Doplňková opatření s nízkou prioritou

Provozní bezpečnost rybníka Bělský mlýn

Úprava průtoku inundací

Ad 1)

Retenční rybník Píšť funguje při snížené HSN poměrně dobře již nyní. Jelikož se jedná o realizovanou vodní nádrž, která bude dříve nebo později zásah potřebovat, je s realizací protipovodňových opatření vhodné začít právě v této lokalitě. Také lze předpokládat, že je daná situace velice snadno majetkoprávně řešitelná. Zároveň je možno začít s prověřením majetkoprávních vztahů, tedy získáním stanovisek jednotlivých vlastníků u nádrže nad Bělským

mlýnem a Suché nádrže 4. V podstatě tato tři protipovodňová opatření by výrazně snížila povodňové ohrožení intravilánu.

Ad 2)

Zajištění provozní bezpečnosti rybníka Na pile je sice důležité, ale při realizaci Suché nádrže 4 dojde k výrazné transformaci průtoků a rybník na Pile se stane méně exponovaným. Rybník je však vhodné rekonstruovat i z hlediska krajinářského a ekologického. Navrhovaná rekonstrukce rybníka ve Farském lese do podoby poldru má doplňkový protipovodňový efekt a rozhodně není prioritní. Opět může mít významný krajinářský aspekt. Řešení přítoku z místní trati Obecník může mít významný a rychlý efekt, nelze však vyloučit komplikace při majetkoprávním vypořádání.

Ad 3)

Opatření spočívající v podstatě jen v konstatování současné vhodné retence v území mají za cíl minimálně zachovat současné využití a management dotčených lokalit. V případě potřeby lze drobnými zásahy jejich retenční funkci podpořit. Optimalizace Suché nádrže 1 a Suché nádrže 2 jsou velice snadno proveditelná opatření zcela nezávislá na ostatních. Nutno podotknout, že redukcí spodních výpustí se zvyšuje riziko jejich ucpání. Po realizaci opatření bude nutné managementu těchto nádrží a i příslušným povodí věnovat vyšší pozornost než nyní. Umístění zmíněných mostovek do větší výšky je důležité v krátkodobém horizontu, dokud nebudou realizována opatření výše v povodí.

Ad 4)

Nerealizací těchto opatření se nijak nezmění úroveň protipovodňové ochrany. Počáteční náklady na realizaci nejsou v krátkodobém ani střednědobém horizontu pokryty adekvátními benefity. V komplexu opatření je však dobré je koncepčně mít zapracované.

7. Závěr

Návrh komplexu protipovodňových opatření řeší protipovodňovou ochranu obce Píšť až na průtok Q_{100}. Využívá se přitom zejména transformace povodňové vlny suchými nádržemi. Akcentována je přitom efektivnost opatření. Využívány jsou zejména existující vodohospodářské stavby, u kterých se navrhuje optimalizace k posílení jejich protipovodňového efektu. Opatření nejsou dimenzována více, než je nezbytně nutné. Při vyhodnocení ekonomické stránky věci však stále uvažovaná protipovodňová opatření nevycházejí (byť těsně) efektivní. Obecně platí, že zkapacitněn koryta v intravilánu vychází efektivněji než zachytávání vody. V Píšti však zkapacitnění koryta není technicky ani prostorově možné. Jedním ze způsobů zvýšení ekonomické rentability PPO by mohla být přednostní realizace měkkých opatření v celé ploše povodí a revitalizačních opatření v nivách. Při pozitivním ovlivnění odtokových poměrů by byl požadavky na retenční objemy nižší. Tato revitalizační opatření jsou široce podporována.

Závěrem je možno konstatovat, že intravilán Píště je možno účinně ochránit na nadstandartní úroveň Q_{100}. V celém intravilánu Píště nedochází při transformovaném průtoku Q_{100} k rozlivu vody z koryta (viz grafická příloha 5.7). Pouze mezi domy č.p. 120 a 123 dochází k velice drobné lokální inundaci do levobřeží s hloubkou 0,1 m. Tuto situaci lze řešit například terénní úpravou.