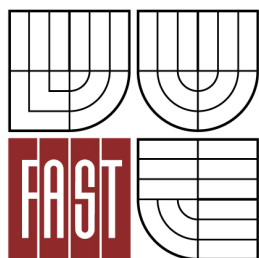




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ KRAJINY

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF LANDSCAPE WATER MANAGEMENT

NÁVRH MALÉ VODNÍ NÁDRŽE S RETENČNÍM ÚČINKEM V KATASTRÁLNÍM ÚZEMÍ OBCE POLICE.

RETENTION RESERVOIR DESIGN IN THE POLICE CADASTR

DIPLOMOVÁ PRÁCE
DIPLOMA THESIS

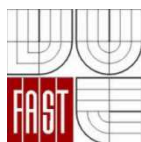
AUTOR PRÁCE
AUTHOR

BC. ZDENĚK HADAŠ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

prof. Ing. MILOŠ STARÝ, CSc.

BRNO 2014



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	N3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3607T027 Vodní hospodářství a vodní stavby
Pracoviště	Ústav vodního hospodářství krajiny

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Diplomant	Bc. Zdeněk Hadaš
Název	Návrh malé vodní nádrže s retenčním účinkem v katastrálním území obce Police.
Vedoucí diplomové práce	prof. Ing. Miloš Starý, CSc.
Datum zadání diplomové práce	31. 3. 2013
Datum odevzdání diplomové práce	17. 1. 2014
V Brně dne 31. 3. 2013	

.....
prof. Ing. Miloš Starý, CSc.
Vedoucí ústavu

.....
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatura

- Starý, M.: HYDROG. Software pro simulaci, predikci a operativní řízení odtoku vody z povodí, Brno, 1991-2007.
 - Starý, M.: Nádrže a vodohospodářské soustavy, skriptum, FAST VUT Brno, 2006.
 - Starý, M.: Hydrologie, skriptum, FAST VUT Brno, 2005
- Hadaš, Z.: Protipovodňová ochrana v povodí toku Loučka, bakalářská práce, VUT FAST, Brno, 2012.

Zásady pro vypracování

Diplomová práce bude zaměřena na návrh malé vodní nádrže s retenčním účinkem v katastrálním území obce Police. Bude vycházet z hydrologické studie zpracované v rámci bakalářské práce, jejímž předmětem bylo posouzení stávajícího stavu povodí toku Loučka z pohledu protipovodňové ochrany.

Předepsané přílohy

.....
prof. Ing. Miloš Starý, CSc.
Vedoucí diplomové práce

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá protipovodňovou ochranou povodí říčky Loučky. Cílem je posouzení nutnosti doplnění protipovodňových opatření v daném povodí. První část práce se zabývá průzkumem povodí, získáním podkladů k danému tématu, sestavením a aplikací srážkoodtokového modelu na řešení uvedeného problému. Druhá část práce se zabývá zlepšením protipovodňové ochrany ve vytipovaných kritických místech navržením soustavy nádrží s retenčním účinkem a zvýšením kapacity koryta. Pro schematizaci povodí byl použit program ArcGIS, simulace srážkoodtokového procesu byla provedena v programu Hydrog.

ABSTRACT

This thesis deals with the river basin flood protection Loučka. The goal of the thesis is to assess the need of flood control measures supplement in the watershed. The first part deals with exploration of river basin, acquiring geographic factors and obtaining information about the topic, establishment and application of rainfall model used for solving the problem. The second part deals with improving of flood protection at critical selected places by using design of reservoir system with retention effect and by increasing river basin capacity. For basin schematisation was used ArcGIS program and the simulation of rainfall-runoff process was made by Hydrog program.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

Bc. Zdeněk Hadaš Návrh malé vodní nádrže s retenčním účinkem v katastrálním území obce Police. Brno, 2014. 86 s., 7 s. příl.+ výkresy, Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství krajiny. Vedoucí práce prof. Ing. Miloš Starý, CSc..

KLÍČOVÁ SLOVA

model; povodí; koryto; protipovodňová ochrana; průtok; schematizace; vodní nádrž

KEYWORDS

model; river basin; watercourse; flood control measures; flow; schematization; pond

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji,

že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval zcela samostatně a veškerou použitou literaturu a další podkladové materiály, které jsem použil, uvádím v Seznamu použitých zdrojů.

Dne 13.1.2014 v Brně

.....

Bc. Zdeněk Hadaš

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěl poděkovat Prof. Ing. Miloši Starému, CSc. za odbornou spolupráci, možnost vypracování daného téma, ochotu, rady, připomínky a především trpělivost při zpracování této práce. Další poděkování patří starostovi Poličné Vladimíru Místeckému za poskytnutí materiálů, které se týkaly protipovodňové ochrany v dané lokalitě.

OBSAH

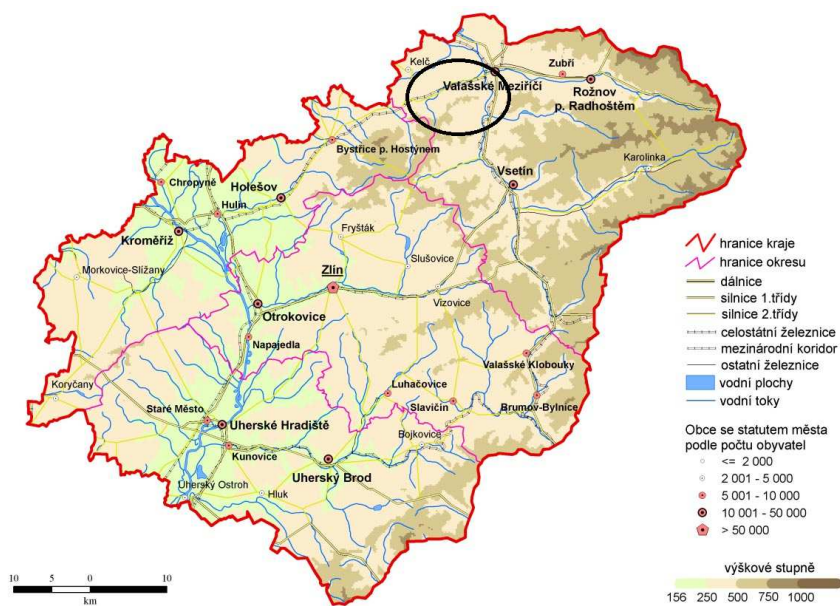
1	Úvod.....	6
2	Cíl práce.....	9
3	Metody.....	10
3.1	Průzkum terénu	10
3.2	Shrnutí	24
3.3	Model srážkoodtokového procesu	25
3.3.1	Program ArcGIS	29
3.3.2	Truplovy tabulky	32
3.3.3	Program Hydrog	33
3.3.4	Kulminační průtoky	34
3.4	Shrnutí	39
3.4.1	Profil 1 – obec Lázy.....	39
3.4.2	Profil 4 – obec Podolí	39
3.4.3	Profil 8 – obec Loučka.....	39
3.4.4	Profil 29 – obec Branky	40
3.4.5	Profil 65– střed obce Poličná	40
4	Protipovodňová opatření.....	41
4.1	Již navržená protipovodňová opatření.....	41
4.1.1	Poldr Police.....	41
4.1.2	Protipovodňové opatření, Loučka - Poličná.....	44
4.2	Posouzení navržených opatření	44
4.3	Návrh suchého poldru	47
4.3.1	Průvodní zpráva	51
4.3.2	Souhrnná zpráva	59
4.3.3	Mapa povodí.....	65
4.3.4	Hydrotechnické výpočty	66
4.3.5	Shrnutí	74
4.4	Opatření na toku Srní dolina	75
4.4.1	Návrh nového profilu.....	75
4.4.2	Shrnutí	77
5	Závěr.....	78
6	Seznam použité literatury.....	80
7	Seznam obrázků.....	82
8	Seznam tabulek.....	84
9	Seznam příloh.....	85
	Přílohy	86

1 ÚVOD

Povodí toku Loučka se nachází na svazích Hostýnských vrchů ve Zlínském kraji jihozápadně od města Valašské Meziříčí - viz. obr. 1.1. Potok Loučka pramení v lesích mezi vrcholy Křibec a Háje v katastru obce Lázy. Protéká obcemi Lázy, Podolí, Loučka, Police, Branky a Poličná a vlévá se zleva do řeky Bečvy ve Valašském Meziříčí - viz. obr. 1.2, asi 500 metrů pod soutokem Rožnovské a Vsetínské Bečvy.

Převažujícím povrchem v povodí jsou jehličnaté a listnaté lesy, dále se zde vyskytují ve velké míře zemědělské půdy a v náročnějších sklonových poměrech louky a pastviny. V povodí Loučky se nachází několik velmi malých vodních nádrží, které lze z pohledu protipovodňové ochrany zanedbat z důvodu stálého naplnění nádrží. Významné přítoky Loučky jsou potoky Srní dolina, který se vlévá zprava v centru obce Branky, dále potok Kozara, vlévající se mezi obcemi Police a Branky zprava, potok Úlehla před obcí Poličná. Potok Loučka má mnoho bezejmenných přítoků, některé z nich v období přívalových srážek způsobují zejména v obcích na horní části toku problémy. Ve zdejší oblasti se poměrně často vyskytují vydatné přívalové srážky. ^[1]

Časté problémy se zvýšenou hladinou Loučky nutí vedení obcí i Povodí Moravy k řešení otázky protipovodňové ochrany v zájmové lokalitě. Při oslovení obě strany uvítaly možnost vypracování studie na posouzení již navržených prvků protipovodňové ochrany.



Obr. 1.1 - Mapa Zlínského kraje

Zdroj: <http://www.zlin.czso.cz>



Obr. 1.2 – Mapa povodí

Zdroj: <http://www.heis.vuv.cz>



Obr. 1.3 - Soutok Loučky s Bečvou

Zdroj: <http://www.mapy.cz>

2 CÍL PRÁCE

Cílem této práce bylo vytvořit hydrologickou studii povodí říčky Loučky včetně návržení a posouzení prvků protipovodňové ochrany. Byl vytvořen srážkoodtokový model povodí, simulována 20-ti, 50-ti, 100letá a 200 letá srážka nad celým povodím bez i včetně účinků soustavy nádrží a posouzen vliv na průtoky potoka Loučka v zájmových profilech, což představují především obce.

3 METODY

3.1 PRŮZKUM TERÉNU

Dne 15. 11. 2011 byl proveden vizuální průzkum toku Loučka a následné informování o historických problémech v rámci povodňových stavů v toku pomocí krátkých rozhovorů s místními obyvateli. Prioritním cílem průzkumu bylo zjistit aktuální stav koryta Loučky a místních poměrů.

S průzkumem jsem postupoval od horní části toku, začátek jsem zvolil zhruba 500 metrů pod předpokládaným pramenem v katastrálním území obce Lázy.

Potok Loučka zde protéká jen okrajovou částí kolem několika hospodářských stavení. Koryto v těchto místech dosahovalo šířky ve dně okolo 0,4 m a výšky 0,3 m, avšak řeka zde při větších průtocích může využít mnohem širšího a vyššího koryta - viz. obr. 3.1. Šířka takového koryta dosahuje v těchto místech okolo 7 m, břehy jsou vysoké v nejnižších místech asi 2 m a nevykazují žádné velké erozní poškození.

Podle obyvatel zde potok nezpůsobuje žádné problémy. ^[1]



Obr. 3.1 - Loučka v jejím horním toku v obci Lázy

Taktéž v obci Podolí nebyly zjištěny komplikace. Potok zde protéká středem vesnice a převážně lemuje silnici. Koryto má šířku ve dně 0,5 až 1,5 m, břehy v místech s větším sklonem jsou zpevněny kamenem a dosahují výšky kolem 2 m - viz. obr. 3.2.^[1]



Obr. 3.2 - Loučka v Podolí

V úseku mezi obcemi Podolí a Loučka se do říčky Loučky vlévají hned čtyři levostranné přítoky. Jde o bezejmenné potůčky o malých průtocích, které protékají výhradně neobydlenými oblastmi. Při vydatných přívalových srážkách však získávají na mohutnosti a síle. Tok Loučky vede převážně zalesněnými oblastmi, kde jeho šířka ve dně dosahovala rozměrů kolem 1,5 až 2 m. V těchto oblastech nebyly ani v minulosti pozorovány větší problémy - viz. obr. 3.3.

Z Podolí je vesnice Loučka vzdálená 2,5 km. Bývalý starosta obce Loučky mi v delším rozhovoru poskytl informace o chování řeky při vydatných přívalových deštích. V minulosti se při maximálním průtoku řeka několikrát vybřežila u bývalého mlýna, ale nedocházelo k větším škodám. Voda se vylila do polí a neohrožovala obydlené části obce. Avšak v problémových místech docházelo k vymílání břehů. Proto byla provedena v roce 2011 úprava vodního toku protékajícího intravilánem

obce Loučka. Průtočný profil byl opevněn dlažbou z lomového kamene - viz. obr. 3.4. Koryto zde má šířku ve dně 1,5 a výšku 2 metry.

Dříve horní části obce ohrožovala při silných srážkách voda a bahno z polí nad obcí, ale i zde je vidět aktivní zájem obce o zabezpečení proti škodám páchaným vodou. Před pěti lety zde byla vybudována ochrana ve formě průlehů, které zajišťují odvedení vody mimo obec. Od té doby se problémy nevyskytovaly. ^[1]



Obr. 3.3 - Říčka Loučka v lesích



Obr. 3.4 - Opevnění problémových profilů lomovým kamenem.

Další sledovanou oblastí je okolí obce Police. Vesnice je vybudována v prudkém svahu kopce Za Pouští. Rozdíl nadmořských výšek okrajových částí obce činí 90 metrů. Říčka obec míjí, v nejbližším bodě je vzdálená 250 metrů - viz obr. 3.5. Šířka koryta ve dně se pohybuje v rozmezí 2 - 2,5 metrů, výška břehů dosahuje 2 metrů. Ohroženou lokalitou je areál místního hřiště a k ní přilehlé budovy Sokolu Police, která je postavena v bezprostřední blízkosti říčky Loučky. Voda zde při vysokých srážkách hřiště často zatopuje. ^[1]

Mezi obcemi Loučka a Police protéká údolím, které je zemědělským družstvem asi ze 2/3 využíváno jako polokulturní louky a z 1/3 jako orná půda. Prakticky je zde jediné místo v povodí, kdy říčka přestává lemovat komunikaci a díky příznivým geografickým poměrům by zde bylo možné zrealizovat stavbu záchytné nádrže. V roce 2010 si nechalo město Valašské Meziříčí vypracovat projekt na stavbu poldru od Ing. Petra Provazníka ze Slavkova u Brna. Navržena je nádrž se stálou hladinou nadržení, která bude využívána mimo retenční schopnost k rekreačním a sportovním účelům.

Za místním fotbalovým hřištěm se do Loučky vlévají dva významné přítoky, zleva jde o bezejmenný tok, zprava o potok Kozara. V obou případech toky odvodňují významnou plochu území a po soutoku s hlavním tokem je znatelné výrazné zvýšení hladiny Loučky.



Obr. 3.5 – Loučka a její přítoky u obce Police

Zdroj: <http://www.mapy.cz>



Obr. 3.6 - Umístění areálu hřiště



Obr. 3.7- Hřiště Sokolu Police

Mezi obcemi Police a Branky řeka Loučka protéká dva kilometry dlouhým územím s vysokým podílem zemědělsky využívané půdy. V těchto místech dochází k silnému vymílání břehů - viz. obr. 3.7. Společně s vysokými, nepevnými břehy a orbou až k okrajům koryta přispívá v pomalejších částech toku ke shromažďování sedimentů ve formě vrstev bahna nebo písku - viz obr. 3.8. Proto v rámci údržby museli pracovníci Povodí Moravy provést v roce 2012 čištění toku Loučka. Dodavatelská firma dle tvrzení zastupitelů obce odvezla z Branek celkem osm set metrů krychlových nánosů - viz. obr 3.9.

V obci Branky má říčka Loučka téměř po celé délce shodnou šířku ve dně a pohybuje se v rozmezí 3,5 až 4 metrů. Koryto je upraveno místy do obdélníkového a místy do lichoběžníkového profilu a je vyzděno lomovým kamenem. Břehy sahají do výšky 2 metrů.

Podle místních obyvatel má zdejší koryto dostatečnou kapacitu, jen při maximálních vodních stavech se v místě u autobusové zastávky vybřežuje. Tento problém zapříčinily usazené sedimenty na dně, které významně snížily plochu průtočného profilu.

Větší škody způsobuje v Brankách provostranný přítok Loučky Srní dolina. Asi 15 metrů před soutokem je u kostela rekonstruované zatrubnění tohoto potoka pod cestou - viz. obr. 3.10 a obr. 3.11. Vtok pod cestu byl hrazen ocelovou mříží, která měla chránit troubu před ucpáním listím a větvemi. Při první přívalové srážce mříž úspěšně zadržela tyto naplaveniny, jenže nebylo zajištěno žádné čištění a velmi brzy došlo k zahlcení profilu. Potok díky tomu vyplavil hospodu a několik přilehlých rodinných domů. Mříž byla proto odejmuta, ale při bleskových povodních v roce 2010 a 2011 se ukázal nedostatečný průtočný profil betonové trouby DN 1000 a potok Srní dolina se znovu vylil z břehů - viz. obr. 3.12. ^[1]



Obr. 3.8 - Říčka Loučka mezi Policemi a Brankami



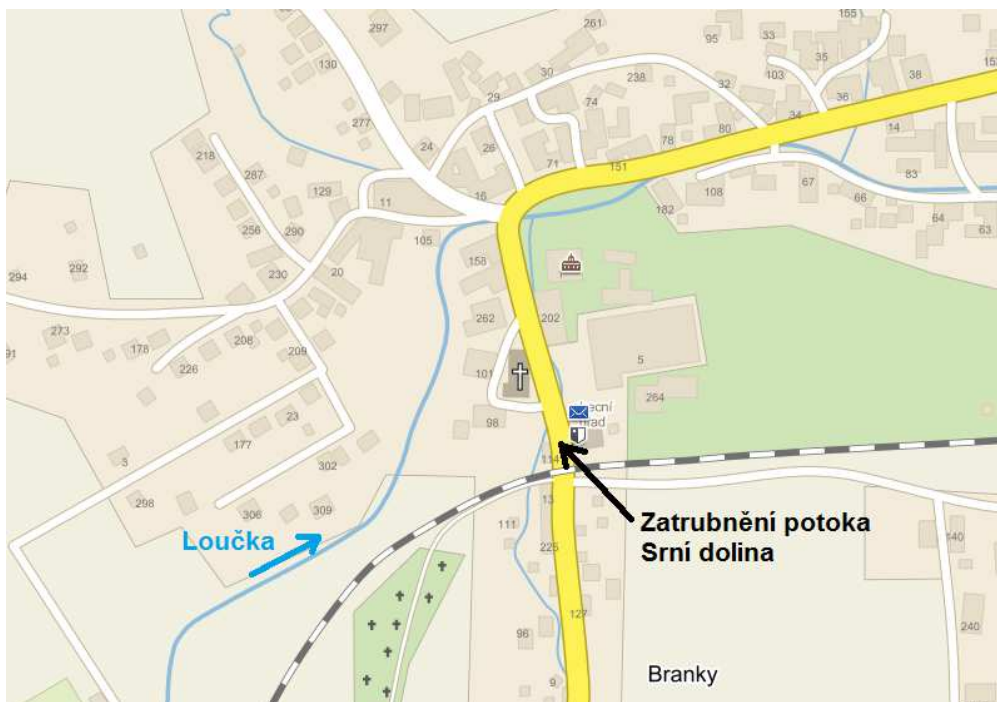
Obr. 3.9 - Zanesené koryto v Brankách

(Zdroj: Archiv Povodí Moravy)



Obr 3.10 - Probíhající práce při čištění Loučky v Brankách

(Zdroj: Archiv Povodí Moravy)



Obr. 3.11 - Situace toku Loučka v Brankách

(Zdroj: <http://www.mapy.cz>)



Obr. 3.12 - Zatrubnění potoka Srní dolina



Obr. 3.13 - Vylití potoka Srní dolina při povodni v roce 2010

(Zdroj: <http://wiki.aktualne.centrum.cz/povodne-2010/>)

Poslední obcí po proudu je Poličná. Tato obec je poměrně protáhlá a celou jí protéká Loučka. V různých částech jsou zde rozdílné výšky břehů, pohybující se mezi 1,5 metru na začátku až 3,5 metrů na konci obce. Šířka koryta ve dně dosahuje hodnot od 6,5 metrů na vtoku do vesnice do 4,5 metrů před uzávěrovým profilem. Profil je převážně upravený, lichoběžníkový. Valašské Meziříčí a Poličnou odděluje most přes Vsetínskou Bečvu, který je 250 metrů před soutokem Vsetínské Bečvy a Rožnovské Bečvy a 800 metrů před soutokem Loučky a Bečvy - viz. obr. 1.2.

Z rozhovorů s místními obyvateli a velitelem jednotky místních dobrovolných hasičů vyplynulo, že v minulosti zde byly četné problémy s povodněmi. Obec ohrožují Vsetínská Bečva, Bečva v úseku za soutokem Vsetínské a Rožnovské Bečvy i říčka Loučka. Bečvy zde dosahují maximálních stavů hlavně při regionálních deštích, Loučka při místních průtržích mračen. Obyvatelé uvedli, že při nejhorších povodních v roce 1997 a 2010 hladina vody v obci sahala až 1,5 metru nad koryto Loučky.

Členové hasičského sboru zde mají velké zkušenosti se zasahováním při povodních. V roce 1907 se vylila Bečva poprvé. Hladina tehdy dosáhla pěti metrů a zaplavila celou vesnici. O tři roky později zasáhla Poličnou větší povodeň. Kronikář uvádí, že staří pamětníci nezažili větší. Dále Poličnou poničila velká voda v letech 1920, 1937 a 1938, 1941 a 1972. Velké záplavy postihly obec v roce 1990. „Jedné květnové noci voda během čtyřiceti minut zaplavila rodinné domy ve středu obce,“ popsal velitel hasičů Josef Dorňák.

Povodeň v roce 1997 má stále v paměti většina občanů. Tři dny měli lidé v domech vodu. Nejvíce byli postiženi obyvatelé místní části Pod Kotlinou a v Nové čtvrti, protože se v noci vylily obě Bečvy a občany překvapila voda silou a rychlostí postupu.

Povodně z posledních pěti let měly na svědomí vždy na zdejším území stále četnější prudké bouřky doprovázené přívalovými dešti. Pro obyvatele se rozlitá Loučka stala běžnou záležitostí a nad škodami už dokáží rezignovaně mávnout rukou. Hasiči museli čerpat vodu ze sklepů a rodinných domů v letech 2007, 2009, 2010 a 2011.

V místní části Úlehla a ve střední části obce se zdá být hlavní příčinou nedostatečná kapacita koryta a rovněž jako v Brankách vytváření problémových

profilů díky ukládání sedimentů - viz. obr. 3.13. V části Štěpnice dochází při zahlcení Bečvy ke vzdouvání říčky Loučky a vzniká tak obtížně řešitelný problém.

Časté záplavy nutí obec k aktivnímu postoji k protipovodňovým opatřením, potřebná částka na úpravy toku byla vyčíslena městem Valašské Meziříčí na 30 milionů korun. Jedná se o vyčištění toku od sedimentů, zpevnění břehů a vybudování ochranných hrází v kritických úsecích. Další způsob ochrany spočívá ve zvyšování úrovně vybavení a trénování jednotky SDH Poličná pro zásah při povodni. „Za posledních pět let jsme výbavou skoro na úrovni profesionálních hasičů sboru Integrovaného záchranného systému,“ uzavřel velitel hasičů. Každým rokem probíhají cvičení s námětem rozlití potoku Loučka v Poličné. Cvičení byla situována do míst, kde dochází ke skutečnému vybřežení toku z koryta a kde bývají rozlitou vodou ohrožovány okolní nemovitosti - viz obr. 3.14. Cílem bylo zabránit pomocí protipovodňových stěn rozlití potoku mimo koryto a omezit povodňové škody. ^[1]



Obr 3.14 - Loučka mezi obcemi Branky a Poličná



Obr. 3.15 - Sedimenty v Poličné způsobují problémy



Obr. 3.16 - Loučka v místní části Štěpnice



Obr. 3.17 - Protipovodňové stěny u křižovatky před obchodem Jednota

(Zdroj: <http://hzs-zlkraje.cz/>)



Obr. 3.18 - Cvičení hasičů v místní části Štěpnice



Obr. 3.19 - Soutok Loučky s Bečvou před loděnicí ve Valašském Meziříčí

3.2 SHRNU TÍ

Krajina v povodí Loučky je rozmanitá, v horní části převládají lesy, ve střední a dolní části převažují zemědělsky využívané plochy luk a orné půdy. Rozhovory s místními obyvateli bylo zjištěno, že Loučka vybřežuje ze svého koryta především v Poličné po intenzivních přívalových srážkách. Malé přítoky, které v minulosti páchaly škody na soukromém majetku splachy z polí, byly omezeny pomocí průlehů a úprav krajinného typu (obce Podolí a Police). Z případných opatření na hlavním toku připadá v úvahu realizace záchytné nádrže v katastrálním území obce Police.

Nejsložitější situace je v obci Poličná, kterou ohrožuje jak řeka Loučka, tak vysoký stav řeky Bečvy. Realizace protipovodňových opatření je zde nutností, povodně jsou zde v poslední době časté cca každé 2-3 roky a činí škody na soukromém i obecním majetku v řádech desítek milionů korun.

3.3 MODEL SRÁŽKOOTOKOVÉHO PROCESU

Problematika srážkoodtokového modelování si klade za cíl postihnout složitý jev, který vzniká při srážkách či tání, kdy intenzita deště překročí vsakovací schopnost půdy a voda do ní nestíhá vsakovat. V důsledku rozmanitosti půdního povrchu se povrchově odtékající voda soustřeďuje a vytváří v půdě drobné rýžky, rýhy a strže. Odtok vznikající v horních částech povodí stéká pak dolů různými druhy proudění, které jsou ovlivněny velkým počtem faktorů. Erozními činiteli při procesu vodní eroze jsou tedy dešťové srážky a z nich vzniklý povrchový odtok. ^[2]

Schematizace povodí, která byla provedena s cílem zjištění N-letých průtoků v zájmových profilech, byla znovu přepracována kvůli zvýšení přesnosti v místech, kde se předpokládal návrh protipovodňových opatření. Tímto postupem se získaly nové úseky s dílčími plochami a území bylo nově modelováno.

Úseky i plochy jsou sepsány do tabulky a charakterizovány pomocí geografických veličin povodí. Tyto veličiny byly zjištěny vlastním průzkumem terénu, ručním měřením a výstupy z programu ArcGIS - viz tabulka 3.1.

- Dolní úsek	číslo úseku, do kterého se vlévá horní úsek
- Délka úseku	vzdálenost mezi horní a dolní kótou [m]
- Horní kóta	nadmořská výška na počátku úseku [m n. m.]
- Dolní kóta	nadmořská výška na konci úseku [m n. m.]
- Sklon	průměrný sklon zavěšené plochy [%]
- B	šířka koryta při dně [m]
- E	hloubka koryta [m]
- G	šířka inundačního území
- F	plocha zavěšené plochy [m ²]
- Délka plochy	délka zavěšené plochy [m]
- i	charakter území (1 - pole, 2 - louka, 3 - les, 4 - intravilán)

CISLO_PLOCHY	AREA	MEAN
1	330 027.00	15.23
2	343 847.00	16.86
3	442 416.00	14.65
4	371 869.00	17.73
5	208 646.00	13.08

Tab. 3.1 – Ukázka exportovaných dat z programu ArcGIS do formátu *.xls

Číslo úseku	Dolní úsek	Délka úseku [m]	Horní kóta [m n.m.]	Dolní kóta [m n.m.]	Sklon	B [m]	E [m]	G [m]	Číslo plochy	F [m²]	Délka plochy [m]	Sklon [-]	Sklon [%]	i
1	2	1188	680	530	0.110	0.5	0.2	12.5	1	330027	278	0.152	15.23	2
									2	343847	290	0.169	16.86	2
2	4	1552	530	435	0.081	0.7	0.6	12.5	3	442416	285	0.147	14.65	3
									4	371869	240	0.177	17.73	3
3	4	1510	625	435	0.126	0.4	0.4	13.7	5	208646	138	0.131	13.08	2
									6	291978	193	0.168	16.64	3
4	6	364	435	420	0.041	1.2	0.7	19.9	7	155242	426	0.131	13.08	1
									8	26738	73	0.081	8.13	4
5	6	1435	580	420	0.112	0.3	0.3	11.6	9	277179	193	0.170	16.96	3
									10	185583	129	0.174	17.39	3
6	8	1324	420	410	0.008	1.4	1.2	10.7	11	38558	29	0.178	17.85	3
									12	457407	345	0.198	19.79	3
7	8	1628	530	410	0.074	0.6	0.4	14.6	13	365744	225	0.198	19.76	3
									14	291625	179	0.105	10.47	2
8	10	429	410	380	0.070	1.5	1.3	13.9	15	391809	914	0.123	12.28	2
									16	604680	1410	0.174	17.42	2
9	10	1115	415	380	0.031	0.5	0.8	27.0	17	386456	347	0.123	12.31	4
									18	126365	113	0.053	5.30	1
10	12	1694	380	355	0.015	1.6	1.2	25.1	19	366066	216	0.082	8.17	1
									20	302416	179	0.078	7.81	2
11	12	1545	475	355	0.078	0.5	0.6	18.9	21	529201	343	0.105	10.54	2
									22	562705	364	0.107	10.67	2
12	25	1210	355	345	0.008	2	1.6	33.4	23	261421	216	0.050	4.98	1
									24	163471	135	0.075	7.49	1
13	14	1505	400	370	0.020	0.4	0.5	29.7	25	621968	413	0.050	4.95	4
									26	325347	216	0.105	10.47	1
14	15	1215	370	355	0.012	0.5	0.8	22.5	27	384466	316	0.087	6.75	2
									28	329920	271	0.130	12.97	1
15	16	636	355	350	0.008	0.7	1	21.8	29	114289	180	0.085	8.47	2
									30	695801	1094	0.100	9.97	4
16	25	488	350	345	0.010	1.2	0.7	35.8	31	20324	42	0.035	3.54	2
									32	380618	779	0.133	13.33	1
17	18	1219	575	415	0.131	0.4	0.5	11.2	33	389923	320	0.182	18.19	3
									34	293242	240	0.176	17.57	2
18	20	871	415	380	0.040	0.6	0.7	14.9	35	213095	245	0.140	13.96	3
									36	384164	441	0.129	12.86	2
19	20	2021	565	380	0.092	0.9	1	12.0	37	740816	367	0.177	17.73	3
									38	375173	186	0.157	15.70	3
20	25	2003	380	340	0.020	1.1	1	27.8	39	318814	159	0.104	10.39	3
									40	320103	160	0.055	5.50	1

Tab. 3.2 – Schematizace povodí – část 1

20	25	2003	380	340	0.020	1.1	1	27.8	39	318814	159	0.104	10.39	3
									40	320103	160	0.055	5.50	1
21	22	1097	530	385	0.132	0.5	0.3	12.9	41	345922	315	0.189	18.91	3
									42	144908	132	0.132	13.17	3
22	25	1684	385	340	0.027	0.8	1.2	22.4	43	602627	358	0.138	13.62	3
									44	227363	135	0.088	6.62	1
23	25	2303	555	340	0.093	0.5	0.6	15.0	45	403774	175	0.128	12.82	3
									46	250757	109	0.138	13.80	3
24	25	1197	445	340	0.088	0.5	0.4	16.7	47	262160	219	0.127	12.73	1
									48	654507	547	0.113	11.33	1
25	29	1234	340	325	0.012	2.3	1.9	21.8	49	438833	356	0.080	8.01	1
									50	148301	120	0.108	10.75	1
26	27	1090	525	400	0.115	0.4	0.6	11.4	51	899173	825	0.185	18.50	3
									52	559172	513	0.167	16.70	3
27	29	1936	400	325	0.039	1	1	16.8	53	153402	79	0.113	11.30	3
									54	113401	59	0.128	12.56	1
28	29	1248	410	350	0.048	0.4	0.5	19.7	55	428799	344	0.112	11.15	1
									56	331167	265	0.093	9.29	1
29	32	305	325	323	0.007	1	0.8	14.4	57	298105	977	0.141	14.11	1
									58	118686	389	0.138	13.75	1
30	31	746	410	360	0.067	0.4	0.5	22.1	59	198673	266	0.091	9.07	1
									60	136586	183	0.090	9.05	1
31	32	804	360	323	0.046	0.8	0.6	16.1	61	261515	350	0.119	11.92	1
									62	209338	260	0.130	12.99	1
32	35	480	323	321	0.004	3.4	1.7	38.4	63	14115	29	0.068	6.79	4
									64	82625	172	0.042	4.22	4
33	35	2202	555	321	0.106	0.6	1.2	12.4	65	497884	226	0.155	15.54	3
									66	425478	193	0.167	16.68	3
34	35	1564	485	321	0.105	0.5	1.2	18.2	67	138827	89	0.111	11.13	3
									68	275311	176	0.108	10.80	3
35	38	340	321	318	0.009	2.5	2.5	47.8	69	159551	469	0.065	6.52	1
									70	24465	72	0.031	3.08	4
36	37	893	420	350	0.078	0.5	0.8	18.6	71	215332	241	0.108	10.78	1
									72	166162	186	0.107	10.68	1
37	38	696	350	318	0.046	1.2	1	18.2	73	227528	327	0.105	10.51	1
									74	248571	357	0.116	11.56	1
38	41	313	318	316	0.006	2.6	2	17.5	75	121145	387	0.137	13.72	3
									76	210645	673	0.098	9.84	1
39	40	700	422	356	0.094	0.4	0.6	18.1	77	191166	273	0.099	9.92	3
									78	154822	221	0.125	12.55	1
40	41	976	356	316	0.041	0.9	0.9	19.2	79	218826	224	0.109	10.95	3
									80	389255	399	0.099	9.88	1
41	47	523	316	312	0.008	2.7	2	18.0	81	231112	442	0.100	9.96	3
									82	79904	153	0.126	12.61	3

Tab. 3.3 – Schematizace povodí – část 2

41	47	523	316	312	0.008	2.7	2	18.0	81	231112	442	0.100	9.96	3
									82	79904	153	0.126	12.61	3
42	43	868	388	340	0.055	0.4	0.6	24.6	83	187283	216	0.071	7.11	1
									84	201451	232	0.095	9.45	3
43	47	602	340	312	0.047	0.9	1.3	19.8	85	127912	213	0.088	8.81	1
									86	190022	316	0.118	11.79	3
44	47	862	540	384	0.181	0.4	0.7	10.4	87	92497	107	0.206	20.64	3
									88	147564	171	0.181	18.12	3
45	47	745	510	384	0.169	0.3	0.8	9.5	89	117759	158	0.211	21.07	3
									90	125047	168	0.213	21.25	3
46	47	1173	578	384	0.165	0.5	1	9.7	91	198826	170	0.221	22.14	3
									92	143860	123	0.193	19.33	3
47	49	1587	312	308	0.003	2.9	2.5	16.5	93	459396	289	0.138	13.83	3
									94	215949	136	0.108	10.82	3
48	49	1548	390	308	0.053	0.6	0.5	28.8	95	330004	213	0.068	6.80	1
									96	172335	111	0.071	7.09	1
49	50	653	490	308	0.279	3	2	15.7	97	266174	408	0.121	12.11	3
									98	340564	522	0.135	13.52	2
50	57	428	308	304	0.009	3	2.1	24.2	99	195254	456	0.077	7.72	1
									100	307780	719	0.089	8.91	1
51	54	985	576	398	0.181	0.2	1	10.3	101	58112	59	0.197	19.72	3
									102	113084	115	0.190	19.00	3
52	54	859	576	398	0.210	0.3	1.1	9.2	103	87948	102	0.198	19.83	3
									104	66323	77	0.238	23.81	3
53	54	796	558	386	0.216	0.2	0.9	9.1	105	158430	199	0.239	23.86	3
									106	70627	89	0.203	20.26	3
54	55	529	394	352	0.079	0.8	1.6	10.1	107	128343	242	0.205	20.52	3
									108	81487	154	0.191	19.09	3
55	57	1055	352	302	0.047	1.2	0.9	21.4	109	157208	149	0.085	8.55	2
									110	165544	157	0.103	10.32	2
56	57	809	392	302	0.111	0.5	1	22.5	111	121217	150	0.088	8.82	4
									112	61762	76	0.089	8.94	2
57	59	384	304	300	0.011	3.3	2	21.3	113	558785	1535	0.100	9.96	2
									114	182871	502	0.089	8.90	1
58	59	830	490	342	0.178	0.4	0.5	12.2	115	131130	158	0.150	15.03	2
									116	98562	119	0.180	18.03	3
59	60	337	300	296	0.012	3.6	2.5	19.8	117	205521	610	0.122	12.22	4
									118	34216	102	0.086	8.60	2
60	63	548	356	294	0.113	0.4	0.5	26.5	119	221349	404	0.068	6.81	4
									120	158670	289	0.085	8.49	4
61	62	626	418	344	0.118	0.3	0.7	16.9	121	114816	183	0.103	10.26	1
									122	102152	163	0.139	13.92	1
62	63	755	344	294	0.066	0.8	0.7	14.0	123	138364	183	0.136	13.65	2
									124	154948	205	0.150	15.04	1
63	64	702	290	286	0.006	3.8	2.8	35.9	125	62392	89	0.037	3.69	4
									126	403663	575	0.113	11.33	4
64	0	550	286	284	0.004	4.2	2.6	28.2	127	39629	72	0.040	4.03	4
									128	103992	189	0.297	29.68	3

Tab. 3.4 – Schematizace povodí – část 3

3.3.1 Program ArcGIS

Software ArcGIS for Desktop patří k nejrobustnějším programům v oboru geoinformačních technologií. Tvorba map s jeho pomocí je tak jen jednou z mnoha činností, které umožňuje.

ArcGIS for Desktop obsahuje řadu vzájemně propojených aplikací:

ArcMap je centrální aplikace v ArcGIS Desktop, použitelná pro všechny mapově orientované úlohy, včetně prostorových analýz, editace dat a tvorby kartografických výstupů.

ArcCatalog pomáhá organizovat a spravovat všechna data. Obsahuje nástroje pro vyhledávání a prohlížení geografických datových sad, tvorbu a prohlížení metadat a pro vytváření schématu struktury geografických vrstev.

ArcToolbox je aplikace obsahující nástroje pro konverzi dat, transformaci mezi souřadnicovými systémy a nástroje pro prostorovou analýzu (geoprocessing). Data, mapy, symboly, uživatelské nástroje, výstupní sestavy a metadata lze vzájemně sdílet a předávat mezi produkty ArcGIS Desktop a v rámci nich mezi aplikacemi ArcMap, ArcCatalog a ArcToolbox. ^[3]

V tomto programu bylo provedeno dělení povodí na úseky a na jejich dílčí zavěšené plochy. Jako podklady byly pro tuto práci použity údaje ze společnosti DIBAVOD a dále podklady ze školních zdrojů. Pomocí výstupů z ArcGISu byly vytvořeny tabulky schematizace povodí s charakteristickými veličinami pro každý úsek.

Postup práce v programu ArcGIS:

1) Digitální model terénu (dále DMT)

Arctoolbox → Spatial analyst tools → Interpolation → Topo to raster

Výchozí rastr: DMT

Vkládaná data: vrstevnice.shp, hranice_povodi.shp

2) Vyhlazený DMT

Arctoolbox → Spatial analyst tools → Hydrology → Fill

Výchozí rastr: fillDMT

Vkládaná data: DMT

3) Tvorba plastického modelu (nejedná se o DMT, nenese info o výškách)

Arctoolbox → Spatial analyst tools → Surface → Hillshade

Výchozí rastr: hillshade_1-12

Vkládaná data: fillDMT

4) Mapa sklonitosti

Arctoolbox → Spatial analyst tools → Surface → Slope

Výchozí rastr: sklonitost

Vkládaná data: fillDMT

Výchozí jednotky: PERCENT_RISE (%)

5) Směry odtoků

Arctoolbox → Spatial analyst tools → Hydrology → Flow direction

Výchozí rastr: smery_odtoku

Vkládaná data: fillDMT

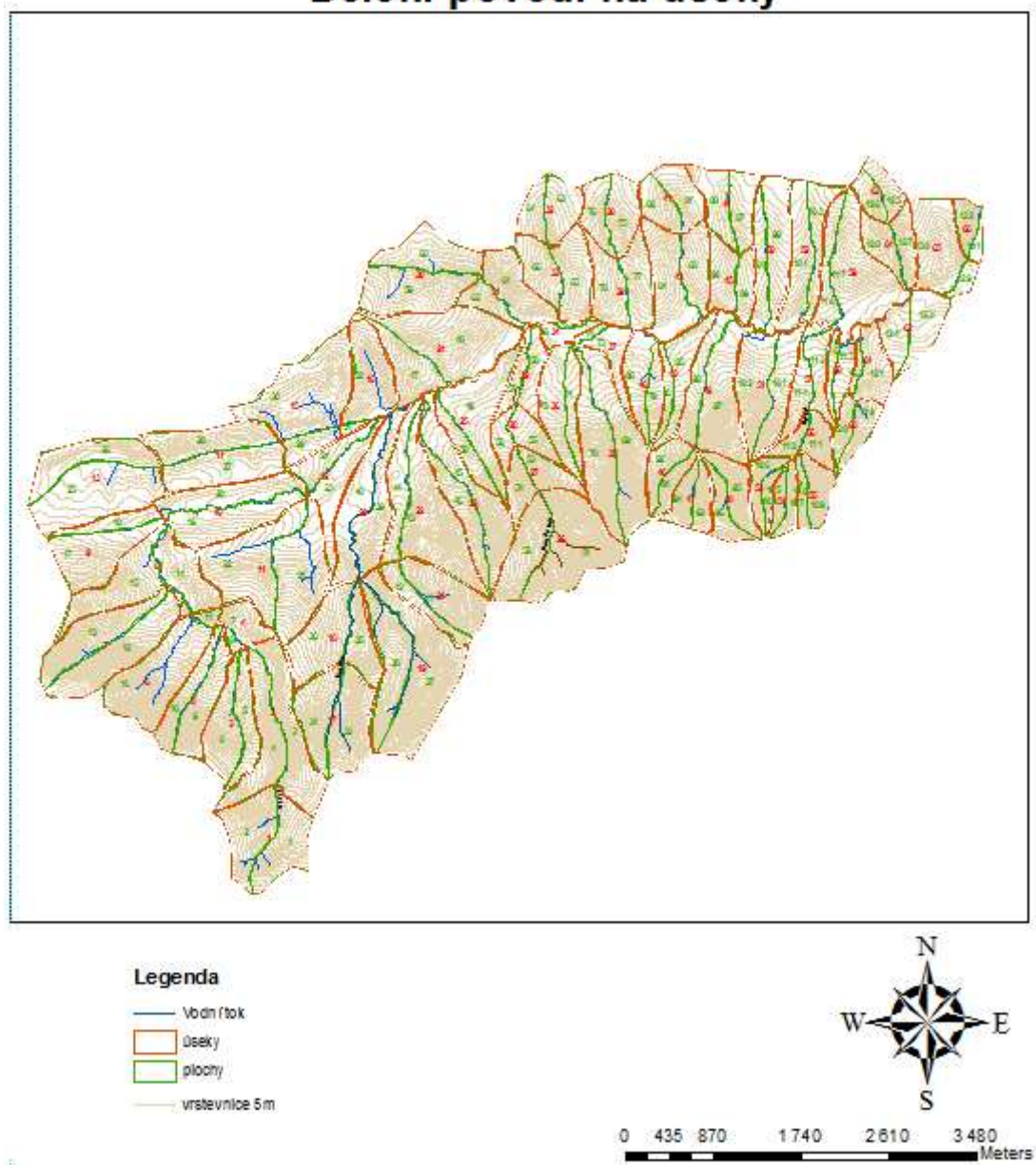
6) Odtokové linie

Arctoolbox → Spatial analyst tools → Hydrology → Flow length

Výchozí rastr: odtokove_linie

Vkládaná data: smery_odtoku

Dělení povodí na úseky



Obr. 3.20 – Dělení povodí v na úseky a zavěšené plochy v programu ArcGIS

3.3.2 Truplové tabulky

Příčinnou srážkou je náhradní intenzita deště kritické doby trvání odvozena podle J. Trupla.

Nejbližší srážkoměrná stanice, která je brána do výpočtu jako výchozí, se nachází v části města Valašské Meziříčí - Krásno nad Bečvou. Stanice je vzdálená od uzávěrového profilu asi dva kilometry. Předpokládáme, že předpovězený déšť zasáhne celou plochu povodí. Pro přepočet hodnot srážkoměrné stanice Krásno nad Bečvou byly použity hodnoty dešťů ze školního zdroje.^[1]

Tab.3.7 - Srážkoměrná stanice Krásno nad Bečvou s dopočítanými p 0,005; 0,002; 0,001 pomocí regresních rovnic

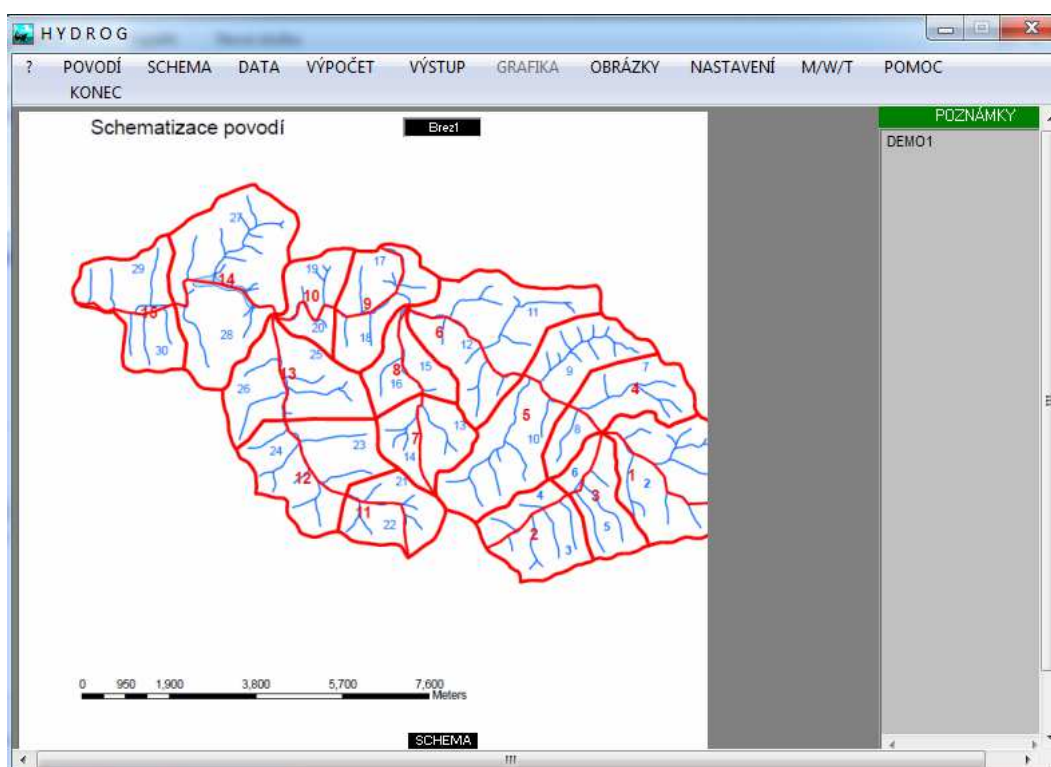
doba trvání deště t [min]	vydatnost deště [mm/hod] za dobu t při periodicitě n											
	0,2	0,5	1	2	5	10	20	50	100	200	500	1000
	5	2	1	0,5	0,2	0,1	0,05	0,02	0,01	0,005	0,002	0,001
5	41,4	57,6	71,3	84,6	103,0	117,0	130,7	144,7	210,7	229,1	253,4	271,8
10	28,5	41,0	51,5	62,6	79,6	91,8	104,4	117,4	158,4	172,6	191,5	205,8
15	22,0	32,0	40,7	49,7	63,7	74,2	84,6	95,0	126,4	137,9	153,0	164,4
20	18,1	26,9	33,8	41,8	53,6	62,6	71,6	80,6	105,3	115,0	127,9	137,6
30	13,6	20,2	25,6	31,8	41,0	48,2	55,4	62,6	80,0	87,5	97,3	104,8
40	11,0	16,5	20,8	26,0	33,8	39,6	45,4	51,5	65,2	71,4	79,5	85,7
60	8,1	12,2	15,5	19,3	25,2	29,7	34,2	38,5	48,3	52,8	58,9	63,5
90	5,9	8,9	11,4	14,2	18,5	21,9	25,3	28,6	35,5	38,9	43,4	46,8
100	4,7	7,1	9,1	11,3	14,9	17,6	20,3	23,0	34,8	38,1	42,6	45,9
110	5,2	8,4	11,2	14,4	18,9	22,3	26,0	28,9	32,0	35,1	39,2	42,3
111	5,2	8,3	11,1	14,3	18,8	22,2	25,9	29,3	32,4	35,6	39,7	42,9
112	5,2	8,3	11,0	14,2	18,7	22,1	25,7	28,9	32,0	35,1	39,2	42,3
113	5,1	8,2	11,0	14,1	18,6	22,0	25,6	28,6	31,7	34,8	38,8	41,9
114	5,1	8,2	10,9	14,1	18,5	21,8	25,5	28,3	31,4	34,4	38,4	41,4
115	5,1	8,1	10,8	14,0	18,4	21,7	25,3	28,3	31,4	34,4	38,4	41,4
116	5,0	8,1	10,8	13,9	18,3	21,6	25,2	28,2	31,2	34,2	38,2	41,2
117	5,0	8,0	10,7	13,8	18,2	21,5	25,0	28,2	31,2	34,2	38,2	41,2
118	5,0	8,0	10,6	13,7	18,1	21,3	24,9	28,2	31,1	34,2	38,1	41,2

Tab.3.4 - Srážkoměrná stanice Krásno nad Bečvou s dopočítanými p 0,005; 0,002; 0,001 pomocí regresních rovnic

3.3.3 Program Hydrog

Tento program byl použit pro výpočet průtoků v kritických úsecích a pro kalibraci povodí pomocí kalibračních koeficientů.

Srážkoodtokový model HYDROG (Starý, 1991 - 2011) je určený k simulaci, operativní předpovědi a operativnímu řízení odtoku vody z povodí. Systém umožňuje výpočet optimalizace odtoků ze soustavy nádrží v povodí během povodňové situace. Operativní řízení průtoků při průchodu povodní představuje jeden z nejobtížnějších problémů ve vodním hospodářství. Model Hydrog umožňuje řízení průtoků při povodňové situaci v rámci soustavy nádrží pomocí výpočtu optimálního nastavení manipulačních uzávěrů na výpustech jednotlivých nádrží. Takto může být za daných podmínek snížen kulminační průtok v říčním korytě. Hydrog je také možné použít pro studie vlivu vodohospodářských opatření v povodí. [4]



Obr. 3.21 - Pracovní plocha programu HYDROG

3.3.4 Kulminační průtoky

Do programu Hydrog jsou postupně zadávány doby příčinné srážky od 110 do 120 minut. Simulací srážkoodtokového procesu v programu Hydrog se získají průběhy průtoků a výšek hladin v závislosti na čase pro uzávěrový a také pro zájmové profily.

Srovnáním hydrogramů v časech 110 - 120 minut bylo zjištěno, že model nabývá maximálních průtoků s příčinnou srážkou trvající 114 minut. Tyto hodnoty deště byly zadávány do programu u všech dalších simulací.

Srovnáním N-letých průtoků byly zjištěny rozdíly oproti modelu jen řádově v jednotkách m^3/s . Průběhy jednotlivých povodní jsou vyobrazeny na příloze 1 – 4.

t= 114 min

N-letost	i
[roky]	[mm/hod]
20	25.41
50	28.91
100	32.01
200	35.10

Tab. 3.5 – Intenzity příčných srážek trvajících 114 minut

20-letý déšť		Číslo profilu					
		1	4	8	12	29	65
t	i	Q	Q	Q	Q	Q	Q
[min]	[mm/hod]	[m_3/s]	[m_3/s]	[m_3/s]	[m_3/s]	[m_3/s]	[m_3/s]
114	25.41	1.55	5.21	9.7	14.55	35.73	54.76

Tab. 3.6 – Kulminační průtoky pro 20-letý déšť

50-letý déšť		Číslo profilu					
		1	4	8	12	29	65
t	i	Q	Q	Q	Q	Q	Q
[min]	[mm/hod]	[m_3/s]	[m_3/s]	[m_3/s]	[m_3/s]	[m_3/s]	[m_3/s]
114	28.91	1.92	6.49	12.32	18.15	44.46	66.59

Tab. 3.7 – Kulminační průtoky pro 50-letý déšť

		Číslo profilu					
100-letý déšť		1	4	8	12	29	65
t	i	Q	Q	Q	Q	Q	Q
[min]	[mm/hod]	[m ₃ /s]	[m ₃ /s]	[m ₃ /s]	[m ₃ /s]	[m ₃ /s]	[m ₃ /s]
114	32.01	2.13	7.42	13.65	20.14	50.02	76.12

Tab. 3.8 – Kulminační průtoky pro 100-letý déšť

		Číslo profilu					
200-letý déšť		1	4	8	12	29	65
t	i	Q	Q	Q	Q	Q	Q
[min]	[mm/hod]	[m ₃ /s]	[m ₃ /s]	[m ₃ /s]	[m ₃ /s]	[m ₃ /s]	[m ₃ /s]
114	35.1	2.59	8.71	16.5	24.23	60.01	94.47

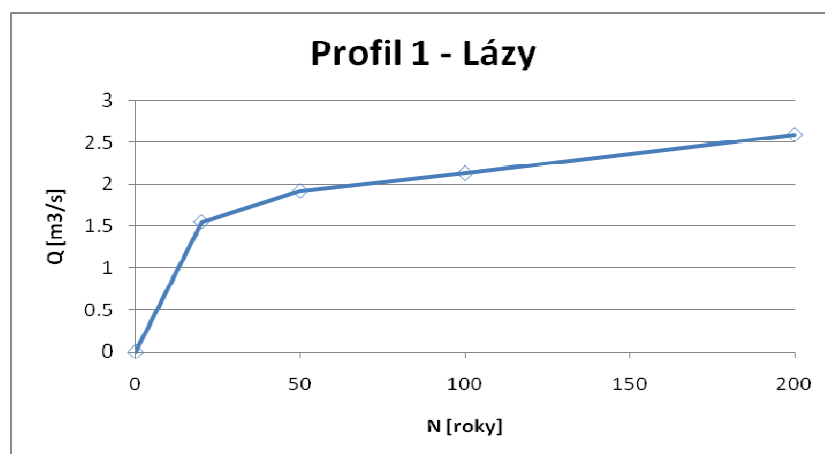
Tab. 3.9 – Kulminační průtoky pro 200-letý déšť

Kulminační průtoky jednotlivých profilů:

Profil 1 - Lázy

N [roky]			
20	50	100	200
Q [m ³ /s]	Q [m ³ /s]	Q [m ³ /s]	Q [m ³ /s]
1.55	1.92	2.13	2.59

Tab. 3.10 – Kulminační průtoky profilu 1 – Lázy

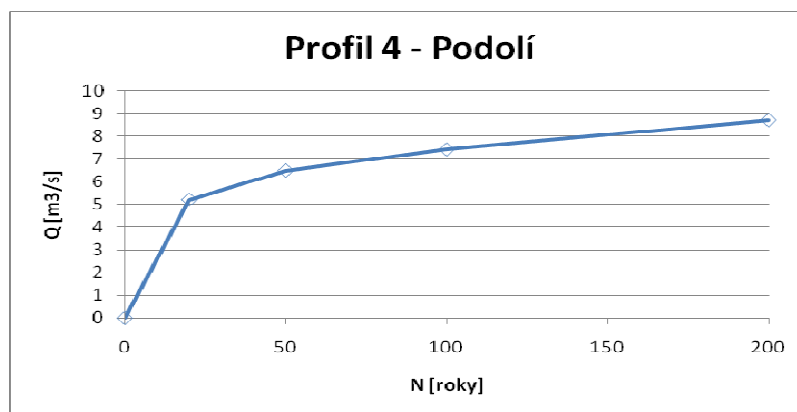


Obr. 3.22 – N-leté průtoky v obci Lázy

Profil 4 - Podolí

N [roky]			
20	50	100	200
Q [m ³ /s]	Q [m ³ /s]	Q [m ³ /s]	Q [m ³ /s]
5.21	6.49	7.42	8.71

Tab. 3.11 – Kulminační průtoky profilu 4 – Podolí

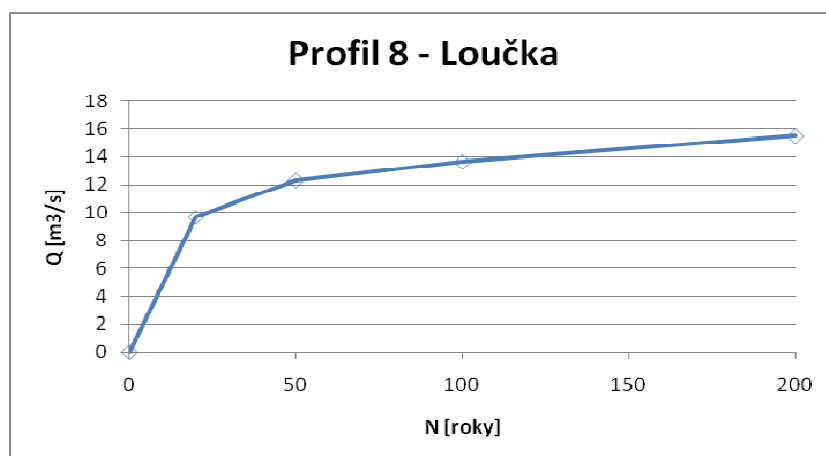


Obr. 3.23 – N-leté průtoky v obci Podolí

Profil 8 - Loučka

N [roky]			
20	50	100	200
Q [m ³ /s]	Q [m ³ /s]	Q [m ³ /s]	Q [m ³ /s]
9.7	12.32	13.65	15.5

Tab. 3.12 – Kulminační průtoky profilu 8 – Loučka

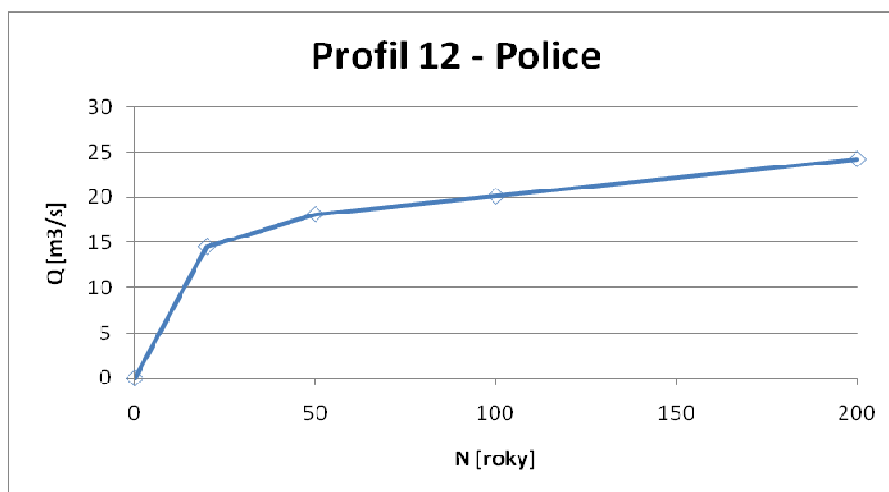


Obr. 3.24 – N-leté průtoky v obci Loučka

Profil 12 - Police

N [roky]			
20	50	100	200
Q [m ³ /s]	Q [m ³ /s]	Q [m ³ /s]	Q [m ³ /s]
14.55	18.15	20.14	24.23

Tab. 3.13 – Kulminační průtoky profilu 12 – Police

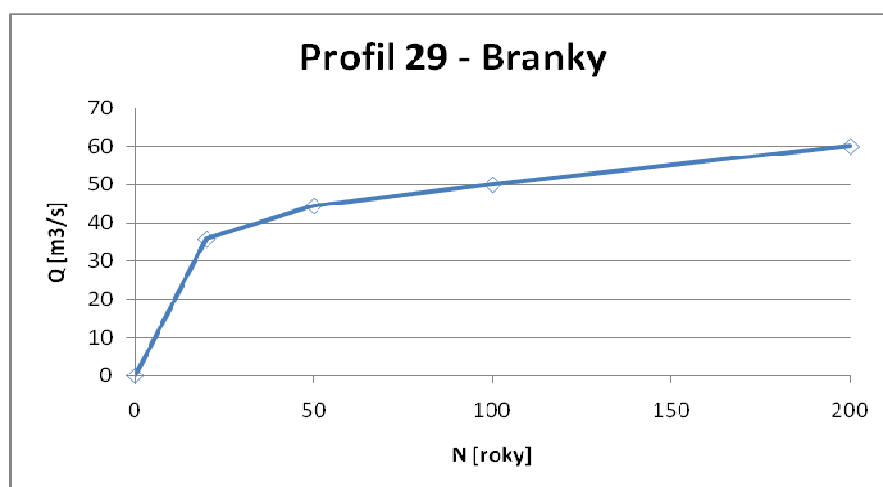


Obr. 3.25 – N-leté průtoky v obci Police

Profil 29 - Branky

N [roky]			
20	50	100	200
Q [m ³ /s]	Q [m ³ /s]	Q [m ³ /s]	Q [m ³ /s]
35.73	44.46	50.02	60.01

Tab. 3.14 – Kulminační průtoky profilu 29 – Branky

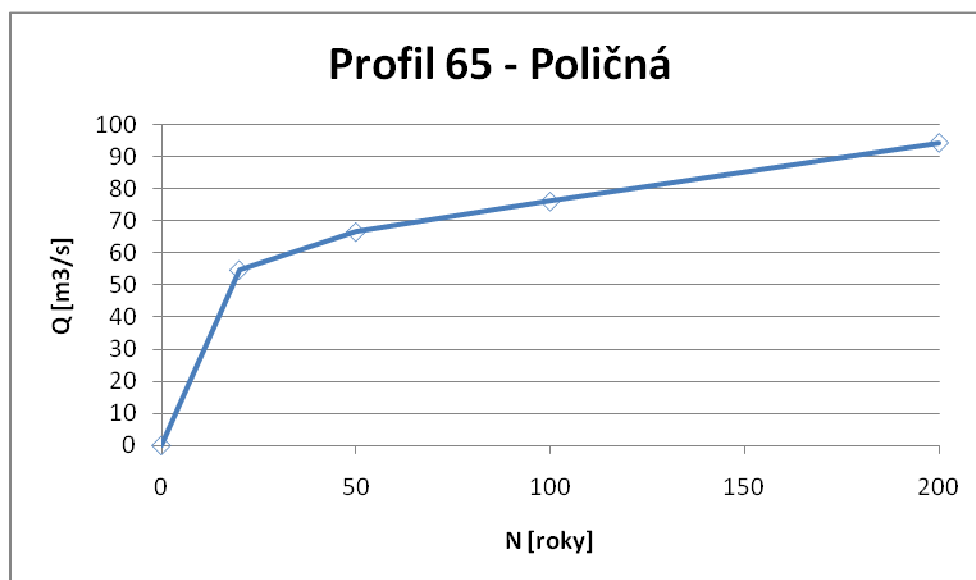


Obr. 3.26 – N-leté průtoky v obci Branky

Profil 65 - Poličná

N [roky]			
20	50	100	200
Q [m ³ /s]	Q [m ³ /s]	Q [m ³ /s]	Q [m ³ /s]
54.76	66.59	76.12	94.47

Tab. 3.15 – Kulminační průtoky profilu 65 – Poličná



Obr. 3.27 – N-leté průtoky v obci Poličná

Výpočet proudění v otevřených profilech:

šířka koryta ve dně

hloubka

podélný sklon

průtočná plocha

omočený obvod

hydraulický poloměr

průměrná drsnost

rychlostní součinitel

rychlost

průtok

b = 3.2 m

h = 3 m

i = 10 ‰

A = 9.6 m²

O = 9.20 m

R = 1.04 m

n = 0.03

C = 33.57

v = 3.43 m/s

Q = 32.92 m³/s

Tab. 3.16 – Ukázka výpočtu proudění v otevřeném profilu - Poličná

3.4 SHRNU TÍ

Simulací srážkoodtokového procesu byly zjištěny kulminační průtoky v měřených profilech. Srovnáním N-letých průtoků byly zjištěny rozdíly oproti modelu jen řádově v jednotkách m^3/s . Průběhy jednotlivých povodní jsou vyobrazeny na přílohách 1 – 4.

3.4.1 Profil 1 – obec Lázy

Z malého koryta o výšce 0,3 m se potok vylévá už při 20-leté vodě, dochází k překročení hloubky o 0,4 m. Tato hloubka odpovídá průtoku $1,55 \text{ m}^3/\text{s}$. Loučka v obci Lázy má ovšem široké inundační území, proto zde nepáchá škody ani při 500-leté vodě.

3.4.2 Profil 4 – obec Podolí

V obci Podolí se voda udrží v korytě do hloubky téměř dvou metrů, to znamená, že i 200-letý průtok $8,71 \text{ m}^3/\text{s}$ projde korytem bez problémů. Voda v tomto úseku dosahuje vysokých rychlostí, proto je koryto v celé délce opevněno.

3.4.3 Profil 8 – obec Loučka

V tomto profilu říčka většinou neprochází obydleným územím. Voda zaplavuje pole a louky při překročení hloubky 1,5 m, tj. zhruba při 200-letém průtoku $15,5 \text{ m}^3/\text{s}$. V případě vylití dojde k zatopení sklepů v budově bývalého mlýna a přilehlých hospodářských staveních.

3.4.4 Profil 29 – obec Branky

V obci Branky mají vybudované široké a zpevněné koryto, ve kterém dojde k rozlivu při překročení hloubky 2,5 m. Této hloubce odpovídá průtok $Q_{100} 50,02 \text{ m}^3/\text{s}$. Největším problémem je zde zanášení koryta sedimenty. V Brankách nemá Loučka velký spád, proto zde dochází v kritických místech k výraznému zmenšení průtočného profilu. Je proto nutností pravidelná údržba dna Loučky.

3.4.5 Profil 65– střed obce Poličná

Nejproblémovějším úsekem je obec Poličná. Stávající úpravy toku neplní svou funkci, celá obec se při vydatnějších srážkách dostává do problémů. V některých místech je provedeno zvýšení břehů násypem. V centru obce je pro rozliv potřebné překonání výšky hladiny 3 m. Tato hladina odpovídá zhruba 5-letému průtoku $32,92 \text{ m}^3/\text{s}$. V těsné blízkosti toku v zátopovém území vede silnice a zároveň stojí rodinné domy, proto je každé vylití nežádoucí a problémové. Zabezpečení tohoto profilu je nedostatečné a je nutná realizace protipovodňových opatření.

4 PROTIPOVODŇOVÁ OPATŘENÍ

Při osobním setkání s paní Ing. Pavlínou Burdíkovou z Povodí Moravy (vedoucí provozovny ve Valašském Meziříčí) jsem konzultoval rozsah diplomové práce v povodí toku Loučka. Největší zájem byl o posouzení efektivity již navržených protipovodňových opatření na kulminační průtoky Loučky v obcích. Následně jsem se setkal se starostou obce Poličná Vladimírem Místeckým, který mi poskytl parametry navržených projektů „Poldr Police“ a „Protipovodňové opatření, Loučka – Poličná“. První projekt se zabývá záchytnou nádrží, druhý zvýšením kapacity koryta v Poličné.

Pro řešení problémů na vodním toku Loučka byla „fy Fontes-Brno“ zpracována „Studie odtokových poměrů v povodí toku Loučka“.

Studie se zabývá analýzou povodí a řešením problémů v povodí. Ze studie vyplývá, že celkové škody v posledních letech způsobené povodněmi činí na soukromém a obecním majetku 34 mil. Kč, u drobných podnikatelů 5 mil. Kč, na dopravní infrastruktuře 12 mil. Kč, na zemědělských pozemcích 8,7 mil Kč a na vlastním korytě toku 6 mil. Kč. Celková plocha přímo dotčeného území je 950 ha s 208 domy, v nichž bydlí 1072 obyvatel.

Ze závěrů studie se jeví, že nejvhodnějším řešením problémů na vodním toku je vybudování poldru na zachycení povodňových průtoků.

4.1 JIŽ NAVRŽENÁ PROTIPOVODŇOVÁ OPATŘENÍ

4.1.1 Poldr Police

Z morfologie terénu byla určena jako nejvhodnější lokalita pro vybudování poldru v prostoru nad stávající silnicí II třídy Val. Meziříčí – Bystřice pod Hostýnem v říčním km 8,25 vodního toku Loučka.



Obr. 4.1 – Umístění poldru Police

Poldr je navržen jako nádrž se stálou hladinou nadržení, která je na kótě 349 m n.m. a dosahuje hloubky max. 3 m. Tato stavba se v budoucí vizi jeví jako víceúčelová vodní nádrž. Autorem projektu je Ing. Petr Provazník.

Účelem stavby je zachytit povodňové průtoky s cílem snížit jejich kulminaci, dle předpokladu investičního záměru snížit kulminaci povodně Q100 alespoň na Q50. Zadržením části objemu povodně přispěje navrhovaný poldr ke snížení kulminace povodně ve vodním toku Bečvy.

Další možné přínosy poldru Police jsou :

- Využití vodní plochy 3,5 ha pro rekreaci, pláže
- Využití pro sportovní rybolov
- Využití pro vytvoření biocentra – mokřadu cca 0,5 - 0,8 ha

- Nadlepšování průtoků pod nádrží
- Možnost využití pro závlahy
- Zvýšení zásoby podzemní vody

Základní technické parametry

Kóta koruny zemní hráze	354,00 m n.m.
Výška hráze max.	9,00 m
Kóta provozní hladiny.....	349,00 m n.m.
Kóta maximální hladiny (Q100)	353,20 m n.m.
Kóta koruny bočního bezpečnostního přelivu	352,60 m n.m.
Kóta koruny přelivu spodní výpustě.....	349,00 m n.m.
Průměrná hloubka vody.....	2,20 m
Plocha nádrže v hladině provozní	3,4339 ha
Plocha nádrže v hladině maximální (Q100).....	10,2410 ha
Objem nádrže při provozní hladině	40000 m ³
Objem nádrže při maximální hladině	327200 m ³
Délka hráze v koruně	252,00 m
Šířka v koruně hráze	4,00 m
Sklon návodního líce hráze	1 : 3
Sklon vzdušního líce hráze	1 : 2,5
Průměr spodní výpusti.....	DN 600

4.1.2 Protipovodňové opatření, Loučka - Poličná

Předmětem je návrh protipovodňových opatření podél toku Loučky v obci Poličná. Stavba se nachází ve spodní a střední části obce, začíná 440 m nad ústím do Bečvy a končí lávkou pod železničním viaduktem.

Stavba je umístěna v zastavěném území, se zástavbou převážně rodinnými domky s přístavbami hospodářských objektů a garáží. Zbylé objekty tvoří objekty občanské vybavenosti, případně objekty k podnikatelským účelům.

Návrhový průtok úpravy koryta je pro kapacitu Q20.

Základní technické parametry

Délka upravovaného úseku	1160 m
z toho délka oblouků	506,6 m
délka přímých úseků	653,4 m
Ochranná hráz (SO 01)	194 m
Ochranná nábrežní zeď (SO 01)	463 m
Navýšení stáv. nábrežní zdi (SO 01)	238 m
Ochranná zídka na břehu (SO 01)	590 m
Navýšení stáv. zídky na břehu (SO 01)	468 m
Vyložení břehu lomovým kamenem (SO 01)	600 m ³
Štětovnicová stěna, typ LARSEN (SO 01)	32 m
Opěrná zeď + zábradlí (SO 03)	cca 55 m
a další	

4.2 POSOUZENÍ NAVRŽENÝCH OPATŘENÍ

Návrh protipovodňových opatření se soustředí na problémové profily v obcích Branky a Poličná. Při posouzení účinků bude brán ohled zejména na situaci v obci Poličná.

Ke zjištění vlivu stavby „Poldr Police“ bude využit program Hydrog, kdy se do již namodelovaného srážkoodtokového procesu v povodí vloží nádrž, která bude mít parametry výše uvedeného projektu.

Do řešení jsem navíc zahrnul další varianty, které jsou založeny na změně profilu spodní výpusti a zrušení stálé hladiny nadržení. Hydrogramy průtoků – výstupy z programu Hydrog jsou k vidění na přílohách 5 – 9.

Kulminační průtoky v povodí s realizovaným poldrem Police

		Číslo profilu					
100-letý déšť		1	4	8	12	29	65
t	i	Q	Q	Q	Q	Q	Q
[min]	[mm/hod]	[m ₃ /s]	[m ₃ /s]	[m ₃ /s]	[m ₃ /s]	[m ₃ /s]	[m ₃ /s]
114	32.01	2.13	7.42	13.65	19.58	44.25	62.04

Tab. 4.1 – Kulminační průtoky v povodí s realizovaným poldrem Police

Kulminační průtoky v povodí s realizovaným poldrem Police
varianta bez stálého nadržení

		Číslo profilu					
100-letý déšť		1	4	8	12	29	65
t	i	Q	Q	Q	Q	Q	Q
[min]	[mm/hod]	[m ₃ /s]	[m ₃ /s]	[m ₃ /s]	[m ₃ /s]	[m ₃ /s]	[m ₃ /s]
114	32.01	2.13	7.42	13.65	11.84	31.96	61.37

Tab. 4.2 – Kulminační průtoky v povodí s realizovaným poldrem Police, varianta bez stálého nadržení

Kulminační průtoky v povodí s realizovaným poldrem Police
varianta se stálým nadržením, DN1000

		Číslo profilu					
100-letý déšť		1	4	8	12	29	65
t	i	Q	Q	Q	Q	Q	Q
[min]	[mm/hod]	[m ₃ /s]	[m ₃ /s]	[m ₃ /s]	[m ₃ /s]	[m ₃ /s]	[m ₃ /s]
114	32.01	2.13	7.42	13.65	17.33	37.67	62.87

Tab. 4.3 – Kulminační průtoky v povodí s realizovaným poldrem Police, varianta se spodní výpustí DN1000

Kulminační průtoky v povodí s realizovaným poldrem Police
 varianta bez stálého nadržení, DN1000

		Číslo profilu					
100-letý déšť		1	4	8	12	29	65
t	i	Q	Q	Q	Q	Q	Q
[min]	[mm/hod]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]
114	32.01	2.13	7.42	13.65	7.44	34.22	63.08

Tab. 4.4 – Kulminační průtoky v povodí s realizovaným poldrem Police, varianta bez stálého nadržené a se spodní výpustí DN1000

Kulminační průtoky v povodí s realizovaným poldrem Police - Q50

		Číslo profilu					
50-letý déšť		1	4	8	12	29	65
t	i	Q	Q	Q	Q	Q	Q
[min]	[mm/hod]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]
114	32.01	2.13	7.42	13.65	7.42	27.65	52.87

Tab. 4.5 – Kulminační průtoky v povodí s realizovaným poldrem Police – Q50

Simulací v programu Hydrog byl otestován vliv stavby „Poldr Police“ a různých variant provedení na hodnoty kulminačních průtoků v povodí. I přes to, že je poldr situován poměrně daleko před Poličnou, je jeho efekt značný, konečná hodnota průtoků snižuje o 14,08 m³/s. Rozdíly při jednotlivých provedeních v profilu Poličná jsou minimální, proto bude doporučení ponechat již navrženou stálou hladinu nadržení i průměr spodní výpusti DN 600.

Průtok Q50 (66,59 m³/s) v obci Poličná dokáže poldr transformovat na hodnotu o 1.89 m³/s menší, než je kulminační průtok Q20 (54,76 m³/s), na který je navržena stavba „Protipovodňová opatření Loučka – Poličná“.

Stoletou povodeň poldr sníží na padesátiletou, což splňuje původní záměr projektanta.

Realizování obou staveb by mělo pro problémový profil Poličná rozhodující vliv a znamenalo by to změnu zabezpečení úseku z Q5 na Q50.

4.3 NÁVRH SUCHÉHO POLDRU

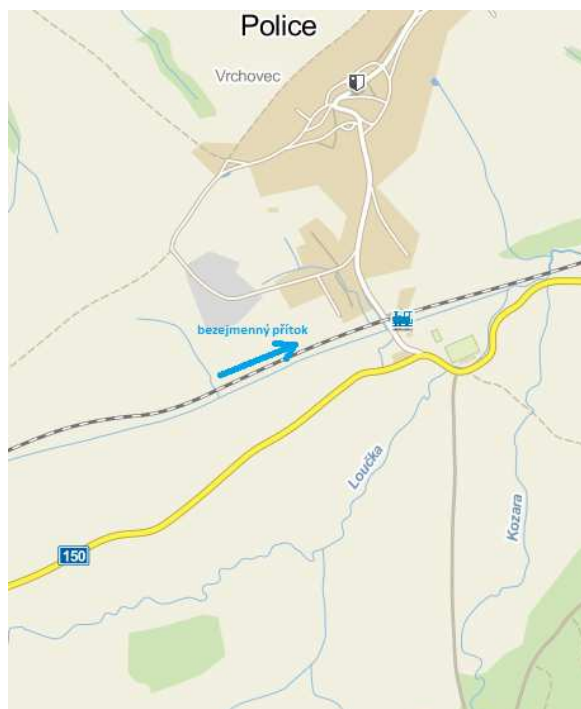
Stav po navržení již navržených protipovodňových opatření je uspokojivý, přesto při srážkách, které způsobí průtok Q50 a vyšší, nebudou úpravy koryta v Poličné dostačující. Došlo by k přelití zídek a hrází kolem toku a tím zatopení obce.

Možností, jak snížit toto riziko, je výstavba dalšího suchého poldru a tím vytvoření soustavy dvou nádrží v řešeném povodí.

Podry jsou ohrázené prostory, schopné zadržet část povodňových průtoků s cílem minimalizování povodňových škod a ochranou staveb kolem toku.

Při zběžném pohledu na tvar a morfologii povodí je zřejmé, že na hlavním toku Loučky již není možné další poldr umístit. Hlavním důvodem je fakt, že říčka kromě úseku před obcí Police lemuje po celou dobu silnici.

V úvahu připadlo umístění stavby na některém z přítoků. Výběr vhodného toku jsem založil na sledování stoletých průtoků programem Hydrog v místě před jejich soutokem s Loučkou. Dva největší přítoky ($Q_{100} = \text{téměř } 9 \text{ m}^3/\text{s}$) se vlévají do Loučky za obcí Police – viz obr. 4.2. Jedná se o bezejmenný přítok (zleva) a o tok Kozara (zprava).



Obr. 4.2 – Významné přítoky Loučky

Bezejmenný přítok nepřichází v úvahu kvůli tomu, že lemuje železniční trať, naopak Kozara je vhodná lokalitou i morfologií terénu. V lednu 2014 jsem provedl průzkum lokality – viz. obrázky 4.3 – 4.8.



Obr. 4.3 – Pohled z levého břehu do zátopy



Obr. 4.4 – Polní cesta označuje umístění hráze



Obr. 4.5 – Pohled z polní cesty na levou stranu zátopy



Obr. 4.6 – Pohled z polní cesty na pravou stranu zátopy



Obr. 4.7 – Tok Kozara



Obr. 4.8 – Přemostění Kozary v místě hráze

4.3.1 Průvodní zpráva

POLDR NA TOKU KOZARA

PROTIPOVODŇOVÉ OPATŘENÍ

Průvodní zpráva

Bc. Zdeněk Hadaš

Milotice nad Bečvou, 10

753 67 Milotice nad Bečvou

E-mail : zdenek.hadas@email.cz

Leden 2014

Příloha A

OBSAH DOKUMENTACE PRO ÚZEMNÍ ŘÍZENÍ

A. Průvodní zpráva

B. Souhrnná zpráva

C. Mapa povodí

D. Dokumentace objektů

D.1 - SO 1 - Situace stavby

D.2 - SO 1 – Podélný profil hráze

D.3 - SO 1 – Vzorové řezy hráze, SO 4 Vzorový řez nádrže

D.4 - SO 2 – Vzorový výkres sdruženého objektu

D.5 - SO 1 – Podélný profil zátopy

D.6 - SO 3 – Vzorový řez korytem

E. Hydrotechnické výpočty

IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE :

1.1 Identifikační údaje objednatele

Objednavatel : POVODÍ MORAVY S.P.

Dřevařská 932/11

602 00 Brno-Veverčí

1.2 Identifikační údaje zhotovitele stavby

Dle výběrového řízení

1.3 Identifikační údaje stavby

Název zakázky: Poldr Kozara

Vodní tok: Kozara

Místo stavby: k.ú. Police

Kraj: Zlínský

Správce vodního toku: Povodí Moravy s.p.

Dřevařská 932/11

602 00 Brno-Veverčí

1.4 Příprava a realizace stavby

Projekt stavby: 1 / 2014

Realizace stavby: 2014 -2015

2. Všeobecné údaje

2.1 Popis současného stavu

Vodní tok Kozara je pravostranným přítokem řeky Loučky. Ústí do ní mezi obcemi Police a Branky. Kozara protéká převážně lesní a zemědělsky využívanou půdou. Koryto je stavebně neupravené, meandrující, málo kapacitní.

Povodně na vodním toku Loučka způsobují škody na soukromém i obecním majetku v níže položeném území, zejména v intravilánech obcí Police, Branky a Poličná.

2.2 Účel stavby

Pro řešení problémů na vodním toku Loučka byla „fy Fontes-Brno“ zpracována „Studie odtokových poměrů v povodí toku Loučka. Ze závěrů studie se jeví, že nejvhodnějším řešením problémů na vodním toku je vybudování poldru na zachycení povodňových průtoků.

Z morfologie terénu byla určena jako nejvhodnější lokalita před ústím do toku Loučka, umístění osy hráze bude na existující nepevněnou polní cestu.

Účelem stavby je tedy zachytit povodňové průtoky s cílem snížit jejich kulminaci, dle záměru snížit kulminaci povodně společně s poldrem Police z Q_{100} alespoň na Q_{20} .

Celkové škody v posledních letech způsobené povodněmi činí na soukromém a obecním majetku 34 mil. Kč, u drobných podnikatelů 5 mil. Kč, na dopravní infrastruktuře 12 mil. Kč, na zemědělských pozemcích 8,7 mil Kč a na vlastním korytě toku 6 mil. Kč. Celková plocha přímo chráněného území je 950 ha s 208 domy, v nichž bydlí 1072 obyvatel. Vodní tok Loučka se vlévá pod obcí Poličná do Bečvy. Zadržením části objemu povodně přispěje navrhovaný poldr ke snížení kulminace povodně ve vodním toku Bečvy.

2.3 Základní technické parametry

Kóta koruny zemní hráze	355,00 m n.m.
Výška hráze max.	7,00 m
Kóta maximální hladiny (Q_{100})	354,00 m n.m
Kóta koruny bezpečnostního přelivu	353,30 m n.m
Kóta spodní výpustě.....	347,20 m n.m
Plocha nádrže v hladině ovladatelného retenčního objemu.....	30523 m ²
Plocha nádrže v hladině maximální (Q_{100}).....	50 173 m ²
Objem nádrže při hladině ovladatelného retenčního objemu...	112723 m ³
Objem nádrže při maximální hladině	137305 m ³
Délka hráze v koruně	217,50 m
Šířka v koruně hráze	4,00 m
Sklon návodního líce hráze	1 : 3,7
Sklon vzdušního líce hráze	1 : 2,2
Délka odpadní štol 2 x 2 m	26,30 m

3. Přehled výchozích podkladů :

- Státní mapa 1 : 10 000
- Pochůzky v terénu
- Fotodokumentace 1/2014
- Hydrologické údaje povrchových vod včetně průběhu povodňové vlny z programu Hydrog

Majetkoprávní vztahy stavby nejsou v rámci práce řešeny.

4. Členění stavby :

Stavba je rozdělena na tyto objekty :

SO 1 Zemní hráz

SO 2 Sdružený objekt

SO 3 Úprava koryta pod poldrem

SO 4 Nové koryto v zátopě

5. Návrh koncepce

Homogenní zemní hráz výšky 7 m je zavázána kolmo do svahu, osa sleduje stávající šterkovou cestu.

Převádění extrémních povodňových průtoků ze zdrže pod hráz poldru zabezpečuje šachtový přeliv, který je součástí sdruženého objektu.

Vypouštění vody z poldru je zajištěno spodní výpustí s požerákem. Převádění vod z prostoru zdrže na vzdušní stranu hráze je zajištěno odpadní štolou průřezu 2 x 2 m. Požerák bude opatřen dlužemi a česlemi a ventilem pro vypouštění minimálního průtoku pod hrází poldru.

Předpokládá se, že stavby poldrů Kozara a Police budou probíhat souběžně. Materiál z vyhloubeného prostoru v trvalé zátopě poldru Police bude možno použít na násyp hráze a šterkopísky ke zpevnění přístupové komunikace v koruně hráze.

V prostoru zátopy bude provedena změna koryta. Vytvořené koryto bude mít šířku ve dně 1,0 m a sklony svahů 1:2. Údržba potoka v prostoru nad max. zátopou nebude nijak prováděna, dno koryta je místy zarostlé vodomilnými rostlinami, keři a stromy různého stáří.

Stávající polní cesta nově povede přes korunu hráze. Cestu využívají zemědělské stroje k přístupu na pole a do blízkého lesa.

6. Zábor zemědělské půdy

Celá stavba se nachází v prostoru zemědělských pozemků, část pozemků bude stavbou trvale zastavěna a část pozemků bude zatopena pouze za povodně. Doporučuje se pokusit se o domluvu s místním zemědělským družstvem o možnosti symbolického pronájmu pozemků v zátopě. Většina ze zátopy je využívána jako trvalý travní porost, při domluvě o zatravnění celé plochy by krátké zatopení nenapáchalo žádné nebo pouze minimální škody. Při úspěšné domluvě by se konal odkup jen stavbou trvale zastavěných pozemků.

7. Věcné a časové vazby stavby na okolní výstavbu :

Stavba má přímou vazbu na úpravu zátopy asi 100 metrů vzdáleného poldru Police. Homogenní sypaná hráz bude tvořena materiálem ze zemníku vedlejšího poldru a šterkopískem bude zpevněna koruna hráze.

8. Přehled uživatelů a provozovatelů :

Povodí Moravy, spolu s orgány ochrany přírody a životního prostředí určí podmínky užívání.

9. Termín výstavby :

Stavba je v plánu investora stavby pro rok 2014 - 2015.

10. Vliv stavby na životní prostředí

Jde o stavbu, která bude prioritně sloužit ke zvýšení ochrany životů a majetku obcí pod hrází poldru před povodněmi. Poldr je součástí protipovodňových opatření v povodí Bečvy.

Při práci na stavbě poldru je nutno respektovat pokyny orgánů ochrany přírody. Chráněné území zde není vyhlášeno.

11. Zkušební provoz stavby :

Stavba obsahuje výpustné zařízení, které bude odzkoušeno.

12. Zvláštní podmínky stavby :

V prostoru navrhované vodní nádrže jde o běžné stavební práce, v běžných podmínkách, které nevyžadují speciální postupy nebo specializované firmy.

13. Hydrologické údaje

Číslo povodí 4 - 11 - 02 - 002

Plocha povodí k profilu Kozara je 3,05 km²

Navrhovaný poldr dle simulace v programu Hydrog transformuje povodeň $Q_{100} = 8,8$ m³/s na průtok $Q_{100tr} = 3,31$ m³/s.

14. Staveniště

Přístup dopravních mechanismů na místo stavby je možný od stávajícího silnice Bystřice pod Hostýnem – Valašské Meziříčí. Od silnice vede šterkem zpevněná cesta přímo na místo stavby.

Na staveništi nejsou žádné dosavadní objekty, které by mohl dodavatel využít pro svoje zařízení staveniště. Předpokládá se vybudování vlastního ZS dodavatele stavby a to sestavou provozních a sociálních dočasných buněk a skladů. Stavba není náročná na výrobní materiál, skládky kameniva lze dočasně umístit v bezprostřední blízkosti jednotlivých staveb v prostoru budoucí zátopy.

Před zahájením stavebních prací musí být zajištěno vytyčení všech podzemních vedení a ochranných pásem.

Při stavbě nesmí být porušena ustanovení nařízení vlády ČR 171/92 Sb., která stanoví ukazatele přípustného znečištění ropnými látkami ze stavebních mechanismů a ke zvýšeným splachům.

4.3.2 Souhrnná zpráva

POLDR NA TOKU KOZARA

PROTIPOVODŇOVÉ OPATŘENÍ

Souhrnná zpráva

Bc. Zdeněk Hadaš

Milotice nad Bečvou, 10

753 67 Milotice nad Bečvou

E-mail : zdenek.hadas@email.cz

Leden 2014

Příloha B

B.1. Všeobecně

Stavba poldru je členěna na stavební objekty :

SO 1 Zemní hráz

SO 2 Sdružený objekt

SO 3 Úprava koryta pod poldrem

SO 4 Nové koryto v zátopě

B.2. Vytyčení objektů

Největší výška hráze nad terénem v údolí je 7,00 m. Zemní hráz je zavázána kolmo do svahu. Délka hráze je celkem 252 m.

B.3 – Stavební objekt SO 1 - Zemní hráz

B.3.1. Zakládání hráze

Na základě průzkumných prací na území plánovaného poldru Police lze usuzovat, že výsledky průzkumu lze použít i pro o cca 100 m vzdálený poldr Kozara.

Zájmová lokalita se nachází v meandru vodoteče Kozara, který je budován plošně omezeným komplexem fluviálních a fluviodeluviálních sedimentů kdy svrchní horizont je budován hlínami s nízkou a střední plasticitou (dle ČSN 75 2410 – skupina ML – MI).

Hladina podzemní vody byla zaregistrována v prostoru aluviální nivy v úrovni povrchového toku vodoteče tj. cca 2,4 až 2,6 m pod terénem, je nutno předpokládat, že se jedná o volnou hladinu podzemní vody, která je konformní s hladinou v toku Kozary.

Z výsledků průzkumných prací lze usuzovat, že z hlediska geologického, geomorfologického a hydrologického lze lokalitu označit jako vhodnou pro daný záměr, t.j. vybudování zemní hráze-poldru. Naleziště sypanin, které budou za určitých podmínek vyhovovat pro výstavbu hráze se nachází v prostoru přepokládané zátopy poldru Police.

V prostoru základové spáry hráze se provede skrývka ornice v tl. 25 cm a její uložení na mezideponii ve vrstvě výšky max. 1,5 m v prostoru zátopy. Tento materiál bude v závěrečných pracích použit na ohumusování hráze a upraveného koryta.

Po odtěžení skrývky ze základové spáry hráze se provede výkop kolmo k ose hráze pro založení objektu spodní výpusti. Odpadní štolou sdruženého objektu 2 x 2 m bude převáděna voda potoka během stavby hráze.

Pro zavázání hráze do podloží se provede výkop jámy v údolní nivě do hloubky cca 3,5 m (tam, kde budou v podloží zjištěny šterkopísky i do větší hloubky). Po odčerpání vody ze základové spáry zavazovacího zářezu se provede její přehutnění. Po zhutnění základové spáry by měl být do „suchého“ prostředí prováděn co nejdříve hutněný násyp z málo propustného materiálu. Šířka zářezu musí být min. 3,0 m.

Vytěžené šterky ze základové spáry budou v prostoru zátopy uloženy na mezideponii a po odvodnění a propláchnutí mohou být zpětně použity na drenážní koberec při patě hráze.

B.3.2 Konstrukce hráze

Konstrukce hráze je homogenní. Výška hráze v nejhlubším místě je 7,00 m. Šířka koruny hráze je 4,00 m, kóta koruny hráze 355,00 m n.m.

Sklon návodního svahu je navržen 1 : 3,7, sklon vzdušního svahu 1 : 2,2. Násyp hráze bude do podloží zavázán zářezem šířky min. 3,00 m.

Bezpečnostní výška nad hladinou v nádrži při maximální hladině se navrhuje 1 m. Celková výška nad korunou bezpečnostního přelivu bude 1,70 m. Převýšení z vlny vzniklé účinkem větru je do převýšení zahrnuto.

Všechny materiál v tělese hráze musí být hutněn u soudržných zemin na 95 % maximální objemové hmotnosti sušiny podle standardní Proctorovy zkoušky.

V patu hráze bude odvodňovat patní dréne DN 100. Stabilita materiálu proti sufózním jevům na kontaktu násypu hráze a drenážního koberce bude zajištěna šterkopískovým materiálem frakce 0/32 mm v tloušťce min. 0,2 m. Pro drenážní

koberec bude použit vhodný šterkopísek vytěžený ze zavázání hráze do podloží a z prostoru zátopy. Patní drény budou svedeny do vývaru spodní výpusti.

Návodní líc hráze okolo sdruženého objektu bude opevněn kamennou rovinaninou tl. 300 mm hmotnosti do 80 kg.

Koruna hráze bude zpevněna 300 mm šterkopískovou vrstvou + 200 mm pískový podsypem kvůli projíždění těžkých zemědělských strojů. Vzdušní svah a návodní svah až k hladině stálého nadržení bude ohumusován a oset travním semenem.

Kvalita travního porostu musí být taková, aby v co nejkratší době po výsevu vzniklo dostatečné množství nadzemní hmoty, aby travní porost měl schopnost odolávat nepříznivým klimatickým vlivům, zejména suchu a mrazu, vyznačoval se odolností vůči chorobám a plísním. Aby měl co nejvyšší protierozní účinnost, musí travní porost vytvořit dostatečně hustý kořenový systém.

Materiál pro násyp hráze bude těžen z prostoru trvalé zátopy a zemníku poldru Police. Kvalitnější těsnicí materiál bude použit pro násyp jádra hráze. Materiál s příměsí šterkopísků bude použit pro násyp na návodní a vzdušní straně hráze.

B.4 Stavební objekt SO 2 – Sdružený objekt

Jedná se o objekt sloužící k vyprázdnění nádrže, k převedení malých průtoků a k převádění redukováných průtoků při zvýšených průtocích během přívalových srážek. Sdružený objekt je navržen jako monolitická konstrukce z vodostavebního betonu C 25/30 XF3 s ocelovou výztuží. Objekt sestává z požeráku, bezpečnostního přelivu, odtokové chodby a vývaru. Pro převádění běžných m-denních průtoků, pro manipulaci s hladinou a pro redukci průtoků při povodňových stavech bude na vtokové části do sdruženého objektu zřízen monolitický železobetonový požerák se škrťícím otvorem u dna. Škrťící otvor bude tvořen ocelovou troubou DN800, délky 0,6 m a umístěnou na kótě 348,0 m n. m. V bočních stěnách požeráku budou osazeny troje drážky pro osazení dluží o délce přelivné hrany 1,0 m. Drážky budou tvořeny ocelovými profily U65. Dosedací práh dluží bude rovněž tvořen ocelovými profily U65 umístěnými ve dně požeráku. Ve stěnách požeráku budou osazena ocelová

stupadla. Dno požeráku bude opevněno kamennou dlažbou do betonu tl. 300 mm. Vstup do požeráku bude uzavřen uzamykatelným ocelovým poklopem uloženým v rámu z ocelových profilů L 50/50/5 mm.

Na nátok k požeráku budou provedeny česle pro zachycení hrubých splavenin. Do betonového prahu budou osazeny ocelové profily I100 – celkem 5 ks o délce 1,2 m á 350 mm. Koryto bude v délce 1,0 m nad česlemi a v délce 2,0 m pod česlemi opevněno kamennou rovinou o hmotnosti zrna do 80 kg tl. 300 mm.

Přepadová šachta je navržena pravoúhlá, obdélníkového půdorysu, sklon dna je navržen 2 %. Lícová část zdi přelivu je navržena ve sklonu 10:1 z důvodu řádného napojení zemních vrstev při obsypu. Přelivná hrana je navržena zaoblená o poloměru $r=0,3$ m, přičemž tloušťka stěn v horní části je navržena 0,6 m.

Přístup k požeráku bude zajištěn pomocí ocelové lávky vedené nad šachtou bezpečnostního přelivu. Ocelové nosníky lávky budou sepnuty a vyztuženy ocelovými profily I100. Šířka lávky je navržena 1,0 m, na nosníky lávky bude navařeno oboustranné zábradlí o výšce 1,1 m.

Na vtoku bude provedena diafragma se zavzdušněním prostoru odtokové chodby.

Výtoková chodba bude provedena o světých rozměrech průtočného profilu 2 x 2 m. Je navržena jako monolitický objekt z vodostavebního betonu C25/30 XF3 s ocelovou výztuží, stěny i strop chodby jsou navrženy o tloušťce 0,5 m. Vnější líc svislých stěn odtokové chodby bude proveden ve sklonu 10:1 pro umožnění řádného hutnění okolní zeminy zemní hráze.

Na vyústění z odtokové chodby navazuje vývar o délce se zahloubením 0,8 m. Ve dně bude vývar opevněn kamennou dlažbou do betonu tl. 300 mm, dlažba bude položena na desce z vodostavebního betonu C 25/30 XF3 tl. 350 mm položené na podkladním betonu C 16/20 tl. 100 mm. Svahy jsou navrženy ve sklonu 1:1 a budou opevněny kamennou dlažbou do betonu tl. 300 mm.

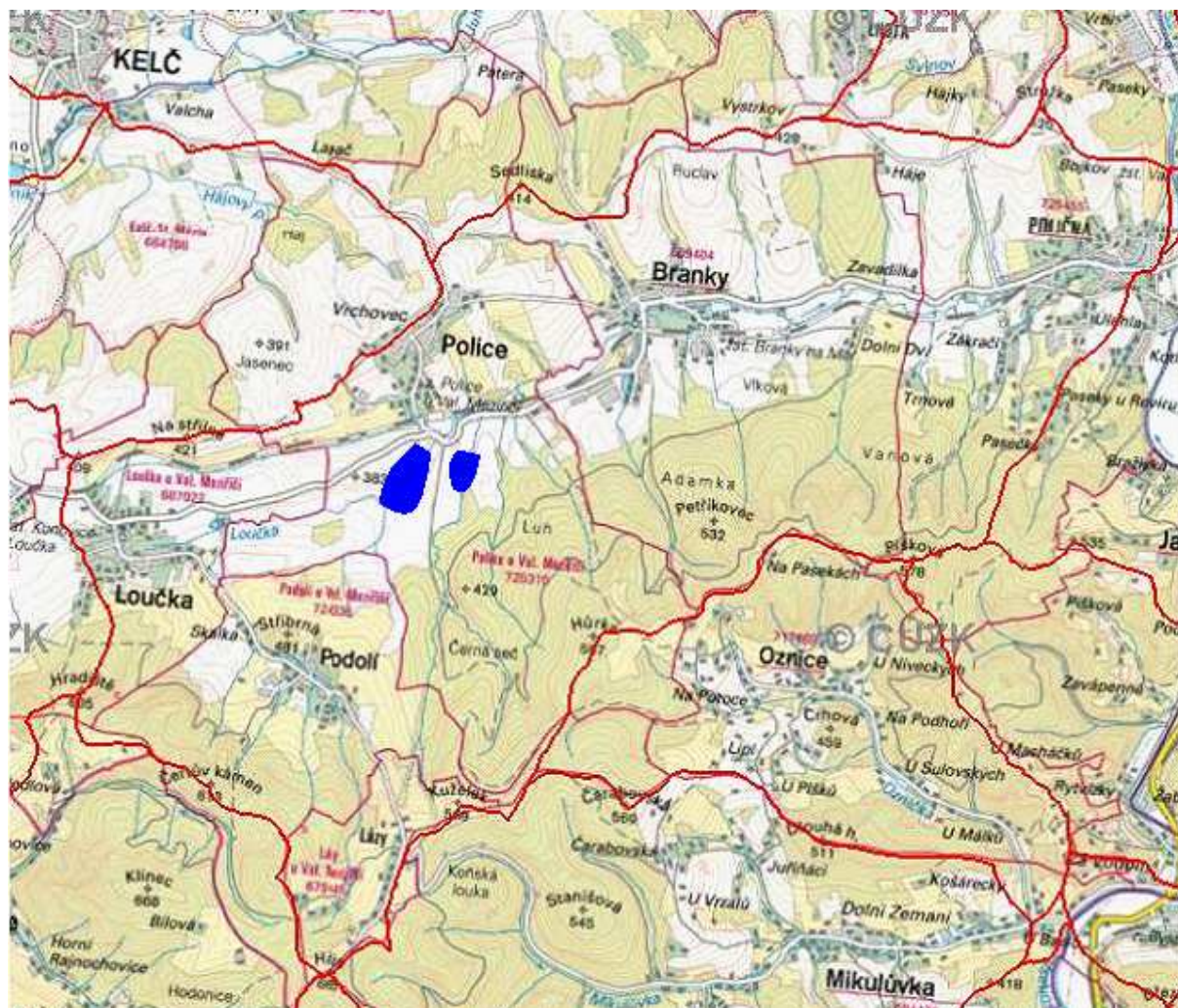
B.5 Stavební objekt SO 3 – Úprava koryta pod suchým poldrem

Koryto bude opevněno záhozem z lomového kamene o hmotnosti zrna 200 až 500 kg s urovnáním líce tloušťky 0,6 m a bude provedeno navázání na stávající koryto Kozary. Šířka ve dně je 1 m a sklony svahů 1:2.

B.6 Stavební objekt SO 4 – Nové koryto v zátopě

K rychlému odvedení vody ze zátopy bude stávající koryto narovnáno a upraveno na šířku dna 1 m a sklony svahů 1:2. Po dokončení stavby se provede ohumusování a osetí koryta, což by mělo omezit vymílání břehů.

4.3.3 Mapa povodí



Vyznačené poldry – vlevo poldr Police, vpravo poldr Kozara

Bc. Zdeněk Hadaš

Milotice nad Bečvou, 10

753 67 Milotice nad Bečvou

E-mail : zdenek.hadas@email.cz

Leden 2014

Příloha C

4.3.4 Hydrotechnické výpočty

POLDR NA TOKU KOZARA

PROTIPOVODŇOVÉ OPATŘENÍ

Hydrotechnické výpočty

Bc. Zdeněk Hadaš

Milotice nad Bečvou, 10

753 67 Milotice nad Bečvou

E-mail : zdenek.hadas@email.cz

Leden 2014

Příloha E

Jednotlivé parametry hráze byly navrženy tak, aby poldr Kozara doplňoval již navržená protipovodňová opatření a poldr splnil cíl zajistit komplexní ochranu v Poličné na Q100.

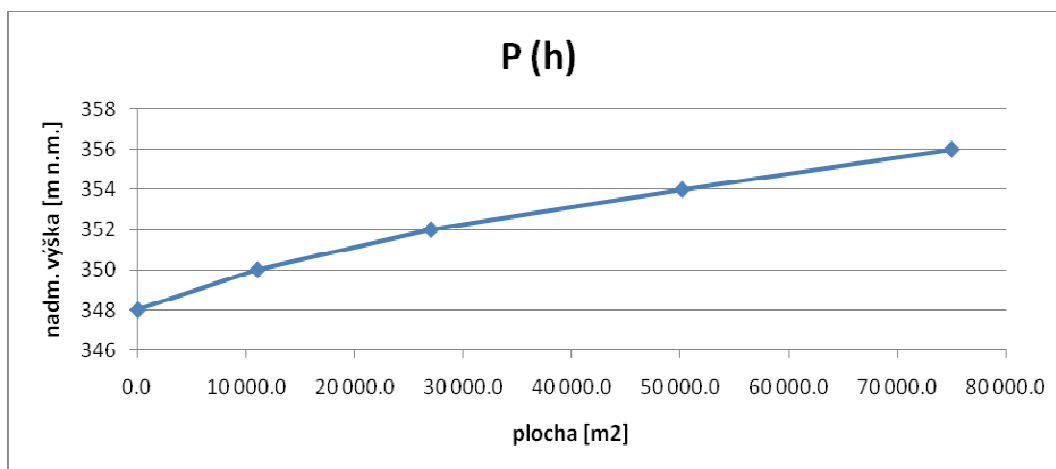
Hráz byla umístěna na již existující polní cestu, následně byly simulovány jednotlivé variandy v programu Hydrog. Model zahrnoval soustavu dvou nádrží (poldr Police a Kozara), hlavním kritériem bylo snížení Q100 v Poličné na transformovaný průtok nižší než hodnota Q20. Dalším požadavkem bylo, aby poldr zvládl transformovat celou povodňovou vlnu Q100 ve svém retenčním prostoru. Zabezpečení proti vlastnímu poškození hráze při vyšších průtocích bude provedeno pomocí šachtového přelivu, kterým musí projít bez problémů kontrolní povodeň Q200. Tímto způsobem byl určen průměr spodní výpusti DN800 a maximální výška hráze 7,0 m.

Transformace jednotlivých povodní soustavou nádrží je vidět na přílohách č. 10 – 14.

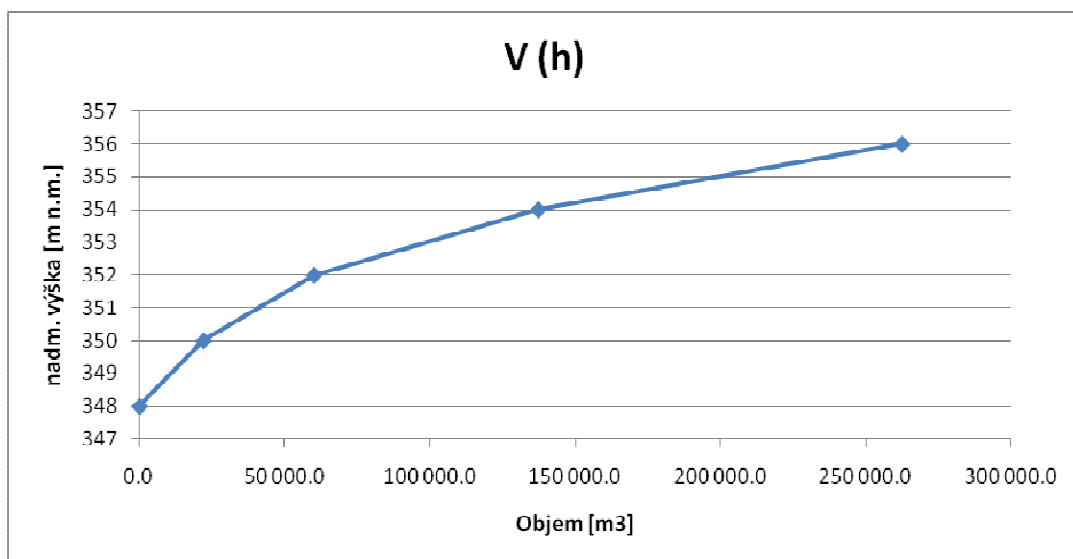
Batygrafické křivky - poldr Kozara

h [m.n.m.]	Plocha [m ²]	Objem [m ³]
348	0.0	0.0
350	11 028.0	22 056.0
352	27 024.0	60 108.0
354	50 173.4	137 305.4
356	75 008.4	262 487.2

Tab. 4.6 – Závislost zatopené plochy a objemu vody na nadm. výšce



Obr. 4.9 – Závislost zatopené plochy na nadm. výšce



Obr. 4.10 – Závislost objemů vody na nadm. výšce

Konzumční křivka spodní výpusti

DN = 800
 $i = 0.020$
 $n = 0.01$

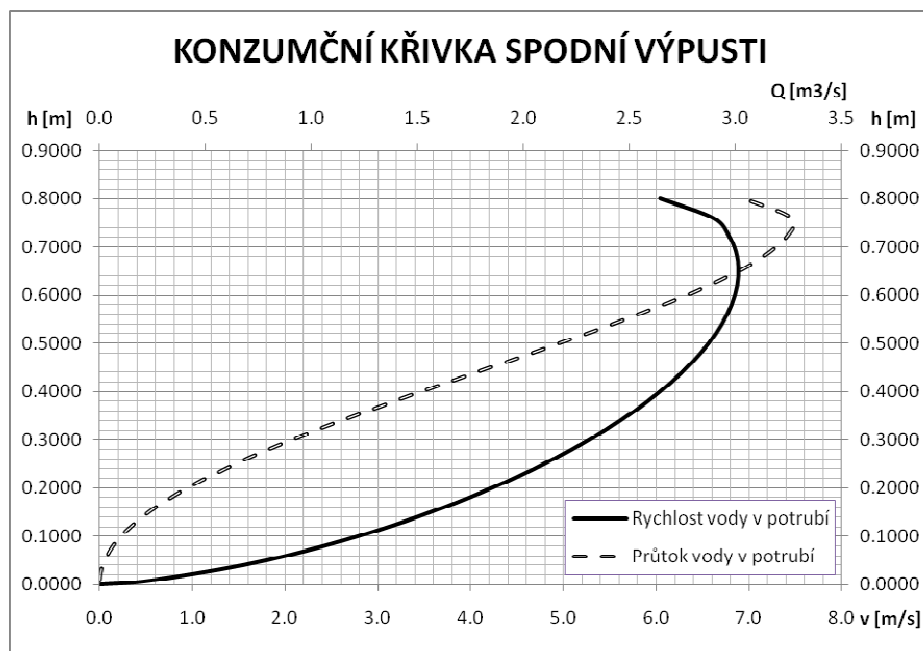
Světlost potrubí
 sklon potrubí
 drsnost

ϕ [rad]	A [m ²]	O [m]	R [m]	C [m ^{0.5} /s]	b [m]
0.40067	0.00085	0.1603	0.00531	52.2081	0.15920
0.90205	0.00940	0.3608	0.02604	68.0539	0.34871
1.28700	0.02616	0.5148	0.05082	76.0753	0.48000
1.59080	0.04728	0.6363	0.07430	81.0482	0.57131
1.85459	0.07157	0.7418	0.09647	84.6534	0.64000
2.09440	0.09827	0.8378	0.11730	87.4568	0.69282
2.31856	0.12683	0.9274	0.13675	89.7221	0.73321
2.53221	0.15679	1.0129	0.15479	91.5944	0.76315
2.73888	0.18776	1.0956	0.17138	93.1616	0.78384
2.94126	0.21938	1.1765	0.18647	94.4810	0.79599
3.14159	0.25133	1.2566	0.20000	95.5906	0.80000
3.34193	0.28327	1.3368	0.21191	96.5165	0.79599
3.54431	0.31490	1.4177	0.22212	97.2762	0.78384
3.75098	0.34587	1.5004	0.23052	97.8801	0.76315
3.96463	0.37583	1.5859	0.23699	98.3326	0.73321
4.18879	0.40439	1.6755	0.24135	98.6320	0.69282
4.42859	0.43109	1.7714	0.24335	98.7681	0.64000
4.69239	0.45538	1.8770	0.24261	98.7179	0.57131
4.99618	0.47649	1.9985	0.23843	98.4321	0.48000
5.38113	0.49326	2.1525	0.22916	97.7838	0.34871
6.28319	0.50265	2.5133	0.20000	95.5906	0.00000

Tab. 4.7 – Výpočet konzumpční křivky spodní výpusti – krok1

Plnění potrubí [%]	Výška hladiny h [m]	Rychlost v [m/s]	Průtok Q [m ³ /s]	Unášecí síla U [Pa]	Froudovo kritérium Fr [-]
0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
1	0.0080	0.5379	0.0005	1.0415	6.0718
5	0.0400	1.5531	0.0146	5.1092	10.0377
10	0.0800	2.4253	0.0634	9.9701	12.1016
15	0.1200	3.1243	0.1477	14.5781	13.2264
20	0.1600	3.7185	0.2661	18.9280	13.8648
25	0.2000	4.2360	0.4163	23.0144	14.1854
30	0.2400	4.6923	0.5951	26.8309	14.2726
35	0.2800	5.0964	0.7990	30.3704	14.1756
40	0.3200	5.4542	1.0241	33.6250	13.9258
45	0.3600	5.7698	1.2658	36.5851	13.5443
50	0.4000	6.0457	1.5194	39.2400	13.0456
55	0.4400	6.2834	1.7799	41.5766	12.4396
60	0.4800	6.4835	2.0416	43.5790	11.7328
65	0.5200	6.6460	2.2986	45.2277	10.9282
70	0.5600	6.7698	2.5443	46.4970	10.0257
75	0.6000	6.8526	2.7711	47.3528	9.0211
80	0.6400	6.8905	2.9704	47.7462	7.9039
85	0.6800	6.8765	3.1314	47.6008	6.6522
90	0.7200	6.7972	3.2388	46.7798	5.2188
95	0.7600	6.6199	3.2653	44.9614	3.4739
100	0.8000	6.0457	3.0389	39.2400	N/A

Tab. 4.8 – Výpočet konzumpční křivky spodní výpusti – krok 2



Obr. 4.11 – Průběh průtoků a rychlostí ve spodní výpusti

Těsnicí část hráze (jádro) leží v zóně	Stabilizační část hráze leží v zóně	Zařazení zemin		Svahy	
		Těsnicí část hráze (jádro)	stabilizační část hráze	návodní 1:x ⁴⁾	vzdušný 1:y
A	DB, CE	GM, GC, SM	lom. kámen	1:1,75	1:1,5
		SC, CG, MG	GW, SW	1:2,8 ¹⁾	1:1,75
		ML-MI, CL-CI	GP, SP	1:3 ¹⁾	1:1,75
AB	D, CE	GM, SM	lom. kámen	1:3	1:1,5
		GC, SC, MG, CG, MS, CS	GW, SW	1:3,2	1:1,75
		ML-MI, CL-CI	GP, SP	1:3,4	1:1,75
CAB	D, E	GM, GC, SM, SC, MG, CG, MS, CS	lom. kámen, GW, GP	jako při poloze jádra	1:2,0 ²⁾
		ML-MI, CL-CI	SW, SP	v zóně AB	1:2,2 ³⁾
CABD	E			jako u homogen- ních hrází	jako při poloze jádra v zóně CAB
Homogenní hráze ⁵⁾		GM, SM		1:3	1:2
		GC, SC		1:3,4	1:2
		MG, CG, MS, CS		1:3,3	1:2
		ML-MI, CL-CI		1:3,7	1:2,2

Tab. 4.9 – Doporučené sklony hráze

Z tabulky orientační výšky výběhu vlny vyplývá, že navrhovaná rezerva 1 m nad maximální hladinou je dostačující – viz tab. 4.9. Efektivní délka výběhu vlny poldru Kozara je 250 m.

Druh opevnění svahu hráze	Efektivní délka rozběhu vlny v metrech	Výška výběhu vlny v m pro návrhovou rychlost 72 km.h ⁻¹	
		Sklon návodního svahu hráze	
		1 : 3	1 : 2
Drsný povrch (kamenná rovnánina, pohož, vegetační pokryv)	100	0,33	0,42
	200	0,43	0,54
	300	0,50	0,64
Hladký povrch (asfaltobeton, beton, dlažba)	100	0,42	0,53
	200	0,54	0,67
	300	0,62	0,80

Tab. 4.10 – Výška větrových vln

Průsak hrází při dosažení $H_{\max}$:

$H = 6.00$ m Výška vody nad SV při $H_{\max}$

$A = 2.20$ m

$B = 4.00$ m

$C = 5.48$ m

$$\lambda = \frac{m}{1+2m}$$

$$\lambda = 0.4405$$

$$L = \lambda H + A + B + C$$

$$L = 14.3$$
 m

$$K = 0.0000001 \text{ m/s}$$

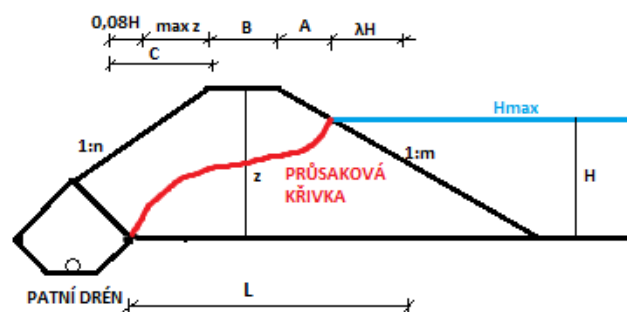
$$q = \frac{K \cdot H^2}{2L}$$

$$q = 1.3E-07 \text{ m}^2/\text{s}$$
 specifický průsak

$$D = 217.5$$
 m délka hráze

$$Q = q \cdot D$$

$$Q = 2.7E-05 \text{ m}^3/\text{s}$$
 výsledný průsak



Tab. 4.11 – Výpočet průsaku hráze

Návrh bezpečnostního přelivu:

$$Q_N = 9.8 \text{ m}^3/\text{s}$$
 návrhový průtok

$$\mu = 0.72$$
 součinitel přepadu

$$h = 0.70$$
 m výška přepadového paprsku

$$m = 2/3 \mu$$
 Bazinův součinitel přepadu

$$m = 0.48$$

$$b_0 = \frac{Q_N}{m \cdot \sqrt{2g} \cdot h^{3/2}}$$

$$b_0 = 7.87$$
 m účinná délka přelivné hrany

$$n = 2$$
 počet kontrakcí

$$K_p = 0.1$$
 konstanta

$$b = b_0 + n \cdot K_p \cdot h$$

$$b = 8.01$$
 m

$$b_k = 8.0$$
 m konstrukční délka přelivné hrany

$$b_{ok} = b_k - n \cdot K_p \cdot h$$
 účinná konstrukční délka přelivné hrany

$$b_{ok} = 7.86$$
 m

$$b_{sp} = 2.0$$
 m šířka spadiště

$$h_k = 1.391$$
 m kritická hloubka

$$h_{sp} = 2.0$$
 m hloubka spadiště

$$S = 4.00$$
 m² plocha spadiště

$$\varphi = 0.84$$

ZATOPENÝ PŘEPAD:					DOKONALÝ PŘEPAD:		
Q [m ³ /s]	h _{kr} [m]	v [m/s]	H _{ek} [m]	H [m]	h[m]	Q [m ³ /s]	H [m]
0.0	0.00	0.000	0.00	0.00	0.0	0.00	3.1
0.5	0.19	0.125	0.19	0.23	0.1	0.09	3.2
1.0	0.30	0.250	0.31	0.37	0.2	0.27	3.3
1.5	0.40	0.375	0.41	0.48	0.3	0.49	3.4
2.0	0.48	0.500	0.50	0.59	0.4	0.76	3.5
2.5	0.56	0.625	0.58	0.69	0.5	1.06	3.6
3.0	0.63	0.750	0.66	0.79	0.6	1.39	3.7
3.5	0.70	0.875	0.74	0.88	0.7	1.75	3.8
4.0	0.77	1.000	0.82	0.98	0.8	2.14	3.9
4.5	0.83	1.125	0.90	1.07	0.9	2.56	4.0
5.0	0.89	1.250	0.98	1.16	1.0	2.99	4.1
5.5	0.95	1.375	1.05	1.25	1.1	3.46	4.2
6.0	1.00	1.500	1.13	1.34	1.2	3.94	4.3
6.5	1.06	1.625	1.21	1.44	1.3	4.44	4.4
7.0	1.11	1.750	1.28	1.53	1.4	4.96	4.5
7.5	1.16	1.875	1.36	1.62	1.5	5.50	4.6
8.0	1.22	2.000	1.44	1.71	1.6	6.06	4.7
8.5	1.27	2.125	1.52	1.81	1.7	6.64	4.8
9.0	1.31	2.250	1.60	1.90	1.8	7.23	4.9
9.5	1.36	2.375	1.68	2.00	1.9	7.84	5.0
10.0	1.41	2.500	1.76	2.10	2.0	8.47	5.1
10.5	1.46	2.625	1.84	2.19	2.1	9.11	5.2
11.0	1.50	2.750	1.93	2.29	2.2	9.77	5.3
11.5	1.55	2.875	2.01	2.39	2.3	10.45	5.4
12.0	1.59	3.000	2.10	2.50	2.4	11.14	5.5
12.5	1.64	3.13	2.18	2.60	2.5	11.84	5.6
13.0	1.68	3.25	2.27	2.70	2.6	12.56	5.7
13.5	1.72	3.38	2.36	2.81	2.7	13.29	5.8
14.0	1.76	3.50	2.45	2.92	2.8	14.03	5.9
14.5	1.81	3.63	2.54	3.03	2.9	14.79	6.0
15.0	1.85	3.750	2.64	3.14	3.0	15.56	6.1

Tab. 4.12 – Návrh bezpečnostního přelivu

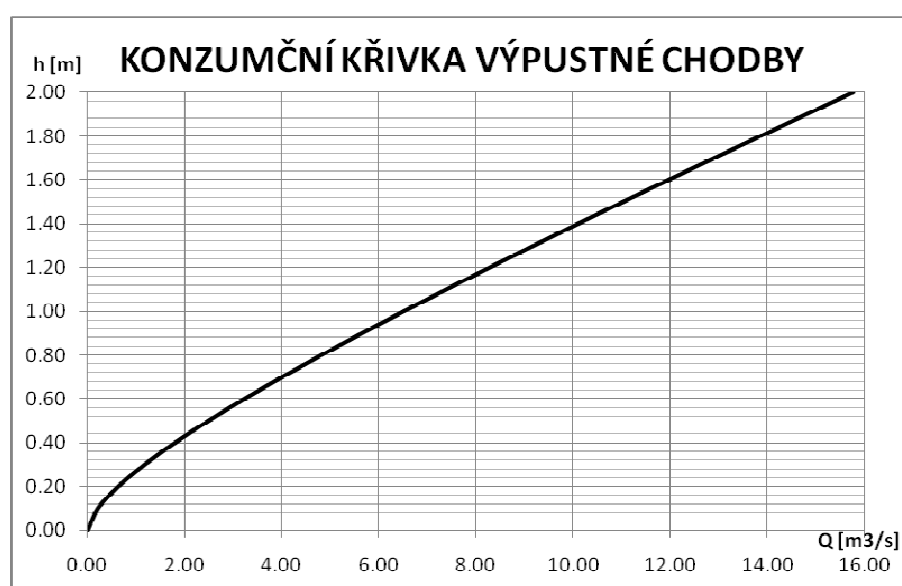
Konzumční křivka výpustné chodby:

b = 2.0 m šířka koryta ve dně
n = 0.015 drsnost
i = 0.006 průměrný podélný sklon

12

h [m]	A [m ²]	O [m]	R [m]	C [m ^{0,5} /s]	v [m/s]	Q [m ³ /s]
0.00	0.00	2.0	0.000	0.000	0.00	0.00
0.10	0.20	2.2	0.091	44.704	1.04	0.21
0.20	0.40	2.4	0.167	49.456	1.56	0.63
0.30	0.60	2.6	0.231	52.212	1.94	1.17
0.40	0.80	2.8	0.286	54.104	2.24	1.79
0.50	1.00	3.0	0.333	55.512	2.48	2.48
0.60	1.20	3.2	0.375	56.613	2.69	3.22
0.70	1.40	3.4	0.412	57.502	2.86	4.00
0.80	1.60	3.6	0.444	58.239	3.01	4.81
0.90	1.80	3.8	0.474	58.860	3.14	5.65
1.00	2.00	4.0	0.500	59.393	3.25	6.51
1.10	2.20	4.2	0.524	59.856	3.36	7.38
1.20	2.40	4.4	0.545	60.261	3.45	8.27
1.30	2.60	4.6	0.565	60.619	3.53	9.18
1.40	2.80	4.8	0.583	60.939	3.61	10.09
1.50	3.00	5.0	0.600	61.226	3.67	11.02
1.60	3.20	5.2	0.615	61.485	3.74	11.96
1.70	3.40	5.4	0.630	61.720	3.79	12.90
1.80	3.60	5.6	0.643	61.934	3.85	13.85
1.90	3.80	5.8	0.655	62.130	3.90	14.80
2.00	4.00	6.0	0.667	62.310	3.94	15.76

Tab. 4.13 – Návrh výpustné chodby



Obr. 4.12 – Konzumční křivka výpustné chodby

Výpočet vývaru:

$B_0 =$	2.0	m	šířka profilu ve dně
$h =$	1.58	m	hloubka vody v korytě pod vývarem
$g =$	9.81	m/s^2	tíhové zrychlení
$Q_{100} =$	9.3	m^3/s	návrhový průtok
$\alpha =$	1.0		Coriolisovo číslo
$s =$	0.21	m	převýšení
$\phi =$	0.92		rychlostní součinitel přepadu
$v_0 =$	2.85	m/s	rychlost vody
$\beta =$	1.1		Bousinesquovo číslo

$$h_0 = h + \frac{\alpha v_0^2}{2}$$

$$h_0 = 1.99 \text{ m}$$

$$d = 0.9 \text{ m} \quad \text{zatloubení vývaru}$$

$$E_0 = h_0 + s + d = 3.10 \text{ m}$$

Výpočet vzájemných hloubek vývaru:

$$h_1 = \frac{Q}{\phi \cdot b \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot (E_0 - h_c)}} \quad h_c = 0 \text{ m} \quad \text{pro 1. iteraci}$$

$$\text{1. iterace: } h_1 = 0.6477 \text{ m}$$

$$\text{2. iterace: } h_1 = 0.7281 \text{ m}$$

$$\text{3. iterace: } h_1 = 0.7403 \text{ m}$$

$$\text{4. iterace: } h_1 = 0.7422 \text{ m}$$

$$\text{5. iterace: } h_1 = 0.7425 \text{ m}$$

$$h_1 = 0.74 \text{ m}$$

$$h_2 = \frac{h_1}{2} \cdot \left[-1 + \sqrt{1 + \frac{8 \cdot \beta \cdot Q^2}{g \cdot b^2 \cdot h_c^3}} \right]$$

$$h_2 = 2.21 \text{ m}$$

$$\sigma = \frac{h_0 + d}{h_2}$$

míra vzdutí

$$\sigma = 1.05 - 1.1$$

$$\sigma = 1.11$$

VYHOVUJE

$$h_2/h_1 = 3.02$$

$$K = 5.5$$

součinitel dle Nováka

$$L_v = K(h_2 - h_1) = 8.05 \text{ m}$$

Vypočítaná délka vývaru

$$L_v = 8.0 \text{ m}$$

Navržená délka vývaru

Hodnoty součinitele $K = f(h_2/h_1)$

h_2 / h_1	K
3 - 4	5,5
4 - 6	5,0
6 - 20	4,5
20 a více	4,0

Tab. 4.14 – Výpočet délky vývaru

4.3.5 Shrnutí

Navržený poldr splňuje očekávané cíle, společně s poldrem Police transformuje stoletý průtok pod hodnotu průtoků Q_{20} , na kterou je navržena úprava koryta v Poličné.

4.4 OPATŘENÍ NA TOKU SRNÍ DOLINA

Posledním v průzkumu zjištěným problémovým profilem je zatrubnění potoka Srní dolina v obci Branky. Tok zde vede pod komunikací II. třídy Valašské Meziříčí – Bystřice pod Hostýnem a při poměrně nedávné rekonstrukci zde byl snížen průtočný profil. Z obdélníkového koryta 1,5 x 1 m zde vtéká Srní dolina do trouby DN1000 – viz. obrázky 3.11 – 3.13. Při povodních bývá trouba ucpána větvemi a lísťm. Z programu Hydrog byl zjištěn stoletý průtok 3,2 m³/s.

4.4.1 Návrh nového profilu

Ideálním řešením by bylo pokračovat v obdélníkovém profilu před zatrubněním 1,5 x 1 kvůli hladkému průchodu splavenin. Při ponechání kruhového profilu je nutné zvýšit světlý průměr trouby alespoň na DN 1400.

DN	1000
sklon i	0.015
drsnost n	0.014

Plnění potrubí	Výška hladiny							
[%]	h [m]	φ	A	O	R	C	v [m/s]	Q [m ³ /s]
1	0.010	0.401	0.001	0.200	0.007	30.964	0.309	0.000
5	0.050	0.902	0.015	0.451	0.033	40.361	0.892	0.013
10	0.100	1.287	0.041	0.644	0.064	45.119	1.393	0.057
15	0.150	1.591	0.074	0.795	0.093	48.068	1.794	0.133
20	0.200	1.855	0.112	0.927	0.121	50.206	2.135	0.239
25	0.250	2.094	0.154	1.047	0.147	51.869	2.433	0.374
30	0.300	2.319	0.198	1.159	0.171	53.212	2.695	0.534
35	0.350	2.532	0.245	1.266	0.193	54.323	2.927	0.717
40	0.400	2.739	0.293	1.369	0.214	55.252	3.132	0.919
45	0.450	2.941	0.343	1.471	0.233	56.035	3.313	1.136
50	0.500	3.142	0.393	1.571	0.250	56.693	3.472	1.363
55	0.550	3.342	0.443	1.671	0.265	57.242	3.608	1.597
60	0.600	3.544	0.492	1.772	0.278	57.693	3.723	1.832
65	0.650	3.751	0.540	1.875	0.288	58.051	3.816	2.062
70	0.700	3.965	0.587	1.982	0.296	58.319	3.888	2.283
75	0.750	4.189	0.632	2.094	0.302	58.497	3.935	2.486
80	0.800	4.429	0.674	2.214	0.304	58.577	3.957	2.665
85	0.850	4.692	0.712	2.346	0.303	58.548	3.949	2.810
90	0.900	4.996	0.745	2.498	0.298	58.378	3.903	2.906
95	0.950	5.381	0.771	2.691	0.286	57.994	3.801	2.930
100	1.000	6.283	0.785	3.142	0.250	56.693	3.472	2.727

Tab. 4.15 – Proudění ve stávajícím kruhovém profilu

DN	1400
sklon i	0.015
drsnost n	0.014

Plnění potrubí	Výška hladiny							
[%]	h [m]	ϕ	A	O	R	C	v [m/s]	Q [m ³ /s]
1	0.014	0.401	0.003	0.280	0.009	32.750	0.387	0.001
5	0.070	0.902	0.029	0.631	0.046	42.690	1.116	0.032
10	0.140	1.287	0.080	0.901	0.089	47.721	1.743	0.140
15	0.210	1.591	0.145	1.114	0.130	50.841	2.245	0.325
20	0.280	1.855	0.219	1.298	0.169	53.102	2.672	0.586
25	0.350	2.094	0.301	1.466	0.205	54.861	3.044	0.916
30	0.420	2.319	0.388	1.623	0.239	56.282	3.372	1.310
35	0.490	2.532	0.480	1.773	0.271	57.456	3.663	1.759
40	0.560	2.739	0.575	1.917	0.300	58.439	3.920	2.254
45	0.630	2.941	0.672	2.059	0.326	59.267	4.146	2.786
50	0.700	3.142	0.770	2.199	0.350	59.963	4.345	3.344
55	0.770	3.342	0.868	2.339	0.371	60.544	4.516	3.917
60	0.840	3.544	0.964	2.481	0.389	61.020	4.659	4.493
65	0.910	3.751	1.059	2.626	0.403	61.399	4.776	5.059
70	0.980	3.965	1.151	2.775	0.415	61.683	4.865	5.600
75	1.050	4.189	1.238	2.932	0.422	61.871	4.925	6.099
80	1.120	4.429	1.320	3.100	0.426	61.956	4.952	6.537
85	1.190	4.692	1.395	3.285	0.425	61.925	4.942	6.892
90	1.260	4.996	1.459	3.497	0.417	61.745	4.885	7.128
95	1.330	5.381	1.511	3.767	0.401	61.339	4.757	7.187
100	1.400	6.283	1.539	4.398	0.350	59.963	4.345	6.688

Tab. 4.16 – Kruhový profil DN 1400

b = 1.5 m šířka koryta ve dně
 n = 0.014 drsnost
 i = 0.015 průměrný podélný sklon

h [m]	A [m ²]	O [m]	R [m]	C [m ^{0.5} /s]	v [m/s]	Q [m ³ /s]
0.00	0.00	1.5	0.000	0.000	0.00	0.00
0.10	0.15	1.7	0.088	47.659	1.73	0.26
0.20	0.30	1.9	0.158	52.513	2.56	0.77
0.30	0.45	2.1	0.214	55.255	3.13	1.41
0.40	0.60	2.3	0.261	57.096	3.57	2.14
0.50	0.75	2.5	0.300	58.442	3.92	2.94
0.60	0.90	2.7	0.333	59.477	4.21	3.79
0.70	1.05	2.9	0.362	60.303	4.44	4.67
0.80	1.20	3.1	0.387	60.978	4.65	5.58
0.90	1.35	3.3	0.409	61.543	4.82	6.51
1.00	1.50	3.5	0.429	62.022	4.97	7.46

Tab. 4.17 – Obdélníkový profil 1,5 x 1 m

4.4.2 Shrnutí

Aktuální profil není dostačující, což potvrzují i zkušenosti z posledních let. Kvůli velkému množství splavenin je ideálním řešením obdélníkový profil 1,5 x 1 m. Při zachování kruhového profilu je potřeba zvětšení světlého průměru potrubí alespoň na DN1400.

5 ZÁVĚR

Voda je podstatnou součástí lidského života a to jak v pozitivním, tak v negativním slova smyslu. Voda může ukázat svou ničivou sílu. Příkladem mohou být katastrofální povodně, při kterých dochází nejen ke škodám na majetku, ale i ke ztrátám lidských životů.

Povodí Loučky je protáhlé, ale poměrně malé. Říčka protéká pěti obcemi a z toho ve dvou z nich dle místních obyvatel dochází k problémům s rozlivy toků. Jedná se o obce Branky a Poličná. Největší problémy nastávají v období květen - srpen, kdy se zde vyskytují časté prudké bouřky s vydatnými srážkami. Téměř veškerá voda se díky tvaru povodí dostává velmi rychle do koryta říčky Loučky a přilehlých přítoků. Celá část toku je erozně namáhána a v místech s malým spádem dochází k ukládání sedimentů. Tyto úseky vyžadují pravidelnou údržbu.

Až do obce Police nepáchá Loučka při velkých průtocích žádné potíže. Zde zatápí areál Sokolu Police, ovšem voda se zde rozlije na velkém prostoru a nepáchá velké škody. V Brankách dělají občanům starosti špatné dimenze potrubí přítoku Srní dolina, říčka Loučka má v centru obce vybudovaný a zpevněný dostatečný průtočný profil.

K největším problémům dochází ve středu obce Poličná. Obec ohrožuje jak řeka Bečva při vydatných regionálních srážkách, tak řeka Loučka při přívalových deštích.

V daném povodí nejsou žádné retenční nádrže, ani protipovodňové hráze. Koryto je pouze místy opevněno, místy je zvětšena kapacita koryta násypem.

V rámci byl otestován vliv stavby „Poldr Police“ a různých variant provedení na hodnoty kulminačních průtoků v povodí. I přes to, že je poldr situován poměrně daleko před Poličnou, je jeho efekt značný, konečná hodnota průtoku je snížena o 14,08 m³/s. Rozdíly při jednotlivých provedeních v profilu Poličná jsou minimální, proto doporučení zní ponechat již navrženou stálou hladinu nadržení i průměr spodní výpusti DN 600. V Poličné je navržena úprava koryta „Protipovodňová opatření Loučka – Poličná“, která zabezpečí tento profil na průtok Q20. Díky transformaci průtoku poldrem Police z padesátiletého na

hodnotu dvacetiletého se při realizování obou staveb Poličná dostane do problémů až při 50ti leté příčinné srážce.

Realizování obou staveb by mělo pro problémový profil Poličná rozhodující vliv a znamenalo by to změnu zabezpečení úseku z Q5 na Q50. Při návrhovém průtoku Q100 jsou již navržené stavby nedostačující, řešením je poldr na toku Kozara a tím vytvoření soustavy dvou nádrží na povodí.

Celková transformace povodňové vlny soustavou nádrží na tocích Police a Kozara, společně se stavbou „Protipovodňová opatření Loučka – Poličná“, by znamenala zvýšení zabezpečení obce police na stoletou povodeň.

Financování staveb je možné z „Operačního programu Životního prostředí“ a z „Programu 129 120 – Poldry“ Ministerstva zemědělství. Zmíněné dotační programy počítají s účastí až 90%.

Výsledky této diplomové práce ukazují četné problémy v povodí, které se ovšem řeší pouze několik měsíců po povodni. Varovné je odkládání realizace projektů. Ve zdejší lokalitě časté přívalové deště mohou v příštích letech zasáhnout ještě větší silou, což by znamenalo, že by se škody na majetku mohly pohybovat v řádu stovek miliónů korun.

6 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

Literatura:

[1] HADAŠ, Zdeněk. *Protipovodňová ochrana v povodí toku Loučka*. Brno, 2010. 54 s. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství obcí. Vedoucí práce prof. Ing. Miloš Starý, CSc.

[2] Prof. Ing. Miloš Starý, CSc., Nádrže a vodohospodářské soustavy, skriptum FAST VUT Brno, 2005

Prof. Ing. Miloš Starý, CSc., Hydrologie - Modul 01, © Vysoké učení technické, Brno, 2005

Prof. Ing. Miloš Starý, CSc., Hydrologie - Modul 02, © Vysoké učení technické, Brno, 2005

Prof. Ing. Miloš Starý, CSc., Hydrologie - Modul 03, © Vysoké učení technické, Brno, 2005

Prof. Ing. Miloš Starý, CSc., HYDROG. Software pro simulaci, predikci a operativní řízení odtoku vody z povodí, Brno, 1991 – 2007.

Zdroje a mapové podklady Ústavu vodního hospodářství krajiny

Janeček, Miloslav, *Ochrana zemědělské půdy před erozí*, Praha: ISV Nakladatelství, 2002.

Podklady k projektu „Poldr Police“

Podklady k projektu „Protipovodňová opatření Loučka – Poličná“

Internetové zdroje:

[3] <http://cs.wikipedia.org/wiki/ArcGIS>

<http://www.obeccloucka.cz/>

<http://www.obecbranky.cz/>

<http://www.policna.cz/>

<http://www.sdhpolicna.cz/>

<http://www.pmo.cz/>

<http://www.dibavod.cz/>

<http://www.hysoft.cz/>

<http://www.chmi.cz>

7 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1.1. Mapa Zlínského kraje	3
Obr 1.2. Soutok Loučky s Bečvou	3
Obr. 3.1. Loučka v jejím horním toku v obci Lázy	5
Obr. 3.2. Loučka v Podolí	6
Obr. 3.3. Říčka Loučka v lesích	7
Obr. 3.4. Opevnění problémových profilů lomovým kamenem	8
Obr. 3.5. Do obce Police říčka Loučka nezasahuje	9
Obr. 3.6. Umístění areálu hřiště	9
Obr. 3.7. Hřiště Sokolu Police	10
Obr. 3.8. Říčka Loučka mezi Policemi a Brankami	11
Obr. 3.9. Zanesené koryto v Brankách	12
Obr. 3.10. Probíhající práce při čištění Loučky v Brankách	12
Obr. 3.11. Situace toku Loučka v Brankách	13
Obr. 3.12. Zatrubnění potoka Srní dolina	13
Obr. 3.13. Vylití potoka Srní dolina při povodni v roce 2010	14
Obr. 3.14. Loučka mezi obcemi Branky a Poličná	16
Obr. 3.15. Sedimentace v Poličné způsobuje problémy	16
Obr. 3.16. Loučka v místní části Štěpnice	17
Obr. 3.17. Protipovodňové stěny u křižovatky před obchodem Jednota	17
Obr. 3.18. Cvičení hasičů v místní části Štěpnice	18
Obr. 3.19. Soutok Loučky s Bečvou před loděnicí ve Valašském Meziříčí	18
Obr. 3.20 Dělení povodí v na úseky a zavěšené plochy v programu ArcGIS	31
Obr. 3.21. Pracovní plocha programu HYDROG	33
Obr. 3.22. N-leté průtoky v obci Lázy	35

Obr. 3.23 N-leté průtoky v obci Podolí	36
Obr. 3.24 N-leté průtoky v obci Loučka	36
Obr. 3.25 N-leté průtoky v obci Police	37
Obr. 3.26 N-leté průtoky v obci Branky	37
Obr. 3.27 N-leté průtoky v obci Poličná	38
Obr. 4.1 Umístění poldru	42
Obr. 4.2 Významné přítoky Loučky	47
Obr. 4.3 Pohled z levého břehu do zátopy	48
Obr. 4.4 Polní cesta označuje umístění hráze	48
Obr. 4.5 Pohled z polní cesty na levou stranu zátopy	49
Obr. 4.6 Pohled z polní cesty na pravou stranu zátopy	49
Obr. 4.7 Tok Kozara	50
Obr. 4.8 Přemostění Kozary v místě hráze	50
Obr. 4.9 Závislost zatopené plochy na nadm. výšce	67
Obr. 4.10 Závislost objemů vody na nadm. výšce	68
Obr. 4.11 Průběh průtoků a rychlostí ve spodní výpusti	69
Obr. 4.12 Konzumční křivka výpustné chodby	73

8 SEZNAM TABULEK

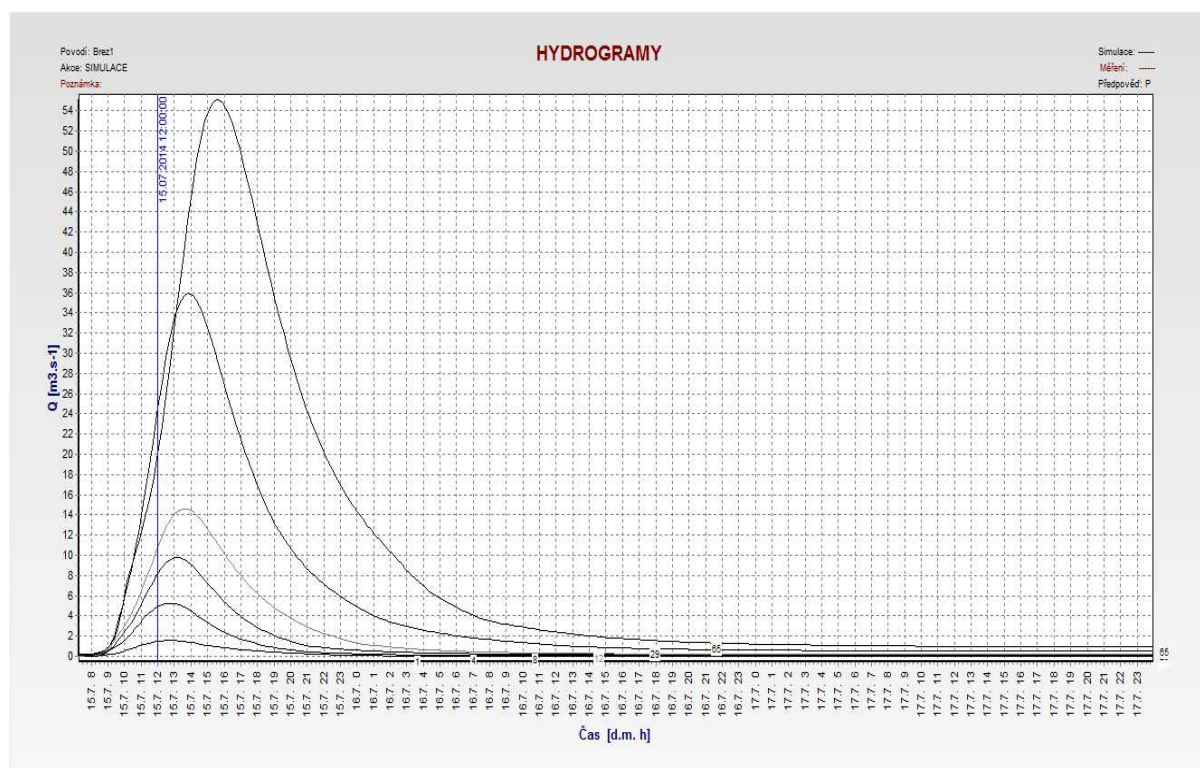
Tab. 3.1 – Ukázka exportovaných dat z programu ArcGIS do formátu *.xls	26
Tab. 3.2 – Schematizace povodí – část 1	26
Tab. 3.3 – Schematizace povodí – část 2	27
Tab. 3.4 – Schematizace povodí – část 3	28
Tab.3.4 - Srážkoměrná stanice Krásno nad Bečvou s dopočítanými p 0,005; 0,002; 0,001 pomocí regresních rovnic	32
Tab. 3.5 – Intenzity příčinných srážek trvajících 114 minut	34
Tab. 3.6 – Kulminační průtoky pro 20-letý déšť	34
Tab. 3.7 – Kulminační průtoky pro 50-letý déšť	34
Tab. 3.8 – Kulminační průtoky pro 100-letý déšť	35
Tab. 3.9 – Kulminační průtoky pro 200-letý déšť	35
Tab. 3.10 – Kulminační průtoky profilu 1 – Lázy	35
Tab. 3.11 – Kulminační průtoky profilu 4 – Podolí	36
Tab. 3.12 – Kulminační průtoky profilu 8 – Loučka	36
Tab. 3.13 – Kulminační průtoky profilu 12 – Police	37
Tab. 3.14 – Kulminační průtoky profilu 29 – Branky	37
Tab. 3.15 – Kulminační průtoky profilu 65 – Poličná	38
Tab. 3.16 – Ukázka výpočtu proudění v otevřeném profilu – Poličná	38
Tab. 4.1 – Kulminační průtoky v povodí s realizovaným poldrem Police	45
Tab. 4.2 – Kulminační průtoky v povodí s realizovaným poldrem Police, varianta bez stálého nadržení	45
Tab. 4.3 – Kulminační průtoky v povodí s realizovaným poldrem Police, varianta se spodní výpustí DN1000	45
Tab. 4.4 – Kulminační průtoky v povodí s realizovaným poldrem Police, varianta bez stálého nadržené a se spodní výpustí DN1000	46
Tab. 4.5 – Kulminační průtoky v povodí s realizovaným poldrem Police – Q50	46
Tab. 4.6 – Závislost zatopené plochy a objemu vody na nadm. výšce	67
Tab. 4.7 – Výpočet konzumpční křivky spodní výpusti – krok1	68
Tab. 4.8 – Výpočet konzumpční křivky spodní výpusti – krok 2	69
Tab. 4.9 – Doporučené sklony hráze	70

Tab. 4.10 – Výška větrových vln	70
Tab. 4.11 – Výpočet průsaku hráze	71
Tab. 4.12 – Návrh bezpečnostního přelivu	72
Tab. 4.13 – Návrh výpustné chodby	73
Tab. 4.14 – Výpočet délky vývaru	74
Tab. 4.15 – Proudění ve stávajícím kruhovém profilu	75
Tab. 4.16 – Kruhový profil DN 1400	76
Tab. 4.17 – Obdélníkový profil 1,5 x 1 m	76

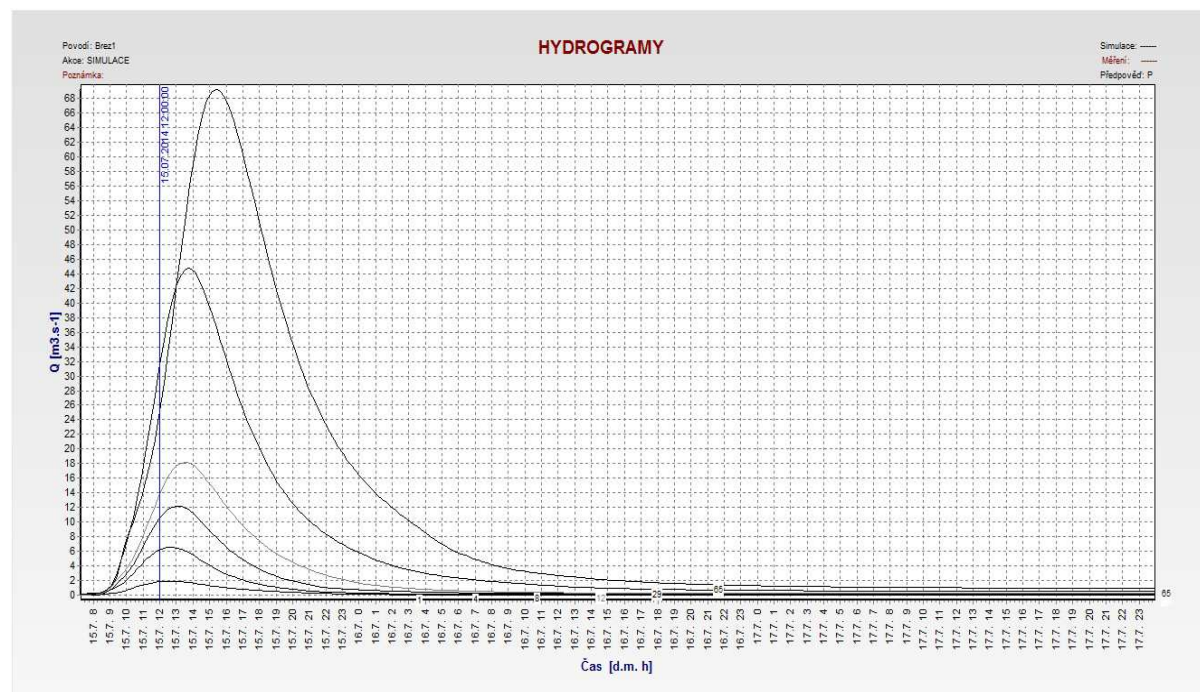
9 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 – Hydrogram – 20 - letý déšť, varianta bez nádrží	87
Příloha 2 – Hydrogram – 50 - letý déšť, varianta bez nádrží	87
Příloha 3 – Hydrogram – 100 - letý déšť, varianta bez nádrží	88
Příloha 4 – Hydrogram – 200 - letý déšť, varianta bez nádrží	88
Příloha 5 – Hydrogram – 100 - letý déšť, zahrnutí poldru Police, původní varianta	89
Příloha 6 – Hydrogram – 100 - letý déšť, zahrnutí poldru Police, varianta spodní výpusť DN 1000	89
Příloha 7 – Hydrogram – 100- letý déšť, zahrnutí poldru Police, varianta bez stálého nadržení	90
Příloha 8 – Hydrogram – 100 - letý déšť, zahrnutí poldru Police, varianta bez stálého nadržení + spodní výpusť DN 1000	90
Příloha 9 – Hydrogram – 50 - letý déšť, zahrnutí poldrů Police, je vidět snížený průtok v Poličné pod hodnotu Q20	91
Příloha 10 – Hydrogram – 20 - letý déšť, soustava nádrží (poldry Police a Kozara)	91
Příloha 11 – Hydrogram – 50 - letý déšť, soustava nádrží (poldry Police a Kozara)	92
Příloha 12 – Hydrogram – 100 - letý déšť, zahrnutí poldrů Police a Kozara	92
Příloha 13 – Vodní stav poldru Kozara, zatížení 100 - letým déštěm	93
Příloha 14 – Hydrogram – 200 - letý déšť, doba trvání 113 minut	93

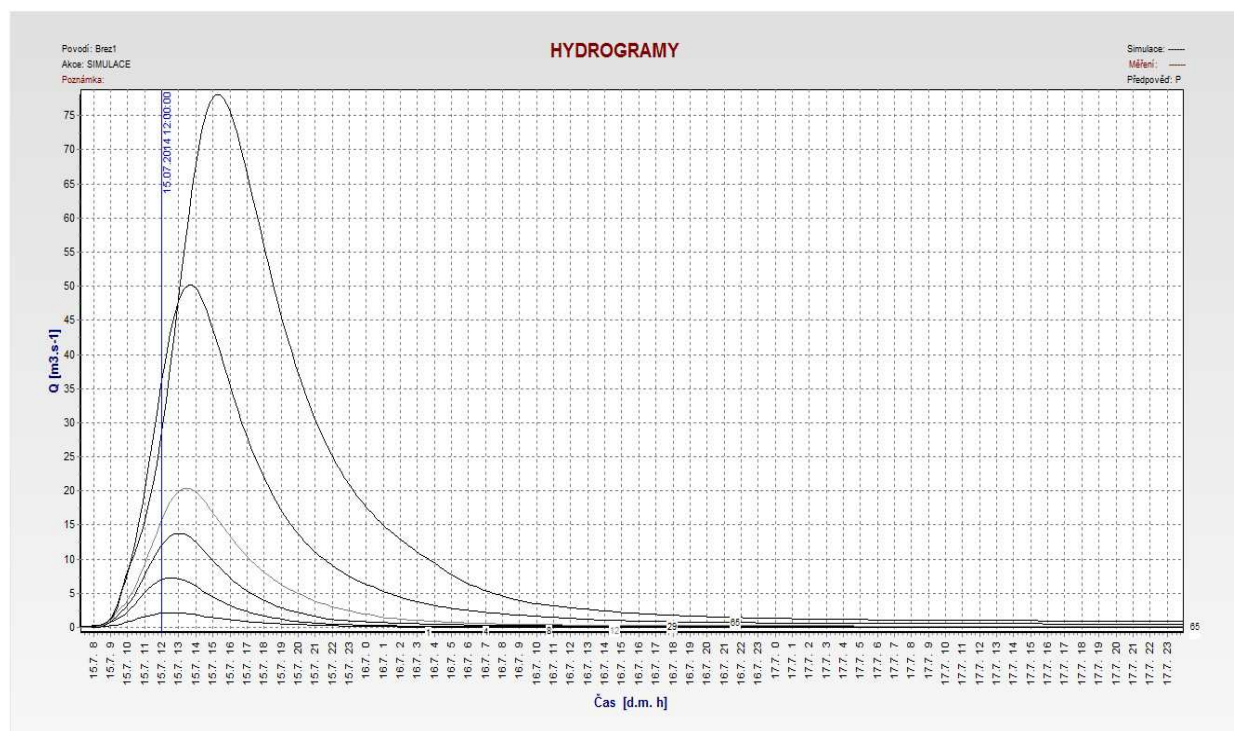
PŘÍLOHY



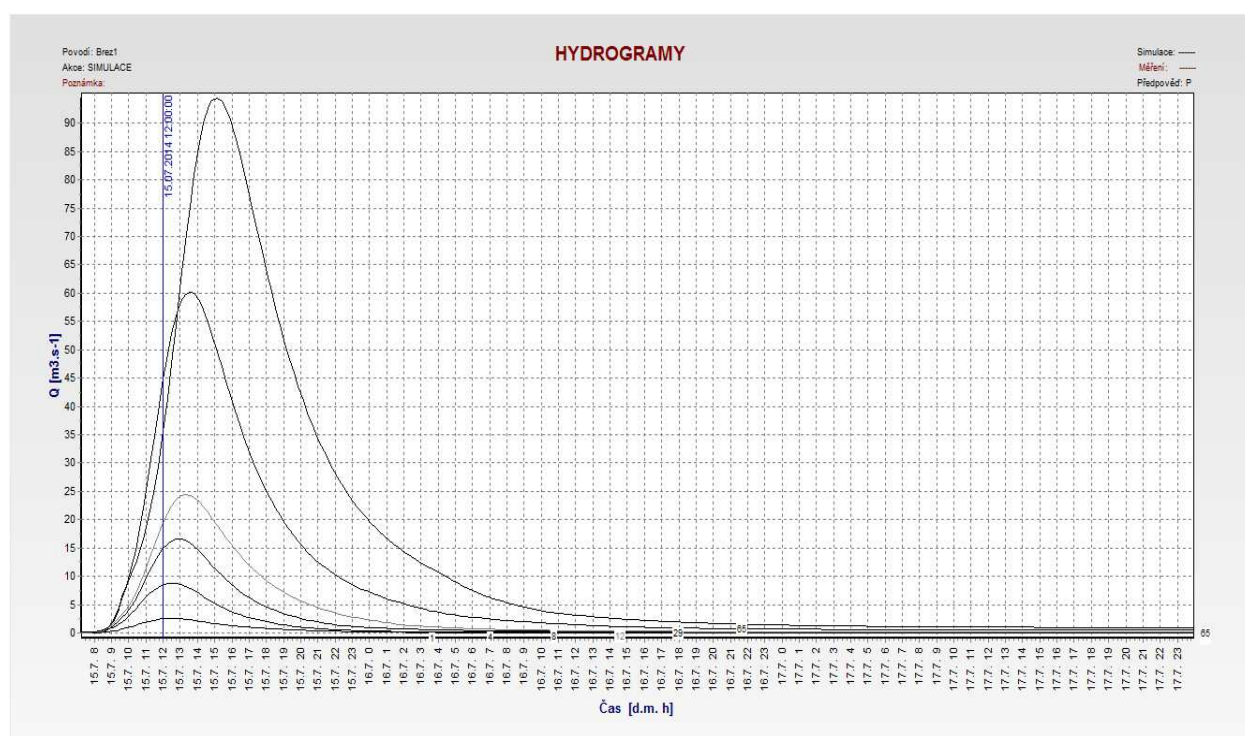
Příloha 1 – Hydrogram – 20 - letý dešť, varianta bez nádrží



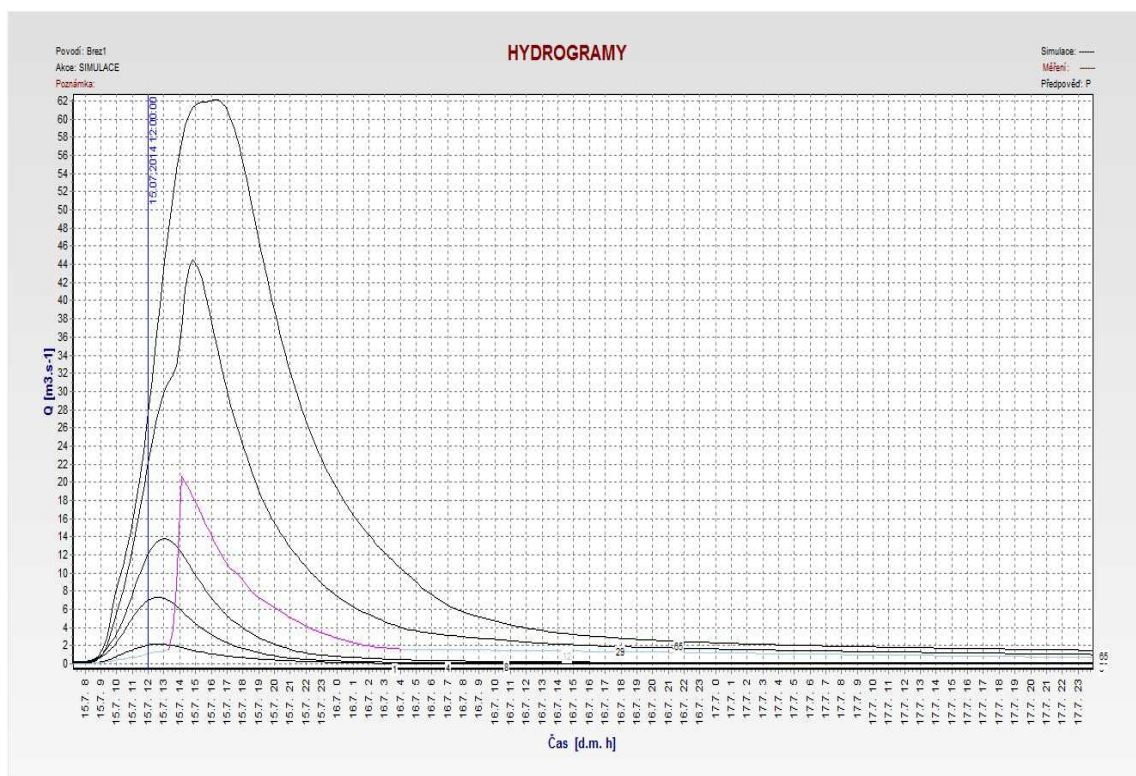
Příloha 2 – Hydrogram – 50 - letý dešť, varianta bez nádrží



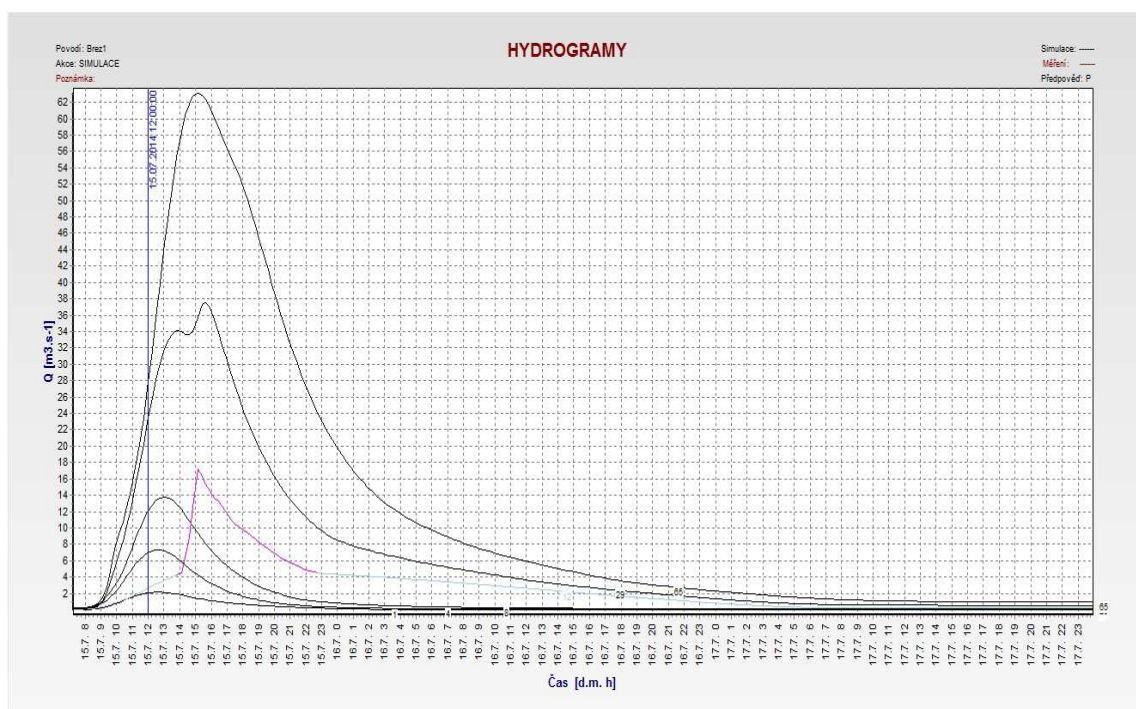
Příloha 3 – Hydrogram – 100 - letý déšť, varianta bez nádrží



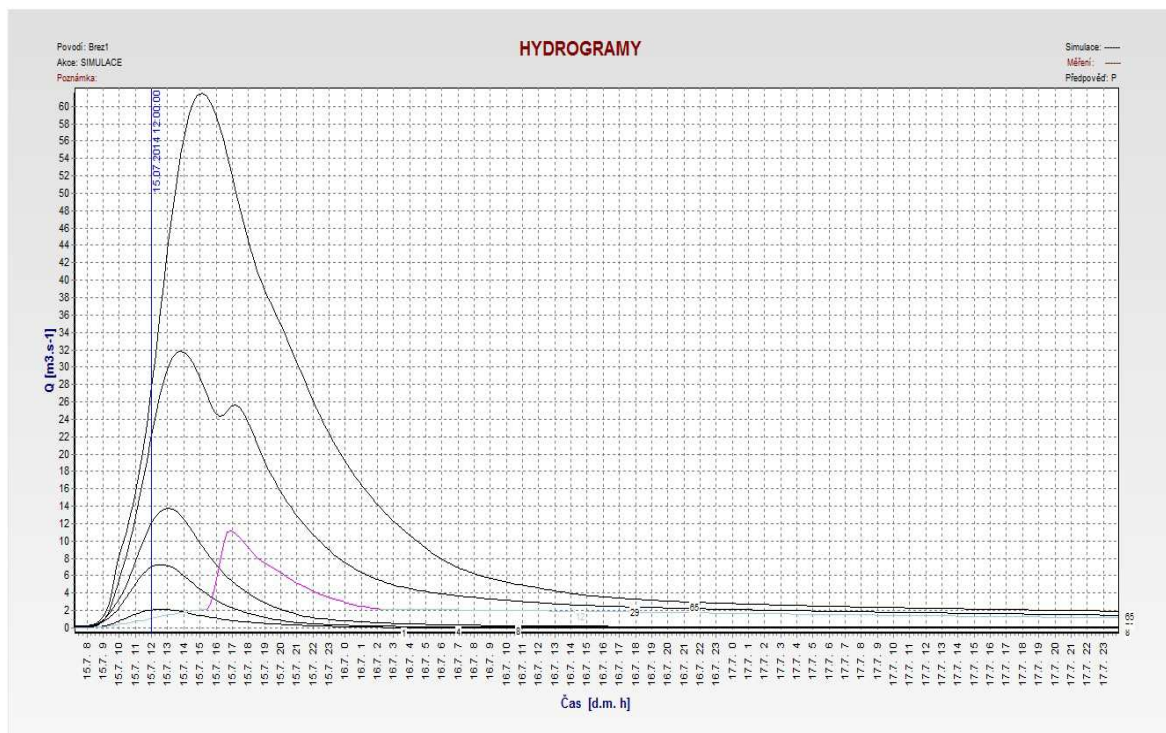
Příloha 4 – Hydrogram – 200 - letý déšť, varianta bez nádrží



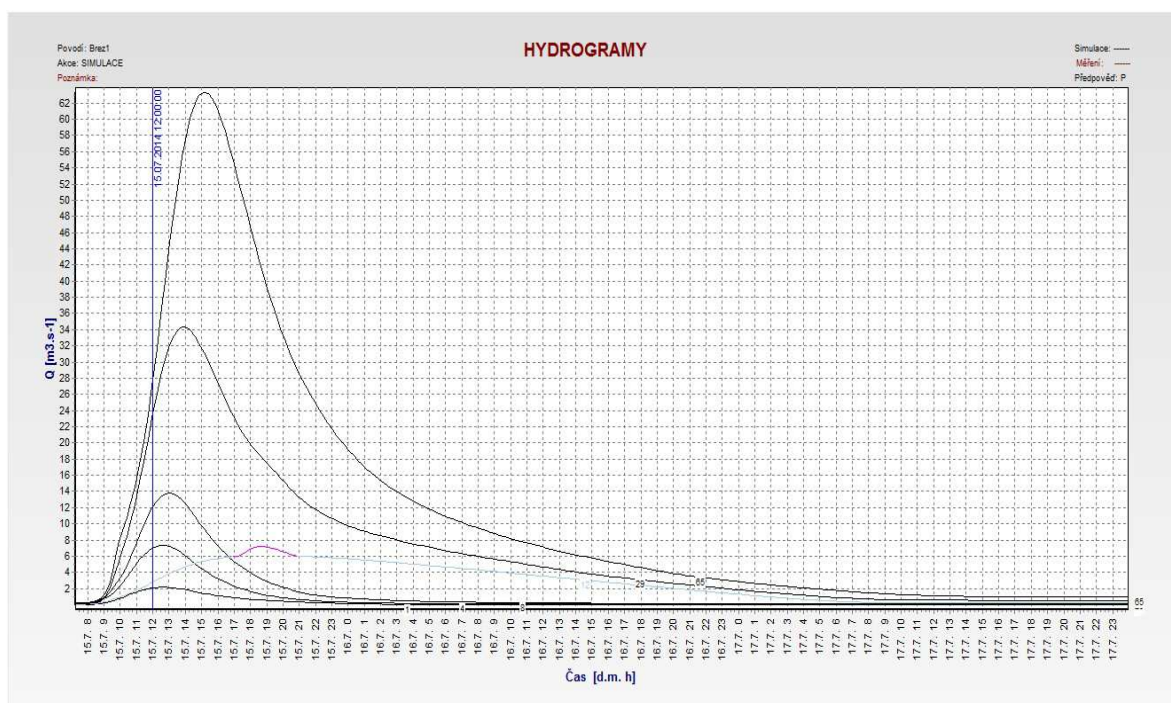
Příloha 5 – Hydrogram – 100 - letý déšť, zahrnutí poldru Police, původní varianta



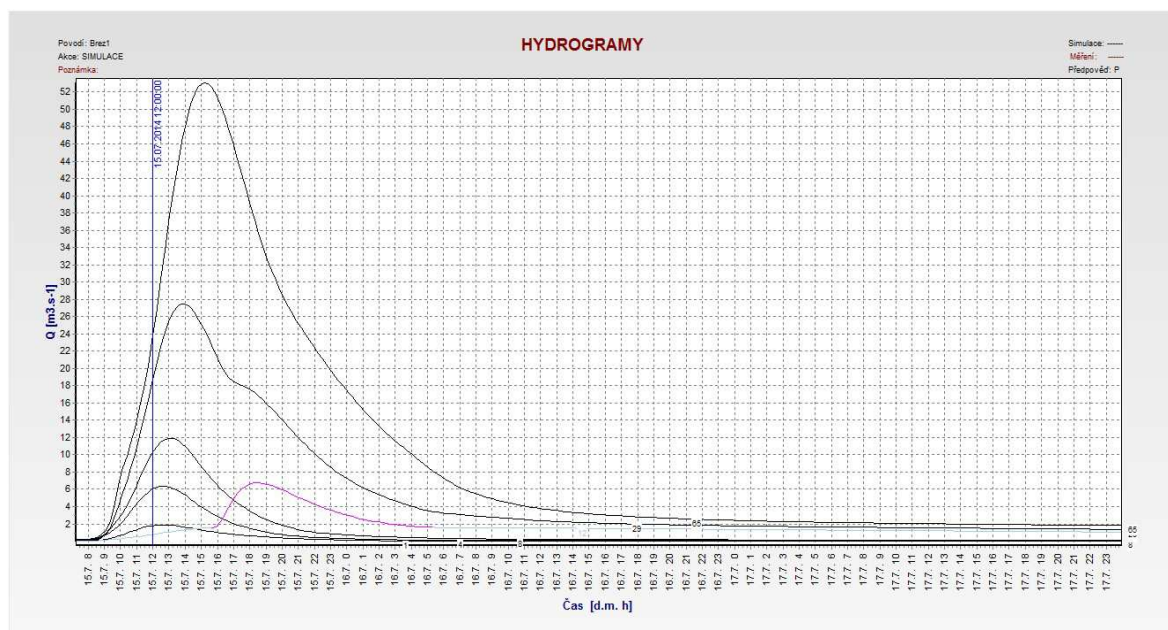
Příloha 6 – Hydrogram – 100 - letý déšť, zahrnutí poldru Police, varianta spodní
výpusť DN 1000



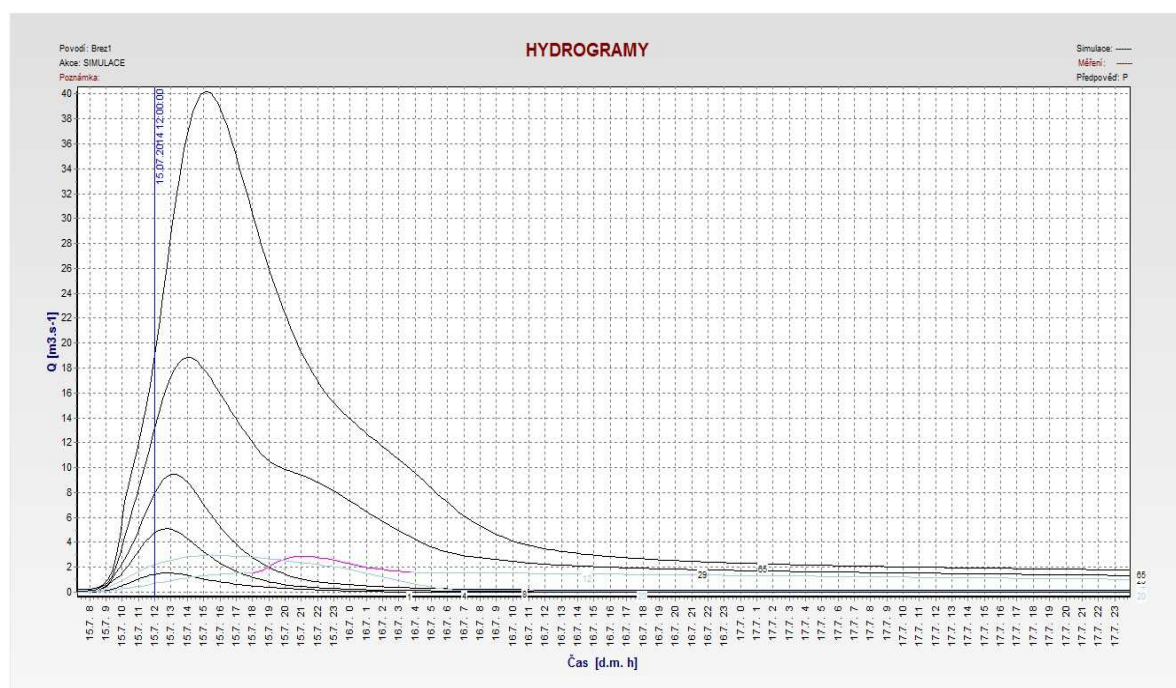
Příloha 7 – Hydrogram – 100- letý déšť, zahrnutí poldru Police, varianta bez stálého nadřžení



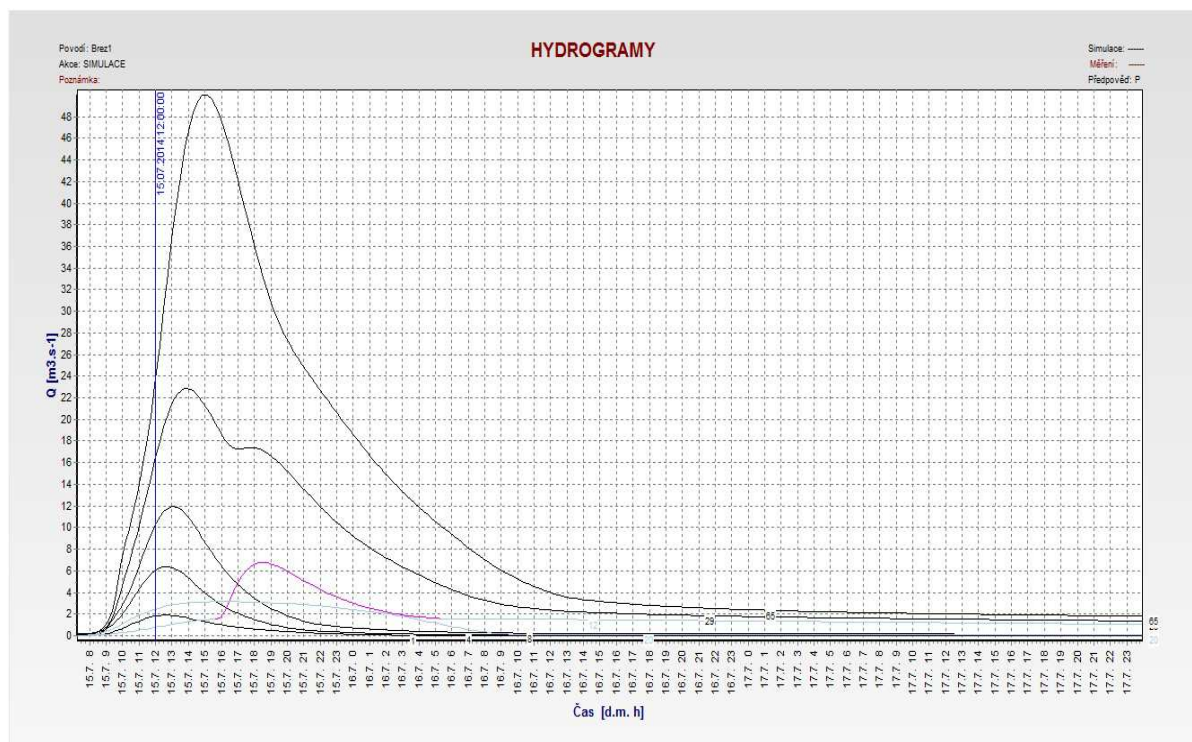
Příloha 8 – Hydrogram – 100 - letý déšť, zahrnutí poldru Police, varianta bez stálého nadřžení + spodní výpusť DN 1000



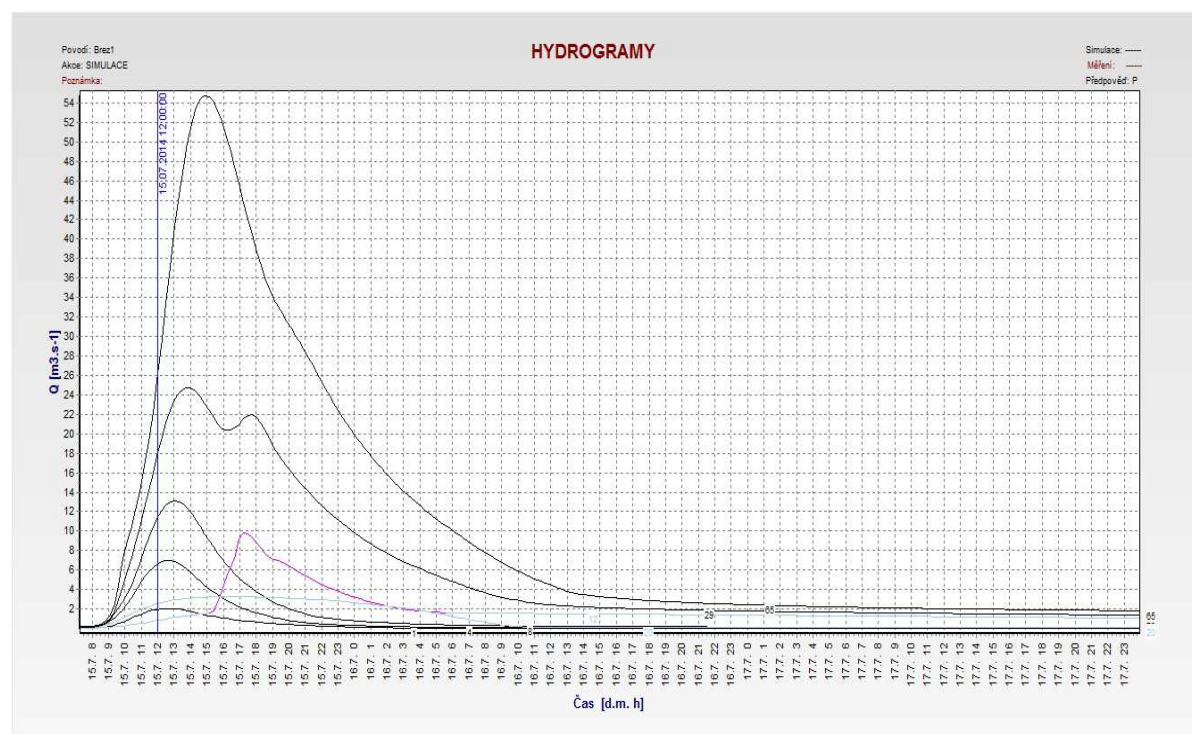
Příloha 9 – Hydrogram – 50 - letý déšť, zahrnutí poldrů Police, je vidět snížený průtok v Poličné pod hodnotu Q_{20}



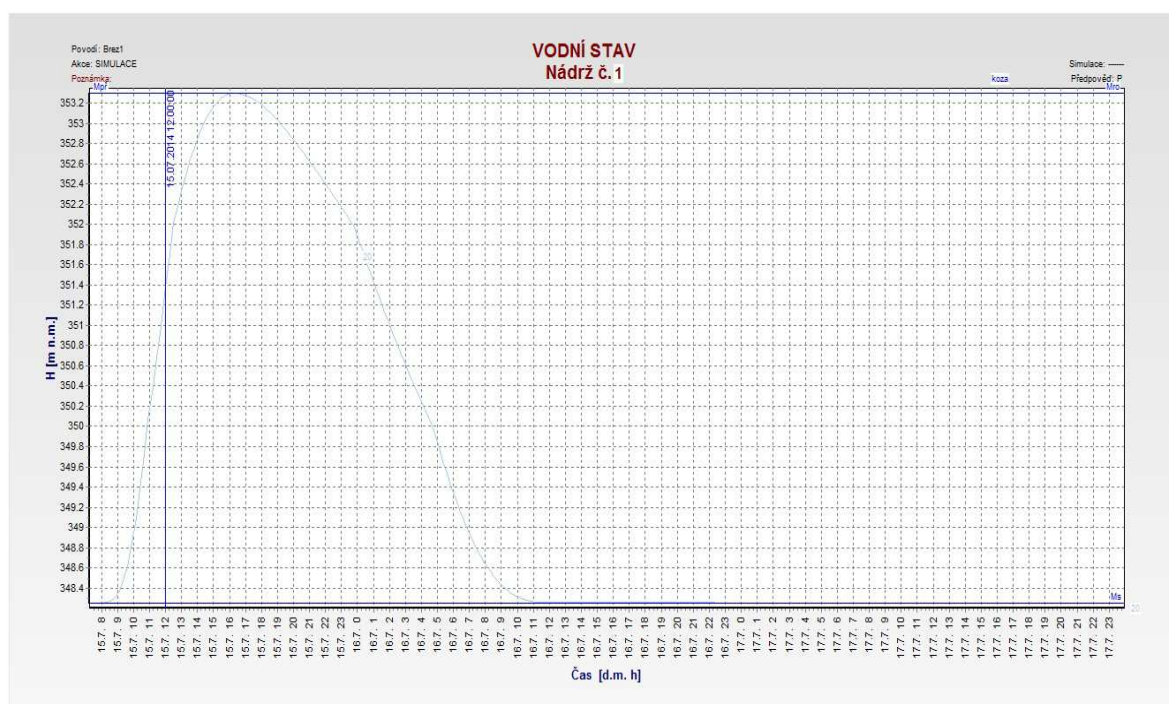
Příloha 10 – Hydrogram – 20 - letý déšť, soustava nádrží (poldry Police a Kozara)



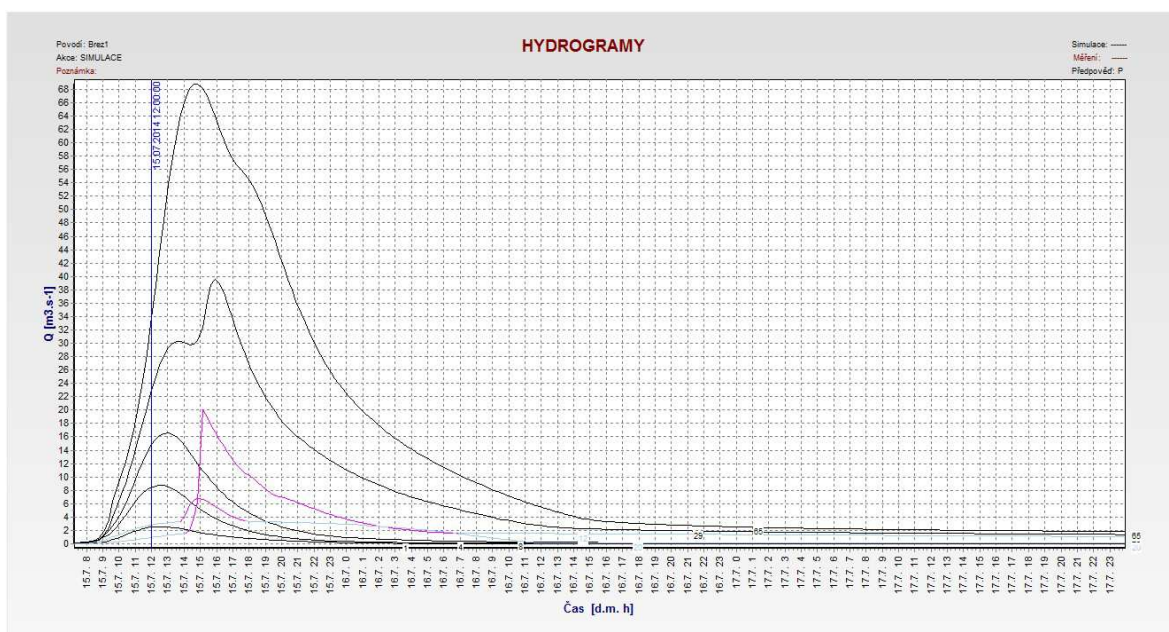
Příloha 11 – Hydrogram – 50 - letý déšť, soustava nádrží (poldry Police a Kozara)



Příloha 12 – Hydrogram – 100 - letý déšť, zahrnutí poldrů Police a Kozara



Příloha 13 – Vodní stav poldru Kozara, zatížení 100 - letým deštěm



Příloha 14 – Hydrogram – 200 - letý dešť, doba trvání 113 minut